

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Estudo das propriedades físico-químicas e sensoriais de
hambúrgueres formulados com cogumelo *Agaricus bisporus***

Iliani Patinho

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Ciência e
Tecnologia de Alimentos

**Piracicaba
2020**

Iliani Patinho
Tecnóloga em Alimentos

**Estudo das propriedades físico-químicas e sensoriais de hambúrgueres
formulados com cogumelo *Agaricus bisporus***

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientadora:
Prof^a. Dr^a. **CARMEN JOSEFINA CONTRERAS-CASTILLO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestra
em Ciências. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de
Alimentos

Piracicaba
2020

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Patinho, Iliani

Estudo das propriedades físico-químicas e sensoriais de hambúrgueres formulados com cogumelo *Agaricus bisporus* / Iliani Patinho - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011 - - Piracicaba, 2020.

145 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

1. Potencial antioxidante 2. Substituto parcial de gordura 3. Percepção do consumidor I. Título

“A vida é o maior ganho e a maior perda que um ser humano pode ter”.

À minha filha Ísis Mariano, meu maior ganho,
e à minha mãe Maria Elena, minha maior perda.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Alguém já disse que "**a gratidão é a memória do coração**". Faz sentido. Ao longo de nossas vidas sempre surgem pessoas especiais que nos ajudam em momentos difíceis, por isso essa parte da dissertação é tão especial. Quero agradecer a todos que de alguma forma colaboraram para a realização desse trabalho e em especial:

À Deus, fonte de toda vida, pela força concedida e sabedoria necessária para seguir em frente;

Ao Vitor Mariano, meu esposo, pelo amor, companheirismo e incentivo recebidos ao longo da nossa união. À minha filha Ísis Mariano, que embora pequena em idade foi grande em pensamento, sabendo compreender as minhas ausências;

À toda minha família, em especial minhas irmãs, que mesmo com a perda de nossa maior referência, manteve-se o equilíbrio, a união e o constante apoio;

À família do Vitor, sua irmã Uliana e principalmente sua mãe Sueli Mariano e o Cleverson Tonin, agradeço pelo suporte oferecido incondicionalmente;

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Carmen J. Contreras-Castillo e meus "coorientadores" Prof^a. Dr^a. Miriam Selani e Prof. Dr. Erick Saldaña agradeço a atenção dispensada, amizade, confiança, dedicação e apoio durante todas as etapas desse trabalho, e acima de tudo pelos valiosos ensinamentos;

À Ana Livia, amiga querida que sempre torceu por mim;

Aos amigos e colaboradores do Laboratório de Qualidade e Processamento de Carnes, em especial à Ana Clara e Flavia Lourenço (minhas estagiárias), à Thais, Beatriz, Samara, Mariana Dargelio, Mariana Marinho, Alais, Priscila, Carolina, Maria Clara e a Prof^a. Aline, muito obrigada pela ajuda, amizade e por todos os momentos de alegria nos anos de convivência;

Aos peruanos Dario, Carmencita e Melina agradeço pelas dicas, torcida e auxílio;

À empresa Zucca Cogumelos, VPJ Alimentos e Ibrac Aditivos e Condimentos pelas doações de insumos para realização desse trabalho;

À todos os participantes das análises sensoriais, agradeço pela contribuição e disponibilidade;

Aos membros da banca examinadora, por contribuírem para a finalização desse trabalho através de comentários e sugestões;

À todos os professores que passaram pelo meu caminho e auxiliaram no meu crescimento pessoal e profissional;

À ESALQ/USP, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela acolhida;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudos;

À todos, ofereço minha gratidão, muito obrigada!

Só aqueles que se arriscam indo longe têm a
oportunidade de ver quão longe podem ir...

Thomas Stearns Eliot

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT	10
1 INTRODUÇÃO GERAL	11
1.1 Revisão bibliográfica	12
1.2 Objetivos	24
Referências	25
2 USO DO COGUMELO <i>Agaricus bisporus</i> EM HAMBÚRGUERES DE CARNE BOVINA: POTENCIAL ANTIOXIDANTE, INTENSIFICADOR DE SABOR E SUBSTITUIÇÃO DE GORDURA.....	36
Resumo.....	36
Abstract.....	36
2.1 Introdução	37
2.2 Material e Métodos.....	39
2.3 Resultados e Discussão.....	49
2.4 Conclusões.....	65
Referências	66
3 COGUMELO <i>Agaricus bisporus</i> COMO SUBSTITUTO PARCIAL DE GORDURA EM HAMBÚRGUER BOVINO: EFEITO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, SENSORIAIS E DE TEXTURA....	77
Resumo.....	77
Abstract.....	77
3.1 Introdução	78
3.2 Material e Métodos.....	80
3.3 Resultados e Discussão.....	86
3.4 Conclusões.....	100
Referências	100
4 HAMBÚRGUER TRADICIONAL OU HAMBÚRGUER COM ADIÇÃO DE COGUMELOS? EFEITO DO SEXO E ÍNDICE DE MASSA CORPORAL (IMC) NAS REPRESENTAÇÕES SOCIAIS DOS CONSUMIDORES.....	108
Resumo.....	108
Abstract.....	108

4.1	Introdução	109
4.2	Material e Métodos.....	113
4.3	Resultados	123
4.4	Discussão.....	135
4.5	Conclusões.....	137
	Referências	137
5	CONCLUSÕES GERAIS	145

RESUMO

Estudo das propriedades físico-químicas e sensoriais de hambúrgueres formulados com cogumelo *Agaricus bisporus*

O entendimento dos fatores que determinam os processos de escolha dos alimentos por parte dos consumidores é muito importante para a inovação de produtos e sucesso no mercado. Em função disto, a questão geral que guiou esta pesquisa foi responder a pergunta: Qual é a melhor estratégia para desenvolver um hambúrguer com um perfil nutricional mais saudável? O estudo foi estruturado em três capítulos. No primeiro capítulo cogumelos *Agaricus bisporus* foram submetidos ao cozimento em micro-ondas com posterior avaliação de sua atividade antioxidante. Os resultados mostraram que os cogumelos são uma boa fonte de compostos fenólicos, os quais podem trazer benefícios à saúde do consumidor. Em seguida, foi avaliado o uso do cogumelo *A. bisporus* em hambúrguer de carne bovina em diferentes estratégias de reformulação (redução de gordura e sal, e adição de antioxidantes naturais). A adição de cogumelos na formulação do hambúrguer mostrou que a menor taxa de oxidação lipídica foi observada na formulação contendo o menor teor de gordura. Uma perspectiva muito positiva foi observada na Análise Descritiva, uma vez que a maioria dos atributos sensoriais não foi afetada pela adição de cogumelos. No segundo capítulo foi usado *A. bisporus* como substituto parcial de gordura para investigar as propriedades físico-químicas, aceitação e perfil sensorial dos hambúrgueres. Os resultados indicaram que *A. bisporus* reduziu a oxidação lipídica, os hambúrgueres apresentaram menor teor de lipídios, maior retenção de umidade e menor perda de peso por cozimento, resultando em um produto mais macio. O terceiro capítulo foi realizado usando a metodologia associação livre de palavras, para investigar o impacto da representação social na percepção sensorial de consumidores de hambúrgueres de carne e com adição de cogumelos. Em resumo, a representação social dos consumidores estava relacionada principalmente às características sensoriais, sentimentos, momentos de consumo e preço. Por meio desta pesquisa, foram obtidas informações relevantes e que possam ser aplicadas pelo segmento agroindustrial para o desenvolvimento de novos produtos sob a ótica do consumidor.

Palavras-chave: Hambúrguer de carne bovina, *Agaricus bisporus*, Cozimento em micro-ondas, Oxidação lipídica, Avaliação sensorial

ABSTRACT

Study of the physicochemical and sensory properties of hamburgers formulated with mushroom *Agaricus bisporus*

Understanding the factors that determine consumers' food choice processes is very important for product innovation and market success. Because of this, the general question that guided this research was to answer the question: What is the best strategy to develop a hamburger with a healthier nutritional profile? The study was structured in three chapters. In the first chapter *Agaricus bisporus* mushrooms were submitted to microwave, with subsequent quantification of their antioxidant activity. The results showed that mushrooms are a good source of phenolic compounds, which can bring potential health benefits to the consumer. Then, the use of *A. bisporus* mushroom in beef hamburger was evaluated in different reformulation strategies (fat/salt reduction and addition of natural antioxidants). The addition of mushrooms in the hamburger formulation showed that the lowest lipid oxidation rate was observed in the formulation containing the lowest fat content. A very positive perspective was observed in the Descriptive Analysis, since most of the sensory attributes were not affected by the addition of mushrooms. In the second chapter, *A. bisporus* as a partial fat substitute was used to investigate the physicochemical properties, acceptance and sensory profile of the hamburgers. The results indicated that *A. bisporus* reduced lipid oxidation, had lower lipid content, higher moisture retention and less cooking loss, resulting in a softer product. The third chapter was carried out using free word association methodology to investigate the impact of social representation on the sensory perception of consumers of beef burger and with addition of mushrooms. In short, consumers' social representation was mainly related to sensory characteristics, feelings, moments of consumption and price. Through this research, relevant information was obtained that can be applied by the agroindustrial segment for the development of new products from the consumer perspective.

Keywords: Beef burger, *Agaricus bisporus*, Microwave cooking, Lipid oxidation, Sensory evaluation

1 INTRODUÇÃO GERAL

A demanda de mercado é elaborar alimentos funcionais que evidenciam os benefícios fisiológicos à saúde (FRUET et al., 2014). Uma dieta desequilibrada pode levar à ocorrência de várias doenças decorrentes do estilo alimentar, para evitar tais doenças é importante produzir e fornecer alimentos nutricionalmente equilibrados (YAMADA, 2019). Nesse contexto, a incorporação de cogumelos em produtos cárneos atraiu a atenção da comunidade científica e industrial devido ao seu valor nutricional, atividade antioxidante, propriedades favoráveis à saúde (REIS et al., 2017) e às suas características de mastigabilidade e sabor. Na presença de cogumelos, o sabor dos produtos cárneos é realçado devido ao glutamato, ribonucleotídeos, entre outros, que conferem o agradável gosto umami (ZHANG et al., 2013). Esta é uma vantagem do seu uso em comparação com a proteína texturizada de soja, pois a última dá um sabor de feijão ao invés de um sabor associado à carne (KUMAR et al., 2019).

Dessa forma, a utilização de cogumelos aparece como opção para reduzir o consumo de carne, gordura e aditivos sintéticos pela população. Uma vez que o hambúrguer é um produto cárneo industrializado com elevada preferência de consumo, principalmente nas redes de *fast food*, é viável a elaboração deste tipo de produto (LEMOS, 2009) mantendo sua praticidade e características sensoriais, levando em conta o apelo natural exigido pelos consumidores.

Existem várias razões pelas quais um consumidor pode querer reduzir totalmente ou parcialmente o consumo de carne, gordura e sódio. Isso pode incluir saúde, estilo de vida, busca por novos produtos, crenças religiosas, preocupações com o bem-estar próprio e dos animais ou causas ambientais (KUMAR et al., 2019). Deste modo, esta pesquisa teve como foco principal a incorporação de cogumelo *Agaricus bisporus* no hambúrguer bovino, que é visto como um candidato promissor para a substituição parcial da carne ou gordura. Espera-se que durante os testes sensoriais o consumidor perceba o hambúrguer com cogumelos como mais saudável, e após isso, valorize as características sensoriais.

É necessário informar que foi lançado recentemente no mercado brasileiro um hambúrguer vegetariano a base de cogumelos, em pouco tempo saberemos se esse e outros produtos podem realmente competir com a popularidade do hambúrguer convencional e ganhar uma parcela substancial do mercado desta categoria de produtos.

1.1 Revisão bibliográfica

1.1.1 Produtos cárneos industrializados: hambúrguer

A carne é uma importante fonte de proteínas com alto valor biológico em muitos países (ARIHARA, 2006). Mediante sua importância e popularidade, a transformação da carne em diversos produtos industrializados aconteceu devido às mudanças nos hábitos alimentares da população, motivadas especialmente pelos processos de urbanização, industrialização, profissionalização das mulheres e diminuição do tempo para o preparo de alimentos (FATTORI et al., 2005; LIMA; OLIVEIRA, 2005; COSTA, 2004).

Entretanto, a indústria cárnea tem sido muito criticada. Os produtos cárneos industrializados estão associados a características nutricionais negativas devido ao seu elevado teor de gordura, sódio e calorias, que são classificados como fatores de risco vinculados a casos de doenças cardiovasculares e alguns tipos de câncer (HUBER, 2012; DECKER; PARK, 2010).

Na atualidade, o principal fenômeno de consumo é o *fast food*, que são produtos industrializados preparados e servidos com rapidez por redes de restaurantes, sendo o hambúrguer um dos produtos básicos. No Brasil, pesquisas demonstraram que o *fast food* desencadeou um novo padrão alimentar com prejuízos à dieta tradicional. O arroz, feijão e a farinha de mandioca que foram desde o século XVIII a base do cardápio da maioria da população perderam espaço para esses produtos (DOS SANTOS, 2005). Segundo Meireles (2018) os hambúrgueres representam 13% do total das vendas de *fast food* no Brasil.

De acordo com a legislação brasileira (MAPA, 2000), hambúrguer é um produto cárneo industrializado, obtido de carne moída dos animais de açougue,

adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico adequado. Trata-se de produto cru, semi-frito, cozido, frito, congelado ou resfriado, conforme sua classificação. Os ingredientes opcionais incluem gordura animal, vegetal, água, sal, proteínas (animal e/ou vegetal), leite em pó, açúcares, maltodextrina, aditivos intencionais, condimentos, aromas e especiarias, além de vegetais, queijos e outros recheios (BRASIL, 2000).

1.1.2 Cogumelos comestíveis

Os cogumelos são cultivados em todo o mundo, existem mais de 14.000 espécies de cogumelos e pelo menos 2.000 deles têm vários graus de comestibilidade (KALÁČ, 2013; CHANG, 2008; CHANG, 1987). Os cogumelos comestíveis constituem um alimento de qualidade nutricional elevada e vêm sendo apontados como uma fonte alternativa no serviço de alimentação e gastronomia (ANDRADE, 2015). No Brasil, a produção está aumentando a cada dia, assim como o consumo vem ganhando espaço. Tal fato se dá pela maior divulgação do valor nutritivo, medicinal e pelas propriedades sensoriais agradáveis (FURLANI, 2004). Porém, o consumidor ainda está pagando um preço alto nos pontos de venda, especificadamente na cidade de Piracicaba, estado de São Paulo, em torno de R\$ 13,00 pela bandeja de 200 g de *A. bisporus*, valor elevado quando comparado ao preço final vendido pelas fazendas produtoras, aproximadamente R\$ 19,00/kg (informação verbal).

Em relação ao consumo médio no Brasil quando comparado ao de outros países o valor é muito inferior, em torno de 360 gramas por habitante, já os franceses consomem mais de 2 kg *per capita* e países como China e Coreia do Sul 8 kg de cogumelos por habitante (ANPC, 2018).

No Brasil são produzidas cerca de 12 mil toneladas/ano de cogumelos *in natura* absorvido pelo mercado interno (ANPC, 2018), ainda assim há uma demanda do produto completada pela importação de cogumelos chineses (BONONI, 2015). A China é o maior produtor de cogumelos, cerca de 70% do total da produção mundial, seguida por outros países asiáticos como o Japão e Coreia do Sul. A Europa também é um grande mercado consumidor e produtor, sendo França, Holanda e Espanha países de referência nesse mercado. No

continente americano, os Estados Unidos e Canadá são países que se destacam quanto ao consumo e produção, principalmente em relação ao *A. bisporus* (SIQUEIRA et al., 2015).

De acordo com a legislação brasileira (ANVISA, 2005), o cogumelo comestível tradicionalmente utilizado como alimento pode estar dessecado, inteiro, fragmentado, moído ou em conserva, defumado ou submetido à cocção, salga, fermentação ou outro processo tecnológico considerado seguro para produção de alimentos. Ainda, os cogumelos para uso humano podem ser apresentados na forma de cápsula, extrato, tablete, líquido, pastilha, comprimido ou outra forma não convencional (BRASIL, 2005).

1.1.3 *Agaricus bisporus*

Os chineses foram os primeiros a cultivar o cogumelo *A. bisporus* em 1600 (CHANG, 2008). Mas foi somente nas últimas três ou quatro décadas que houve um grande desenvolvimento em biotecnologia, reprodução, pesquisa e conhecimento prático que levou à criação de uma indústria mundial para o cultivo de cogumelos comestíveis (CHANG; MILES, 1989).

O cogumelo comestível mais cultivado no mundo é *A. bisporus*, conhecido popularmente no Brasil como "Champignon de Paris" (ANPC, 2018; CHANG, 1999). Além de seu sabor único e propriedades sensoriais, esses cogumelos são dotados de excelentes propriedades nutricionais (DELGADO-POVEDANO et al., 2016).

Segundo Fortes e Novaes (2006) a espécie *A. bisporus* se destaca na indústria de alimentos. Comparando o teor proteico, observou-se que a carne possui em torno de 20% de proteína em base úmida (LAWRIE; LEDWARD, 2006a), em *A. bisporus* os teores de proteína alternam entre 26,8% (CHEUNG, 1997) a 39,3% (VETTER, 2003) em base seca.

Além do alto teor proteico e compostos antioxidantes essa espécie também apresenta elevado valor biológico, uma vez que possuem aminoácidos essenciais. Liu et al. (2014) indicaram que o teor total de aminoácidos livres em *A. bisporus* fresco foi de 70,55 mg/g de matéria seca, sendo que as concentrações de aminoácidos essenciais em mg/g de peso seco foram arginina

1,49, histidina 0,78, isoleucina 1,14, leucina 1,98, lisina 1,41, metionina 0,09, fenilalanina 2,82, treonina 6,95, triptofano 0,25 e valina 1,84.

Em relação à fibra alimentar *A. bisporus* apresenta 18,2% em base seca (CHEUNG, 1997). Esteve et al. (2001) utilizaram cromatografia líquida de alta eficiência para quantificar as vitaminas B1 e B2, os valores encontrados foram 1,0 e 6,37 µg/g. Na Espanha, Martín-Belloso; Llanos-Barriobero (2001) pesquisaram *A. bisporus* para vitaminas B1, B2 e B6, os resultados foram 0,41, 1,62 e 0,42 mg/100 g, respectivamente.

No Brasil, Furlani (2004) em seu estudo encontrou conteúdos de sólidos totais na faixa de 8% para *A. bisporus* em base úmida. Todos os demais resultados foram apresentados em base seca. Para carboidratos o teor médio ficou em 54,12%, proteínas 28,45%, lipídios 5,40%, cinzas 11,98% e fibra alimentar 20,44%. O resultado da análise de ácido ascórbico foi de 6,3 mg/100 g e essa espécie também apresentou um alto teor de fósforo, entre 113,3 e 89,4 mg/100 g.

Além disso, *A. bisporus* exibe uma alta proporção de ácidos graxos. A pesquisa bibliográfica mostra que os ácidos palmítico, esteárico, oleico e linoleico são os ácidos graxos mais abundantes nas espécies *Agaricus* (PEDNEAULT et al., 2008; BARROS et al., 2007; YILMAZ et al., 2006).

De acordo com Pauli (2010) *A. bisporus* destaca-se pela quantidade de cobre 28 mg/kg, potássio 45720,0 mg/kg, cálcio 200 mg/kg e sódio 345 mg/kg superior às outras espécies.

1.1.4 Atividade antioxidante do *Agaricus bisporus*

Antioxidantes estão presentes em todos os sistemas biológicos. Assim, a busca de antioxidantes naturais eficazes e não-tóxicos e outras moléculas bioativas tornou-se ponto principal de diversas pesquisas (SMOLSKAITĖ; VENSKUTONIS; TALOU, 2015). Nos cogumelos os compostos bioativos são encontrados nos corpos de frutificação, micélios e meios de cultura utilizados no cultivo (MA et al., 2016).

Várias publicações relataram a presença de uma ampla gama de compostos bioativos em *A. bisporus*, como polifenóis, terpenóides,

polissacarídeos, lectinas, esteroides e glicoproteínas (TAOFIQ et al., 2016; ALVES et al., 2012; FERREIRA et al., 2010; FERREIRA; BARROS; ABREU, 2009) portanto, essa espécie é considerada um alimento funcional (JAGADISH et al., 2009; SINGLA; GHOSH; GANGULI, 2009; LARGETEAU; SAVOIE, 2008; RAMÍREZ-ANGUIANO et al., 2007; BEELMAN; ROYSE; CHIKTHIMMAH, 2003; KENT et al., 2003).

Entre as substâncias biologicamente ativas presentes nos cogumelos, os compostos fenólicos têm atraído muita atenção devido às suas excelentes propriedades como agentes antioxidantes (PALACIOS et al., 2011). Segundo Dziezak (1986) e Yagi (1970) os compostos fenólicos podem ser classificados como inibidores de radicais livres (quebra de cadeia), decompositores de peróxido, inativadores de metais ou sequestradores de oxigênio. A capacidade antioxidante biológica pode ser medida controlando a inibição da oxidação lipídica (WATANABE; NAKAJIMA; KONISHI, 2008). Esses métodos induzem a auto-oxidação do ácido linoleico ou das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) por óxido de cobre Cu (II) ou um iniciador azo e controlam a formação de peróxidos de dieno conjugados. Os radicais livres, gerados pelo iniciador, reagem com espécies de oxigênio que produzem radicais peróxidos que atacam os lipídios para formar os peróxidos de dieno conjugados. Portanto, a eliminação de radicais livres ou radicais peróxidos por um agente antioxidante pode evitar a oxidação lipídica em sistemas biológicos (PALACIOS et al., 2011).

A molécula de oxigênio é um radical livre que leva à geração das espécies reativas de oxigênio e pode danificar as células. Danos celulares causados por radicais livres estão associados ao envelhecimento e desenvolvimento de doenças degenerativas. Os cogumelos comestíveis possuem compostos com propriedades antioxidantes que auxiliam na neutralização dos radicais livres. Estes compostos podem ser extraídos do cogumelo e usados como aditivos funcionais. Entretanto, quando incorporados à dieta humana, os cogumelos podem combater danos oxidativos em sistemas biológicos (SÁNCHEZ, 2017).

Segundo Ferrari et al. (2012) os cogumelos produzidos no Brasil apresentam propriedades antioxidantes e *A. bisporus* aparece como uma excelente opção para enriquecer a dieta da população. Conforme Pauli (2010)

A. bisporus foi a espécie que apresentou a maior média de compostos fenólicos entre os cogumelos estudados e também foi o cogumelo com maior atividade antioxidante. Para Alves et al. (2012) é uma espécie com bioatividade alta, o potencial deste cogumelo tão amplamente consumido provavelmente não é conhecido por todos os brasileiros. De acordo com Pérez-Jiménez et al. (2009) os fenólicos de baixo peso molecular são liberados da matriz alimentar na área superior do trato gastrointestinal por solubilização direta nos fluidos intestinais e/ou pela ação de enzimas digestivas, sendo parcialmente absorvido pela mucosa do intestino delgado. Para Quirós-Sauceda et al. (2014) mesmo quando a absorção de compostos bioativos, é reduzida, o seu consumo ainda é uma vantagem, pois promove um ambiente antioxidante saudável. Entretanto, devido às alterações que ocorrem no trato digestório do corpo humano mais estudos são necessários sobre a bioacessibilidade e biodisponibilidade desses compostos na digestão humana, além de possíveis interações com a matriz alimentar (REIS et al., 2017).

1.1.5 Cogumelos como substituto parcial da carne ou gordura

Nos últimos anos, o desenvolvimento e a popularização de ingredientes funcionais para substituir a carne e reduzir o conteúdo de gordura em diferentes produtos cárneos resultaram em uma maior disponibilidade de produtos no mercado (KUMAR et al., 2019). Os cogumelos comestíveis e seus extratos ou frações podem ser incluídos nessa lista (DELGADO-POVEDANO et al., 2016). Como mencionado os cogumelos têm o potencial de serem extensores de carne ou gordura devido à sua composição química: água (cerca de 90,0%), carboidratos (2,5-5,8%), proteínas (2,6-4,0%), gorduras (0,2-0,7%) e fibras (0,6-3,1%) (CHANG, 2008).

Além disso, o típico gosto umami dos cogumelos é principalmente atribuído ao efeito sinérgico dos aminoácidos ácido glutâmico e ácido aspártico com 5'-nucleotídeos incluindo 5'-adenosina monofosfato (5'-AMP), 5'-guanosina monofosfato (5'-GMP) e 5'-inosina monofosfato (5'-IMP) (DERMIKI et al., 2013). Em particular, 5'-IMP e 5'-GMP contribuem fortemente para a intensidade do gosto umami (NINOMIYA, 1998) e são freqüentemente chamados de

nucleotídeos de sabor (YANG; LIN; MAU, 2001). Segundo Liu et al. (2014) os resultados mostraram que a quantidade de 5'-nucleotídeos (5'-GMP + 5'-IMP) em *A. bisporus* frescos foi de 4,17 mg/g em peso seco.

A presença de ingredientes umami e suas quantidades variam dependendo da espécie e estágio de maturação dos cogumelos. Um estudo sobre os ingredientes umami em diferentes estágios de maturação de *A. bisporus* indicaram que os dois aminoácidos, ácido glutâmico e ácido aspártico apresentaram um aumento no estágio 2 (ZHANG et al., 2013). Após o estágio 2, o conteúdo de ácido aspártico diminuiu gradualmente, enquanto o conteúdo de ácido glutâmico aumentou (TSAI, 2007).

As paredes celulares das hifas (filamentos) dos cogumelos são uma rica fonte de fibra alimentar enquanto as membranas celulares são uma fonte de gordura poliinsaturada que pode reduzir as LDLs (lipoproteínas de baixa densidade) e aumentar as HDLs benéficas (lipoproteínas de alta densidade) no corpo humano (RODGER, 2001). Todas essas funções demonstram que os cogumelos podem ser utilizados não apenas como alimentos nutritivos e saborosos, mas também como matéria-prima na elaboração de produtos mais saudáveis (ZHANG et al., 2013).

Foram realizadas pesquisas sobre diferentes espécies de cogumelos em alguns produtos à base de carne. Guinard et al. (2016) testou a hipótese de que, em razão das propriedades que realçam o sabor, os cogumelos poderiam ser usados como um substituto saudável para a carne e um agente atenuante para a drástica redução de sódio. O estudo demonstrou que em uma mistura de taco, os cogumelos podem substituir a carne moída sem redução significativa na aceitação do consumidor. Estas descobertas são consistentes com demais pesquisas que demonstraram uma melhor aceitação pelo consumidor de empanados de porco com pó de cogumelo *shiitake* (CHUN; CHAMBERS; CHAMBERS, 2005) e carne bovina com extrato de cogumelo *shiitake* (DERMIKI et al., 2013).

Wong (2017) também investigou o uso de *A. bisporus* em recheios de taco como um meio para reduzir a gordura. O efeito da substituição de cogumelos e a variação do nível de gordura da carne moída pode reduzir significativamente o

conteúdo final de gordura em uma mistura de taco, mantendo os atributos de qualidade. A análise sensorial hedônica mostrou que a variação na concentração de cogumelos e o nível de gordura não afetaram a aceitação do consumidor (WONG, 2017).

Embora exista muita informação sobre as propriedades nutricionais ou bioativas dos cogumelos e seus componentes, sua incorporação em produtos cárneos no Brasil não foi estudada de forma tão abrangente. Do ponto de vista comercial, isso possibilita elaborar novos produtos com sabores renovados e com apelo de saudabilidade. Do ponto de vista do próprio alimento é indispensável conhecer todas as possíveis interações que são capazes de promover ou inibir a qualidade nutricional e sensorial (GIAVASIS, 2014).

Pensando nisso, atualmente a comunidade científica e a indústria buscam a substituição parcial da carne, gordura e sódio no desenvolvimento de produtos cárneos, mantendo sua qualidade sensorial (KUMAR et al., 2019).

1.1.6 Metodologias para determinação da capacidade antioxidante

O conteúdo, a concentração e o tipo dos componentes bioativos podem variar substancialmente dependendo do substrato, técnicas de cultivo, estágio de desenvolvimento, condição de armazenamento, processamento e método de cozimento aplicado (MATTILA et al., 2001; BARROS et al., 2007; BARROS et al., 2008). Especificamente em cogumelos são usados diferentes métodos de cozimento antes do consumo e sua alteração nos valores de antioxidantes é de importância científica, principalmente seu impacto na nutrição humana. Na continuação se descrevem as metodologias utilizadas para determinação da capacidade antioxidante.

O ensaio cujo método leva o nome do principal reagente empregado, Folin-Ciocalteu, é comumente utilizado para determinação de compostos fenólicos totais. A facilidade de execução, reprodutibilidade e boa correlação com outras técnicas tornam esse ensaio interessante (BOROSKI et al., 2015). Os compostos fenólicos reagem com o reagente de Folin-Ciocalteu sob condições básicas, para tal, uma solução de carbonato de sódio é utilizada para que o pH fique em torno de 10. A remoção do próton fenólico leva à formação do

ânion fenolato, o qual é capaz de reduzir o reagente de Folin-Ciocalteu. Essa reação de oxirredução não depende da estrutura dos compostos fenólicos envolvidos (PÉREZ-JIMÉNEZ et al., 2010).

O método envolvendo a captura do radical livre (DPPH[•]) é uma determinação *in vitro* do potencial antioxidante da matriz alimentar. Na reação de oxidação e redução entre o DPPH[•] e a espécie antioxidante, o elétron desemparelhado do nitrogênio se emparelha com o elétron cedido por um radical hidrogênio fornecido por um composto antioxidante. O DPPH[•] possui uma coloração púrpura/violeta com absorção máxima na região de 517 nm (515 a 528 nm), tornando-se amarelo após receber o átomo de hidrogênio proveniente da espécie antioxidante (AOH), através de uma reação de oxirredução (BOROSKI et al., 2015).

A técnica de ABTS é também conhecida como método de capacidade antioxidante de equivalente Trolox ou, simplesmente, TEAC quando este padrão é utilizado para expressar os resultados (SANCHEZ-MORENO, 2002). Este método de captura do cátion radical ABTS tem sido empregado para determinar a capacidade antioxidante em diversas matrizes, tanto hidrofílicas quanto lipofílicas (KARADAG; OZCELIK; SANER, 2009). Sua ampla aplicação se deve ao fato de ser considerada uma técnica prática, rápida, de alta sensibilidade e que produz resultados confiáveis, além de utilizar um cátion radical muito estável. A atividade antioxidante da amostra é medida através da sua capacidade em estabilizar o cátion do radical ABTS presente na solução, que volta à forma do composto neutro ABTS. O deslocamento do equilíbrio entre as duas formas do ABTS ocasiona a descoloração da solução e a diminuição da absorbância em 734 nm (BOROSKI et al., 2015).

A capacidade de absorção de radicais de oxigênio, mais conhecida como ORAC, é utilizada para medir a capacidade antioxidante total de uma amostra (lipofílica e hidrofílica). O teste ORAC pode ser empregado tanto para substâncias antioxidantes puras quanto para matrizes complexas. O princípio do teste ORAC utiliza os radicais peroxila como substâncias pró-oxidantes, geradas a partir do azo-iniciador AAPH e como substrato oxidável utiliza a fluoresceína, uma substância não proteica fluorescente. Isto o diferencia de outros testes de

capacidade antioxidante que usam oxidantes, mas não necessariamente pró-oxidantes e outros substratos para oxidação, como exemplo o luminol (PRIOR; CAO, 1999).

Pulido, Bravo, Saura-Calixto (2000) descrevem o método FRAP como uma alternativa desenvolvida para determinar a redução do ferro em fluidos biológicos e soluções aquosas de compostos puros. O método pode ser aplicado não somente para estudos da atividade antioxidante em extratos de alimentos e bebidas, mas também para o estudo da eficiência antioxidante de substâncias puras, com resultados comparáveis àqueles obtidos com outras metodologias mais complexas.

1.1.7 Percepção do consumidor

A escolha de alimentos tem sido reconhecida como um processo complexo que vai além das propriedades sensoriais (SON et al., 2014) e envolve muitos fatores que podem ser agrupados em características do consumidor, do produto e do contexto específico em que a escolha é feita (KÖSTER, 2009). Essas características interagem e, por sua vez, afetam a tomada de decisão dos consumidores (JAEGER, 2006).

A percepção das características de um produto pelo consumidor pode ser influenciada por diversos fatores não sensoriais, como preço, embalagem, alegações de saúde, preocupações éticas, entre outros. Esses fatores não sensoriais influenciam a percepção do consumidor pois interagem com elementos fisiológicos, comportamentais e cognitivos (SON et al., 2014) do indivíduo.

Portanto, torna-se necessário compreender a percepção do consumidor sobre um determinado produto para entender seu comportamento (GRUNERT; BRED AHL; BRUNSØ, 2004). De acordo com De Barcellos, Grunert, Scholderer (2011), a qualidade dos produtos cárneos processados depende tanto da informação do produto no ponto de venda como da experiência ao consumi-lo. A experiência do consumo tornou-se um elemento chave para a compreensão do comportamento do consumidor, bem como para o desenvolvimento de novos produtos e o planejamento de estratégias de marketing (CARÙ; COVA, 2003).

1.1.8 Análise sensorial

A ciência sensorial tem forte caráter multidisciplinar que une diferentes áreas, como química de alimentos, tecnologia de alimentos, fisiologia nutricional e psicologia social, na busca de compreender o comportamento dos indivíduos relacionados ao ato de comer e beber (KÖSTER, 2003).

A análise sensorial é definida como um conjunto de métodos científicos usados para evocar, medir, analisar e interpretar as características intrínsecas dos alimentos e outras substâncias percebidas pelos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição (ABNT, 2017).

Diferentes metodologias sensoriais podem ser aplicadas de acordo com a informação que se deseja obter. A principal diferença entre os métodos usados está nas características dos respondentes, sendo eles principalmente consumidores habituais do produto de interesse ou provadores treinados. A seguir se descrevem, de modo sucinto, as metodologias usadas no presente estudo.

1.1.9 Análise descritiva

A análise descritiva é a técnica de descrição sensorial mais utilizada na área de alimentos (MURRAY; DELAHUNTY; BAXTER, 2001). Tem como objetivo obter o perfil sensorial dos produtos. É um teste analítico baseado nas respostas de provadores treinados (LAWLESS; HEYMANN, 2010). É adequado para obtenção de perfis sensoriais porque fornece resultados detalhados, consistentes e confiáveis. Muitos autores utilizaram essa metodologia para descrever as características sensoriais de produtos cárneos (SALDAÑA et al., 2019; BRAGHIERI et al., 2016; SELANI et al., 2016).

A análise descritiva consiste das seguintes etapas: recrutamento e triagem de candidatos; geração de descritores e referências; treinamento e avaliação da equipe; avaliação final do produto e análise de dados (MEILGAARD; CARR; CIVILLE, 1999; SALDAÑA et al., 2019).

No entanto, mesmo as abordagens descritivas convencionais sendo amplamente usadas como referências para os perfis sensoriais, estas se deparam com algumas limitações, relacionadas ao alto custo e tempo exigido

para executar todas as etapas, desde a triagem da equipe até a análise final dos dados. Estas restrições levaram os cientistas sensoriais a desenvolverem métodos mais rápidos, os quais são adequados para situações onde abordagens convencionais são limitadas (VARELA; ARES, 2014).

1.1.10 CATA (*Check-all-that-apply*)

O questionário CATA é um dos métodos sensoriais mais recentes baseados na avaliação de atributos específicos (ADAMS et al., 2007) pelos consumidores, fornecendo informações detalhadas sobre o perfil sensorial dos produtos (ARES; VARELA, 2014).

As perguntas CATA referem-se a um questionário de múltipla escolha com base em uma lista de termos. Jaeger et al. (2015) recomendam selecionar menos em vez de mais termos, já que a inclusão de muitos termos em uma lista pode levar a um efeito de "diluição" na frequência de citação. Baseado nas recomendações, uma lista com aproximadamente 20 termos é considerada ideal levando em conta a heterogeneidade do consumidor.

Nesse tipo de questionário os termos podem estar associados tanto com características intrínsecas dos produtos quanto com aspectos emocionais, intenção de compra, usos e aplicações (MEYNER; CASTURA, 2014). Uma lista de termos é apresentada aos consumidores na qual o avaliador é solicitado a selecionar todos aqueles que considera adequados para descrever o produto (MEYNER; CASTURA, 2014; VARELA; ARES, 2012). Este método pode ser utilizado como uma abordagem rápida para obtenção de informações sobre as características sensoriais dos produtos a partir de consumidores (ARES; JAEGER, 2015).

1.1.11 Associação livre de palavras

A associação livre de palavras (*Free Word Association*) é uma metodologia qualitativa recentemente aplicada na área de ciência sensorial (ROININEN; ARVOLA; LÄHTEENMÄKI, 2006). Esta metodologia consiste em pedir aos participantes que forneçam as primeiras palavras, associações, pensamentos ou sentimentos que vêm à mente quando pensam em um

determinado produto ou conceito. É uma tarefa que "fornece estímulos verbais ou visuais que, através de suas informações, encoraja os participantes a revelarem seus sentimentos e atitudes de forma inconsciente" (WILL; EADIE; MACASKILL, 1996).

A tarefa associação livre de palavras tem utilidade na descrição em relação ao produto (ROZIN; KURZER; COHEN, 2002) e quando combinada com a importância de um determinado produto permite acessar as representações sociais dos consumidores (SON et al., 2014). Ao lidar com produtos alimentícios, as associações que chegam à mente podem ser as mais relevantes para a decisão do consumidor relacionada à compra de produtos (ROININEN; ARVOLA; LÄHTEENMÄKI, 2006). As ideias expressas na tarefa associação livre de palavras são espontâneas e as respostas dos participantes não são influenciadas por opiniões como em grupos focais (WAGNER; VALENCIA; ELEJABARRIETA, 1996).

Considerando esse contexto, qual será a eficiência da associação livre de palavras para compreender a percepção do consumidor de hambúrguer de carne e com adição de cogumelos? Respostas serão levantadas no terceiro capítulo da dissertação.

1.2 Objetivos

Objetivo geral

Desenvolver um hambúrguer bovino mais saudável usando (*Agaricus bisporus*) como uma fonte proteica alternativa mantendo a qualidade sensorial e nutricional.

Objetivos específicos

1. Aplicar o cozimento em micro-ondas nos cogumelos *A. bisporus* e quantificar a atividade antioxidante total.
2. Escolher a melhor estratégia de reformulação de hambúrguer bovino, quais sejam redução de gordura/sal, adição de antioxidantes naturais, por meio da adição de *A. bisporus* considerando as propriedades físico-químicas e sensoriais obtidas através da "Análise descritiva".

3. Desenvolver novos produtos a partir da estratégia escolhida e investigar as propriedades físico-químicas, aceitação e perfil sensorial usando perguntas "CATA".
4. Investigar a percepção do consumidor, o efeito do sexo e índice de massa corporal (IMC) nas representações sociais de hambúrguer de carne e com adição de cogumelos empregando a metodologia "Associação livre de palavras".

Referências

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Análise sensorial- Vocabulário- Orientações gerais – ABNT NBR ISO 5492:2017. Rio de Janeiro: ABNT, 2017. 29p.

ADAMS, J.; WILLIAMS, A.; LANCASTER, B.; FOLEY, M. Advantages and uses of check-all-that-apply response compared to traditional scaling of attributes for salty snacks. In: 7th Pangborn Sensory Science Symposium, August 16th 2007.

ALVES, M.; FERREIRA, I.; DIAS, J.; TEIXEIRA, V.; MARTINS, A.; PINTADO, M. A Review on Antimicrobial Activity of Mushroom (Basidiomycetes) Extracts and Isolated Compounds. **Planta Medica**, v. 78, n. 16, p. 1707–1718, 2012.

ANDRADE, M. C. N. Informação nutricional de cogumelos comestíveis e medicinais em função da linhagem e do substrato de cultivo. 2015. **VIII Simpósio Internacional Sobre Cogumelos no Brasil**. Disponível em: <<http://www.uniso.br/hs/sicog/default.asp>>. Acesso em: 02 out. 2019.

ANDRADE, M. C. N.; MINHONI, M. T. A.; ZIED, D. C. Caracterização bromatológica de oito linhagens de *Lentinula edodes* (Shiitake) cultivadas em toras de *Eucalyptus grandis*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 793–797, 2008.

ANPC (Associação Nacional dos Produtores de Cogumelos). Cogumelos ganham o mercado. 2018. Disponível em: <<https://www.opopular.com.br/noticias/economia/cogumelos-ganham-o-mercado-1.1710231>>. Acesso em: 11 fev. 2019.

ARES, G.; JAEGER, S. R. Examination of sensory product characterization bias when check-all-that-apply (CATA) questions are used concurrently with hedonic assessments. **Food Quality and Preference**, v. 40, p. 199–208, 2015.

ARES, G.; VARELA, P. Comparison of novel methodologies for sensory characterization. In: VARELA, P.; ARES, G. (Ed.). Novel Techniques in Sensory Characterization and Consumer Profiling. 3 ed., **CRC Press Boca Raton**, p. 365–389, 2014.

ARIHARA, K. Strategies for designing novel functional meat products. **Meat Science**, v. 74, n. 1, p. 219–229, 2006.

BARROS, L.; BAPTISTA, P.; CORREIA, D. M.; CASAL, S.; OLIVEIRA, B.; FERREIRA, I. C. F. R. Fatty acid and sugar compositions, and nutritional value of five wild edible mushrooms from Northeast Portugal. **Food Chemistry**, v. 105, n. 1, p. 140–145, 2007.

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

BEELMAN, R. B.; ROYSE, D. J.; CHIKTHIMMAH, N. Bioactive Components in Button Mushroom *Agaricus bisporus* (J. Lge) Imbach (*Agaricomycetideae*) of Nutritional, Medicinal, and Biological Importance (Review). **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v. 5, n. 4, p. 18, 2003.

BONONI, V. L. R.; ROJAS, A. C. B. Produção de cogumelos e biotecnologia. Universidade Anhanguera/Uniderp. 2015. **VIII Simpósio Internacional Sobre Cogumelos no Brasil**. Disponível em: <<http://www.uniso.br/hs/sicog/default.asp>>. Acesso em: 02 out. 2019.

BOROSKI, M.; VISENTAINER, J. V.; COTTICA, S. M.; DE MORAIS, D. R. **Antioxidantes: Princípios e Métodos Analíticos**. 1.ed., 141p., Appris, 2015.

BRAGHIERI, A.; PIAZZOLLA, N.; GALGANO, F.; CONDELLI, N.; DE ROSA, G.; NAPOLITANO, F. Effect of preservative addition on sensory and dynamic profile of Lucanian dry-sausages as assessed by quantitative descriptive analysis and temporal dominance of sensations. **Meat Science**, v. 122, p. 68–75, 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 272, de 22 de setembro de 2005. Aprova o "Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis". Diário Oficial da União, Brasília, DF. Acesso em: 7 abr. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000. Regulamentos técnicos de identidade e qualidade de almôndega, de apresuntado, fiambre, hambúrguer, Kibe, presunto cozido e de presunto. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 31 jul. n. 149, Seção 1, p. 7-12. Acesso em: 5 abr. 2018.

CARÙ, A.; COVA, B. Revisiting consumption experience: A more humble but complete view of the concept. **Marketing Theory**, v. 3, n. 2, p. 267–286, 2003.

CHANG, S. T. World production of cultivated edible and medicinal mushrooms in 1997 with emphasis on *lentinus edodes* (Berk.) Sing, in China. **International**

Journal of Medicinal Mushrooms, v. 1, n. 4, p. 291–300, 1999.

CHANG, S. T. Overview of mushroom cultivation and utilization as functional foods. In: **Mushrooms as Functional Foods**. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., p. 1–33, 2008.

CHANG, S. T.; MILES, P. G. **Edible mushrooms and their cultivation**. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1989.

CHANG, S. T. World production of cultivated edible mushrooms in 1986. *Mushroom Journal for the Tropics*, v. 7, p. 117-120, 1987.

CHEUNG, P. C. K. Dietary Fibre Content and Composition of Some Edible Fungi Determined by Two Methods of Analysis. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 73, n. 2, p. 255–260, 1997.

CHUN, S.; CHAMBERS, E.; CHAMBERS, D. Perception of pork patties with shiitake (*Lentinus edode* P.) mushroom powder and sodium tripolyphosphate as measured by Korean and United States consumers. **Journal of Sensory Studies**, v. 20, n. 2, p. 156–166, 2005.

COSTA, L. O. Processamento e diminuição do reprocesso do hambúrguer bovino. **Journal do Povo**, v. 12, n. 1, p. 20–240, 2004.

DE BARCELLOS, M. D.; GRUNERT, K. G.; SCHOLDERER, J. Processed meat products: Consumer trends and emerging markets. In: **Processed Meats: Improving Safety, Nutrition and Quality**. Cambridge: Woodhead Publishing. p. 30–53, 2011.

DECKER, E. A.; PARK, Y. Healthier meat products as functional foods. **Meat Science**, v. 86, n. 1, p. 49–55, 2010.

DELGADO-POVEDANO, M. M.; MEDINA, V. S.; BAUTISTA, J.; PRIEGO-CAPOTE, F.; CASTRO, M. D. L. Tentative identification of the composition of *Agaricus bisporus* aqueous enzymatic extracts with antiviral activity against HCV: A study by liquid chromatography–tandem mass spectrometry in high resolution mode. **Journal of Functional Foods**, v. 24, p. 403–419, 2016.

DERMIKI, M.; MOUNAYAR, R.; SUWANKANIT, C.; SCOTT, J.; KENNEDY, O. B.; MOTTRAM, D. S.; GOSNEY, M. A.; BLUMENTHAL, H.; METHVEN, L. Maximising umami taste in meat using natural ingredients: effects on chemistry, sensory perception and hedonic liking in young and old consumers. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, n. 13, p. 3312–3321, 2013.

DERMIKI, M.; PHANPHENSOPHON, N.; MOTTRAM, D. S.; METHVEN, L. Contributions of non-volatile and volatile compounds to the umami taste and overall flavour of shiitake mushroom extracts and their application as flavour enhancers in cooked minced meat. **Food Chemistry**, v. 141, p. 77–83, 2013.

DOS SANTOS, C. R. A. A alimentação e seu lugar na história: os tempos da memória gustativa. **História: Questões & Debates**, v. 42, n. 1, p. 11–31, 2005. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/historia/article/view/4643>>. Acesso em: 20 mar. 2019.

DZIEZAK, J. D. Preservatives: Antioxidants. The ultimate answer to oxidation. **Food Technology**, v. 40, n. 9, p. 94–102, 1986.

ESTEVE, M. J.; FARRÉ, R.; FRIGOLA, A.; GARCIA-CANTABELLA, J. M. Simultaneous determination of thiamine and riboflavin in mushrooms by liquid chromatography. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 3, p. 1450–1454, 2001.

FATTORI, F. F. de A.; SOUZA, L. C. de; BRAOIOS, A.; RAMOS, A. P. D.; SILVA, M. A. da; TASHIMA, N. T.; NEVES, T. R. M.; BARBOSA, R. L. Aspectos sanitários em trailers de lanche no município de Presidente Prudente, SP. **Revista Higiene Alimentar**, v. 19, p. 54–62, 2005.

FERRARI, G. P.; SOARES, A. A.; BAZANELLA, G. C. S.; BRACHT, A.; SOUZA, C. G. M.; BÔER, C. G.; PERALTA, R. M. Antioxidant properties of the most common edible mushrooms consumed in Brazil. **Nova Science Publishers**, Inc, Chapter 14: p. 285–297, 2012.

FERREIRA, I.; BARROS, L.; ABREU, R. Antioxidants in Wild Mushrooms. **Current Medicinal Chemistry**, v. 16, n. 12, p. 1543–1560, 2009.

FERREIRA, I. C. F. R.; VAZ, J. A.; VASCONCELOS, M. H.; MARTINS, A. Compounds from wild mushrooms with antitumor potential. **Anti-cancer agents in Medicinal Chemistry**, v. 10, n. 5, p. 424–36, 2010.

FORTES, R. C.; NOVAES, M. R. C. Efeitos da suplementação dietética com cogumelos Agaricales e outros fungos medicinais na terapia contra o câncer. 2006. Disponível <http://www.inca.gov.br/rbc/n_52/v04/pdf/revisao_literatura1>. Acesso em: 12 dez. 2018

FRUET, A. P. B.; STEFANELLO, F. S.; SILVA, M. S. da; KIRINUS, J. K.; NÖRNBERG, J. L.; TEIXEIRA, C.; DÖRR, A. C.; DÖRR, A. C. Incorporação de fibra alimentar em produtos cárneos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, p. 11–17, 2014.

FURLANI, R. P. Z. Valor nutricional de cogumelos cultivados no Brasil. 2004. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/254295/1/Furlani_ReginaPra doZanes_D.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2018.

GIAVASIS, I. Bioactive fungal polysaccharides as potential functional ingredients in food and nutraceuticals. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 26, p. 162–173, 2014.

GRUNERT, K. G.; BREDAHL, L.; BRUNSØ, K. Consumer perception of meat quality and implications for product development in the meat sector – A review. **Meat Science**, v. 66, n. 2, p. 259–272, 2004.

GUINARD, J. X.; MYRDAL MILLER, A.; MILLS, K.; WONG, T.; LEE, S. M.; SIRIMUANGMOON, C.; SCHAEFER, S. E.; DRESCHER, G. Consumer acceptance of dishes in which beef has been partially substituted with mushrooms and sodium has been reduced. **Appetite**, v. 105, p. 449–459, 2016.

HUBER, E. Desenvolvimento de produtos cárneos reestruturados de frango (hambúrguer e empanado) com adição de fibras vegetais como substitutos totais de gordura. 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/100599>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

JAEGER, S. R. Non-sensory factors in sensory science research. **Food Quality and Preference**, v. 17, n. 1–2, p. 132–144, jan. 2006.

JAEGER, S. R.; BERESFORD, M. K.; PAISLEY, A. G.; ANTÚNEZ, L.; VIDAL, L.; CADENA, R. S.; GIMÉNEZ, A.; ARES, G. Check-all-that-apply (CATA) questions for sensory product characterization by consumers: Investigations into the number of terms used in CATA questions. **Food Quality and Preference**, v. 42, p. 154–164, 2015.

JAGADISH, L. K.; VENKATA KRISHNAN, V.; SHENBHAGARAMAN, R.; KAVIYARASAN, V. Comparative study on the antioxidant, anticancer and antimicrobial property of *Agaricus bisporus* (J. E. Lange) Imbach before and after boiling. **African Journal of Biotechnology**, v. 8, n. 4, p. 654–661, 2009.

KALAČ, P. A review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and cultivated mushrooms. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, n. 2, p. 209–218, 2013.

KARADAG, A.; OZCELIK, B.; SANER, S. Review of Methods to Determine Antioxidant Capacities. **Food Analytical Methods**, v. 2, n. 1, p. 41–60, 2009.

KENT, D.; SHERIDAN, C.; TOMKINSON, H. A.; WHITE, S.; HISCOTT, P.; GRIERSON, I. Edible mushroom (*Agaricus bisporus*) lectin modulates human retinal pigment epithelial cell behaviour in vitro. **Experimental eye Research**, v. 76, n. 2, p. 213–9, 2003.

KÖSTER, E. P. The psychology of food choice: Some often encountered fallacies. **Food Quality and Preference**, v. 14, n. 5–6, p. 359–373, 2003.

KÖSTER, E. P. Diversity in the determinants of food choice: A psychological perspective. **Food Quality and Preference**, v. 20, n. 2, p. 70–82, 2009.

KUMAR, P.; MEHTA, N.; MALAV, O. P.; VERMA, A. K.; UMRRAW, P.; KRISHNA

KANTH, M. The Structure of Meat Analogs. **Encyclopedia of Food Chemistry**, p. 105–109, 2019.

LARGETEAU, M. L.; SAVOIE, J. M. Effect of the fungal pathogen *Verticillium fungicola* on fruiting initiation of its host, *Agaricus bisporus*. **Mycological Research**, v. 112, n. 7, p. 825–828, 2008.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices. **Second Edition, Springer**, 17 out. 2010.

LAWRIE, R. A.; LEDWARD, D. A. Chapter 4-chemical and biochemical constitution of muscle. In: Lawrie RA, Ledward DA, editors. *Lawrie's meat science*. 7 ed., **England, Cambridge: Woodhead Publishing**, p. 75–127, 2006a.

LEMOS, F. M. da R. Elaboração e caracterização de produto análogo a hambúrguer de cogumelo *Agaricus brasiliensis*. 2009. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/20679>>. Acesso em: 19 fev. 2018.

LIMA, J. X. de; OLIVEIRA, L. F. de. O crescimento do restaurante self-service: aspectos positivos e negativos. **Revista Higiene Alimentar**, p. 45–53, 2005.

LIU, Y.; HUANG, F.; YANG, H.; IBRAHIM, S. A.; WANG, Y.; HUANG, W. Effects of preservation methods on amino acids and 5'-nucleotides of *Agaricus bisporus* mushrooms. **Food Chemistry**, v. 149, p. 221–225, 2014.

MA, G.; YANG, W.; FANG, Y.; MA, N.; PEI, F.; ZHAO, L.; HU, Q. Antioxidant and cytotoxicities of *Pleurotus eryngii* residue polysaccharides obtained by ultrafiltration. **LWT**, v. 73, p. 108–116, 2016.

MARTÍN-BELLOSO, O.; LLANOS-BARRIOBERO, E. Proximate composition, minerals and vitamins in selected canned vegetables. **European Food Research and Technology**, v. 212, n. 2, p. 182–187, 2001.

MATTILA, P.; KÖNKÖ, K.; EUROLA, M.; PIHLAVA, J. M.; ASTOLA, J.; VAHTERISTO, L.; PIIRONEN, V. Contents of vitamins, mineral elements, and some phenolic compounds in cultivated mushrooms. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 2343–2348, 2001.

MEILGAARD, M.; CARR, B.; CIVILLE, G. Sensory evaluation techniques. (3rd ed.), CRC Press Boca Raton, NY (1999).

MEIRELES, H. A. Uma análise fundamentalista da rede Burger King Brasil. 2018. Disponível em: <http://www.econ.puc-rio.br/uploads/adm/trabalhos/files/Henrique_Araujo_e_Meirelles.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2019.

MEYNNERS, M.; CASTURA, J. C. Check-all-that-apply questions. In: P.Varela;

G. Ares (Ed.), Novel techniques in sensory characterization and consumer profiling. **CRC Press Boca Raton**, p. 271-305, 2014.

MURRAY, J. M.; DELAHUNTY, C. M.; BAXTER, I. A. Descriptive sensory analysis: past, present and future. *Food Research International*, v. 34, n. 6, p. 461–471, 2001.

NINOMIYA, K. Natural occurrence. **Food Reviews International**, v. 14, n. 2–3, p. 177–211, 1998.

PALACIOS, I.; LOZANO, M.; MORO, C.; D'ARRIGO, M.; ROSTAGNO, M. A.; MARTÍNEZ, J. A.; GARCÍA-LAFUENTE, A.; GUILLAMÓN, E.; VILLARES, A. Antioxidant properties of phenolic compounds occurring in edible mushrooms. **Food Chemistry**, v. 128, n. 3, p. 674–678, 2011.

PAULI, A. P. Avaliação da composição química, compostos bioativos e atividade antioxidante em cogumelos comestíveis. 2010. Disponível em: <<https://www2.fcfar.unesp.br/Home/Pos-graduacao/AlimentoseNutricao/PriscilaAbackerliME.pdf>>. Acesso em: 24 jan. 2019.

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

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; NEVEU, V.; VOS, F.; SCALBERT, A. Systematic Analysis of the Content of 502 Polyphenols in 452 Foods and Beverages: An Application of the Phenol-Explorer Database. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 8, p. 4959–4969, 2010.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SERRANO, J.; TABERNERO, M.; ARRANZ, S.; DÍAZ-RUBIO, M. E.; GARCÍA-DIZ, L.; GOÑI, I.; SAURA-CALIXTO, F. Bioavailability of phenolic antioxidants associated with dietary fiber: Plasma antioxidant capacity after acute and long-term intake in humans. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 64, n. 2, p. 102–107, 2009.

PRIOR, R. L.; CAO, G. In vivo total antioxidant capacity: comparison of different analytical methods¹. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 27, n. 11–12, p. 1173–1181, 1999.

PULIDO, R.; BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 48, n. 8, p. 3396–402, 2000.

QUIRÓS-SAUCEDA, A. E.; PALAFOX-CARLOS, H.; SÁYAGO-AYERDI, S. G.; AYALA-ZAVALA, J. F.; BELLO-PEREZ, L. A.; ÁLVAREZ-PARRILLA, E.; DE LA ROSA, L. A.; GONZÁLEZ-CÓRDOVA, A. F.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A.

Dietary fiber and phenolic compounds as functional ingredients: interaction and possible effect after ingestion. **Food & Function**, v. 5, n. 6, p. 1063–1072, 2014.

RAMÍREZ-ANGUIANO, A. C.; SANTOYO, S.; REGLERO, G.; SOLER-RIVAS, C. Radical scavenging activities, endogenous oxidative enzymes and total phenols in edible mushrooms commonly consumed in Europe. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 87, n. 12, p. 2272–2278, 2007.

REIS, F. S.; MARTINS, A.; VASCONCELOS, M. H.; MORALES, P.; FERREIRA, I. C. F. R. Functional foods based on extracts or compounds derived from mushrooms. **Trends in Food Science & Technology**, v. 66, p. 48–62, 2017.

RODGER, G. Production and properties of mycoprotein as a meat alternative. **Food Technology**, Chicago, v. 55, n. 7, p. 36–41, 2001.

ROININEN, K.; ARVOLA, A.; LÄHTEENMÄKI, L. Exploring consumers' perceptions of local food with two different qualitative techniques: Laddering and word association. **Food Quality and Preference**, v. 17, n. 1–2, p. 20–30, 2006.

ROZIN, P.; KURZER, N.; COHEN, A. B. Free associations to “food:” the effects of gender, generation, and culture. **Journal of Research in Personality**, v. 36, n. 5, p. 419–441, 2002.

SALDAÑA, E.; SILDARRIAGA, L.; CABRERA, J.; BEHRENS, J. H.; SELANI, M. M.; RIOS-MERA, J.; CONTRERAS-CASTILLO, C. J. Descriptive and hedonic sensory perception of Brazilian consumers for smoked bacon. **Meat Science**, v. 147, p. 60–69, 2019.

SANCHEZ-MORENO, C. Review: Methods Used to Evaluate the Free Radical Scavenging Activity in Foods and Biological Systems. **Food Science and Technology International**, v. 8, n. 3, p. 121–137, 2002.

SÁNCHEZ, C. Reactive oxygen species and antioxidant properties from mushrooms. **Synthetic and Systems Biotechnology**, v. 2, n. 1, p. 13–22, 2017.

SELANI, M. M.; SHIRADO, G. A. N.; MARGIOTTA, G. B.; SALDAÑA, E.; SPADA, F. P.; PIEDADE, S. M. S.; CONTRERAS-CASTILLO, C. J.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Effects of pineapple byproduct and canola oil as fat replacers on physicochemical and sensory qualities of low-fat beef burger. **Meat Science**, v. 112, p. 69–76, 2016.

SIQUEIRA, F. G.; GOMES, T. G.; ARAÚJO, A. P. F.; CUNHA, J. R. B.; CAMELINI, C. M.; NAKAI, D. K.; MENDONÇA, S. Aplicações biotecnológicas para biomassas do pós-cultivo de cogumelos comestíveis. 2015. **VIII Simpósio**

Internacional Sobre Cogumelos no Brasil. Disponível em:

<<http://www.uniso.br/hs/sicog/default.asp>>. Acesso em: 02 out. 2019.

SINGLA, R.; GHOSH, M.; GANGULI, A. Phenolics and antioxidant activity of a ready-to-eat snack food prepared from the edible mushroom (*Agaricus bisporus*). **Nutrition & Food Science**, v. 39, n. 3, p. 227–234, 2009.

SMOLSKAITĖ, L.; VENSKUTONIS, P. R.; TALOU, T. Comprehensive evaluation of antioxidant and antimicrobial properties of different mushroom species. **LWT - Food Science and Technology**, v. 60, n. 1, p. 462–471, 2015.

SON, J. S.; DO, V. B.; KIM, K. O.; CHO, M. S.; SUWONSICHON, T.; VALENTIN, D. Understanding the effect of culture on food representations using word associations: The case of “rice” and “good rice”. **Food Quality and Preference**, v. 31, n. 1, p. 38–48, 2014.

TAOFIQ, O.; MARTINS, A.; BARREIRO, M. F.; FERREIRA, I. C. F. R. Anti-inflammatory potential of mushroom extracts and isolated metabolites. **Trends in Food Science & Technology**, v. 50, p. 193–210, 1 abr. 2016.

TSAI, HUI-LI. Nonvolatile Taste Components of Fruit Bodies and Mycelia of Shaggy Ink Cap Mushroom *Coprinus comatus*. **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v. 9, n. 1, p. 47–55, 2007.

VARELA, P.; ARES, G. Novel techniques in sensory characterization and consumer profiling. **CRC Press Boca Raton**, 408p., 2014.

VARELA, P.; ARES, G. Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. **Food Research International**, v. 48, p. 893–908, 2012.

VETTER, J. Chemical composition of fresh and conserved *Agaricus bisporus* mushroom. **European Food Research and Technology**, v. 217, n. 1, p. 10–12, 2003.

WAGNER, W.; VALENCIA, J.; ELEJABARRIETA, F. Relevance, discourse and the “hot” stable core of social representations - A structural analysis of word associations. **British Journal of Social Psychology**, v. 35, n. 3, p. 331–351, 1996.

WATANABE, T.; NAKAJIMA, Y.; KONISHI, T. In Vitro and in Vivo Anti-oxidant Activity of Hot Water Extract of Basidiomycetes-X, Newly Identified Edible Fungus. **Biological & Pharmaceutical Bulletin**, v. 31, n. 1, p. 111–117, 2008.

WILL, V.; EADIE, D.; MACASKILL, S. Projective and enabling techniques explored. **Marketing Intelligence & Planning**, v. 14, n. 6, p. 38–43, 1996.

WONG, K. Investigating the Utilization of Mushrooms in Beef-Based Products

for Improved Health. **Masters Theses**, 2017. Disponível em: <https://scholarworks.umass.edu/masters_theses_2/487>. Acesso em: 10 jun. 2019.

YAGI, K. A. Rapid Method for Evaluation of Autoxidation and Antioxidants. **Agricultural and Biological Chemistry**, v. 34, n. 1, p. 142–145, 1970.

YAMADA, K. Multifunctional Foods. **Encyclopedia of Food Chemistry**, p. 451–455, 2019.

YANG, J. H.; LIN, H. C.; MAU, J. L. Non-volatile taste components of several commercial mushrooms. **Food Chemistry**, v. 72, n. 4, p. 465–471, 2001.

YILMAZ, N.; SOLMAZ, M.; TÜRKEKUL, İ.; ELMASTAŞ, M. Fatty acid composition in some wild edible mushrooms growing in the middle Black Sea region of Turkey. **Food Chemistry**, v. 99, n. 1, p. 168–174, 2006.

ZHANG, Y.; VENKITASAMY, C.; PAN, Z.; WANG, W. Recent developments on umami ingredients of edible mushrooms – A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 33, n. 2, p. 78–92, 2013.

2 USO DO COGUMELO *Agaricus bisporus* EM HAMBÚRGUERES DE CARNE BOVINA: POTENCIAL ANTIOXIDANTE, INTENSIFICADOR DE SABOR E SUBSTITUIÇÃO DE GORDURA

Resumo

Este estudo teve como objetivo avaliar o potencial uso do cogumelo *Agaricus bisporus* como antioxidante natural, substituto de gordura/sal e intensificador de sabor em hambúrguer de carne bovina. Dez tratamentos foram considerados utilizando o delineamento fatorial fracionário (sal [0,5, 1,25 e 2,0%], gordura [10, 15 e 20%] e conteúdo de cogumelos [0, 15 e 30%]). Os tratamentos foram caracterizados por medidas instrumentais e sensoriais. O design estatístico indicou que o teor de gordura teve pouca influência nos resultados. A análise dos componentes principais mostrou que a incorporação de cogumelos e sal modificaram a textura, umidade e a atividade de água. A estabilidade oxidativa diminuiu com o aumento do conteúdo de sal, com baixo teor de gordura. Finalmente, o perfil sensorial foi afetado pelo conteúdo de cogumelos e sal, com o teor de gordura exercendo a menor influência. Portanto, a incorporação de cogumelos em hambúrgueres de carne pode ser uma estratégia viável para reduzir o teor de gordura dos hambúrgueres de carne bovina.

Palavras-chave: Hambúrguer, Cozimento em micro-ondas, Oxidação lipídica, Análise perfil de textura, Análise descritiva

Abstract

This study aimed to evaluate the potential use of *Agaricus bisporus* mushroom as a natural antioxidant, fat/salt substitute and flavor enhancer in beef burger. Ten treatments were considered using a fractional factorial design (salt [0.5, 1.25 and 2.0%], fat [10, 15 and 20%] and mushroom content [0, 15 and 30%]). Treatments were characterized by instrumental and sensory measurements. The statistical design indicated that fat content had little influence on the results. The principal component analysis showed that the incorporation of mushrooms and salt modified the texture, moisture and water activity. Oxidative stability decreased as the salt content increased, at a low-fat content. Finally, the sensory profile was affected by the mushroom and salt contents, with the fat content exerting the least influence. Therefore, mushroom incorporation in beef burger may be a feasible strategy to reduce the fat content of beef burgers.

Keywords: Burger, Microwave cooking, Lipid oxidation, Texture profile analysis, Descriptive analysis

² Artigo publicado no periódico *Food Production, Processing and Nutrition*, v. 1:7, 2019.
<https://doi.org/10.1186/s43014-019-0006-3>

2.1 Introdução

Devido ao envelhecimento da população, nutrição inadequada e doenças relacionadas ao estilo de vida, as preocupações associadas com a saúde tornaram-se cada vez mais importantes (Araújo, 2017). O padrão alimentar mudou para uma dieta em que carnes, gorduras e carboidratos simples são amplamente consumidos, enquanto que a ingestão de proteínas vegetais e fibras é reduzida (Kendall et al., 2010). Isso contribuiu para a transição nutricional observada nas últimas décadas, caracterizada por um aumento da incidência de doenças não transmissíveis (DCNT), como doenças cardiovasculares metabólicas (DCV) e tumores (Ribeiro et al., 2019). As DCNTs têm sido apontadas como os principais desafios à saúde do século XXI. De fato, de acordo com relatos recentes, em 2016, as DCNTs foram responsáveis por 71% (41 milhões) de mortes em todo o mundo e 17,9 milhões de mortes foram relacionadas a DCV, seguido por cânceres (9 milhões), doenças respiratórias crônicas (3,8 milhões) e diabetes (1,6 milhões) (Silva et al., 2019; WHO, 2018).

Para atender às preocupações citadas, os consumidores procuram produtos com teor reduzido de sal, gordura e açúcar, bem como livre ou baixo teor em antioxidantes sintéticos. No entanto, eles não estão dispostos a sacrificar a qualidade sensorial desses alimentos (Tuorila e Monteleone, 2009). De acordo com o Brasil Food Trends 2020 (ITAL, 2010), o nicho de mercado para consumidores preocupados com a saúde atingiu 21% na sociedade brasileira e tem um forte potencial de crescimento. Diante disso, a produção de alimentos com um perfil nutricional equilibrado, preservando a qualidade sensorial é um desafio.

Para superar essa limitação tecnológica, diferentes estratégias foram exploradas para reduzir o teor de gordura/sal e o uso de antioxidantes sintéticos e, ao mesmo tempo, preservar a qualidade sensorial dos produtos. Contudo, até o momento, a maioria das alternativas estudadas afetou negativamente as propriedades sensoriais do produto. De Camargo e Schwember (2019) resumiram as mudanças sensoriais causadas por fenólicos em diferentes sistemas alimentares. Segundo esses autores, a qualidade sensorial do produto final contendo compostos fenólicos deve ser considerada. Da mesma forma, a

substituição de gordura pode induzir alterações sensoriais negativas. Por exemplo, Saldaña et al. (2018a) elaboraram mortadelas com gorduras saudáveis, mas os consumidores rejeitaram o produto baseado em suas propriedades sensoriais e de textura. Em outro estudo, Selani et al. (2011) incorporaram extratos de semente e casca de uva como antioxidantes naturais em hambúrguer de frango e observaram que a cor do produto foi afetada. Almeida et al. (2016) perceberam sabor residual metálico e gosto amargo no salame produzido com substituição de NaCl por KCl e CaCl₂.

Nesse contexto, a incorporação de produtos à base de plantas em alimentos de origem animal tem sido destacada devido ao seu perfil nutricional (por exemplo, sem colesterol, ingredientes com pouca gordura) (Reis et al., 2017). Além das plantas, os cogumelos também surgiram como matéria-prima a ser estudada e aplicada nas indústrias de alimentos (Sánchez, 2017).

Entre várias espécies comestíveis, *A. bisporus* é o cogumelo mais produzido e consumido no Brasil (ANPC, 2013; Chang, 1999). Em particular, *A. bisporus* é popular no mercado global de alimentos, representando 15% da produção mundial de cogumelos (Ramos et al., 2019). Os cogumelos possuem um alto percentual de proteínas facilmente digeríveis e apresentam uma textura semelhante à da carne (de Jesus, 2015), são uma opção interessante para a substituição de proteínas animais. Eles também contêm intensificadores de sabor (Phat et al., 2016), considerável teor de fibras (Manzi et al., 2001) e uma alta atividade antioxidante (Barros et al., 2008) que demonstra seu potencial para aplicação em diferentes alimentos.

Vale ressaltar que o uso de cogumelos como substituto da proteína ou gordura animal fornece um suprimento alimentar sustentável à população, pois estimula a redução do consumo de carne. A criação de animais para produção de carne é frequentemente associada a poluição ambiental devido à emissão de gases de efeito estufa e poluição da água (córregos e rios), além do desmatamento desenfreado para a expansão de fazendas de gado, que pressionam ainda mais os recursos naturais (Aiking, 2011; Steinfeld et al., 2006). Além disso, a produção de cogumelos utiliza resíduos agroindustriais como substratos (espigas de milho trituradas, cascas de sementes de algodão, cascas

de soja, cascas de amendoim e cascas de cacau) (Sánchez, 2010), fornecendo uma solução útil para subprodutos que anteriormente apresentavam desafios de gerenciamento, tratamento e descarte.

Estudos recentes avaliaram a incorporação de cogumelos em alimentos à base de carne, com o objetivo de reduzir o teor de sódio (Mattar et al., 2018) e oxidação lipídica (Tom et al., 2018) e substituir a gordura (Wong, 2017). Entretanto, ainda não está claro em qual dessas estratégias *A. bisporus* apresenta maior potencial para o desenvolvimento de um hambúrguer mais saudável. Independentemente da estratégia a ser utilizada, o consumidor demandará um produto com qualidade sensorial similar à de um produto convencional. Assim, a determinação do perfil sensorial do produto é muito importante, uma vez que ele é o principal direcionador da preferência (Selani et al., 2016). O perfil sensorial dos alimentos é comumente explorado por meio da análise descritiva (DA) que possibilita determinar quantitativamente o efeito de qualquer alteração na formulação (Lawless e Heymann, 2010).

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar diferentes estratégias de reformulação de hambúrgueres de carne bovina (redução de gordura/sal, adição de antioxidantes naturais) por meio da adição de *A. bisporus*, considerando as propriedades instrumentais e sensoriais.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Materiais

Os cogumelos foram cedidos pela Zucca Cogumelos (Salto/SP, Brasil), os condimentos e outros aditivos (pimenta do reino, cebola, alho, eritorbato de sódio, tripolifosfato de sódio e glutamato monossódico) foram fornecidos pela Ibrac (Rio Claro/SP, Brasil). A carne foi fornecida pela VPJ Alimentos (Pirassununga/SP, Brasil). A gordura suína foi comprada no comércio local (Piracicaba/SP, Brasil).

2.2.2 Preparo dos cogumelos

Os cogumelos foram preparados seguindo recomendações de Ng e Tan (2017). Primeiramente, os cogumelos foram lavados e porções de 100 g foram

adicionadas em 100 mL de água destilada e submetidas a aquecimento em forno micro-ondas (800 W) (ME21S, Electrolux, Manaus, Brasil) por 1,5 min em um recipiente aberto. Após filtração da solução em peneiras, o filtrado foi descartado e o cogumelo foi moído por 30 s em mini processador (HC32, X.J. Eletrics, Shenzhen, China). O cogumelo moído foi o material adicionado à formulação do hambúrguer.

Uma vez que o objetivo do estudo era avaliar o potencial antioxidante de *A. bisporus*, após a filtração dos cogumelos cozidos, eles foram novamente filtrados (sob vácuo) e o filtrado obtido, chamado extrato de cogumelo, foi armazenado em um frasco âmbar a -18°C para medições do conteúdo fenólico total e atividade antioxidante.

2.2.3 Conteúdo fenólico total e atividade antioxidante

O conteúdo fenólico total foi determinado usando o reagente Folin-Ciocalteu, conforme descrito por Al-Duais et al. (2009), com algumas modificações. Os resultados foram expressos em mg de equivalente de ácido gálico (EAG)/g de amostra. A atividade antioxidante foi mensurada utilizando o ensaio DPPH (Al-Duais et al., 2009) com modificações e os ensaios ABTS e ORAC foram determinados de acordo com Melo et al. (2015). Nos três métodos, Trolox foi utilizado como padrão e os resultados foram expressos como μmol Trolox equivalentes/g de amostra. O método FRAP foi realizado de acordo com Muller et al. (2010) com algumas adaptações e os resultados expressos em μmol de equivalentes de sulfato ferroso/g de amostra (μmol FS/g). Todas as determinações foram realizadas em triplicata.

2.2.4 Preparação dos hambúrgueres

Nove formulações de hambúrgueres bovinos foram preparados seguindo um delineamento fatorial fracionado 3^{3-1} . O objetivo principal era estudar três fatores (concentrações de sal, gordura e cogumelos) em três níveis cada (Tabela 1). Adicionalmente, um tratamento controle foi desenvolvido contendo teores de gordura e sal comumente utilizados em hambúrgueres bovinos comerciais. Os

níveis mínimo e máximo de cada fator foram baseados em estudos preliminares (Lemos, 2009) e em pré-testes de laboratório.

Tabela 1. Formulações (%) dos hambúrgueres desenvolvidos usando o delineamento fatorial fracionado 3^{3-1} .

Tratamentos	Gordura	Sal	Cogumelo
G1S1C1	10,00	0,50	0,00
G1S2C3	10,00	1,25	30,00
G1S3C2	10,00	2,00	15,00
G2S1C3	15,00	0,50	30,00
G2S2C2	15,00	1,25	15,00
G2S3C1	15,00	2,00	0,00
G3S1C2	20,00	0,50	15,00
G3S2C1	20,00	1,25	0,00
G3S3C3	20,00	2,00	30,00
Controle	20,00	2,00	0,00

G1S1C1 = 0% cogumelo, 0,5% sal, 10% gordura; G1S2C3 = 30% de cogumelo, 1,25% sal, 10% gordura; G1S3C2 = 15% de cogumelo, 2% sal, 10% gordura; G2S1C3 = 30% de cogumelo, 0,5% sal, 15% gordura; G2S2C2 = 15% de cogumelo, 1,25% sal, 15% gordura; G2S3C1 = 0% cogumelo, 2% sal, 15% gordura; G3S1C2 = 15% cogumelo, 0,5% sal, 20% gordura; G3S2C1 = 0% cogumelo, 1,25% sal, 20% gordura; G3S3C3 = 30% cogumelo, 2% sal, 20% gordura; Controle = 0% cogumelo, 2% sal, 20% gordura.

A carne bovina e a gordura suína foram moídas em um moedor (P33003, Hermann SA) usando um disco de 5 e 3 mm, respectivamente. Após moagem, os ingredientes foram misturados manualmente por 10 min na seguinte ordem: carne bovina (40, 55 e 70%), NaCl (0,5, 1,25 e 2,0%), água (min 6,9% e máx. 18,4%), eritrobato de sódio (0,05%), glutamato monossódico (0,05%), cogumelo (0, 15 e 30%), pimenta do reino (0,05%), alho em pó (0,3%), cebola em pó (0,3%), tripolifosfato de sódio (0,3%) e gordura suína (10, 15 e 20%). Após obtenção da massa cárnea, foram pesadas porções de 100 g, moldadas (10 cm de diâmetro e 1 cm de espessura) e os hambúrgueres foram embalados a vácuo e armazenados a -18°C. Para a determinação da oxidação lipídica, as amostras

foram armazenadas por 16 dias em uma câmara de resfriamento (2°C) com luz fluorescente branca e então avaliadas.

2.2.5 Análises físico-químicas dos hambúrgueres

2.2.5.1 Teor de sódio

O teor de sódio dos hambúrgueres de carne bovina foi determinado conforme descrito pela AOAC (1996). Cinco gramas de cada amostra seca e liofilizada foram convertidos em cinzas em uma mufla a 550°C por 6 h. Posteriormente, as cinzas foram esfriadas até à temperatura ambiente, solubilizadas em 2,5 mL de ácido nítrico e clorídrico 1:1 e transferidas para um balão volumétrico de 50 mL. Uma amostra em branco foi usada como controle. As leituras foram realizadas em um fotômetro de chama (B 462, Micronal, Série 40707, Pirassununga, Brasil) considerando três repetições.

2.2.5.2 Umidade e atividade de água (a_w)

A umidade foi determinada em amostras cruas, seguindo o método oficial da AOAC (AOAC, 2000). A atividade de água (a_w) foi determinada em amostras cozidas, utilizando equipamento AquaLab (4TE, Decagon Devices, Pullman, USA) a 25°C. Ambas as determinações foram realizadas em triplicata.

2.2.5.3 Determinação de pH

O pH foi determinado diretamente no hambúrguer cru, utilizando um pHmetro (Oakton pH 300 series 35618, Vernon Hills, Illinois, USA) com eletrodo de penetração de corpo de vidro. A análise foi realizada em triplicata utilizando três hambúrgueres em todos os tratamentos.

2.2.5.4 Medição instrumental de cor

A medição da cor dos hambúrgueres foi determinada usando o colorímetro Konica Minolta (Chroma Meter, CR-400, Mahwah, NJ, USA) em um ângulo de 10°, área de medição de 8 mm de diâmetro e fonte de iluminação D65. As coordenadas das cores L^* (luminosidade), a^* (vermelho) e b^* (amarelo) foram

analisadas. A análise foi realizada em triplicata usando três hambúrgueres para todos os tratamentos.

2.2.5.5 Determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)

O valor de TBARS foi determinado em triplicata, usando o método Cd 19-90, descrito pela American Oil Chemists' Society (1990), com modificações. A análise foi realizada após 16 dias de armazenamento, em câmara de refrigeração a 2°C com luz fluorescente branca, simulando condições de varejo. Os resultados foram calculados a partir de uma curva padrão de 1,1,3,3-tetraetoxipropano (TEP) e expressos como mg de malondialdeído (MDA) por kg de amostra.

2.2.5.6 Análise de perfil de textura

Previamente à análise de textura, as amostras foram cozidas em chapa elétrica a 150°C até que a temperatura interna atingisse 75°C no centro geométrico (virando cada hambúrguer a cada 3 minutos) e então os hambúrgueres foram resfriados a temperatura ambiente. A análise de perfil de textura (ATP) foi realizada em texturômetro TA-XT (Stable Micro Systems, Godalming, UK) baseado nos parâmetros definidos por Selani et al. (2016). Três cilindros (2,5 cm de diâmetro) por tratamento foram comprimidas a 75% de sua altura original com um probe P-35 (eixo longo, base regular) a uma velocidade de 3,3 mm/s. Dureza, coesividade, mastigabilidade e elasticidade foram calculadas (Saldaña et al., 2015) considerando três medidas independentes.

2.2.6 Análise sensorial descritiva

A análise sensorial descritiva (DA) foi realizada em 14 sessões, seguindo as recomendações de Saldaña et al. (2018b). A coleta dos dados foi realizada no software Compusense Cloud (Compusense Inc., Guelph, Ont., Canada). Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aprovado pelo comitê de ética (CAAE: 98168118.4.0000.5395).

2.2.6.1 Recrutamento

Na primeira sessão, os participantes foram recrutados usando anúncios em redes sociais. Os candidatos, estudantes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), com experiência em análise descritiva, preencheram um formulário contendo informações sociodemográficas, frequência de consumo de hambúrguer e estado de saúde. Os critérios para participar da DA foram: boa saúde, consumo frequente de hambúrguer de carne bovina e tempo para participar de todas as etapas da DA.

2.2.6.2 Seleção

Da segunda à sétima sessão, a acuidade sensorial dos participantes foi avaliada em distinguir gostos básicos (doce, amargo, ácido, salgado e umami), em reconhecer e memorizar odores (café, cravo, pimenta do reino, cebola, alho e canela) e na capacidade discriminatória utilizando quatro testes triangulares, considerando o limiar de 25% de erro por candidato. No total, 11 candidatos (10 mulheres e 1 homem) com idades entre 19 e 30 anos foram selecionados, com 80% de respostas corretas para gostos básicos, 66,7% para odores e 75% para testes discriminativos.

2.2.6.3 Desenvolvimento do vocabulário

Uma lista composta por 14 descritores foi selecionada com base em nossos trabalhos anteriores (Rios-Mera et al., 2019; Selani et al., 2016). Além disso, havia um espaço opcional que poderia ser usado para incluir algum atributo que não estava na lista. Os avaliadores receberam hambúrgueres cozidos (conforme descrito no item 2.2.5.6) e foram solicitados a selecionar todos os atributos sensoriais que caracterizam os hambúrgueres. Na oitava sessão, os avaliadores definiram a lista final de atributos sensoriais, sua definição, técnica de avaliação e amostras de referência, considerando as extremidades inferior e superior da escala. Assim, foi elaborado o formulário de avaliação contendo os dez descritores gerados (Tabela 2) e uma escala linear não estruturada de 9 cm ancorada nos extremos com pouco (esquerda) e muito (direita).

Tabela 2. Nomes, definições, técnicas de avaliações e referências usadas para determinação dos atributos sensoriais.

*Nome do atributo	Definição do atributo	Técnica	Referências
Salgado	Gosto básico associado ao cloreto de sódio.	Colocar a amostra na boca e gerar a percepção nas 3 primeiras mastigações.	Pouco: hambúrguer bovino com adição de 0,5% de sal Muito: hambúrguer bovino com adição de 3,0% de sal
Suculento	Liberação de líquido na boca durante a mastigação.	Colocar a amostra na boca e gerar a percepção nas 3 primeiras mastigações.	Pouco: hambúrguer bovino comercial cozido até temperatura interna de 75°C Muito: hambúrguer de costela cozido até temperatura interna de 69°C
Gorduroso	Percepção de sabor de gordura na boca durante a mastigação.	Colocar a amostra na boca e gerar a percepção nas 5 primeiras mastigações.	Pouco: hambúrguer de frango cozido até temperatura interna de 79°C Muito: hambúrguer de costela cozido até temperatura interna de 69°C
Textura (macio)	Força necessária para obter deformação e corte do produto por compressão entre os dentes.	Colocar a amostra na boca e gerar a percepção nas 3 primeiras mastigações.	Pouco: hambúrguer de legumes cozido até temperatura interna de 80°C Muito: hambúrguer de angus cozido até temperatura interna de 69°C
Aroma característico	Aroma característico do hambúrguer comercial de carne bovina, feito com carne bovina, gordura e temperos.	Colocar as amostras em copos tampados, abrir, aproximar o nariz até a borda do copo, realizar até 3 aspirações longas.	Pouco: hambúrguer de legumes cozido até temperatura interna de 72°C Muito: hambúrguer de costela cozido até temperatura interna de 69°C
Sabor característico	Sabor característico do hambúrguer comercial de carne bovina, feito com carne bovina, gordura e temperos.	Colocar a amostra na boca e gerar a percepção nas 3 primeiras mastigações.	Pouco: hambúrguer de legumes cozido até temperatura interna de 72°C Muito: hambúrguer de costela cozido até temperatura interna de 69°C
Grelhado	Aparência de hambúrguer grelhado	Colocar a amostra no centro da cabine e observar a superfície da amostra.	Pouco: hambúrguer bovino cozido em água de banho maria até atingir temperatura interna de 74°C Muito: hambúrguer bovino bem grelhado até temperatura interna de 85°C
Temperado	Sabor característico de tempero (alho, cebola, pimenta, etc.).	Colocar a amostra na boca e gerar a percepção nas 5 primeiras mastigações.	Pouco: hambúrguer sem nenhum tempero cozido até temperatura interna de 72°C Muito: hambúrguer com tempero cozido até

Quebradiço	Formação de pequenos pedaços após a primeira mordida.	Colocar a amostra na boca e gerar a percepção na primeira mastigação.	temperatura interna 72°C Pouco: hambúrguer de carne moída cozida até temperatura interna de 72°C no banho maria Muito: hambúrguer de frango cozido até temperatura interna de 72°C
Fibroso	Percepção de fibras que persiste ao longo da mastigação	Colocar a amostra na boca e gerar a percepção nas 5 primeiras mastigações.	Pouco: bife de filé mignon, cozido até temperatura interna de 70°C Muito: bife de coxão duro, cozido até temperatura interna de 90°C

*Para todos os atributos foram usadas escalas lineares não estruturadas de 9cm com os termos de intensidade ancorados nos extremos.

2.2.6.4 Treinamento

O treinamento foi realizado na nona e décima sessão, nas quais os avaliadores aprenderam a usar as escalas. No início de cada sessão, os avaliadores provaram as referências para fixar as âncoras de cada atributo sensorial. Em seguida, cada avaliador recebeu 10 g de cada amostra, servida monadicamente e identificada com números aleatórios de três dígitos, seguindo o delineamento Quadrado Latino de Williams. Água e biscoito foram dados para limpar o paladar entre as amostras. Os avaliadores não foram obrigados a consumir toda a amostra, mas foi orientado à padronizar a quantidade utilizada em cada avaliação.

2.2.6.5 Desempenho da equipe

Na décima primeira e décima segunda sessão o desempenho da equipe e do indivíduo foi medido por discriminação, repetibilidade e consenso usando o método MAM-CAP (Peltier et al., 2014), que é uma tabela sintética conhecida como Control of Assessor Performances (CAP) (Schlich, 1997), baseado no Mixed Assessor Model (MAM) (Brockhoff et al., 2015).

Na tabela MAM-CAP (Tabela 7), cada linha corresponde a um atributo, cada célula reproduz o desempenho com um código de cores "rosa claro/verde", em que rosa claro representa um desempenho ruim e verde corresponde a um bom desempenho. A parte esquerda da tabela mostra o desempenho da equipe,

no qual a primeira coluna contém a média de cada atributo. As próximas três colunas representam discriminação, uso de escala e consenso. Em seguida, o erro quadrático médio da raiz (RMSE) indicam a repetibilidade. Os atributos são classificados do mais discriminativo para o menos discriminativo. O lado direito da tabela refere-se ao desempenho individual. Para cada atributo e cada avaliador, a célula contém indicação sobre discriminação, consenso, uso de escala e repetibilidade. A discriminação é indicada pelo número de traços na célula (de zero a três) de acordo com o valor p do MAM, ou seja, quanto mais traços, mais discriminador é o avaliador.

No entanto, se o avaliador não for discriminativo, o consenso com a equipe não será testado e a cor da célula será cinza. Finalmente, os avaliadores menos repetíveis são identificados com as letras "I" (menos repetível) de acordo com o RMSE. Para cada atributo, os avaliadores são classificados diminuindo a capacidade discriminativa (Peltier et al., 2014).

2.2.6.6 Avaliação final

Na décima terceira e décima quarta sessão, a avaliação final (10 amostras por sessão) foi realizada utilizando o vocabulário desenvolvido pela equipe treinada, seguindo o mesmo procedimento aplicado na etapa de treinamento.

2.2.7 Delineamento e análise de dados

2.2.7.1 Delineamento fatorial fracionário

O delineamento fatorial fracionário 3^{3-1} foi criado usando o software Statistica 12.0 (StatSoft INC., USA). A construção do delineamento 3^{3-1} começa definindo os dois fatores: Gordura (A) e Sal (B). O fator Cogumelo (C) foi construído a partir da interação dos dois primeiros fatores (Figura 1). Os níveis do fator C foram calculados como $C = 3 - \text{mod}3(A + B)$. As interações dos fatores foram calculadas pela expressão: $0 = \text{mod}3(A + B + C)$. Os parâmetros do modelo ANOVA foram estimados; então, a significância do efeito linear e quadrático de cada fator pode ser calculada.

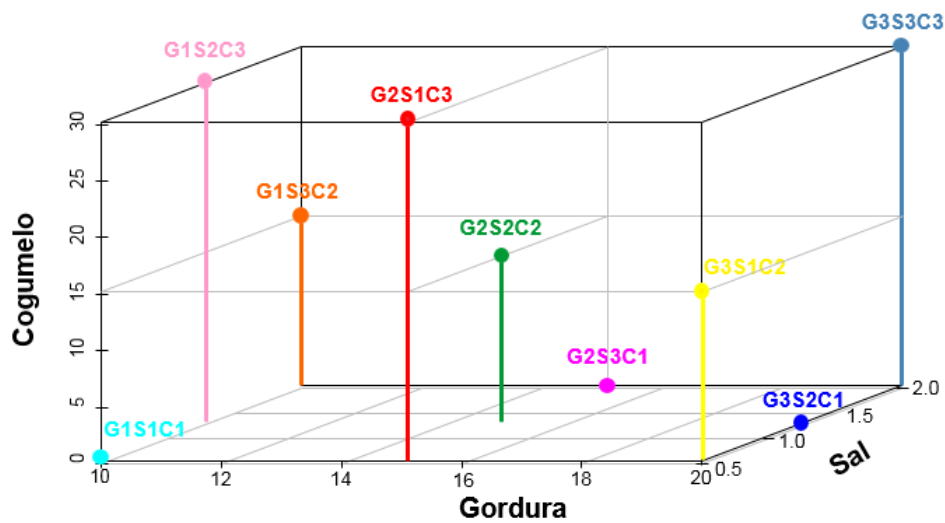


Figura 1. Delineamento fatorial fracionário 3^{3-1} dos 9 tratamentos estudados. No esquema fatorial $3^{(3-1)}$ o design é construído iniciando com o total de $3-1=2$. Esses fatores estão listados nas colunas (fator Gordura (A) e Sal (B)). O fator Cogumelo (C) é construído a partir da interação dos dois primeiros fatores (A + B). Esse delineamento foi elaborado usando o software Statistica 12.0 (StatSoft INC., USA).

2.2.7.2 Medidas instrumentais

As diferenças nos valores médios das propriedades instrumentais das amostras de hambúrguer foram analisadas através da análise da variância (ANOVA). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey com um nível de confiança de 95%. A análise de componentes principais (PCA) foi realizada na matriz de correlação dos resultados instrumentais.

2.2.7.3 Análise sensorial

O desempenho da equipe foi avaliado através do método MAM-CAP, que revela o consenso da equipe em: (1) uso da escala e (2) desacordo puro. O modelo MAM é apresentado na equação 1.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \gamma_j + \beta_i x_j + d_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

Onde Y_{ijk} é a intensidade do atributo sensorial considerando a resposta do avaliador i ao atributo j na repetição k . O efeito do avaliador foi representado pelo fator α_i ; γ_j é o efeito do produto, $\beta_i x_j$ é o coeficiente relacionado ao uso da escala e d_{ij} está relacionado ao desacordo puro, onde β_i é o coeficiente pelo

qual é necessário multiplicar os desvios da equipe para ficar o mais próximo possível do desvio do avaliador. Este coeficiente é obtido por regressão linear. Assim, o termo $\beta_i x_j$ corresponde ao desacordo devido a um uso diferente da escala. O desacordo puro representa o desacordo sem o efeito de escala. O MAM-CAP usa o desacordo puro no cálculo da significância dos produtos no modelo ANOVA, aumentando o poder de discriminação do produto (Peltier et al., 2014).

Na avaliação final, também foi utilizado o modelo MAM, seguido pelo teste de Tukey, com 95% de confiança. Para obter uma visão sintética do perfil sensorial, foi realizada uma análise de variância multivariada (MANOVA), seguida pela Análise de Variáveis Canônicas (CVA) baseada no MAM, denominada MAM-CVA (Peltier et al., 2018; Merlo et al., 2018). O MAM-CVA constrói um mapa sensorial, considerando a capacidade discriminativa multivariada, posteriormente expressa no tamanho das elipses de confiança em torno das amostras (Peltier et al., 2018). Essas elipses de confiança podem ser interpretadas da seguinte forma: (1) quando duas elipses das amostras não são sobrepostas, os dois centróides do produto são significativamente diferentes; (2) quando as elipses são sobrepostas, os dois centróides da amostra são semelhantes. As análises estatísticas sensoriais foram realizadas no software TimeSense (INRA, TSI, Dijon, França).

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Conteúdo fenólico total e atividade antioxidante

De acordo com a Tabela 3, o extrato de cogumelo *A. bisporus* apresentou um conteúdo fenólico de 0,64 mg EAG/g. Ng e Tan (2017) usaram o mesmo método e parâmetros de cozimento deste estudo, mas encontraram valores mais baixos no cogumelo *A. bisporus* (0,25 mg EAG/g). Esse fato pode estar relacionado ao uso da água de cozimento na obtenção do extrato, tornando-o mais diluído em relação ao presente estudo.

Recentemente, foram relatados alguns problemas metodológicos na medição colorimétrica, que podem comprometer a determinação precisa da capacidade antioxidante do produto. Nesse sentido, diferentes compostos

fenólicos foram mencionados para explicar a capacidade antioxidante de alimentos vegetais, seus subprodutos de processamento e também novas moléculas em diferentes sistemas de modelos alimentares (Perera et al., 2018; Shahidi e Hossain, 2018; de Camargo et al., 2017a). Segundo Liu et al. (2013), os principais compostos fenólicos de *A. bisporus*, com base no peso seco, são miricetina (2729,46 µg/g), seguidos por ácido cafeico (392,51) e ácido gálico (280,45 µg/g) enquanto menores concentrações de ácido protocatecúico (83,26 µg/g), catequina (56,74 µg/g) e ácido ferúlico (42,83 µg/g) também foram quantificados por cromatografia líquida de alta eficiência e espectrometria de massa (UHPLC-MS). Técnicas hifenizadas, tais como LC-MS têm um papel crítico na identificação e quantificação de polifenóis (de Camargo et al., 2018; Granato et al., 2018). Gąsecka et al. (2018) avaliaram o perfil de ácido fenólico de sete linhagens de *A. bisporus*, dando assim suporte aos dados reportados por Liu et al. (2013).

Tabela 3. Conteúdo fenólico total e atividade antioxidante do extrato de cogumelo *A. bisporus*.

Método	Extrato de cogumelo
Conteúdo fenólico total (mg EAG/g)	0,64±0,04
DPPH (equivalentes ao Trolox; µmol/g)	8,46±0,17
ABTS (equivalentes ao Trolox; µmol/g)	1,06±0,08
ORAC (equivalentes ao Trolox; µmol/g)	64,51±5,31
FRAP (equivalentes ao Trolox; µmol/g)	4,21±0,21

Resultados são medias ± desvio padrão em triplicata.

DPPH = radical livre sintético 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl; ABTS = radical livre sintético 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid); ORAC = capacidade de absorção de radicais de oxigênio; FRAP = poder de redução do íon ferro; TEAC = capacidade antioxidante equivalentes ao Trolox por g de amostra.

O conteúdo fenólico encontrado no extrato de cogumelo obtido no presente trabalho é inferior aos valores relatados por Dubost et al. (2007) (8,00 – 10,65 mg de GAE/g) e Palacios et al. (2011) (3,4 mg de GAE/g). No entanto, nesses estudos anteriores, os compostos fenólicos foram extraídos de cogumelos liofilizados (mais concentrados em fenólicos que os frescos), moídos em pequenas partículas (maior área superficial para a penetração do solvente,

ruptura celular e transferência de massa), usando diferentes solventes, tais como etanol e metanol. De acordo com Kita et al. (2013) os valores mais baixos reportados podem estar associados à lixiviação dos fenóis solúveis que são transferidos para a água de cozimento, bem como às alterações estruturais dos compostos fenólicos durante o processamento térmico.

Vários relatórios demonstraram que os compostos fenólicos são encontrados na forma solúvel (livre, esterificada e eterificada) assim como na forma insolúvel (ligada). A última fração está ligada às paredes celulares dos materiais vegetais (de Camargo et al., 2017b; Chandrasekara e Shahidi, 2011). O presente estudo empregou cogumelos cozidos como ingrediente de hambúrgueres de carne. Como os fenólicos de ligação insolúvel podem ser liberados da forma insolúvel por tratamento com álcalis e/ou enzimas (de Camargo et al., 2016), o que não é o caso aqui, a contribuição dos fenólicos de ligação insolúvel do cogumelo para a estabilidade antioxidante do hambúrguer de carne bovina é provavelmente reduzida. No entanto, é importante mencionar que, devido à provável contribuição de compostos fenólicos insolúveis no produto final (hambúrguer de carne contendo cogumelos), nossa nova formulação pode oferecer benefícios adicionais à saúde dos consumidores finais, devido à liberação potencial após a fermentação colônica (Shahidi et al., 2019; Shahidi e Peng, 2018).

Em relação à atividade antioxidante, o resultado de ABTS (8,46 $\mu\text{mol trolox/g}$) foi superior ao valor obtido por Ng e Tan (2017) (0,78 $\mu\text{mol trolox/g}$) e inferior ao relatado por Bach et al. (2019) (74 $\mu\text{mol trolox/g}$). O extrato de cogumelo apresentou uma atividade de eliminação de radicais livres (DPPH) de 1,06 $\mu\text{mol trolox/g}$, semelhante ao resultado encontrado por Ng e Tan (2017) – 0,82 $\mu\text{mol trolox/g}$. Quanto aos dados ORAC, o extrato de cogumelo mostrou um valor de 64,51 $\mu\text{mol trolox/g}$. Dubost et al. (2007) avaliaram variedades de *A. bisporus* (var. botão branco, crimini e portobello) e encontraram valores mais altos variando de 86,33 a 138,33 $\mu\text{mol trolox/g}$. De acordo com a Tabela 3, o extrato de cogumelo apresentou 4,21 $\mu\text{mol SF/g}$ para FRAP, valor superior ao relatado por Ng e Tan (2017) (2,3 $\mu\text{mol SF/g}$).

Como os compostos fenólicos são um dos principais compostos bioativos responsáveis pela atividade antioxidante, condições experimentais que afetam sua extração, como a proporção soluto:solvente, tratamento prévio aplicado à matéria-prima (secagem, moagem), solvente e método de extração, método de análises, entre outros, influenciam a atividade antioxidante das amostras. Além disso, a diferença entre os resultados observados na literatura pode ser explicada por variações na maturação, variedade, práticas culturais, origem geográfica, estágio de crescimento e armazenamento das amostras (Kim et al., 2003).

2.3.2 Análise fatorial fracionária

A tabela 4 mostra o valor F para cada fator estudado no delineamento. No geral, o conteúdo de cogumelos influenciou quase todas as respostas, mas não a elasticidade. O teor de NaCl das formulações foi o segundo fator mais importante. Finalmente, o teor de gordura não afetou os atributos relacionados à aparência e textura. Este resultado indica a potencial adição de cogumelos como substituto de gordura.

Tabela 4. Variáveis e valor F para cada fator no delineamento fatorial fracionário.

Variáveis	valor de F		
	Cogumelo	NaCl	Gordura
Umidade	331,053	36,281	639,428
A _w	8,272	247,718	7,636
pH	9,196	1,861	8,420
L*	3,735	1,456	2,416
a*	11,389	15,604	1,007
b*	10,946	7,143	1,289
Dureza	143,072	59,860	12,010
Elasticidade	1,029	4,617	0,001
Coabilidade	4,982	2,656	3,287
Mastigabilidade	37,031	25,286	1,269
TBARS	8,832	5,997	2,262

Cor nas coordenadas L*, a* e b*. L* (luminosidade), a* (vermelho-verde) e b* (amarelo-azul). Os fatores que têm um efeito significativo nas respostas são marcados em negrito e indicam diferenças significativas ($P < 0,05$).

2.3.3 Análises físico-químicas

De acordo com a Tabela 5, os tratamentos com NaCl a 0,5% apresentaram o menor teor de sódio (0,88, 0,91 e 0,99 g/100g base seca) equivalente a <300 mg/100g base úmida. Os tratamentos elaborados com NaCl 1,25% revelaram um teor intermediário de sódio (1,84, 1,86 e 1,74 g/100g), equivalente a <600 mg/100g base úmida. Finalmente, o maior teor de sódio foi observado nos tratamentos fabricados com NaCl 2,0% (<756 mg/100g base úmida). No Brasil, o teor médio de sódio dos hambúrgueres comerciais de carne bovina é de 701 mg/100g de produto (ANVISA, 2012). Consequentemente, apenas o tratamento G2S3C1 e o hambúrguer controle excederam esse limite.

Os diferentes teores de sódio afetaram o pH, os parâmetros de cor (a^* e b^*) e a umidade. Entretanto, não foram encontradas diferenças significativas nos valores de TBARS em hambúrgueres elaborados com baixas concentrações de sódio (0,5%). Já, o maior teor de NaCl (2,0%) e o uso de substâncias antioxidantes (cogumelos) nos níveis baixo, intermediário e alto (G1S3C2, G2S3C1 e G3S3C3) apresentaram diferenças significativas na oxidação lipídica, o tratamento G1S3C2 apresentou o menor valor em relação aos demais tratamentos. Para Alnoumani et al. (2017) a inibição da oxidação lipídica em carne moída com adição de pó de cogumelo *A. bisporus* e diferentes concentrações de NaCl 1,0 e 1,5% está associada ao efeito sinérgico de ambos os compostos (pó de cogumelo e NaCl), o que possivelmente altera os componentes da carne, facilitando assim a atividade antioxidante (Huber, 2012).

O conteúdo de umidade e a atividade de água mostraram diferenças significativas entre as formulações (Tabela 5). Tratamentos com 30% de cogumelos apresentaram maior teor de umidade, o que está relacionado ao fato de *A. bisporus* apresentar alto conteúdo de umidade (> 90%) (Bach, 2017; Reis et al., 2012; Pauli, 2010; Chang, 2008; Mattila et al., 2001). Wan Rosli e Solihah (2012) e Cha et al. (2014) relataram resultados semelhantes em carne bovina moída e hambúrguer suíno, respectivamente. As formulações G1S1C1, G2S1C3 e G3S1C2, que possuem o menor teor de NaCl (0,5%), apresentaram a maior atividade de água. Isto pode ter ocorrido porque a presença de NaCl nos alimentos promove o processo de difusão – absorção de NaCl e perda de água – resultando na redução da atividade da água.

Tabela 5. Sódio, umidade, atividade de água, pH, cor e TBARS das dez formulações de hambúrgueres.

Tratamentos	Sódio (g/100g)	Umidade (g/100g)	A _w	pH	L*	a*	b*	TBARS (malondialdeído/kg amostra)
G1S1C1	0,99±0,02 ^g	72,8±0,54 ^{cd}	0,99±0,00 ^{ab}	6,04±0,03 ^{cd}	47,4±2,29 ^a	17,7±2,02 ^a	11,3±1,69 ^c	0,16±0,00 ^{bc}
G1S2C3	1,84±0,01 ^e	77,7±0,51 ^a	0,98±0,00 ^b	6,07±0,02 ^{cd}	49,7±2,68 ^a	13,9±1,42 ^{bc}	14,8±1,70 ^{ab}	0,42±0,03 ^{ab}
G1S3C2	2,63±0,04 ^a	73,8±0,43 ^{bc}	0,98±0,00 ^{de}	6,05±0,01 ^{cd}	49,0±3,35 ^a	13,6 ±2,22 ^{bc}	14,3±2,20 ^{abc}	0,11±0,04 ^c
G2S1C3	0,91±0,02 ^{gh}	74,8±0,12 ^b	0,99±0,00 ^a	6,26±0,04 ^a	49,8±3,95 ^a	15,7±1,91 ^{ab}	13,0±1,56 ^{abc}	0,21±0,00 ^{bc}
G2S2C2	1,86±0,06 ^e	72,3±0,41 ^d	0,98±0,00 ^c	6,18±0,14 ^{abc}	48,9±3,33 ^a	15,1 ±1,80 ^{ab}	14,3 ±1,26 ^{abc}	0,41±0,06 ^{ab}
G2S3C1	2,30±0,02 ^c	68,3±0,54 ^e	0,97±0,00 ^e	6,02±0,02 ^d	49,5±2,38 ^a	14,7 ±2,49 ^{ab}	12,3 ±2,24 ^{bc}	0,54±0,00 ^a
G3S1C2	0,88±0,01 ^h	68,4±0,25 ^e	0,99±0,00 ^{ab}	6,14±0,03 ^{abcd}	52,5±2,31 ^a	15,5 ±2,29 ^{ab}	13,2 ±1,78 ^{abc}	0,24±0,18 ^{bc}
G3S2C1	1,74±0,04 ^f	65,5±0,41 ^f	0,98±0,00 ^{cd}	6,11±0,02 ^{bcd}	47,3±4,01 ^a	16,7 ±2,16 ^{ab}	13,3 ±1,88 ^{abc}	0,28±0,00 ^{abc}
G3S3C3	2,41±0,05 ^b	69,3±0,56 ^e	0,97±0,00 ^e	6,21±0,02 ^{ab}	52,9±3,91 ^a	11,0 ±1,60 ^c	15,5 ±1,49 ^a	0,17±0,07 ^{bc}
Controle	2,13±0,04 ^d	64,5±0,79 ^f	0,97±0,00 ^e	6,05±0,03 ^{cd}	50,2±3,28 ^a	13,7±1,92 ^{bc}	12,6±1,90 ^{abc}	0,37±0,03 ^{abc}

Resultados são média ± desvio padrão. Médias seguidas de letras diferentes (a-h) na mesma coluna são significativamente diferentes ($P < 0,05$). G1S1C1 = 0% cogumelo, 0,5% sal, 10% gordura; G1S2C3 = 30% de cogumelo, 1,25% sal, 10% gordura; G1S3C2 = 15% de cogumelo, 2% sal, 10% gordura; G2S1C3 = 30% de cogumelo, 0,5% sal, 15% gordura; G2S2C2 = 15% de cogumelo, 1,25% sal, 15% gordura; G2S3C1 = 0% cogumelo, 2% sal, 15% gordura; G3S1C2 = 15% cogumelo, 0,5% sal, 20% gordura; G3S2C1 = 0% cogumelo, 1,25% sal, 20% gordura; G3S3C3 = 30% cogumelo, 2% sal, 20% gordura; Controle = 0% cogumelo, 2% sal, 20% gordura.

Os valores de pH no produto cru (Tabela 5) variaram significativamente entre as formulações. A presença de 30% de cogumelos (G2S1C3 e G3S3C3) aumentou levemente o pH do hambúrguer, uma vez que o pH do cogumelo *A. bisporus* cozido é de 6,6. Estudos anteriores encontraram resultados similares em carne bovina (Bao et al., 2008) e carne processada (Choe et al., 2018).

Não foi observado efeito significativo na luminosidade, corroborando os resultados obtidos por Wong et al. (2018) em carne moída adicionada de cogumelo *A. bisporus* (25 a 50%). Quanto ao parâmetro a^* (vermelho), apenas o tratamento G1S1C1 (10% de gordura, 0,5% de sal e 0% de cogumelo) apresentou diferença significativa em relação ao controle (20% de gordura, 2,0% de sal e 0% de cogumelo). A maior intensidade de vermelhidão do tratamento G1S1C1 está relacionada ao alto percentual de carne, ou seja, ausência de cogumelos e menor gordura (ambos de cor amarelo claro), que, se presentes, tenderiam a reduzir a intensidade da cor vermelha da carne. O menor teor de sal desta amostra pode ter favorecido a manutenção da oximioglobina de cor vermelho brilhante, uma vez que a oxidação da mioglobina com a formação da metamioglobina de cor marrom é diretamente proporcional à concentração de cloreto (ânion) (Trout, 1990).

Nenhum tratamento apresentou diferença significativa na coordenada b^* (amarelo) em relação ao controle. Entretanto, valores médios superiores foram encontrados nos tratamentos adicionados com cogumelos. Assim, G1S1C1 (0% de cogumelos, 10% de gordura) e G3S3C3 (30% de cogumelos, 20% de gordura) apresentaram a menor e maior intensidade de cor amarela, respectivamente, indicando que gordura e cogumelo aumentaram o amarelecimento do hambúrguer. Mattar et al. (2018) e Pil-Nam et al. (2015) encontraram maior intensidade de cor amarela de produtos à base de carne formulados com cogumelos em pó.

Em relação aos dados de TBARS, os hambúrgueres crus apresentaram valores de oxidação lipídica inferiores a 0,54 mg MDA/kg de amostra (Tabela 5), que é um nível aceitável para produtos cárneos processados. De fato, valores de TBARS superiores a 2 mg MDA/kg de carne podem induzir alterações

indesejadas na qualidade sensorial e na percepção de oxidação pelos consumidores (Trindade et al., 2009).

Os hambúrgueres apresentaram diferentes valores de TBARS (Tabela 5). Entre os tratamentos com 20% de gordura, G3S1C2 e G3S3C3 foram menos oxidados devido à presença do cogumelo *A. bisporus* (0,64 mg EAG/g) na formulação. Este resultado mostra claramente que os compostos fenólicos do cogumelo atuam como doadores de átomos de hidrogênio nos hambúrgueres. Isto é confirmado pelo resultado da formulação G1S3C2, que apresentou o menor valor de oxidação lipídica e teve a incorporação de 15% de cogumelos.

Similarmente, Bao et al. (2008) relataram um forte poder redutor e alta atividade antioxidante do extrato de cogumelo, que inibiu a oxidação lipídica em carne bovina e peixe. Tratamentos com menores quantidades de NaCl (G1S1C1, G2S1C3 e G3S1C2) apresentaram valores de TBARS significativamente inferiores ao G2S3C1 (2% de sal e 15% de gordura). Esse resultado pode estar relacionado ao efeito pró-oxidante do NaCl em concentrações de 0,5 a 2,5%, normalmente utilizadas em produtos à base de carne (Rhee 1999; Rhee e Ziprin, 2001).

Entre os possíveis mecanismos envolvidos na atividade pró-oxidante do cloreto de sódio estão: alterações induzidas por sal na integridade da membrana celular, facilitando o acesso de agentes oxidantes a substratos lipídicos (Rhee, 1999); deslocamento de ferro das macromoléculas pelo íon sódio (Kanner et al., 1991); inibição da atividade de enzimas antioxidantes, como catalase, glutathione peroxidase e superóxido dismutase (Hernández et al., 2002; Lee et al., 1997). Resultados semelhantes foram encontrados por Sakai et al. (2004), que relataram um aumento no MDA em carne bovina e suína adicionada com 0 a 2% de NaCl por 10 dias de armazenamento a 1°C. Além disso, entre todos os tratamentos, o G1S3C2 apresentou o menor valor de TBARS, provavelmente devido à presença do cogumelo e à redução de gordura.

2.3.4 Perfil de textura

Na análise de textura (Tabela 6), todos os tratamentos apresentaram dureza significativamente menor que o controle, com valores variando de

2628,13 g a 9302,92 g. A adição de cogumelo reduziu a dureza das amostras, corroborando com os resultados obtidos por Süffer et al. (2016) em almôndegas. De fato, Aleson-Carbonell et al. (2005) afirmam que a adição de insumos não cárneos promove uma diluição da proteína da carne e geralmente reduz a dureza instrumental dos alimentos. Estes ingredientes tendem a reter maiores percentuais de água e gordura na matriz proteica, tornando o alimento mais macio. O conteúdo de NaCl também modifica a textura instrumental dos produtos à base de carne. Tratamentos com NaCl 2% apresentaram maiores valores de dureza. Segundo Doyle e Glass (2010), teor de NaCl entre 1,5 e 2,0% promove a solubilização de proteínas miofibrilares, aumentando a retenção de água e as propriedades de ligação às proteínas, melhorando a textura e reduzindo a perda de água no cozimento.

Tabela 6. Textura instrumental das dez formulações.

Tratamentos	Dureza ^A	Elasticidade ^B	Coesividade ^B	Mastigabilidade ^B
G1S1C1	8865,16±1321 ^b	0,845±0,045 ^a	0,512±0,022 ^b	3865,59±868 ^{bc}
G1S2C3	4325,18±211 ^e	0,818±0,059 ^a	0,538±0,043 ^b	1910,26±297 ^d
G1S3C2	9302,92±267 ^b	0,898±0,041 ^a	0,577±0,070 ^{ab}	4800,06±258 ^{ab}
G2S1C3	2628,13±270 ^f	0,816±0,032 ^a	0,575±0,035 ^b	1242,23±218 ^d
G2S2C2	6207,08±439 ^{cd}	0,881±0,007 ^a	0,701±0,009 ^a	3836,21±308 ^{bc}
G2S3C1	10013,25±389 ^b	0,866±0,025 ^a	0,525±0,053 ^b	4551,96±388 ^{abc}
G3S1C2	5560,44±151 ^{de}	0,799±0,056 ^a	0,537±0,061 ^b	2375,95±154 ^d
G3S2C1	9895,32±23 ^b	0,887±0,019 ^a	0,549±0,018 ^b	4820,17±175 ^{ab}
G3S3C3	7124,30±109 ^c	0,878±0,011 ^a	0,571±0,032 ^b	3580,09±256 ^c
Controle	13126,36±559 ^a	0,841±0,019 ^a	0,466±0,050 ^b	5106,99±577 ^a

Resultados são média ± desvio padrão. Médias seguidas de letras diferentes (a-f) na mesma coluna são significativamente diferentes ($P < 0,05$). G1S1C1 = 0% cogumelo, 0,5% sal, 10% gordura; G1S2C3 = 30% de cogumelo, 1,25% sal, 10% gordura; G1S3C2 = 15% de cogumelo, 2% sal, 10% gordura; G2S1C3 = 30% de cogumelo, 0,5% sal, 15% gordura; G2S2C2 = 15% de cogumelo, 1,25% sal, 15% gordura; G2S3C1 = 0% cogumelo, 2% sal, 15% gordura; G3S1C2 = 15% cogumelo, 0,5% sal, 20% gordura; G3S2C1 = 0% cogumelo, 1,25% sal, 20% gordura; G3S3C3 = 30% cogumelo, 2% sal, 20% gordura; Controle = 0% cogumelo, 2% sal, 20% gordura. ^A (G); ^B (adimensional).

A Tabela 6 mostra o efeito da adição de 30% de cogumelos sobre a dureza dos hambúrgueres. Especificamente, a formulação G2S1C3 (30% de cogumelos, 0,5% de NaCl e 15% de gordura) apresentou uma dureza significativamente menor do que as outras formulações. Entre as formulações com 15% de cogumelos, a dureza do G1S3C2 apontou resultados semelhantes aos do G3S2C1, que não contém cogumelos e possui um teor de gordura comumente usado em hambúrgueres convencionais (20%).

Em relação à elasticidade, os hambúrgueres não foram afetados nem pela redução de gordura e NaCl nem pela adição de cogumelos. A coesividade foi significativamente afetada por esses fatores. Os hambúrgueres controle e G2S2C2 apresentaram os valores mais baixos e mais altos de coesão, respectivamente. O controle é composto por mais NaCl (2,0%) e mais gordura (20%) que G2S2C2 (1,25% de sal e 15% de gordura). Youssef e Barbut (2011) relataram que a coesão tende a diminuir quando o teor de gordura aumenta, que é confirmado por nossos resultados. Em outro estudo, Youssef et al. (2011) indicaram que altos valores de coesão podem estar relacionados à alta perda de peso por cozimento, levando à concentração de proteínas e ao desenvolvimento de uma matriz protéica mais coesa.

Os tratamentos G1S2C3, G2S1C3 e G3S1C2 apresentaram mastigabilidade significativamente menor quando comparados aos demais (Tabela 6) e isto pode estar associado ao conteúdo de cogumelos. A menor mastigabilidade está relacionada a amostras mais macias que, conseqüentemente, exigem menos trabalho para mastigá-las até a deglutição. Ao contrário, valores maiores de mastigabilidade foram encontrados para G1S3C2, G2S3C1, G3S2C1 e controle. Exceto para amostra G1S3C2, os demais tratamentos não foram adicionados de cogumelos e apresentaram concentrações intermediárias ou altas de NaCl (1,5% e 2,0%, respectivamente). Essas observações sugerem que as amostras apresentaram maiores concentrações de proteínas cárneas e quantidade suficiente de NaCl para solubilizá-las e extraí-las, favorecendo a adesão dos pedaços e o desenvolvimento de um produto com estrutura mais firme e maior necessidade de mastigação.

2.3.5 Análise de Componentes Principais (PCA)

Para obter uma visão sintética das medidas instrumentais foi realizada uma Análise de Componentes Principais (Figura 2) sobre a matriz de correlação de Pearson. As quatro primeiras dimensões preservaram 88,48% da informação original. Nas duas primeiras dimensões, as amostras G1S3C2, G2S2C2, G3S2C1 e o controle foram caracterizadas por maior dureza, mastigação, elasticidade, menor a_w e umidade. Esse comportamento foi relatado por Gao et al. (2014), que indicaram que a dureza está inversamente correlacionada com a retenção de umidade.

A amostra G1S1C1 (cogumelo 0%) apresentou maior vermelhidão, enquanto G1S2C3, G2S1C3 e G3S1C2 alta umidade e atividade de água devido à presença do cogumelo. Finalmente, as amostras G2S2C2 e G3S3C3 foram caracterizadas por valores elevados de pH, coesividade, L^* e b^* . Na terceira e quarta dimensão a estabilidade oxidativa foi melhor representada, sendo influenciada principalmente pelo conteúdo de sal e cogumelos. O vetor TBARS estava localizado na terceira dimensão, onde na parte positiva foram encontradas as amostras mais oxidadas (G1S2C3, G2S2C2 e G2S3C1), no meio do mapa foi encontrada a amostra controle e na parte negativa o restante das amostras, que apresentaram o menor nível de oxidação. As amostras mais oxidadas apresentaram níveis intermediário/baixo de gordura, médio/alto de sal e baixo/alto de cogumelos. Portanto, níveis baixos de sal e gordura são recomendados para obter produtos com baixa oxidação.

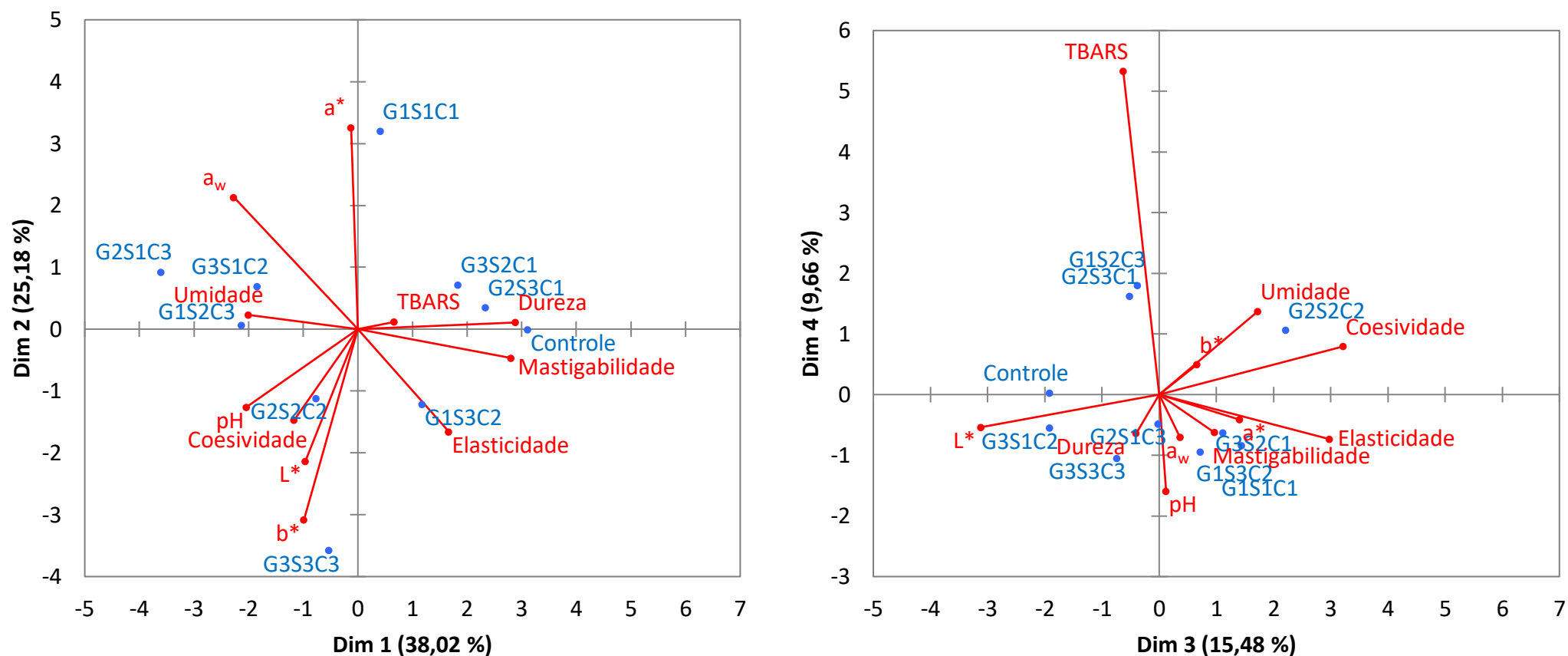


Figura 2. Análise de componentes principais sobre as medidas instrumentais que caracterizam as 10 formulações de hambúrgueres bovinos.

G1S1C1 = 0% cogumelo, 0,5% sal, 10% gordura; G1S2C3 = 30% de cogumelo, 1,25% sal, 10% gordura; G1S3C2 = 15% de cogumelo, 2% sal, 10% gordura; G2S1C3 = 30% de cogumelo, 0,5% sal, 15% gordura; G2S2C2 = 15% de cogumelo, 1,25% sal, 15% gordura; G2S3C1 = 0% cogumelo, 2% sal, 15% gordura; G3S1C2 = 15% cogumelo, 0,5% sal, 20% gordura; G3S2C1 = 0% cogumelo, 1,25% sal, 20% gordura; G3S3C3 = 30% cogumelo, 2% sal, 20% gordura; Controle = 0% cogumelo, 2% sal, 20% gordura.

2.3.6 Análise sensorial

De acordo com o MAM-CAP (Tabela 7), a equipe treinada apresentou um desempenho adequado na capacidade discriminativa, repetibilidade e consenso. O consenso foi estudado em detalhes, sendo desdobrado nas duas possíveis causas: o uso da escala e o desacordo puro. O uso da escala foi significativo em 5 dos 10 atributos sensoriais e, por outro lado, o desacordo puro foi observado apenas no sabor característico. Por esses motivos, 7 avaliadores receberam mais uma sessão de treinamento (décima primeira sessão). Finalmente, a equipe foi considerada apta para avaliação final das amostras.

Tabela 7. Tabela MAM-CAP com 5% de significância para equipe e provadores. É um conjunto de dados que reproduz o desempenho com um código de cores, em que rosa claro representa um desempenho ruim e verde corresponde a um bom desempenho.

Atributos	Média	F-Prod	F-Scal	F-Disag	RMSE	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	A11
Salgado	5,33	25,13	8,30	1,15	1,22	<--->	>---<	<--->	--	--	><	--		><	-	><
Temperado	5,73	22,21	10,41	0,89	1,30	<--->	>---<	lr		--	><	<---	lr	><	-	><
Suculento	6,54	15,45	3,74	1,20	1,21		<--->	<--->	--	lr	--	--	--	><		><
Macio	6,38	12,57	2,08	1,09	1,23	--		--	lr			><	--		--	>---<
Sabor característico	5,95	9,25	4,22	1,51	1,35	<--->	--	lr		--	??	<--->	lr	--		><
Grelhado	5,52	7,29	0,99	0,67	1,51	-		-				> r<		--		
Fibroso	3,15	3,20	1,07	1,09	1,55		-	lr			-		-			--
Quebradiço	4,84	3,05	1,44	0,92	1,82			??		-			??			
Gorduroso	4,38	2,41	1,70	1,34	1,35	><			--		--		?lr?			??
Aroma característico	6,16	2,07	1,63	1,12	1,22		--	lr				??	lr	<--->	??	
F Rank	-	-	-	-	-	4,4	4,6	5,3	6,1	6,1	6,2	6,5	6,6	6,6	6,7	6,9

Desempenho da equipe

F-Prod	F-Scal	F-Disag
p > 0,05	p < 0,05	p < 0,05
p < 0,05	p > 0,05	p > 0,05

Desempenho individual do avaliador

Discriminação do produto:

--- p < 0,01 -- p < 0,05 - p < 0,1

Informação sobre escala:

||: Escala média, ><: Menor Escala Significativa, <>: Maior Escala Significativa, ? ?: Escala Negativa

Consenso:

Sim Não Não testado

Repetibilidade:

lr: Menos repetível

Conforme a Tabela 8, os tratamentos com adição de cogumelos (G1S3C2 e G3S3C3) apresentaram escores semelhantes ao controle para os atributos "salgado", "suculento", "temperado" e "sabor característico". Para o atributo "grelhado", as amostras G1S2C3 e G3S3C3 apresentaram valores significativamente menores que o controle, o que pode estar relacionado ao menor teor de proteína da carne. A amostra G3S3C3 obteve a menor pontuação para o atributo "fibroso"; de fato, essa formulação possuía menos carne bovina e, conseqüentemente, menor quantidade de fibras musculares, isto é, filamentos orientados na mesma direção (ABNT, 2017).

Embora o hambúrguer seja um produto cárneo com alto teor de gordura, o atributo "gorduroso" apresentou valores intermediários (~ 5 em uma escala de 9 cm). O tratamento G1S3C2 teve uma pontuação semelhante quando comparado ao controle; no entanto, possui metade da quantidade de gordura adicionada, sugerindo que o alto teor de fibras do cogumelo foi capaz de minimizar a redução de gordura. Segundo Cheung (1997), Furlani (2004) e Pauli (2010) *A. bisporus* é considerado uma boa fonte de fibras (18,2 – 20,44%) com potencial para substituição parcial da gordura (Zhang et al., 2010; Brewer, 2012; Piñero et al., 2008).

Os tratamentos G1S3C2 e G3S3C3 foram significativamente mais "suculentos" e "macios" que o controle. Esses resultados sugerem que as fibras não apenas melhoraram a percepção de "gorduroso", mas também aumentaram a "suculência", uma vez que o cogumelo retém a umidade e a gordura dos hambúrgueres bovinos após o cozimento.

Os atributos "salgado", "temperado", "sabor característico", "quebradiço" e "aroma característico" não foram afetados pela adição do cogumelo nos tratamentos G1S3C2 e G3S3C3 quando comparados ao controle. Mattar (2016) utilizou o extrato de cogumelo *Shiitake* no desenvolvimento de hambúrgueres com baixo teor de sódio sem modificar as propriedades físico-químicas e sensoriais das amostras.

Tabela 8. Intensidade dos atributos sensoriais que caracterizam sensorialmente os hambúrgueres adicionados de cogumelos.

Atributos	Tratamentos									
	G1S1C1	G1S2C3	G1S3C2	G2S1C3	G2S2C2	G2S3C1	G3S1C2	G3S2C1	G3S3C3	Controle
Salgado	3,57±0,26 ^a	5,43±0,26 ^c	7,11±0,26 ^d	3,58±0,26 ^a	4,78±0,26 ^{bc}	6,95±0,26 ^d	3,83±0,26 ^{ab}	5,75±0,26 ^c	7,20±0,26 ^d	7,07±0,26 ^d
Temperado	4,46±0,36 ^a	6,59±0,36 ^b	7,15±0,36 ^b	3,98±0,36 ^a	5,56±0,36 ^{ab}	6,70±0,36 ^b	4,72±0,36 ^a	6,44±0,36 ^b	7,04±0,36 ^b	7,00±0,36 ^b
Macio	5,66±0,29 ^{ab}	7,41±0,29 ^d	7,49±0,29 ^d	7,26±0,29 ^d	7,03±0,29 ^{cd}	5,42±0,29 ^a	6,79±0,29 ^{bcd}	5,67±0,29 ^{ab}	7,65±0,29 ^d	5,70±0,29 ^{abc}
Grelhado	6,31±0,28 ^c	4,20±0,28 ^a	5,65±0,28 ^{bc}	5,27±0,28 ^{abc}	6,15±0,28 ^{bc}	6,29±0,28 ^c	5,99±0,28 ^{bc}	6,08±0,28 ^{bc}	4,89±0,28 ^{ab}	6,52±0,28 ^c
Suculento	5,04±0,34 ^a	6,90±0,34 ^{bc}	7,65±0,34 ^c	5,74±0,34 ^{ab}	6,95±0,34 ^{bc}	6,19±0,34 ^{abc}	6,14±0,34 ^{abc}	6,11±0,34 ^{abc}	7,67±0,34 ^c	6,46±0,34 ^{abc}
Sabor característico	5,01±0,35 ^{ab}	6,52±0,35 ^{bc}	7,15±0,35 ^c	4,59±0,35 ^a	6,42±0,35 ^{bc}	6,47±0,35 ^{bc}	5,65±0,35 ^{abc}	6,40±0,35 ^{bc}	6,84±0,35 ^c	6,80±0,35 ^c
Fibroso	3,52±0,35 ^{abc}	1,95±0,35 ^a	2,38±0,35 ^{ab}	2,38±0,35 ^{ab}	2,36±0,35 ^{ab}	4,05±0,35 ^c	2,55±0,35 ^{abc}	3,83±0,35 ^{bc}	1,98±0,35 ^a	3,35±0,35 ^{abc}
Gorduroso	3,90±0,35 ^{ab}	4,50±0,35 ^{ab}	5,14±0,35 ^b	3,06±0,35 ^a	4,76±0,35 ^b	4,83±0,35 ^b	3,97±0,35 ^{ab}	4,23±0,35 ^{ab}	4,38±0,35 ^{ab}	5,10±0,35 ^b
Quebradiço	3,71±0,41 ^a	4,86±0,41 ^a	4,32±0,41 ^a	5,19±0,41 ^a	4,16±0,41 ^a	3,35±0,41 ^a	5,18±0,41 ^a	4,18±0,41 ^a	5,20±0,41 ^a	3,71±0,41 ^a
Aroma característico	7,17±0,26 ^a	6,55±0,26 ^a	6,91±0,26 ^a	6,49±0,26 ^a	6,69±0,26 ^a	6,27±0,26 ^a	6,85±0,26 ^a	6,74±0,26 ^a	6,31±0,26 ^a	6,81±0,26 ^a

Resultados são média ± desvio padrão. Médias seguidas de letras diferentes (a-d) na mesma linha são significativamente diferentes ($P < 0,05$). G1S1C1 = 0% cogumelo, 0,5% sal, 10% gordura; G1S2C3 = 30% de cogumelo, 1,25 % sal, 10% gordura; G1S3C2 = 15% de cogumelo, 2% sal, 10% gordura; G2S1C3 = 30% de cogumelo, 0,5% sal, 15% gordura; G2S2C2 = 15% de cogumelo, 1,25% sal, 15% gordura; G2S3C1 = 0% cogumelo, 2% sal, 15% gordura; G3S1C2 = 15% cogumelo, 0,5% sal, 20% gordura; G3S2C1 = 0% cogumelo, 1,25% sal, 20% gordura; G3S3C3 = 30% cogumelo, 2% sal, 20% gordura; Controle = 0% cogumelo, 2% sal, 20% gordura.

Na análise de Variáveis Canônicas, as duas primeiras dimensões mantêm 92,05% da informação original (Figura 3) e o biplot mostra alta discriminação entre as amostras. As únicas similaridades multivariadas foram encontradas nos tratamentos G1S3C2 e G3S3C3, bem como nas formulações controle e G2S3C1. O posicionamento das amostras no mapa sensorial revela que a primeira variável canônica está associada ao conteúdo de NaCl. As amostras preparadas com NaCl 0,5% são posicionadas na parte negativa da primeira variável e não são caracterizadas por atributos sensoriais. Na parte positiva desta variável, os hambúrgueres contendo 1,25 e 2,0% de NaCl são percebidos como "salgados", "temperados", "suculentos" e com "sabor característico".

Por outro lado, a segunda variável canônica está relacionada ao conteúdo de cogumelos na formulação. Na parte positiva da segunda variável canônica, os hambúrgueres com 0% de cogumelo estão posicionados e os atributos sensoriais que descrevem essas amostras são "grelhados", "fibrosos" e "gordurosos". Isto claramente ocorreu por terem sido elaborados com 100% de carne bovina. Na parte negativa dessa variável, são posicionados os hambúrgueres preparados com 30% de cogumelos e percebidos como "quebradiços", "suculentos" e "macios". Esses termos sensoriais estão associados ao maior conteúdo de água nas formulações e ao alto teor de umidade e capacidade de retenção de água dos cogumelos. Os tratamentos G1S3C2, G2S2C2 e G3S1C2, que possuem concentrações intermediárias de cogumelos, estão no meio do mapa sensorial, ao longo da primeira dimensão. O fator "gordura" não foi diretamente associado a nenhuma variável canônica, indicando um efeito menor no perfil sensorial do produto. Portanto, incorporar cogumelos como substituto parcial da gordura parece ser a melhor estratégia de reformulação mantendo a qualidade sensorial e instrumental do produto.

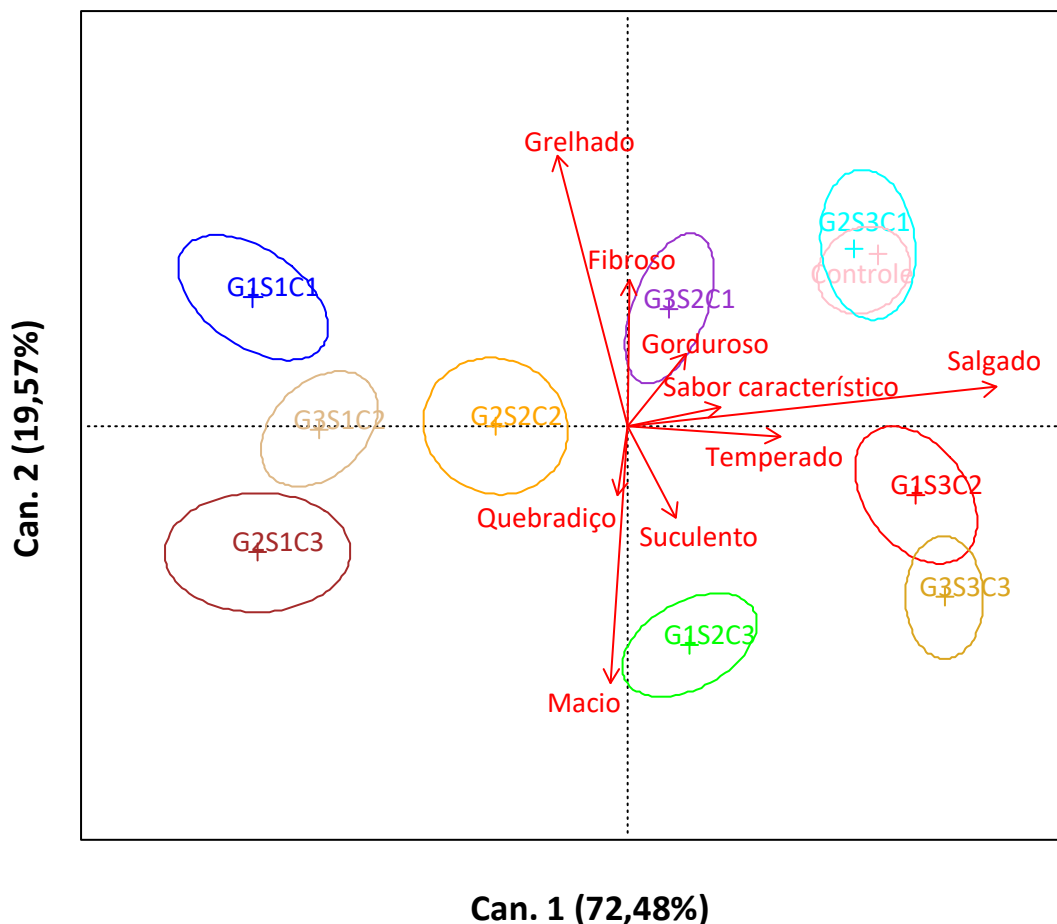


Figura 3. Análise de variáveis canônicas sobre a matriz de correlação dos atributos avaliados nas dez formulações de hambúrguer. G1S1C1 = 0% cogumelo, 0,5% sal, 10% gordura; G1S2C3 = 30% de cogumelo, 1,25 % sal, 10% gordura; G1S3C2 = 15% de cogumelo, 2% sal, 10% gordura; G2S1C3 = 30% de cogumelo, 0,5% sal, 15% gordura; G2S2C2 = 15% de cogumelo, 1,25% sal, 15% gordura; G2S3C1 = 0% cogumelo, 2% sal, 15% gordura; G3S1C2 = 15% cogumelo, 0,5% sal, 20% gordura; G3S2C1 = 0% cogumelo, 1,25% sal, 20% gordura; G3S3C3 = 30% cogumelo, 2% sal, 20% gordura; Controle = 0% cogumelo, 2% sal, 20% gordura.

2.4 Conclusões

De acordo com o planejamento fatorial fracionário, o cogumelo foi o fator mais importante seguido por sal e gordura. A incorporação do cogumelo não afetou a cor das amostras em relação ao controle, mas as demais propriedades instrumentais foram efetivamente modificadas, gerando especificamente amaciamento nos hambúrgueres. Por outro lado, sete formulações apresentaram valores baixos de oxidação, porém a formulação contendo o menor teor de gordura, o nível intermediário de cogumelo e a maior concentração de NaCl apresentou a menor taxa de oxidação entre todos os tratamentos. Cogumelos e sal causaram as principais alterações sensoriais nas amostras,

enquanto o teor de gordura não afetou o perfil sensorial. Portanto, usar cogumelos como substitutos parciais da gordura parece a melhor estratégia do ponto de vista sensorial e instrumental. No entanto, mais estudos devem ser feitos para determinar o impacto da substituição da gordura por cogumelos na percepção dos consumidores.

Referências

- ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR ISO 5492:2017). *Sensory analysis – vocabulary*. Accessed 28 Out 2018.
- Aiking, H. (2011). Future protein supply. *Trends in Food Science & Technology*, 22 (2), 112-120. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.04.005>
- Al-Duais, M, Müller, L, Böhm, V, Jetschke, G. (2009). Antioxidant capacity and total phenolics of *Cyphostemma digitatum* before and after processing: use of different assays. *European Food Research and Technology*, 228 (5), 813-821. <https://doi.org/10.1007/s00217-008-0994-8>
- Aleson-Carbonell, L, Fernández-López, J, Pérez-Alvarez, JA, Kuri, V. (2005). Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6 (2), 247-255. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2005.01.002>
- Almeida, MA, Villanueva, NDM, Pinto, JSS, Saldaña, E, Contreras-Castillo, CJ. (2016). Sensory and physicochemical characteristics of low sodium salami. *Scientia Agricola*, 73 (4). <http://dx.doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0096>
- Alnoumani, H, Ataman, ZA, Were, L. (2017). Lipid and protein antioxidant capacity of dried *Agaricus bisporus* in salted cooked ground beef. *Meat Science*, 129, 9-19. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.02.010>
- ANVISA Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2012). Teor de sódio dos alimentos processados. <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/388729/Informe+t%C3%A9cnico+n%C2%BA+50%2C+de+2012/1bd1f41c-4a57-42aa-9f00-0f92c27b818f>. Accessed 28 Jan 2019.
- ANPC Associação Nacional dos Produtores de Cogumelos (2013). Cogumelos. <https://www.anpccogumelos.org/cogumelos>. Accessed 11 Feb 2019.
- AOCS American Oil Chemists' Society (1990). 2-Thiobarbituric Acid Value, Direct Method. Cd 19-90. *Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society* (7 th ed.), Champaign. Accessed 10 May 2018.

AOAC Association of Official Analytical Chemists (1996). Official method 956.01 Ch. 3, p. 10A, ed. 16. Accessed 15 May 2018.

AOAC Association of Official Analytical Chemists (2000). *Official methods of analysis of the AOAC*. ed. 17. Accessed 17 May 2018.

Araújo, BS. (2017). Processamento e caracterização física e química de hambúrgueres formulados com pectina do maracujá amarelo. *Dissertação (Mestrado)* – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. <http://www2.uesb.br/ppg/ppgecal/wp-content/uploads/2017/05/BRENDA-SOUZA-DE-ARA%C3%9AJJO.pdf>. Accessed 2 Nov 2018.

Bao, HND, Ushio, H, Ohshima, T. (2008). Antioxidative activity and antidiscoloration efficacy of ergothioneine in mushroom (*Flammulina velutipes*) extract added to beef and fish meats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (21), 10032-10040. <https://doi.org/10.1021/jf8017063>

Bach, F. (2017). Avaliação do potencial nutricional, antioxidante e antibacteriano de cogumelos comestíveis. *Tese (Doutorado)* – Universidade Federal do Paraná. <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/51245>. Accessed 11 Jan 2019.

Bach, F, Zielinski, AAF, Helm, CV, Maciel, GM, Pedro, AC, Stafussa, AP, Ávila, S, Haminiuk, CWI. (2019). Bio compounds of edible mushrooms: in vitro antioxidant and antimicrobial activities. *LWT - Food Science and Technology*, 107, 214-220. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.03.017>

Barros, L, Falcão, S, Baptista, P, Freire, C, Vilas-Boas, M, Ferreira, ICFR. (2008). Antioxidant activity of *Agaricus* sp. mushrooms by chemical, biochemical and electrochemical assays. *Food Chemistry*, 111 (1), 61-66. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.03.033>

Brewer, MS. (2012). Reducing the fat content in ground beef without sacrificing quality: A review. *Meat Science*, 91 (4), 385-395. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.02.024>

Brockhoff, PB, Schlich, P and Skovgaard, IB. (2015). Taking individual scaling differences into account by analyzing profile data with the Mixed Assessor Model. *Food Quality and Preference*, 39, 156-166. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.07.005>

Cha, MH, Heo, JY, Lee, C, Martin Lo, Y, Moon, B. (2014). Quality and sensory characterization of white jelly mushroom (*tremella fuciformis*) as a meat substitute in pork patty formulation. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38 (3), 1018-1023. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12058>

Chandrasekara, A, Shahidi, F (2011). Determination of antioxidant activity in free and hydrolyzed fractions of millet grains and characterization of their

phenolic profiles by HPLC-DAD-ESI-MSⁿ. *Journal of Functional Foods*, 3 (3), 144-158 (2011). <https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.03.007>

Chang, ST. (1999). World production of cultivated edible and medicinal mushrooms in 1997 with emphasis on *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. in China. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 1 (4), 291-300. <https://doi.org/10.1615/intjmedmushr.v1.i4.10>

Chang, ST. (2008). Overview of mushroom cultivation and utilization as functional foods. *In: Mushrooms as functional foods*. Chapter 1, NJ: John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9780470367285.ch1>

Cheung, PCK. (1997). Dietary fiber content and composition of some edible fungi determined by two methods of analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 73 (2), 255-260. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199702\)73:2<255::AID-JSFA723>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199702)73:2<255::AID-JSFA723>3.0.CO;2-U)

Choe, J, Lee, J, Jo, K, Jo, C, Song, M, Jung, S. (2018). Application of winter mushroom powder as an alternative to phosphates in emulsion-type sausages. *Meat Science*, 143, 114-118. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.038>

de Camargo, AC, Regitano-d'Arce, MAB, Biasoto, ACT, Shahidi, F. (2016). Enzyme-assisted extraction of phenolics from winemaking by-products: antioxidant potential and inhibition of alpha-glucosidase and lipase activities. *Food Chemistry*, 212, 395-402. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.047>

de Camargo, AC, Regitano-d'Arce, MAB, Rasera, GB, Canniatti-Brazaca, SG, do Prado Silva, L, Alvarenga, VO, Sant'Ana, AS, Shahidi F. (2017a). Phenolic acids and flavonoids of peanut by-products: Antioxidant capacity and antimicrobial effects. *Food Chemistry*, 237, 538-544. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.046>

de Camargo, AC, Regitano-d'Arce, MAB, Shahidi F. (2017b). Phenolic profile of peanut by-products: antioxidant potential and inhibition of alpha-glucosidase and lipase activities. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 94 (7), 959-971. <https://doi.org/10.1007/s11746-017-2996-9>

de Camargo, AC, Schwember, AR, Parada, R, Garcia, S, Júnior, MRM, Franchin, M, Regitano-d'Arce, MAB, & Shahidi, F. (2018). Opinion on the hurdles and potential health benefits in value-added use of plant food processing by-products as sources of phenolic compounds. *International Journal of Molecular Sciences*, 19 (11), 1-47. <https://doi.org/10.3390/ijms19113498>

de Camargo, AC, & Schwember, AR. (2019). Phenolic-driven sensory changes in functional foods. *Journal of Food Bioactives*, 5, 6-7. <https://doi.org/10.31665/JFB.2019.5173>

de Jesus, JPF. (2015). Desenvolvimento de hambúrguer vegetariano a base de cogumelos do gênero *Pleurotus*: composição nutricional, propriedades sensoriais e viabilidade econômica. *Monografia (Física Médica)* – Universidade Estadual Paulista.

https://intranet.ibb.unesp.br/comissoes/anexos/2/PROJETO_Joao_Paulo_Furlan_de_Jesus_carta_de_anuencia.pdf. Accessed 19 Nov 2018.

Doyle, ME, Glass, KA. (2010). Sodium reduction and its Effect on food safety, food quality, and human health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9, 44-56. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00096.x>

Dubost, NJ, Ou, B, Beelman, RB. (2007). Quantification of polyphenols and ergothioneine in cultivated mushrooms and correlation to total antioxidant capacity. *Food Chemistry*, 105, 727-735.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.030>

Furlani, RPZ. (2004). Valor nutricional de cogumelos cultivados no Brasil. *Tese (Doutorado)* – Universidade Estadual de Campinas.

http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/254295/1/Furlani_ReginaPradoZanes_D.pdf. Accessed 18 Nov 2018.

Gao, X, Zhang, W, Zhou, G. (2014). Effects of glutinous rice flour on the physicochemical and sensory qualities of ground pork patties. *LWT- Food Science and Technology*, 58 (1), 135-141.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.02.044>

Gąsecka, M, Magdziak, Z, Siwulski, M, Mleczek, M. (2018). Profile of phenolic and organic acids, antioxidant properties and ergosterol content in cultivated and wild growing species of *Agaricus*. *European Food Research and Technology*, 244 (2), 259-268. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00217-017-2952-9>

Granato, D, Shahidi, F, Wrolstad, R, Kilmartin, P, Melton, LD, Hidalgo, FJ, Miyashita, K, van Camp, J, Alasalvar, C, Ismail, AB, Elmore, S, Birch, GG, Charalampopoulos, D, Astley, SB, Pegg, R, Zhou, P, Finglas, P. (2018). Antioxidant activity, total phenolics and flavonoids contents: Should we ban in vitro screening methods? *Food Chemistry*, 264, 471-475.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.012>

Hernández, P, Park, D and Rhee, KS. (2002). Chloride salt type/ionic strength, muscle site and refrigeration effects on antioxidant enzymes and lipid oxidation in pork. *Meat Science*, 61 (4), 405-410. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00212-1](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00212-1)

Huber, E. (2012). Desenvolvimento de produtos cárneos reestruturados de frango (hambúrguer e empanado) com adição de fibras vegetais como substitutos totais de gordura. *Tese (Doutorado)* – Universidade Federal de

Santa Catarina. <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/100599>. Accessed 2 Nov 2018.

ITAL Instituto de Tecnologia de Alimentos (2010). *Brasil Food Trends 2020*. <http://www.brazilfoodtrends.com.br>. Accessed 9 Nov 2018.

Kanner, J, Harel, S, Jaffe, R. (1991). Lipid peroxidation of muscle food as affected by NaCl. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39 (6), 1017-1021. <https://doi.org/10.1021/jf00006a002>

Kendall, CWC, Esfahani, A, Jenkins, DJA. (2010). The link between dietary fibre and human health. *Food Hydrocolloids*, 24 (1), 42-48. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2009.08.002>

Kim, DO, Jeong, SW, Lee, CY. (2003). Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry*, 81 (3), 321-326. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00423-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00423-5)

Kita, A, Bąkowska-Barczak, A, Hamouz, K, Kułakowska, K, Lisińska, G. (2013). The effect of frying on anthocyanin stability and antioxidant activity of crisps from red and purple-fleshed potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 32 (2), 169-175. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.09.006>

Lawless, HT and Heymann, H. (2010). *Sensory evaluation of food: principles and practices*. New York, NY: Springer.

Lee, SK, Mei, L, & Decker, EA. (1997). Influence of sodium chloride on antioxidant enzyme activity and lipid oxidation in frozen ground pork. *Meat Science*, 46 (4), 349-355. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(97\)00029-6](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(97)00029-6)

Lemos, FMR. (2009). *Elaboração e caracterização de produto análogo a hambúrguer de cogumelo Agaricus brasiliensis. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná*. <http://hdl.handle.net/1884/20679>. Accessed 19 Sep 2018.

Liu, J, Jia, L, Kan, J, Jin, C. (2013). *In vitro* and *in vivo* antioxidant activity of ethanolic extract of white button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Food and Chemical Toxicology*, 51, 310-316. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2012.10.014>

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)

Mattar, TV. (2016). *Aplicação de extrato de cogumelo Shiitake no desenvolvimento de hambúrguer com teor reduzido de cloreto de sódio. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras*. <http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/11010/2/DISSERTA%C3%87%C3%83>

O_Aplica%C3%A7%C3%A3o%20de%20extrato%20de%20cogumelo%20shiitake%20no%20desenvolvimento%20de%20hamb%C3%BArguer%20com%20teor%20reduzido%20de%20cloreto%20de%20s%C3%B3dio.pdf. Accessed 2 Nov 2018.

Mattar, TV, Gonçalves, CS, Pereira, RC, Faria, MA, Souza, VR, Carneiro, JDS. (2018). A shiitake mushroom extract as a viable alternative to NaCl for a reduction in sodium in beef burgers: A sensory perspective. *British Food Journal*, 120 (6), 1366-1380. <https://doi.org/10.1108/BFJ-05-2017-0265>

Mattila, P, Könkö, K, Eurola, M, Pihlava, JM, Astola, J, Vahteristo, L, Hietaniemi, V, Kumpulainen, J, Valtonen, M, Piironen, V. (2001). Contents of vitamins, mineral elements, and some phenolic compounds in cultivated mushrooms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 2343-2348. <https://doi.org/10.1021/jf001525d>

Melo, PS, Massarioli, AP, Denny, C, dos Santos, LF, Franchin, M, Pereira, GE, Vieira, TM, Rosalen, PL, de Alencar, SM. (2015). Winery by-products: extraction optimization, phenolic composition and cytotoxic evaluation to act as a new source of scavenging of reactive oxygen species. *Food Chemistry*, 181, 160-169. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.087>

Merlo, TC, Soletti, I, Saldaña, E, Menegali, BS, Martins, MM, Teixeira, ACB, Harada-Padermo, SS, Dargelio, MDB, Contreras-Castillo, CJ. (2018). Measuring dynamics of emotions evoked by the packaging colour of hamburgers using Temporal Dominance of Emotions (TDE). *Food Research International*, 124, 147-155. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.007>

Muller, L, Gnoyke, S, Popken, AM, Bohm, V. (2010). Antioxidant capacity and related parameters of different fruit formulations. *LWT - Food Science and Technology*, 43 (6), 992-999. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.02.004>

Ng, ZX & Tan, WCJ. (2017). Impact of optimised cooking on the antioxidant activity in edible mushrooms. *Journal Food Sciencia and Technologic*, 54 (12), 4100-4111. doi:10.1007/s13197-017-2885-0

Pauli, AP. (2010). Avaliação da composição química, compostos bioativos e atividade antioxidante em cogumelos comestíveis. *Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"*. <https://www2.fcfar.unesp.br/Home/Pos-graduacao/AlimentoseNutricao/PriscilaAbackerliME.pdf>. Accessed 25 Jan 2019.

Palacios, I, Lozano, M, Moro, C, D'Arrigo, M, Rostagno, MA, Martínez, JA, García-Lafuente, A, Guillamón, E, Villares, A. (2011). Antioxidant properties of phenolic compounds occurring in edible mushrooms. *Food Chemistry*, 128, 674-678. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.085>

- Peltier, C, Brockhoff, PB, Visalli, M and Schlich, P. (2014). The MAM-CAP table: A new tool for monitoring panel performances. *Food Quality and Preference*, 32, 24-27. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.07.004>
- Peltier, C, Visalli, M and Schlich, P. (2018). Enhancing canonical variate analysis by taking the scaling effect into account. *Food Quality and Preference*, 64, 88-93. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2017.10.019>
- Perera N, Ambigaipalan P, & Shahidi F. (2018). Epigallocatechin gallate (EGCG) esters with different chain lengths fatty acids and their antioxidant activity in food and biological systems. *Journal of Food Bioactives*, 1, 124-133. doi:10.xxxxx/JFB.2018.00003
- Pil-Nam, S, Park, KM, Kang, GH, Cho, SH, Park, BY, Van-Ba, H. (2015). The impact of addition of shiitake on quality characteristics of frankfurter during refrigerated storage. *LWT - Food Science and Technology*, 62 (1), 62-68. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.01.032>
- Piñero, MP, Parra, K, Huerta-Leidenz, N, Moreno, LA, Ferrer, M, Araújo, S, Barboza, Y. (2008). Effect of oat's soluble fibre (β -glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. *Meat Science*, 80 (3), 675-680. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.03.006>
- Phat, C, Moon, B, Lee, C. (2016). Evaluation of umami taste in mushroom extracts by chemical analysis, sensory evaluation, and an electronic tongue system. *Food Chemistry*, 192 (1), 1068-1077. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.07.113>
- Ramos, M, Burgos, N, Barnard, A, Evans, G, Preece, J, Graz, M, Ruthes, AC, Jiménez-Quero, A, Martínez-Abad, A, Vilaplana, F, Ngoc, LP, Brouwer, A, Van der Burg, B, Garrigós, MC, Jiménez, A. (2019). *Agaricus bisporus* and its by-products as a source of valuable extracts and bioactive compounds. *Food Chemistry*, 292, 176-187. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.04.035>
- Reis, FS, Martins, A, Barros, L, Ferreira, ICFR. (2012). Antioxidant properties and phenolic profile of the most widely appreciated cultivated mushrooms: a comparative study between *in vivo* and *in vitro* samples. *Food Chemical Toxicology*, 50 (5), 1201-1207. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.02.013>
- Reis, FS, Martins, A, Vasconcelos, MH, Morales, P, Ferreira, ICFR. (2017). Functional foods based on extracts or compounds derived from mushrooms. *Trends in Food Science & Technology*, 66, 48-62. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.05.010>
- Ribeiro, JS, Santos, MJMC, Silva, LKR, Pereira, LCL, Santos, IA, Lannes, SCS, Silva, MV. (2019). Natural antioxidants used in meat products: a brief review. *Meat Science*, 148, 181-188. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.10.016>

- Rios-Mera, JD, Saldaña, E, Cruzado-Bravo, MLM, Patinho, I, Selani, MM, Valentin, D, Contreras-Castillo, CJ. (2019). Reducing the sodium content without modifying the quality of beef burgers by adding micronized salt. *Food Research International*, 121, 288-295. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.03.044>
- Rhee, KS. (1999). Storage stability of meat products as affected by organic and inorganic additives and functional ingredients. *Quality Attributes of Muscle Foods*, edited by Xiong et al., (pp. 95-113). New York, NY: Plenum Publishers.
- Rhee, KS and Ziprin, YA. (2001). Pro-oxidative effects of NaCl in microbial growth-controlled and uncontrolled beef and chicken. *Meat Science*, 57 (1), 105-112. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00083-8](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00083-8)
- Sakai, T, Munasinghe, DMS, Kashimura, M, Sugamoto, K, Kawahara, S. (2004). Effect of NaCl on lipid peroxidation-derived aldehyde, 4-hydroxy-2-nonenal formation in minced pork and beef. *Meat Science*, 66 (4), 789-792. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00138-4](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00138-4)
- Saldaña, E, Behrens, JH, Serrano, JS, Ribeiro, F, Almeida, MA, Contreras-Castillo, CJ. (2015). Microstructure, texture profile and descriptive analysis of texture for traditional and light mortadella. *Food Structure*, 6, 13-20. <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2015.09.001>
- Saldaña, E, Garcia, AO, Selani, MM, Hagiwara, MMH, Almeida, MA, Siche, R, Contreras-Castillo, CJ. (2018a). A sensometric approach to the development of mortadella with healthier fats. *Meat Science*, 137, 176-190. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.11.027>
- Saldaña, E, Saldarriaga, L, Cabrera, J, Behrens, JH, Selani, MM, Mera, JR, Contreras-Castillo, CJ. (2018b). Descriptive and hedonic sensory perception of Brazilian consumers for smoked bacon. *Meat Science*, 147, 60-69. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.08.023>
- Sánchez, C. (2010). Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85 (5), 1321-1337. <https://doi.org/10.1007/s00253-009-2343-7>
- Sánchez, C. (2017). Reactive oxygen species and antioxidant properties from mushrooms. *Synthetic and Systems Biotechnology*, 2 (1), 13-22. <https://doi.org/10.1016/j.synbio.2016.12.001>
- Selani, MM, Contreras-Castillo, CJ, Shirahigue, LD, Gallo, CR, Plata-Oviedo, M, Villanueva, NDM. (2011). Wine industry residues extracts as natural antioxidants in raw and cooked chicken meat during frozen storage. *Meat Science*, 88 (3), 397-403. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.01.017>
- Selani, MM, Shirado, GAN, Margiotta, GB, Saldaña, E, Spada, FP, Piedade,

SMS, Contreras-Castillo, CJ, Canniatti-Brazaca, SG. (2016). Effects of pineapple byproduct and canola oil as fat replacers on physicochemical and sensory qualities of low-fat beef burger. *Meat Science*, 112, 69-76. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.10.020>

Schlich, P. (1997). CAP: une méthode et un outil de contrôle rapide et synthétique des performances des sujets en évaluation sensorielle descriptive. In 5èmes Journées Agro-industries et Méthodes Statistiques, *Versailles*, 8, 1-10. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00125171/document>

Shahidi, F, & Hossain A. (2018). Bioactives in spices, and spice oleoresins: Phytochemicals and their beneficial effects in food preservation and health promotion. *Journal of Food Bioactives*, 3, 8-75. <https://doi.org/10.31665/JFB.2018.3149>

Shahidi, F, Peng H. (2018). Bioaccessibility and bioavailability of phenolic compounds. *Journal of Food Bioactives*, 4, 11-68. <https://doi.org/10.31665/JFB.2018.4162>

Shahidi, F, Varatharajan, V, Oh, WY, Peng H. (2019). Phenolic compounds in agri-food by-products, their bioavailability and health effects. *Journal of Food Bioactives*, 5, 57-119. <https://doi.org/10.31665/JFB.2019.5178>

Silva, CP, Soares-Freitas, RAM, Sampaio, GR, de Camargo, AC and Torres, EAFS. (2019). Guarana as a source of bioactive compounds. *Journal of Food Bioactives*, 6, 1-5. <https://doi.org/10.31665/JFB.2019.6182>

Steinfeld, H, Gerber, P, Wassenaar, TD, Castel, V, de Haan, C. (2006). Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options. *Food & Agriculture Org.*, Rome, Italy. <http://www.fao.org/3/a0701e/a0701e.pdf>

Süffer, O, Bozok, F, Demir, H. (2016). Usage of edible mushrooms in various food products. *Food Science and Technology*, 4 (3), 144-149. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v4i3.144-149.599>

Tom, N, Alnoumani, HA, Were, N. (2018). Interactions between mushroom powder, sodium chloride, and bovine proteins and their effects on lipid oxidation products and consumer acceptability. *LWT- Food Science and Technology*, 98, 219-224. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.08.044>

Tuorila, H, Monteleone, E. (2009). Sensory food science in the changing society: opportunities, needs, and challenges. *Trends in Food Science and Technology*, 20 (2), 54-62. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.10.007>

Trindade, RA, Mancini-Filho, J, Villavicencio, ALCH. (2009). Effects of natural antioxidants on the lipid profile of electron beam-irradiated beef burgers. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 111, 1161-1168. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200900146>

Trout, GR. (1990). The rate of metmyoglobin formation in beef, pork, and turkey meat as influenced by pH, sodium chloride, and sodium tripolyphosphate. *Meat science*, 28 (3), 203-210. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(90\)90004-P](https://doi.org/10.1016/0309-1740(90)90004-P)

Wan Rosli, WI, & Solihah, MA. (2012). Effect on the addition of *Pleurotus sajor-caju* (PSC) on physical and sensorial properties of beef patty. *Food Research International*, 19 (3), 993-999.

Wong, K. M. (2017). Investigating the utilization of mushrooms in beef-based products for improved health. (*Master's Thesis* – University of Massachusetts Amherst. https://scholarworks.umass.edu/masters_theses_2/487/. Accessed 30 Nov 2018.

Wong, KM, Corradini, MG, Autio, W, Kinchla, AJ. (2018). Sodium reduction strategies through use of meat extenders (white button mushrooms vs. textured soy) in beef patties. *Food Science & Nutrition*, 1-13. <https://doi.org/10.1002/fsn3.824>

WHO World Health Organization (2018). Noncommunicable diseases country profiles 2018. file:///C:/Users/usuario/Downloads/9789241514620-eng.pdf. Accessed 24 June 2019.

Youssef, MK, Barbut, S. (2011). Fat reduction in comminuted meat products-effects of beef fat, regular and pre-emulsified canola oil. *Meat Science*, 87 (4), 356-360. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.11.011>

Youssef, MK, Barbut, S, Smith, A. (2011). Effects of pre-emulsifying fat/oil on meat batter stability, texture and microstructure. *International Journal of Food Science & Technology*, 46, 1216-1224. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02607.x>

Zhang, W, Xiao, S, Samaraweera, H, Lee, EJ, Du, A. (2010). Improving functional value of meat products. *Meat Science*, 86 (1), 15-31. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.018>

3 COGUMELO *Agaricus bisporus* COMO SUBSTITUTO PARCIAL DE GORDURA EM HAMBÚRGUER BOVINO: EFEITO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, SENSORIAIS E DE TEXTURA

Resumo

Este estudo objetivou avaliar o efeito do cogumelo *Agaricus bisporus* como substituto de gordura em hambúrgueres bovinos. Quatro tratamentos foram realizados: um controle (0% cogumelo, 20% de gordura) e 3 tratamentos com substituição parcial da gordura por *A. bisporus*: AB 5% (5% cogumelo e 15% de gordura); AB 10% (10% cogumelo e 10% de gordura); AB 15% (15% cogumelo e 5% de gordura). Teor de sódio, proteína, intensidade de amarelo (valor de b^*) e pH não foram afetados pela substituição da gordura pelo *A. bisporus*. Devido ao cogumelo ser um alimento com elevado teor de água, sua presença em teores crescentes na formulação resultou em aumento no percentual de umidade do hambúrguer. Apesar do maior teor de umidade, a redução do diâmetro e a perda de líquidos após o cozimento foi inferior nas amostras com 5%, 10% e 15% de *A. bisporus*, afetando positivamente o rendimento e a aparência dos hambúrgueres. Formulações com as maiores concentrações de cogumelo (10 e 15%) mostraram-se mais claras e vermelhas que a formulação controle. A incorporação de cogumelo afetou todos os parâmetros de textura dos hambúrgueres e resultou em produtos mais macios e com menor mastigabilidade. Em geral, a oxidação lipídica aumentou em todos os tratamentos durante os 16 dias de armazenamento, no entanto os menores valores foram observados no tratamento com 15% de cogumelo e 5% de gordura, indicando que o menor teor de gordura e a presença de compostos antioxidantes no *A. bisporus* aumentaram a estabilidade oxidativa da amostra durante armazenamento refrigerado. Amostras com 10 e 15% de cogumelos tiveram boa aceitação e foram sensorialmente caracterizadas como suculentas, macias e saborosas, provavelmente devido à capacidade de retenção de água e presença de compostos umami no cogumelo. Assim, sugere-se que a substituição de parte da gordura animal por *A. bisporus* pode trazer benefícios à saúde do consumidor, através do desenvolvimento de um hambúrguer mais saudável.

Palavras-chave: Cogumelos, Redução de gordura, Hambúrguer, Oxidação lipídica, Análise de perfil de textura, Perfil sensorial

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of *Agaricus bisporus* mushroom as a fat replacer in beef burgers. Four treatments were performed: one control (0% mushroom, 20% fat) and 3 treatments with partial fat replacement by *A. bisporus*: AB 5% (5% mushroom and 15% fat); AB 10% (10% mushroom and 10% fat); AB 15% (mushroom 15% and 5% fat). Sodium content, protein, yellowness (b^* value) and pH were not affected by the fat substitution by *A. bisporus*. Since mushroom is a food with high water content, its presence in increasing levels in the formulation resulted in increased moisture content of the burger. Despite the

higher moisture, the diameter reduction and cooking loss were lower in samples with 5%, 10% and 15% *A. bisporus*, positively affecting the yield and appearance of the burgers. Formulations with the highest mushroom concentrations (10 and 15%) were lighter and redder than the control formulation. Mushroom incorporation affected all the texture parameters of the burgers and resulted in tender and less chewy products. In general, lipid oxidation increased in all treatments during 16 days of storage, however the lowest values were observed in the treatment with 15% mushroom and 5% fat, indicating that the lowest fat content and the presence of antioxidant compounds in *A. bisporus* increased the oxidative stability of the sample during refrigerated storage. Samples with 10 and 15% of mushrooms had good overall liking and were sensorially characterized as juicy, tender and tasty, probably due to the water retention capacity and presence of umami compounds in the mushroom. Thus, it is suggested that the partial replacement of animal fat by *A. bisporus* may bring health benefits to the consumer through the development of a healthier burger.

Keywords: Mushrooms, Fat reduction, Burger, Lipid oxidation, Texture profile analysis, Sensory profile

3.1 Introdução

Os hambúrgueres de carne bovina estão entre os mais atraentes alimentos prontos para servir (Rios-Mera et al., 2019; Soltanizadeh e Ghiasi-Esfahani, 2014). No Brasil, em razão do elevado consumo, os hambúrgueres apresentam importância considerável na economia, contabilizando 13% do total das vendas de *fast food* e representando um consumo *per capita* em torno de US\$20,00 por ano (Meyreles, 2018).

Em geral, os hambúrgueres são produzidos com um teor considerável de gordura (20 a 30%) (Heck et al., 2019; Feiner, 2006). Esse alto teor gera preocupações aos consumidores, que estão cada dia mais conscientes da relação entre o excesso do consumo de gordura e o aumento no risco do desenvolvimento de doenças cardíacas e diabetes tipo 2 (Claro et al., 2015; Abete et al., 2014).

Assim, na busca por uma dieta equilibrada e dos meios mais saudáveis para alcançá-la, vegetais são muito consumidos devido à sua rica composição nutricional (Liu et al., 2014). Além de vegetais, cogumelos também são uma ótima alternativa, já que apresentam teor considerável de proteínas, contendo importantes aminoácidos essenciais, além de vitaminas, minerais e compostos bioativos, como fibras alimentares, com destaque para a β -glucana e compostos

fenólicos (Cardoso et al., 2019; Patinho et al., 2019; Rezaeian & Pourianfar, 2016).

Dentre as espécies de cogumelos comestíveis, *A. bisporus* é muito popular e um dos cogumelos mais cultivados no mundo. No Brasil 52,2% dos produtores cultivam *A. bisporus* para comercialização *in natura* (Gomes, Akamatsu, de Figueiredo, 2016). No cenário mundial, cerca de 10,2 milhões de toneladas de cogumelos foram produzidas no mundo em 2017. Entre 2007 e 2017, a Ásia foi responsável por 76% da produção mundial, seguida pela Europa (17,2%), América (5,9%), Oceania (0,6%) e África (0,2%) (FAOSTAT, 2019).

Devido às características nutricionais e ao aumento considerável na produção e consumo de cogumelos, tanto no Brasil como no mundo, estudos científicos têm sido desenvolvidos para avaliar a qualidade nutricional e o potencial funcional de diferentes espécies de cogumelos comestíveis, bem como a sua aplicação em alimentos. Em nosso estudo preliminar avaliou-se diferentes estratégias de reformulação de hambúrguer bovino (redução de gordura/sal, adição de antioxidantes naturais) através da incorporação de *A. bisporus* (Patinho et al., 2019). De acordo com os resultados, o cogumelo se destacou como possível substituto de gordura animal, já que foi capaz de reter maiores percentuais de água e gordura nos hambúrgueres, reduzindo o impacto da diminuição deste macronutriente e da modificação das propriedades sensoriais do produto. É importante notar que, diferentemente desse trabalho, o estudo mencionado (Patinho et al., 2019) utilizaram três fatores nas formulações testadas e provadores treinados na análise sensorial.

Contudo, a elaboração de produtos cárneos mais saudáveis nem sempre é fácil devido à diminuição da qualidade sensorial do produto (Afshari et al., 2017). Embora existam diversos estudos na literatura sobre o desenvolvimento de hambúrgueres com a utilização de substitutos de gordura, até onde sabemos, a incorporação de cogumelo cozido em hambúrguer de carne bovina ainda não foi explorado.

Portanto, o presente estudo foi realizado para investigar as propriedades físico-químicas e perfil sensorial de hambúrguer bovino elaborado com diferentes teores de cogumelo cozido como substituto de gordura animal.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Materiais

Os cogumelos (*Agaricus bisporus*) foram cedidos pela Zucca Cogumelos (Salto/SP, Brasil) e os condimentos e demais aditivos (pimenta preta, cebola em pó, alho em pó, eritorbato de sódio, tripolifosfato de sódio e glutamato monossódico) pela Ibrac (Rio Claro/SP, Brasil). A carne bovina (patinho) foi cedida pelo frigorífico VPJ Alimentos (Pirassununga/SP, Brasil). A gordura suína foi adquirida no comércio local (Piracicaba/SP, Brasil).

3.2.2 Preparação dos cogumelos

Os cogumelos foram preparados seguindo recomendações de Ng e Tan (2017). Primeiramente eles foram lavados em água corrente. Em seguida, porções de 100 g foram adicionadas de 100 mL de água destilada e submetidas ao aquecimento em forno micro-ondas (800 W, ME21S, Electrolux, Manaus, Brasil) por 1,5 min, em recipiente aberto. Após filtração da solução em peneiras, o filtrado foi descartado e o cogumelo moído por 30 s em multiprocessador (Philco, PMX600, China). O cogumelo moído foi o material adicionado à formulação dos hambúrgueres.

3.2.3 Formulação dos hambúrgueres

Três formulações de hambúrgueres bovinos foram elaboradas seguindo um delineamento de blocos completos casualizados variando dois fatores: concentração de gordura animal e cogumelo (Tabela 1). Adicionalmente, elaborou-se um tratamento controle, contendo teor de gordura comumente utilizado em hambúrguer bovino comercial (20%). Os níveis mínimo e máximo de cada fator foram baseados em estudos anteriores (Patinho et al., 2019).

Tabela 1. Teores de gordura e cogumelo (%) dos hambúrgueres bovinos.

Tratamentos	Gordura	Cogumelo
Controle	20,00	0,00
AB 5%	15,00	5,00
AB 10%	10,00	10,00
AB 15%	5,00	15,00

Controle (amostra sem cogumelo), AB 5% (adição de 5% de *Agaricus bisporus*), AB 10% (adição de 10% de *Agaricus bisporus*) e AB 15% (adição de 15% de *Agaricus bisporus*).

A carne bovina e o toucinho foram moídos em moedor (P33003, Hermann SA) utilizando disco de 5 e 3 mm, respectivamente. Após moídos, os ingredientes foram misturados manualmente durante 10 min na seguinte ordem: carne bovina (70%), sal (2,0%), água (7,0%), eritorbato de sódio (0,05%), glutamato monossódico (0,05%), cogumelo (0, 5, 10 e 15%), pimenta (0,05%), cebola (0,2%), alho (0,3%), tripolifosfato de sódio (0,3%) e gordura suína (5, 10, 15 e 20%). Após a obtenção da massa cárnea, porções de 100 g foram pesadas, moldadas (moldes de 10 cm de diâmetro e 1 cm de espessura) e os hambúrgueres obtidos foram embalados em sacos de polietileno de baixa densidade (PEBD) e armazenados em câmara de refrigeração a 4°C com incidência de luz branca (lâmpada fluorescente, fluxo de luz de 800 lm). Para a determinação de pH, cor, atividade de água e oxidação lipídica os hambúrgueres foram avaliados por 16 dias. Para a avaliação sensorial, as amostras foram acondicionadas a -18°C, até o momento da análise, que ocorreu após análise microbiológica (15 dias após o processamento).

3.2.4 Análises físico-químicas dos hambúrgueres

3.2.4.1 Atividade de água (A_w), medição de cor e pH

A atividade de água (a_w) foi determinada em amostras cruas, utilizando equipamento AquaLab (4TE, Decagon Devices, Pullman, USA). A medição de cor foi determinada diretamente no hambúrguer cru usando o colorímetro Konica Minolta (Chroma Meter, CR-400, Mahwah, NJ, USA) com fonte iluminante D65, área de medição de 8 mm de diâmetro, ângulo de observação de 10°. As

coordenadas determinadas foram: L^* (luminosidade), a^* (vermelho) e b^* (amarelo). O pH foi mensurado no hambúrguer cru utilizando um pHmetro (Hanna instruments, HI98163, Romania) com eletrodo de vidro de ponta cônica. As medidas foram realizadas em 3 lotes de cada tratamento, com 3 leituras em cada amostra, após 1, 4, 8, 12 e 16 dias de armazenamento a 4°C.

3.2.4.2 Determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)

O valor de TBARS foi determinado em triplicata, usando o método Cd 19-90, descrito pela American Oil Chemists' Society – AOCS (1990), com modificações. Uma alíquota de 7 g de hambúrguer foi adicionada de 0,015 g de ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA), 0,015 g de galato de propila e 15 mL de ácido tricloroacético 7,5%. A solução foi agitada em vortex (1800 rpm, 1 min), adicionada de mais 15 mL de ácido tricloroacético 7,5% e novamente agitada. A mistura foi filtrada (papel filtro qualitativo nº 4, 125 mm) e 2,5 mL do filtrado foram adicionados a 2,5 mL de uma solução aquosa de ácido tiobarbitúrico (TBA) (46 mM). As amostras foram mantidas em banho-maria com água fervente ($95 \pm 5^\circ\text{C}$) por 35 minutos e depois resfriadas em banho de gelo. A absorbância foi medida em um espectrofotômetro (Shimadzu, UV-Vis mini 1240, Chiyoda-ku, Tokyo, Japão) a 532 nm. Os valores de TBARS foram calculados a partir de uma curva padrão de 1,1,3,3 tetraetoxipropano e expressos em mg de malondialdeído (MDA)/kg de amostra. As análises foram realizadas em triplicata, após 1, 4, 8, 12 e 16 dias de armazenamento a 4°C.

3.2.4.3 Composição centesimal

Para a determinação da composição centesimal das amostras cruas, as seguintes análises foram realizadas: umidade, por secagem em estufa a 105°C, até peso constante AOAC (2000); proteína bruta, através da determinação do nitrogênio total, pelo método de Kjeldhal, e conversão em proteína, multiplicando-se o valor obtido pelo fator de 6,25 ISO (1871:2009); cinzas, determinada por calcinação da matéria orgânica em forno mufla a 550°C AOAC (2000); lipídios totais, determinados através do método de Soxhlet, utilizando

hexano como solvente extrator ISO (1443:2010). As análises de proteína e lipídios foram realizadas em duplicata, umidade e cinzas foram feitas em triplicata. Os resultados foram calculados em base úmida e expressos em porcentagem (%).

3.2.4.4 Teor de sódio

O teor de sódio dos hambúrgueres bovinos foi determinado conforme descrito pela AOAC (2016). Quatro gramas de cada amostra foram levadas à mufla a 525°C até a obtenção de cinzas. Posteriormente, as cinzas foram esfriadas e solubilizadas em 15 mL de ácido nítrico (HNO₃) diluído (250 mL de HNO₃ em 750 mL de água destilada), filtradas e então transferidas para um balão volumétrico de 100 mL, o qual teve seu volume completado com água destilada. Uma amostra em branco foi usada como controle. As leituras foram realizadas em um fotômetro de chama (marca Digimed, modelo DM63, São Paulo, Brasil), em duplicata.

3.2.4.5 Valor teórico de fibra alimentar no hambúrguer

O conteúdo estimado de fibra alimentar dos hambúrgueres foi obtido a partir do teor de fibra do cogumelo cozido (2,37%) adicionado em cada formulação (5, 10 e 15%), conforme a Eq. 1.

$$\% \text{ Fibra alimentar} = \frac{\% \text{ de cogumelo adicionado ao hambúrguer} \times 2,37}{100} \quad (1)$$

3.2.4.6 Propriedades de cozimento

A perda de peso por cozimento (PPC) corresponde a diferença de peso do hambúrguer antes e após o cozimento, que foi expresso em porcentagem e calculado de acordo com a Eq. 2.

$$\text{PPC (\%)} = \frac{\text{Peso do hambúrguer cru (g)} - \text{Peso do hambúrguer cozido (g)} \times 100}{\text{Peso do hambúrguer cru (g)}} \quad (2)$$

A redução do diâmetro (RD) das amostras foi medida antes e após o cozimento em 3 repetições e calculada de acordo com a Eq. 3 (Sánchez-Zapata et al., 2010).

$$RD (\%) = \frac{\text{Diâmetro do hambúrguer cru (g)} - \text{Diâmetro do hambúrguer cozido (g)} \times 100}{\text{Diâmetro do hambúrguer cru (g)}} \quad (3)$$

3.2.4.7 Análise de perfil de textura

Previamente à análise de textura, as amostras foram cozidas em chapa elétrica a 150°C até que a temperatura interna atingisse 75°C no centro geométrico (virando cada hambúrguer a cada 3 minutos) e então os hambúrgueres foram resfriados até a temperatura de 25°C. A análise de perfil de textura (ATP) foi realizada em texturômetro TA-XT (Stable Micro Systems, Godalming, UK) baseado nos parâmetros definidos por (Selani et al., 2016).

As amostras foram moldadas com o auxílio de um cortador de aço inox circular. Nove cilindros (2,5 cm de diâmetro) por tratamento foram comprimidos a 75% de sua altura original, com um probe P-35 (eixo longo, base regular) a uma velocidade de 3,3 mm/s. As nove medidas foram realizadas em 3 lotes de cada tratamento. Os parâmetros determinados foram: dureza, coesividade, mastigabilidade e elasticidade, conforme descrito por (Bourne, 1978) e (Saldaña et al., 2015).

3.2.5 Análise microbiológica

As análises microbiológicas foram realizadas em duplicata, conforme descrito pela RDC 12/2001 (ANVISA, 2001). As amostras de hambúrguer (25g) foram colocadas em sacos de amostragem estéreis nos quais adicionou-se 225mL de Água Peptonada Tamponada (APT) estéril e a seguir homogeneizadas em *Stomacher*. Em seguida realizou-se as diluições necessárias utilizando Caldo Lactosado (CL) para teste de presença/ausência ou água peptonada (H₂O p) para testes de quantificação. A partir das diluições seriadas as análises microbiológicas foram conduzidas de acordo com cada metodologia, realizando-se a quantificação de: Mesófilos totais; Bolores e Leveduras; *Escherichia coli*; *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* sp.

3.2.6 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada no mês de junho de 2019, seguindo as recomendações de Saldaña et al. (2019). Os dados foram coletados com o software Compusense Cloud (Compusense Inc., Guelph, Canadá) usando tablets (Samsung Galaxy Table E T560). Todos os avaliadores preencheram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), aprovado pelo comitê de ética, sob número CAAE: 98168118.4.0000.5395.

3.2.6.1 Consumidores

Duzentos e nove consumidores regulares de hambúrgueres (58% mulheres e 42% homens, com idades entre 18 e 61 anos) foram recrutados entre alunos, funcionários e visitantes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

3.2.6.2 Familiarização

Antes de iniciar o teste, os participantes foram familiarizados usando uma sessão de 15 min, onde foi explicado como funcionava o software e o questionário CATA (*Check-all-that-apply*). Após, os consumidores foram instalados em cabines sensoriais individuais sob luz branca artificial, condicionada para testes com consumidores.

3.2.6.3 CATA (*Check-all-that-apply*)

Em uma única sessão, as amostras (~ 10 g) foram servidas a 50°C em pratos plásticos descartáveis, codificadas com três números, servidas de forma monadica seguindo um Delineamento Quadrado Latino de Williams (Wakeling e MacFie, 1995). Os consumidores avaliaram a aceitação global, usando uma escala hedônica de 9 pontos, variando de "desgostei extremamente" (1) a "gostei extremamente" (9). Em seguida, indicaram quais descritores sensoriais caracterizam cada amostra usando a metodologia CATA. A lista era composta por 12 descritores relacionados à aparência, aroma, sabor e textura. Os termos sensoriais utilizados neste estudo foram baseados em pesquisas anteriores

(Patinho et al., 2019; Rios-Mera et al., 2019; Selani et al., 2016). Água e biscoitos foram oferecidos aos consumidores para limpar o paladar entre as amostras.

3.2.7 Análise dos dados

O experimento foi conduzido em blocos completos casualizados, com 3 blocos (três processamentos independentes). Todas as análises foram executadas no software R, versão 3.5.1.

3.2.7.1 Análises instrumentais

As análises instrumentais foram analisadas através da análise da variância (ANOVA), considerando tratamentos, tempo de armazenamento e processamentos (blocos) como fontes de variação. Ao longo do tempo de armazenamento as variáveis avaliadas foram: oxidação lipídica, atividade de água, pH e cor. A interação entre 'tempo de armazenamento' e 'tratamento' foi verificada. As médias foram comparadas através do teste de Tukey a 95% de confiança.

3.2.7.2 Aceitação e perfil sensorial

Os dados provenientes do teste de aceitação foram analisados através da ANOVA, considerando amostra e consumidor como fontes de variação. Quando a diferença foi significativa ($P < 0,05$) foi realizado o teste de médias de Tukey, a 5% de significância.

Para o questionário CATA, foi usada a análise de correspondência (AC) usando a frequência de menção dos termos que caracterizaram cada amostra, considerando as distâncias qui-quadrado, como recomendado por (Vidal et al., 2015).

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Análises físico-químicas dos hambúrgueres

3.3.1.1 Determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)

Após a deterioração microbiana, a principal causa de perda da qualidade sensorial e redução da vida útil de hambúrgueres é a oxidação lipídica, que envolve o malondialdeído (MDA), um dos principais produtos de decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poliinsaturados capazes de reagir com o ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS) responsáveis pelo odor de ranço (Zhang et al., 2019; Damodaran, Parkin, e Fennema, 2010).

A estabilidade oxidativa dos hambúrgueres bovinos foi avaliada pelo teor de malondialdeído. A interação entre 'tempo de armazenamento' e 'tratamento' foi significativa para oxidação lipídica ($P < 0,05$). De acordo com a Figura 1, a oxidação aumentou durante o período de armazenamento e essas diferenças persistiram até o 16º dia.

Formulações com a adição de diferentes concentrações de cogumelo apresentaram menor taxa de oxidação lipídica em relação ao controle durante o período de armazenamento (Figura 1). Esta proteção ao final de 16 dias foi representada pela redução do valor de TBARS em 21,84%, 36,62% e 51,40% das formulações AB 5%, 10% e 15%, respectivamente. Redução na oxidação lipídica também foi relatada em carne moída com adição de *A. bisporus* desidratado (Alnoumani, Ataman e Were, 2017) e em hambúrguer de peixe com *A. bisporus in natura* (Nayak et al., 2015).

Observou-se, também, que, conforme aumenta a proporção de cogumelo na formulação (e conseqüentemente diminui a proporção de gordura), a oxidação lipídica diminui. Dessa forma, uma das razões para a menor estabilidade oxidativa do controle está em seu alto teor de gordura. Isto o torna mais suscetível à oxidação lipídica, que ocorre através de vários tipos de agentes oxidantes no tecido muscular, em diferentes etapas durante o processamento (moagem, mistura, cozimento) e armazenamento (de Oliveira Ferreira et al., 2019).

Outro fator importante é a atividade antioxidante relatada para o cogumelo *A. bisporus* (Patinho et al., 2019; Gąsecka et al., 2018; Ng e Tan, 2017; Liu et al., 2013), que pode ter influenciado no retardo da iniciação e na propagação do processo oxidativo.

De acordo com os resultados, a formulação contendo 15% de cogumelo e 5% de gordura foi que a apresentou a maior estabilidade oxidativa entre as amostras, apresentando, ao final do armazenamento (16º dia), valores comparáveis aos observados nas demais formulações no 8º dia de refrigeração. Ainda assim, todas as amostras apresentaram valores abaixo do limiar de MDA para a aceitação sensorial, pois segundo Trindade, Mancini-Filho e Villavicencio (2009), valores acima de 2 mg MDA/kg amostra em hambúrguer bovino já podem indicar perda de qualidade sensorial e percepção de oxidação pelos consumidores brasileiros. Em um estudo recente Zhang et al. (2019) propõem que a carne bovina permanece aceitável para os consumidores, mesmo quando seus valores de TBARS alcançam níveis de 2,5 mg MDA/kg amostra.

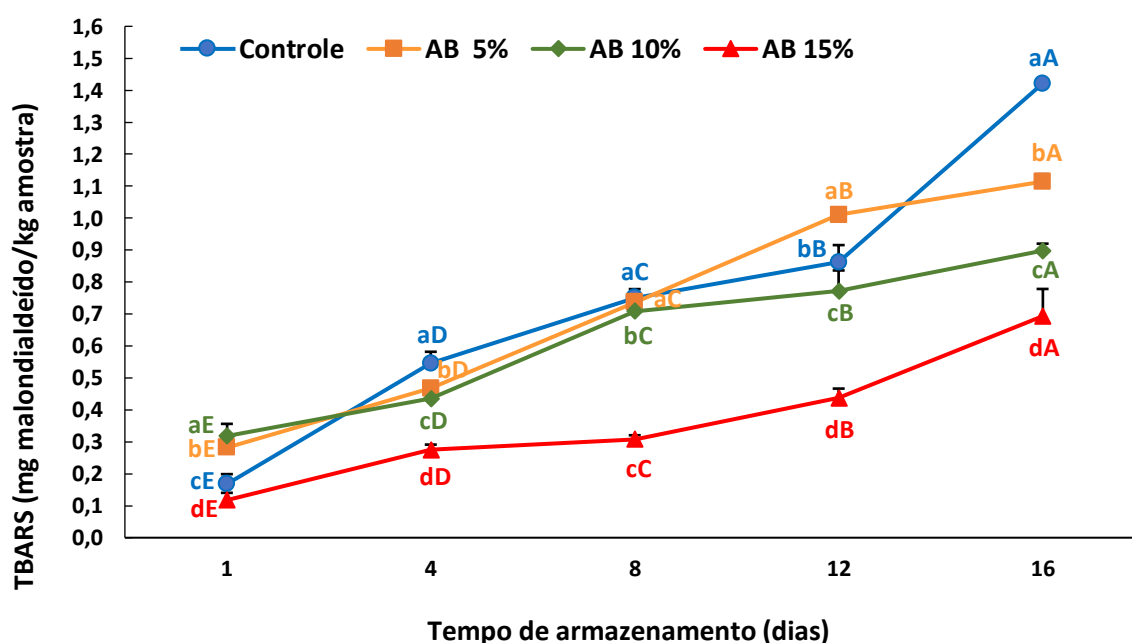


Figura 1. Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) de hambúrguer bovino durante 16 dias de armazenamento a 4°C.

Controle (amostra sem cogumelo), AB 5% (adição de 5% de *Agaricus bisporus*), AB 10% (adição de 10% de *Agaricus bisporus*) e AB 15% (adição de 15% de *Agaricus bisporus*). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre tratamentos e letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre tempo de armazenamento (dias) segundo o teste de Tukey ($P < 0,05$). $n=3$.

3.3.1.2 pH e Atividade de água (A_w)

O *Agaricus bisporus* utilizado em nosso estudo tem um pH de 6,61. Apesar do pH próximo da neutralidade, a adição do cogumelo aos hambúrgueres não causou diferenças significativas ($P>0,05$) no pH dos hambúrgueres (Tabela 2) e não houve efeito de interação.

Por outro lado, houve variação significativa nos valores de pH durante os 16 dias de armazenamento, os quais variaram de 5,65 a 5,83. Embora tenha sido verificada diferença de pH no período de acondicionamento refrigerado, ela foi marginal (variação de 0,18 entre os 16 dias) e não mostrou uma tendência clara. Todos os valores obtidos para as amostras nos diferentes tempos de armazenamento estão dentro do limite estabelecido para consumo pela legislação brasileira ($\leq 6,4$) (BRASIL, 1997).

Tabela 2. Efeito da adição de cogumelo *Agaricus bisporus* como substituto de gordura sobre o pH e atividade de água de hambúrguer bovino.

Fonte de variação	pH	A_w *
Tratamento		
Controle	5,78±0,13 ^a	0,970±0,00 ^b
AB 5%	5,77±0,17 ^a	0,970±0,00 ^b
AB 10%	5,73±0,19 ^a	0,972±0,00 ^{ab}
AB 15%	5,72±0,18 ^a	0,973±0,00 ^a
Dias de armazenamento		
1	5,83±0,03 ^a	0,97±0,00 ^a
4	5,78±0,03 ^{ab}	0,97±0,00 ^a
8	5,65±0,06 ^b	0,97±0,00 ^a
12	5,73±0,03 ^{ab}	0,97±0,00 ^a
16	5,74±0,07 ^{ab}	0,97±0,00 ^a

Resultados são expressos como média \pm desvio padrão. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ($P<0,05$) de acordo com o teste de Tukey.

Controle (amostra sem cogumelo), AB 5% (adição de 5% de *Agaricus bisporus*), AB 10% (adição de 10% de *Agaricus bisporus*) e AB 15% (adição de 15% de *Agaricus bisporus*).

* A diferença significativa se deu devido às variações na terceira casa decimal.

Quanto à A_w , houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos, no entanto essa diferença foi mínima, já que houve variação a partir da terceira casa decimal. A formulação com 15% de cogumelo apresentou atividade de água superior à da amostra controle e AB 5% e semelhante à da amostra AB 10%. Uma vez que cogumelos *in natura* são caracterizados por um alto teor de umidade e alta atividade de água ($\geq 0,98$) (Venturini et al., 2011), sua adição em concentrações de 15% promoveram aumento na atividade de água dos hambúrgueres. Não foi verificado efeito significativo do tempo de armazenamento e nem efeito de interação.

3.3.1.3 Cor instrumental

Com base nos resultados apresentados na Tabela 3, quanto maior o percentual de cogumelo no hambúrguer, menor a sua luminosidade. Assim, o maior valor de L^* foi verificado na amostra controle e o menor valor no hambúrguer com adição de 15% de *A. bisporus*. Dependendo das propriedades de cor do material adicionado, a luminosidade do produto pode variar (Kurt e Gençcelep, 2018). Corroborando com o presente estudo, Kurt e Gençcelep (2018) observaram redução da luminosidade de emulsão cárnea ao aumentar a concentração de pó de cogumelo *A. bisporus* na formulação.

Outro fator que pode ter afetado este resultado é a quantidade de gordura utilizada. Esta, por ter uma coloração clara, pode ter promovido um aumento na luminosidade de amostras em que esteve presente em maior percentual. Hambúrgueres (crus) com alto teor de gordura animal também foram mais claros que hambúrgueres com redução de gordura e adição de bagaço de abacaxi como substituto de gordura (Selani et al., 2016).

Tabela 3. Efeito da adição de cogumelo *Agaricus bisporus* como substituto de gordura sobre os parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*) de hambúrguer bovino.

Fonte de variação			
Tratamento	L^*	a^*	b^*
Controle	51,29±1,65 ^a	14,66±4,50 ^b	9,57±0,40 ^a
AB 5%	49,09±2,21 ^b	16,06±4,99 ^{ab}	9,13±1,49 ^a
AB 10%	46,78±3,05 ^c	16,66±5,39 ^a	9,95±1,38 ^a
AB 15%	43,37±2,46 ^d	16,17±4,64 ^a	9,93±1,92 ^a
Dias de armazenamento			
1	46,98±3,98 ^a	10,54±1,63 ^c	9,09±0,88 ^b
4	47,75±3,85 ^a	12,59±0,94 ^b	9,42±0,95 ^{ab}
8	47,36±3,60 ^a	14,06±1,20 ^b	9,40±0,94 ^{ab}
12	48,24±4,41 ^a	20,28±2,83 ^a	9,90±1,62 ^{ab}
16	47,85±3,45 ^a	21,96±2,00 ^a	10,42±2,10 ^a

Resultados são expressos como média \pm desvio padrão. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) de acordo com o teste de Tukey.

Controle (amostra sem cogumelo), AB 5% (adição de 5% de *Agaricus bisporus*), AB 10% (adição de 10% de *Agaricus bisporus*) e AB 15% (adição de 15% de *Agaricus bisporus*).

Em relação à intensidade de cor vermelha, houve efeito significativo de tratamento e de tempo, mas não foi verificado efeito de interação. A adição de *A. bisporus* contribuiu para o aumento do valor de a^* durante o armazenamento dos hambúrgueres. Ao final de 16 dias, o valor de a^* duplicou. O aumento do teor de vermelho ao longo do tempo indica que não houve descoloração, ou seja, a oxidação da oximioglobina (OMb vermelho brilhante) e sua transição para a metamioglobina (MMb marrom) não ocorreu (Cooper et al., 2016; Warner, 2014). A formação de MMB resulta da ação de radicais livres produzidos durante a oxidação lipídica no grupo heme da mioglobina, que inicia a oxidação da molécula e leva à perda de cor do produto. Assim, os radicais livres produzidos durante a oxidação lipídica podem danificar a estrutura das fibras musculares e reduzir a pigmentação (Morgado et al., 2011). O presente estudo mostrou comportamento oposto, houve aumento nos valores de a^* , indicando que a oximioglobina permaneceu estável durante o período de armazenamento.

O valor de b^* não foi afetado pelos tratamentos, mas houve aumento significativo durante o armazenamento dos hambúrgueres. Uma vez que houve

aumento tanto na intensidade de vermelho-verde (a^*) como na de amarelo-azul (b^*) durante os 16 dias, isto pode indicar que a mioglobina não sofreu oxidação durante o armazenamento, já que o oposto (redução nos valores de a^* e b^*) está relacionado à oxidação e formação do pigmento metamioglobina (Hernández Salueña et al., 2019). Resultados semelhantes foram mencionados por (Kim et al., 2003) em gel de surimi frito contendo cogumelos-ostra (*Pleurotus eryngii*) e por (Cha et al., 2014) em hambúrguer de porco incorporados de cogumelos (*Tremella fuciformis*).

3.3.1.4 Composição centesimal

Os resultados da composição centesimal (proteínas, lipídios, umidade, cinzas e fibras) e do teor de sódio de hambúrgueres bovinos com adição de *A. bisporus* são mostrados na Tabela 4.

Tabela 4. Composição centesimal e teor de sódio de hambúrguer bovino com adição de cogumelo *Agaricus bisporus*.

Tratamento	Sódio (mg/100g)	Proteína (%)	Lipídios (%)	Umidade (%)	Cinza (%)
Controle	822,17 ± 25,22 ^a	16,72 ± 0,18 ^a	14,77 ± 0,14 ^a	65,60 ± 0,47 ^c	3,04 ± 0,06 ^b
AB 5%	818,67 ± 30,64 ^a	16,14 ± 0,20 ^a	11,75 ± 0,45 ^b	69,00 ± 0,34 ^{bc}	3,05 ± 0,05 ^b
AB 10%	785,00 ± 43,84 ^a	15,83 ± 0,18 ^a	8,55 ± 0,54 ^c	70,93 ± 0,43 ^b	3,13 ± 0,11 ^a
AB 15%	827,17 ± 9,66 ^a	16,05 ± 0,32 ^a	3,97 ± 0,38 ^d	75,09 ± 0,24 ^a	3,11 ± 0,08 ^a

Resultados são expressos como média ± desvio padrão. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna mostra diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,05$) de acordo com o teste de Tukey.

Controle (amostra sem cogumelo), AB 5% (adição de 5% de *Agaricus bisporus*), AB 10% (adição de 10% de *Agaricus bisporus*) e AB 15% (adição de 15% de *Agaricus bisporus*).

Tem sido bem explorado que o sal intensifica o sabor dos produtos cárneos e pode interagir com outros componentes da formulação (Inguglia et al., 2017). Neste estudo, o percentual de 2% de NaCl foi usado em todos os tratamentos e não houve diferença significativa ($P < 0,05$) no teor de sódio para os diferentes tratamentos. Valores similares foram relatados em hambúrguer caprino (900 mg/90g) (Almeida, 2011) e hambúrguer bovino (780 mg/100g) (Novello e Pollonio, 2013).

Conforme esperado, devido às diferentes quantidades de gordura animal adicionada às formulações, houve diferença significativa no teor de lipídios. Nas formulações com redução de gordura, a gordura animal foi substituída pelo cogumelo, o qual, de acordo com Sande et al. (2019), apresenta baixas concentrações de lipídios. Assim, era esperado que o teor de lipídios fosse afetado pelos tratamentos e que este teor diminuísse de acordo com o aumento na porcentagem de cogumelo adicionada.

Contrariamente, o teor de umidade aumentou e isso pode ser explicado pela adição do *A. bisporus*, que tem alto teor de umidade (>90%) (Bach, 2017) e contém fibra alimentar, que tem como propriedade a capacidade de reter água (Selani et al., 2016). O maior teor de umidade foi observado na formulação AB 15% (75,09%) e o menor no controle (65,60%).

Em relação ao teor de proteínas, não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos. De acordo com os valores estimados de fibra alimentar, hambúrgueres com 5%, 10% e 15% de *A. bisporus* contém cerca de 0,12%, 0,24% e 0,36% de fibra. Mehta et al. (2013) relataram que um maior teor de fibra alimentar é capaz de fortalecer a estrutura tridimensional do sistema cárneo (ligação entre água, proteína e lipídios). Já a adição de 10 e 15% de cogumelo causou aumento no teor de cinzas em comparação ao controle e AB 5%, mostrando a influência do teor de minerais do *A. bisporus* na composição do hambúrguer bovino.

3.3.1.5 Propriedades de cozimento

No presente estudo, observou-se que os resultados de perda de peso por cozimento (PPC) e redução de diâmetro (RD) foram influenciados pela adição do cogumelo. A maior PPC foi relacionada ao hambúrguer controle, produzido com 20% de gordura animal e, conforme aumentou a concentração de *A. bisporus* no hambúrguer, a perda de peso diminuiu significativamente. Resultados semelhantes foram relatados por Selani et al. (2016) em hambúrguer bovino com bagaço de abacaxi, devido à propriedade da fibra em reter água, diminuindo a perda de líquidos. Esses resultados têm relevância para a indústria alimentícia na busca por soluções tecnológicas para melhorar a retenção de

água dos produtos cárneos, pois a perda de água, além de reduzir o rendimento, causa acúmulo de líquido nas embalagens e altera a cor, textura e aceitabilidade do produto (Bastos et al., 2014).

Tabela 5. Propriedades de cozimento de hambúrguer bovino com adição de cogumelo *Agaricus bisporus*.

Tratamento	Perda de peso por cozimento (%)	Redução do diâmetro (%)
Controle	25,65 ± 0,61 ^a	16,57 ± 1,86 ^a
AB 5%	15,52 ± 0,76 ^b	13,14 ± 0,62 ^b
AB 10%	13,15 ± 1,04 ^c	10,46 ± 1,51 ^c
AB 15%	10,23 ± 0,56 ^d	9,14 ± 0,49 ^d

Resultados são expressos como média ± desvio padrão. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna mostra diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,05$) de acordo com o teste de Tukey.

Controle (amostra sem cogumelo), AB 5% (adição de 5% de *Agaricus bisporus*), AB 10% (adição de 10% de *Agaricus bisporus*) e AB 15% (adição de 15% de *Agaricus bisporus*).

Quanto à RD, observou-se que a amostra controle diminuiu 16,57% após o cozimento; no entanto, essa redução no diâmetro diminuiu significativamente com o aumento do percentual de cogumelo, chegando a 9,14% em hambúrgueres com 15% de *A. bisporus*. A redução no diâmetro é o resultado da desnaturação de proteínas musculares causada pela perda de água e gordura (Carvalho et al., 2019). Como a capacidade dos extensores usados em produtos cárneos para melhorar a retenção de água e gordura, determina o nível de encolhimento dos produtos (Alakali, Irtwange e Mzer, 2010), a alta capacidade de retenção de água e umidade do cogumelo parece ter impedido a redução no diâmetro dos hambúrgueres durante o cozimento. Corroborando com este estudo, Soltanizadeh e Ghiasi-Esfahani (2014) que estudaram *Aloe vera* como substituto de carne em hambúrguer e Carvalho et al. (2019) que avaliaram fibra de trigo hidratada na substituição de carne e gordura em hambúrgueres bovinos verificaram efeito semelhante.

3.3.1.6 Análise de perfil de textura

De acordo com a Tabela 6, o uso de *A. bisporus* influenciou significativamente todos os parâmetros de textura dos hambúrgueres bovinos

em relação ao controle. Claramente, a substituição do teor de gordura pelo cogumelo teve um efeito sinérgico para produzir uma textura mais macia. Os resultados sugeriram que, com o aumento da concentração de *A. bisporus* para 15%, houve menor resistência à força de compressão (dureza), maior elasticidade após deformação (elasticidade), maior preservação de sua estrutura após a primeira compressão (coesividade) e menor energia necessária para mastigar a amostra até a deglutição (mastigabilidade), resultados também encontrados em outros estudos científicos (Moghtadaei, Soltanizadeh e Goli, 2018; Afshari et al., 2017; Yilmaz et al., 2012).

Tabela 6. Textura instrumental de hambúrguer bovinos com adição de cogumelo *Agaricus bisporus*.

Tratamento	Dureza (g)	Elasticidade (mm)	Coesividade	Mastigabilidade (g.mm)
Controle	13191,56 ± 526,14 ^a	0,83 ± 0,02 ^d	0,318 ± 0,03 ^d	3776,88 ± 382,94 ^a
AB 5%	12743,89 ± 486,19 ^b	0,84 ± 0,04 ^c	0,329 ± 0,02 ^c	3575,48 ± 449,10 ^b
AB 10%	10749,91 ± 506,98 ^c	0,85 ± 0,03 ^b	0,356 ± 0,05 ^b	3093,24 ± 346,34 ^c
AB 15%	9369,58 ± 332,73 ^d	0,87 ± 0,02 ^a	0,377 ± 0,02 ^a	2539,92 ± 378,48 ^d

Resultados são expressos como média ± desvio padrão. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna mostra diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,05$) de acordo com o teste de Tukey.

Controle (amostra sem cogumelo), AB 5% (adição de 5% de *Agaricus bisporus*), AB 10% (adição de 10% de *Agaricus bisporus*) e AB 15% (adição de 15% de *Agaricus bisporus*).

As propriedades texturais dos produtos cárneos estão altamente relacionadas às propriedades das proteínas miofibrilares (Westphalen, Briggs e Lonergan, 2006). Parece que as proteínas miofibrilares da carne e o cogumelo podem competir pela adsorção de água e influenciar na textura do produto, tornando o alimento mais macio (Soltanizadeh e Ghiasi-Esfahani, 2014). De acordo com o estudo de Gao, Zhang e Zhou (2014), a dureza varia inversamente com a retenção de umidade do produto. Isto explica os resultados do presente estudo, já que hambúrgueres com maiores percentagens de cogumelo apresentaram maior teor de umidade e menor perda de líquidos no cozimento. Corroborando com este estudo Wan Rosli e Solihah (2012) e Wong et al. (2017) também relataram redução da dureza em produtos cárneos suplementados com cogumelos.

Apesar dos valores de elasticidade e coesividade terem variado pouco entre os tratamentos, foi verificada diferença significativa entre eles. Ambos os parâmetros foram diretamente proporcionais ao teor de cogumelo adicionado à formulação. O resultado da elasticidade pode estar relacionado à textura elástica característica dos cogumelos. Este efeito foi observado no estudo de Wan Rosli et al. (2011) em hambúrguer de frango com cogumelo.

O parâmetro mastigabilidade é o produto da dureza x coesividade x elasticidade. Uma vez que, dentre esses 3 parâmetros, a dureza foi a mais afetada pela adição do cogumelo, queda na mastigabilidade foi observada com o aumento no teor de *A. bisporus* no hambúrguer. Assim, amostras com cogumelo, por serem mais macias, precisam de menos energia para mastigá-las até a consistência adequada para a deglutição. Menor mastigabilidade de hambúrguer de frango e salsicha com cogumelo foram relatadas na literatura (Syuhairah et al., 2016; Wan Rosli et al., 2011).

3.3.1.7 Análise microbiológica

De acordo com a Tabela 7, pelos resultados obtidos e considerando a legislação em vigor RDC 12/2001 (ANVISA, 2001), todas as amostras podem ser consideradas aptas para o consumo humano.

Tabela 7. Análise microbiológica de hambúrgueres bovinos com adição de cogumelo *Agaricus bisporus*.

Tratamento	Mesófilos UFC/mL	Coliformes totais UFC/mL	<i>E. coli</i> UFC/mL	Bolores e leveduras UFC/mL	<i>S. aureus</i> UFC/mL	<i>Salmonella sp.</i> Presença/Ausência
Controle	2,6x10 ⁴	3,5x10 ¹	Ausente	1,8x10 ⁴	2,0x10 ¹	Ausente
AB 5%	4,6x10 ⁴	4,6x10 ²	Ausente	5,4x10 ³	2,0x10 ²	Ausente
AB 10%	1,2x10 ⁴	4,4x10 ²	Ausente	4,5x10 ³	5,7x10 ²	Ausente
AB 15%	1,6x10 ⁴	3,2x10 ³	Ausente	1,5x10 ²	5,0x10 ²	Ausente

Resultados são expressos como média. n=2

E. coli = *Escherichia coli*; *S. aureus* = *Staphylococcus aureus*; UFC/mL = unidades formadoras de colônias por mililitro. Controle (amostra sem cogumelo), AB 5% (adição de 5% de *Agaricus bisporus*), AB 10% (adição de 10% de *Agaricus bisporus*) e AB 15% (adição de 15% de *Agaricus bisporus*).

3.3.1.8 Avaliação sensorial

A presença de *A. bisporus* como substituto de gordura animal afetou a aceitação e perfil sensorial dos hambúrgueres (Figura 2). O teste de aceitação mostrou que os consumidores reagiram de forma diferente para os 4 tratamentos. Como pode ser visto na Figura 2 foram encontradas diferenças significativas entre os escores médios de aceitação dos tratamentos, que variaram de 6,87 até 7,20 em uma escala hedônica de 9 pontos. Os hambúrgueres com AB 5%, 10% e 15% receberam pontuações acima de 7 para aceitabilidade geral, sendo que AB 5% e 15% foram similares. Somente a amostra controle obteve um escore menor, mas ainda assim todos os tratamentos apresentaram boa aceitação. Muñoz, Civille e Carr (1992) afirmam que pontuações entre 6 e 9, em uma escala hedônica de 9 pontos são bons preditores de aceitação sensorial no mercado.

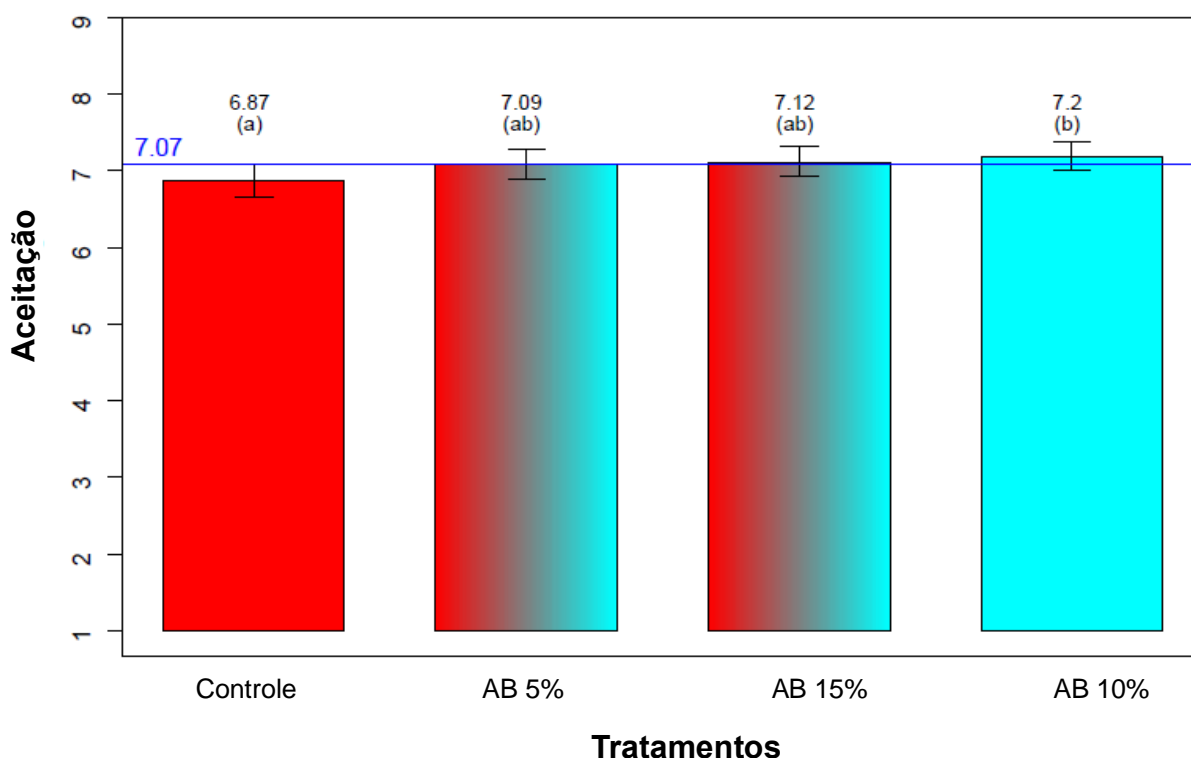


Figura 2. Médias \pm desvio padrão dos escores de aceitação das 4 amostras avaliadas através de uma escala hedônica de 9 pontos. Letras diferentes indicam diferenças significativas segundo o teste de Tukey ($P < 0,05$).

Controle (amostra sem cogumelo), AB 5% (adição de 5% de *Agaricus bisporus*), AB 10% (adição de 10% de *Agaricus bisporus*) e AB 15% (adição de 15% de *Agaricus bisporus*).

A Figura 3 mostra a relação entre a aceitação e os descritores utilizados no CATA que correspondem as duas primeiras dimensões da análise de correspondência. As duas primeiras dimensões preservaram 97% da informação original. O perfil sensorial revelou que os hambúrgueres AB 10% e 15% eram semelhantes, percebidos como salgados, suculentos, macios, saborosos e aromáticos. Esses atributos foram associados às amostras com maior percentual de cogumelos, que apresentam alto teor de umidade, fato que pode ter aumentando a suculência dos produtos. Cogumelos são conhecidos também por terem compostos umami (ácido aspártico, ácido glutâmico e 5'- nucleotídeos) (Dermiki et al., 2013), que atuam intensificando o sabor salgado. Além disso, o gosto umami é descrito na literatura como gosto saboroso (Yamaguchi e Ninomiya, 2000).

O tratamento AB 5% foi caracterizado pelos atributos gorduroso, fibroso e saboroso. O controle foi caracterizado pelos atributos fibroso, temperado e seco. A aceitação esteve relacionada aos atributos aromático, saboroso, temperado e grelhado, indicando que esses são atributos desejados pelos consumidores.

Em conclusão, os testes sensoriais (aceitação e CATA) indicam que *A. bisporus* pode ser incorporado aos hambúrgueres bovinos sem afetar negativamente sua qualidade sensorial. Portanto, este resultado fornece suporte científico para o desenvolvimento de um hambúrguer bovino com adição de *A. bisporus*, aumentando, assim, a utilização deste cogumelo na nutrição humana. Além disso, a substituição de gordura animal pelo *A. bisporus* em hambúrguer bovino poderia ter maior aceitação no mercado consumidor, que seria visto como um hambúrguer mais saudável.

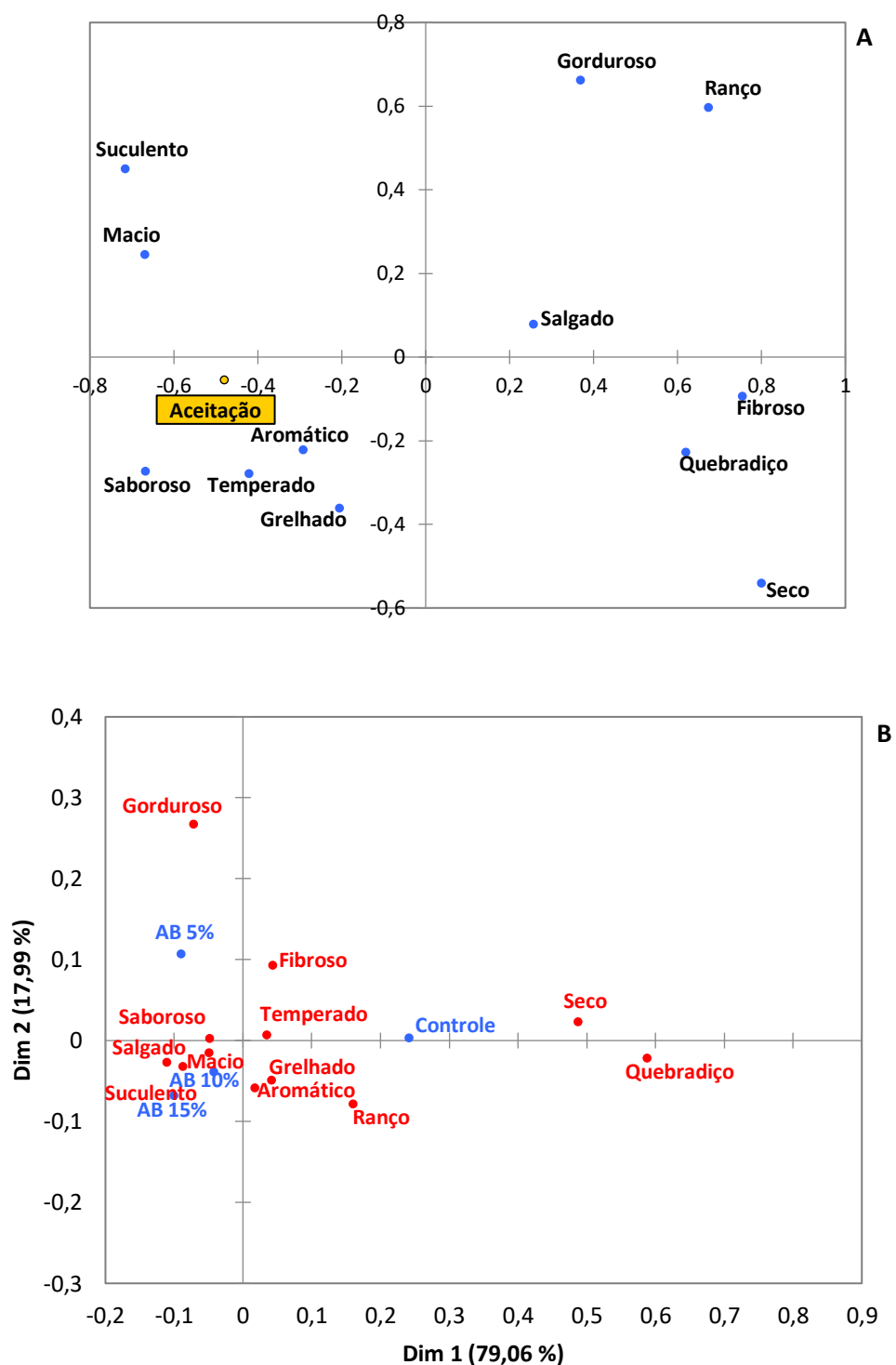


Figura 3. Análise de correspondência. A: Aceitação de impressão global relacionada aos descritores utilizados no CATA; B: Representação dos descritores e das amostras de hambúrgueres nas duas primeiras dimensões da análise de correspondência. Controle (amostra sem cogumelo), AB 5% (adição de 5% de *Agaricus bisporus*), AB 10% (adição de 10% de *Agaricus bisporus*) e AB 15% (adição de 15% de *Agaricus bisporus*).

3.4 Conclusões

O uso de *A. bisporus* para substituir a gordura animal em hambúrgueres bovinos pode ser considerado uma opção viável do ponto de vista tecnológico, nutricional e sensorial. As formulações com adição de *A. bisporus*, especialmente o tratamento AB 15% (15% de cogumelo e 5% de gordura), apresentaram maior estabilidade oxidativa e retenção de umidade, menor teor de lipídios e perda de peso por cozimento, resultando em um produto mais macio. Além disso, hambúrgueres contendo *A. bisporus* não apenas apresentam boa qualidade nutricional e tecnológica, mas também perfil sensorial com atributos que contribuem positivamente na aceitação do produto pelos consumidores. Portanto, essa combinação poderia ser prontamente usada para fins comerciais, para melhorar as propriedades nutricionais de hambúrgueres bovinos.

Referências

- Abete, I., Romaguera, D., Vieira, A. R., Lopez De Munain, A., & Norat, T. (2014). Association between total, processed, red and white meat consumption and all-cause, CVD and IHD mortality: A meta-analysis of cohort studies. *British Journal of Nutrition*, 112(5), 762–775. <https://doi.org/10.1017/S000711451400124X>
- Afshari, R., Hosseini, H., Mousavi Khaneghah, A., & Khaksar, R. (2017). Physico-chemical properties of functional low-fat beef burgers: Fatty acid profile modification. *LWT - Food Science and Technology*, 78, 325–331. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.12.054>
- Alakali, J. S., Irtwange, S. V., & Mzer, M. T. (2010). Quality evaluation of beef patties formulated with bambara groundnut (*Vigna subterranean* L.) seed flour. *Meat Science*, 85(2), 215–223. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.12.027>
- Almeida, R. S. (2011). Processamento de hambúrguer de carne caprina adicionados com diferentes níveis de farinha de aveia. *Dissertação (Mestrado)*. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Accessed 28 Jun 2019.
- Alnoumani, H., Ataman, Z. A., & Were, L. (2017). Lipid and protein antioxidant capacity of dried *Agaricus bisporus* in salted cooked ground beef. *Meat Science*, 129, 9–19. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.02.010>
- ANVISA. (2001). Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) n. 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para

- alimentos. *Diário Oficial da União*, Brasília, 10 de janeiro, 2001. Seção 1, p.45-53.
- AOAC. (2016). Official Method 969.23. AOAC INTERNACIONAL. 20th Edition, Vol.II. Accessed 15 Jun 2019.
- AOCS. (1990). AOCS American Oil Chemists' Society. 2-Thiobarbituric Acid Value, Direct Method. Cd 19-90. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society (7 th ed.), Champaign. Accessed 10 May 2018.
- Bach, F. (2017). Avaliação do potencial nutricional, antioxidante e antibacteriano de cogumelos comestíveis. *Tese (Doutorado)*. Universidade Federal do Paraná.
- Bastos, S. C., Pimenta, M. E. S. G., Pimenta, C. J., Reis, T. A., Nunes, C. A., Pinheiro, A. C. M., ... Leal, R. S. (2014). Alternative fat substitutes for beef burger: technological and sensory characteristics. *Journal of Food Science and Technology*, 51(9), 2046–2053. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1233-2>
- Bourne, M. C. (1978). Texture Profile Analysis. *Food Technology*, 32, 62–66.
- BRASIL. (1997). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto n. 4 de junho de 1997. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - *R/I/SPOA*. Brasília-DF.
- Cardoso, R. V. C., Fernandes, Â., Barreira, J. C. M., Verde, S. C., Antonio, A. L., González-Paramás, A. M., ... Ferreira, I. C. F. R. (2019). Effectiveness of gamma and electron beam irradiation as preserving technologies of fresh *Agaricus bisporus* Portobello: A comparative study. *Food Chemistry*, 278, 760–766. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.116>
- Carvalho, L. T., Pires, M. A., Baldin, J. C., Munekata, P. E. S., de Carvalho, F. A. L., Rodrigues, I., ... Trindade, M. A. (2019). Partial replacement of meat and fat with hydrated wheat fiber in beef burgers decreases caloric value without reducing the feeling of satiety after consumption. *Meat Science*, 147, 53–59. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.08.010>
- Cha, M. H., Heo, J. Y., Lee, C., Lo, Y. M., & Moon, B. (2014). Quality and sensory characterization of white jelly mushroom (*Tremella Fuciformis*) as a meat substitute in pork patty formulation. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(4), 2014–2019. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12178>
- Claro, R. M., Santos, M. A. S., Oliveira, T. P., Pereira, C. A., Szwarcwald, C. L., & Malta, D. C. (2015). Consumo de alimentos não saudáveis relacionados a doenças crônicas não transmissíveis no Brasil: Pesquisa Nacional de Saúde, 2013. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 24(2), 257–265. <https://doi.org/10.5123/s1679-49742015000200008>
- Cooper, J. V., Wiegand, B. R., Koc, A. B., Schumacher, L., Grün, I., & Lorenzen, C. L. (2016). Rapid communication: Impact of contemporary light sources on oxidation of fresh ground beef. *Journal of Animal Science*,

- 94(10), 4457–4462. <https://doi.org/10.2527/jas.2016-0728>
- Damodaran, S., Parkin, K., & Fennema, O. R. (2010). *Química de alimentos de Fennema*. (4th ed.). São Paulo: *Artmed*. Accessed 25 Jul 2019.
- de Oliveira Ferreira, N. S., Rosset, M., Lima, G., Stuelp Campelo, P. M., & de Macedo, R. E. F. (2019). Effect of adding *Brosimum gaudichaudii* and *Pyrostegia venusta* hydroalcoholic extracts on the oxidative stability of beef burgers. *LWT*, *108*, 145–152. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.03.041>
- Dermiki, M., Phanphensophon, N., Mottram, D. S., & Methven, L. (2013). Contributions of non-volatile and volatile compounds to the umami taste and overall flavour of shiitake mushroom extracts and their application as flavour enhancers in cooked minced meat. *Food Chemistry*, *141*(1), 77–83. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.03.018>
- FAOSTAT. (2019). Food and Agriculture Organization of United Nations. Crops Production: mushrooms and truffles. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. Accessed 12 Sep 2019.
- Feiner, G. (2006). Meat products handbook: Practical science and technology (Woodhead Publishing in *Food Science, Technology and Nutrition*) (p. 671). Accessed 20 Sep 2019.
- Gao, X., Zhang, W., & Zhou, G. (2014). Effects of glutinous rice flour on the physiochemical and sensory qualities of ground pork patties. *LWT - Food Science and Technology*, *58*(1), 135–141. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.02.044>
- Gąsecka, M., Magdziak, Z., Siwulski, M., & Mleczek, M. (2018). Profile of phenolic and organic acids, antioxidant properties and ergosterol content in cultivated and wild growing species of *Agaricus*. *European Food Research and Technology*, *244*(2), 259–268. <https://doi.org/10.1007/s00217-017-2952-9>
- Gomes, D., Akamatsu, I., & de Figueiredo, G. J. B. (2016). Censo Paulista de Cogumelos Comestíveis e Medicinais. <http://www.apta.sp.gov.br/noticias/primeiro-censo-paulista-de-cogumelos-comestiveis-e-medicinais-realizado-em-so-paulo>. Accessed 12 Feb 2019.
- Heck, R. T., Saldaña, E., Lorenzo, J. M., Correa, L. P., Fagundes, M. B., Cichoski, A. J., ... Campagnol, P. C. B. (2019). Hydrogelled emulsion from chia and linseed oils: A promising strategy to produce low-fat burgers with a healthier lipid profile. *Meat Science*, *156*, 174–182. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.05.034>
- Hernández Salueña, B., Sáenz Gamasa, C., Diñeiro Rubial, J. M., & Alberdi Odriozola, C. (2019). CIELAB color paths during meat shelf life. *Meat Science*, *157*. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107889>
- Inguglia, E. S., Zhang, Z., Tiwari, B. K., Kerry, J. P., & Burgess, C. M. (2017, January 1). Salt reduction strategies in processed meat products – A review. *Trends in Food Science and Technology*. Elsevier Ltd.

<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.10.016>

- ISO. (ISO 1443:2010). Meat and meat products – Determination of total fat content.
- ISO. (1871:2009). Food and feed products – General guidelines for the determination of nitrogen by the Kjeldahl method.
- Kim, S. Y., Son, M. H., Ha, J. U., Lee, S. C. (2003). Preparation and characterization of fried surimi gel containing king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*). Accessed 18 Sep 2019.
- Kurt, A., & Gençelep, H. (2018). Enrichment of meat emulsion with mushroom (*Agaricus bisporus*) powder: Impact on rheological and structural characteristics. *Journal of Food Engineering*, 237, 128–136. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.05.028>
- Liu, J., Jia, L., Kan, J., & Jin, C. hai. (2013). In vitro and in vivo antioxidant activity of ethanolic extract of white button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Food and Chemical Toxicology*, 51(1), 310–316. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.10.014>
- Liu, Y., Huang, F., Yang, H., Ibrahim, S. A., Wang, Y. F., & Huang, W. (2014). Effects of preservation methods on amino acids and 5'-nucleotides of *Agaricus bisporus* mushrooms. *Food Chemistry*, 149, 221–225. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.142>
- Mehta, N., Ahlawat, S. S., Sharma, D. P., & Dabur, R. S. (2013). Novel trends in development of dietary fiber rich meat products—a critical review. *Journal of Food Science and Technology*. Springer India. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1010-2>
- Meireles, H. A. (2018). Uma análise fundamentalista da Burger King Brasil. http://www.econ.pucrio.br/uploads/adm/trabalhos/files/Henrique_Araujo_e_Meirelles.pdf. Accessed 22 Jan 2019.
- Moghtadaei, M., Soltanizadeh, N., & Goli, S. A. H. (2018). Production of sesame oil oleogels based on beeswax and application as partial substitutes of animal fat in beef burger. *Food Research International*, 108, 368–377. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.051>
- Morgado, E. S., Sobrinho, A. G. S., Zeola, N. M. B. L., Silva, W. L., Tamele, O., & Souza, H. B. A. (2011). Influência do tipo de embalagem e tempo de armazenamento sobre os parâmetros qualitativos da carne ovina. *Scientia Plena*, 7, 1–4.
- Muñoz, A. M., Civille, G. V., & Carr, B. T. (1992). Sensory Evaluation in Quality Control. *Springer US*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2653-1>
- Nayak, P. C., Raju, C. V, Lakshmisha, I. P., Singh, R. R., & Sofi, F. R. (2015). Influence of Button mushroom (*Agaricus bisporus*) on quality and refrigerated storage stability of patties prepared from sutchi catfish (*Pangasius hypophthalmus*). *Journal of Food Science and Technology*,

- 52(6), 3529–3538. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1415-6>
- Ng, Z. X., & Tan, W. C. (2017). Impact of optimised cooking on the antioxidant activity in edible mushrooms. *Journal of Food Science and Technology*, 54(12), 4100–4111. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2885-0>
- Novello, D., & Pollonio, M. A. R. (2013). Teores de colesterol e oxidação lipídica em hambúrguer bovino com adição de linhaça dourada e derivados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(7), 805–808. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000700015>
- AOAC. (2000). Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis of the AOAC*. ed. 17. Accessed 19 May 2018.
- Patinho, I., Saldaña, E., Selani, M. M., de Camargo, A. C., Merlo, T. C., Menegali, B. S., ... Contreras-Castillo, C. J. (2019). Use of *Agaricus bisporus* mushroom in beef burgers: Antioxidant, flavor enhancer and fat replacing potential. *Food Production, Processing and Nutrition*, 1(7), <https://doi.org/10.1186/s43014-019-0006-3>
- Rezaeian, S., & Pourianfar, H. R. (2016). Antimicrobial properties of the button mushroom, *Agaricus bisporus*: A mini-review. *International Journal of Advanced Research*, 4(1), 426–429.
- Rios-Mera, J. D., Saldaña, E., Cruzado-Bravo, M. L. M., Patinho, I., Selani, M. M., Valentin, D., & Contreras-Castillo, C. J. (2019). Reducing the sodium content without modifying the quality of beef burgers by adding micronized salt. *Food Research International*, 121, 288–295. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.03.044>
- Saldaña, E., Behrens, J. H., Serrano, J. S., Ribeiro, F., de Almeida, M. A., & Contreras-Castillo, C. J. (2015). Microstructure, texture profile and descriptive analysis of texture for traditional and light mortadella. *Food Structure*, 6, 13–20. <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2015.09.001>
- Saldaña, E., Saldarriaga, L., Cabrera, J., Behrens, J. H., Selani, M. M., Rios-Mera, J., & Contreras-Castillo, C. J. (2019). Descriptive and hedonic sensory perception of Brazilian consumers for smoked bacon. *Meat Science*, 147, 60–69. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.08.023>
- Sánchez-Zapata, E., Muñoz, C. M., Fuentes, E., Fernández-López, J., Sendra, E., Sayas, E., ... Pérez-Alvarez, J. A. (2010). Effect of tiger nut fibre on quality characteristics of pork burger. *Meat Science*, 85(1), 70–76. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.12.006>
- 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*. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108524>
- Selani, M. M., Shirado, G. A. N., Margiotta, G. B., Saldaña, E., Spada, F. P., Piedade, S. M. S., ... Canniatti-Brazaca, S. G. (2016). Effects of pineapple byproduct and canola oil as fat replacers on physicochemical and sensory

- qualities of low-fat beef burger. *Meat Science*, 112, 69–76.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.10.020>
- Soltanizadeh, N., & Ghiasi-Esfahani, H. (2014). Qualitative improvement of low meat beef burger using Aloe vera. *Meat Science*, 99, 75–80.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.09.002>
- Syuhairah, A., Huda, N., Syahariza, Z. A., & Fazilah, A. (2016). Effects of vegetable incorporation on physical and sensory characteristics of sausages. *Asian Journal of Poultry Science*, 10(3), 117–125.
<https://doi.org/10.3923/ajpsaj.2016.117.125>
- Trindade, R. A., Mancini-Filho, J., & Villavicencio, A. L. C. H. (2009). Effects of natural antioxidants on the lipid profile of electron beam-irradiated beef burgers. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 111(11), 1161–1168. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200900146>
- Venturini, M. E., Reyes, J. E., Rivera, C. S., Oria, R., & Blanco, D. (2011). Microbiological quality and safety of fresh cultivated and wild mushrooms commercialized in Spain. *Food Microbiology*, 28(8), 1492–1498.
<https://doi.org/10.1016/j.fm.2011.08.007>
- Vidal, L., Tárrega, A., Antúnez, L., Ares, G., & Jaeger, S. R. (2015). Comparison of Correspondence Analysis based on Hellinger and chi-square distances to obtain sensory spaces from check-all-that-apply (CATA) questions. *Food Quality and Preference*, 43, 106–112.
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.03.003>
- Wan Rosli, W. I., & Solihah, M. A. (2012). Effect on the addition of pleurotus Sajor-Caju (PSC) on physical and sensorial properties of beef patty. *International Food Research Journal*, 19(3), 993–999.
- Wan Rosli, W. I., Solihah, M. A., Aishah, M., Nik Fakurudin, N. A., and Mohsin, S. S. J. (2011). Colour, textural properties, cooking characteristics and fibre content of chicken patty added with oyster mushroom (*Pleurotus sajor-caju*). *International Food Research Journal*, 18, 621–627.
- Warner, R. (2014). Measurement of meat quality. Measurements of water-holding capacity and color: Objective and subjective. In J. W. Klinth, M. Dikeman, & C. Devine (Eds.). In *Encyclopedia of meat sciences*. London: Academic Press Elsevier Ltda.
- Westphalen, A. D., Briggs, J. L., & Lonergan, S. M. (2006). Influence of muscle type on rheological properties of porcine myofibrillar protein during heat-induced gelation. *Meat Science*, 72(4), 697–703.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.09.021>
- Wong, K. M., Decker, E. A., Autio, W. R., Toong, K., DiStefano, G., & Kinchla, A. J. (2017). Utilizing mushrooms to reduce overall sodium in taco filling using physical and sensory evaluation. *Journal of Food Science*, 82(10), 2379–2386. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13838>
- Yamaguchi, S., & Ninomiya, K. (2000). Umami and Food Palatability. *The*

Journal of Nutrition, 130(4), 921S-926S.
<https://doi.org/10.1093/jn/130.4.921s>

- Yilmaz, M. T., Karaman, S., Dogan, M., Yetim, H., & Kayacier, A. (2012). Characterization of O/W model system meat emulsions using shear creep and creep recovery tests based on mechanical simulation models and their correlation with texture profile analysis (TPA) parameters. *Journal of Food Engineering*, 108(2), 327–336.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.08.005>
- Zhang, Y., Holman, B. W. B., Ponnampalam, E. N., Kerr, M. G., Bailes, K. L., Kilgannon, A. K., ... Hopkins, D. L. (2019). Understanding beef flavour and overall liking traits using two different methods for determination of thiobarbituric acid reactive substance (TBARS). *Meat Science*, 149, 114–119. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.11.018>

4 HAMBÚRGUER TRADICIONAL OU HAMBÚRGUER COM ADIÇÃO DE COGUMELOS? EFEITO DO SEXO E ÍNDICE DE MASSA CORPORAL (IMC) NAS REPRESENTAÇÕES SOCIAIS DOS CONSUMIDORES

Resumo

Nos últimos anos, uma mudança no padrão de consumo de alimentos foi observada em vários países. O interesse dos consumidores por produtos saudáveis atraiu a atenção da comunidade científica e da indústria de carnes. Assim, o uso de ingredientes alternativos com importante valor nutricional e atividade antioxidante tem sido estudado e avaliado na ciência e tecnologia da carne. O objetivo do presente estudo foi conhecer o impacto da incorporação de cogumelos na representação social dos consumidores brasileiros. Um total de 209 consumidores brasileiros (58% mulheres e 42% homens) concluíram a tarefa "Associação livre de palavras" e, então, classificaram as palavras com base em sua importância e valência. Os dados foram submetidos a uma análise prototípica para identificar as áreas centrais e periféricas da representação social dos consumidores. Os resultados mostraram que a representação social estava relacionada, principalmente, às características sensoriais, sentimentos, momentos de consumo e preço. Em conclusão, a representação social do hambúrguer bovino com adição de cogumelos diferiu entre os consumidores, sugerindo que as principais associações podem ser as maiores motivações para o consumo desse produto.

Palavras-chave: Hambúrguer, Estudos com consumidores, Associação livre de palavras, Brasil

Abstract

In recent years, a change in the pattern of food consumption has been observed in several countries. The interest of the consumers in healthy products has attracted the attention of the scientific community and meat industry. Thus, the use of alternative ingredients with important nutritional value and antioxidant activity has been studied and evaluated in meat science and technology. The aim of the present study was to know the impact of the incorporation of mushrooms on the social representation of Brazilian consumers. A total of 209 Brazilian consumers (58% women and 42% men) completed "free word association" task and then, rated of the words based on their importance and valence. The data were submitted to a prototypical analysis to identify the central and peripheral areas of consumer social representation. The results showed that social representation was mainly related to the sensory characteristics, feelings, moments of consumption and price. In conclusion, the social representation of the beef burger with the addition of mushrooms differed among consumers, suggesting that the main associations can be the greatest motivations for consuming this product.

Keywords: Burger, Consumer studies, Free word association, Brazil

4.1 Introdução

As escolhas e os hábitos alimentares geralmente são bastante estáveis ao longo do tempo (Wood e Neal, 2009). Uma alteração no consumo do produto é um sinal de que a percepção em relação ao produto está mudando. Como os indicadores estatísticos mostraram, o consumo de carne e produtos à base de carne está diminuindo (Harguess, Crespo, e Hong, 2020). Em parte, devido à associação com diversas doenças crônicas não transmissíveis, como diabetes tipo 2 e doenças cardíacas (Abete, Romaguera, Vieira, Lopez De Munain, e Norat, 2014), ou também pelo impacto de sua produção no meio ambiente (Tilman e Clark, 2014). Evidências poderosas de uma possível mudança nas atitudes dos consumidores em relação aos produtos à base de carne é o resultado de imagens, crenças e mentalidades, memória social ou representações (Lo Monaco, Piermattéo, Rateau, e Tavani, 2017).

4.1.1 A teoria da representação social

A representação mental de um objeto é um processo complexo, dependente de fatores inter-relacionados, que podem influenciar a decisão de consumir ou rejeitar um produto (Nacef, 2018; Köster, 2003). Do ponto de vista da psicologia social, uma representação é definida como um conjunto de elementos articulados que "re-apresentam" algo para nós (Lo Monaco e Guimelli, 2008). Esses elementos podem ser um conjunto de conceitos, frases ou palavras, ideias, imagens, opiniões, atitudes, crenças e valores (Moscovici, 1989), sobre um determinado objeto ou situação. De acordo com Abric (2003), a representação é estabelecida pelo próprio indivíduo e possui três dimensões: a *informação*, que organiza o conhecimento de um indivíduo sobre um objeto; a *atitude*, que é o posicionamento do indivíduo (conotação positiva ou negativa) em relação ao objeto; e, finalmente, o *campo representacional*, que organiza e classifica os elementos da representação (Roussiau e Bonardi, 2014).

Com base em vários estudos desenvolvidos no campo da ciência sensorial e do consumidor, já é conhecido que as preferências, o comportamento e a percepção dos consumidores dependem de propriedades intrínsecas (isto é, propriedades sensoriais) (Rios-Mera et al., 2019; Saldaña et al., 2018) e fatores

extrínsecos relacionados ao produto (preço, reivindicações, praticidade etc.) (Saldaña et al., 2020); bem como as características socioeconômicas, éticas, religiosas, psicológicas dos consumidores e os aspectos contextuais da avaliação (Font-i-Furnols e Guerrero, 2014). Esses aspectos são o resultado da experiência do consumidor com o produto, sua familiaridade, sua história e sua cultura (Nacef, 2018).

Segundo Rozin (1988), fatores simbólicos (origem e significado do alimento) e fatores culturais exercem forte influência nas representações. Fischler (1988), afirmou sabiamente que os alimentos não apenas carregam nutrientes básicos, mas também significados. Isto indica que: o consumidor não compra os alimentos apenas por suas propriedades nutricionais, mas também pelo que representa, e essas representações terão (direta e/ou indiretamente) um impacto em suas escolhas. Devido à sua natureza social, as representações podem diferir de uma cultura para outra (Lo Monaco e Bonetto, 2019), independentemente dos grupos culturais serem definidos por critérios mais contemporâneos, como os sistemas de pensamento ou as visões de mundo dos indivíduos que os compõem (Imai, Kanero, e Masuda, 2016), ou por uma divisão mais clássica, como etnia ou localização geográfica (Rodrigues e Parr, 2019; Bisconsin-Junior et al., 2020).

Vale ressaltar que, tanto a teoria das representações sociais, quanto as técnicas utilizadas para trazer à tona os elementos que as formam, são amplamente aplicáveis e reproduzíveis em culturas distintas. Essas diferentes técnicas projetivas vêm da psicologia social e são usadas para obter os elementos que formarão a estrutura de uma representação social (Rodrigues e Otterbring, 2019). Entre elas, as tarefas de associação são as mais utilizadas (Donoghue, 2000), mais especificamente, a tarefa "associação verbal", que foi inicialmente imaginada por Francis Galton (1879), sugerindo que esse tipo de associação permite revelar memórias. Essa técnica, amplamente utilizada na psicologia clínica, nos permitiu hoje ter uma ferramenta bem estabelecida para explorar os mecanismos do pensamento. Na "associação livre de palavras", são apresentados estímulos verbais ou visuais e os participantes são solicitados a associar palavras a esses estímulos, permitindo revelar as suas representações

sociais (Rodrigues, Ballester, Saenz-Navajas, e Valentin, 2015; Son et al., 2014), acessando indiretamente suas ideias, valores, crenças, sentimentos e atitudes (Will, Eadie, e Macaskill, 1996). Assume-se que as associações que primeiro vêm à mente são as mais relevantes para as decisões relacionadas à escolha do produto (Roininen, Arvola, e Lähteenmäki, 2006). Uma vez que, as associações são produzidas, o estágio de processamento de dados é extremamente importante e a abordagem deve ser escolhida com cuidado.

Vários métodos têm sido utilizados para investigar a estrutura e o conteúdo das representações sociais, no entanto, a abordagem estrutural – teoria do núcleo central – proposta por Abric (1976), teve grande sucesso de aplicabilidade. Nesta teoria, as representações sociais são organizadas em torno de um núcleo central e um sistema periférico (este formado por elementos que gravitam ao redor do núcleo central). Eles têm finalidades diferentes na estrutura da representação; o núcleo central tem uma função estruturante, é estável, dá sentido à representação e sua organização é afetada pela memória coletiva. Os elementos periféricos, que são mais flexíveis, são sensíveis aos efeitos do contexto e integram as variações individuais resultantes das experiências anteriores dos indivíduos (Abric, 2003; Nacef, 2018). O presente trabalho segue essa abordagem estrutural, proposta por Abric (1976).

4.1.2 Hambúrguer como um objeto da representação social

Entre os produtos cárneos processados, os hambúrgueres são apreciados por muitos consumidores, especialmente pela nova geração (Afshari et al., 2017). O elevado consumo deve-se, principalmente, à combinação do rápido preparo e das características sensoriais agradáveis (Mizi et al., 2019). No entanto, atualmente, devido à crescente demanda dos consumidores por produtos mais saudáveis, a indústria cárnea tem sido incentivada a oferecer produtos com teor de sódio e gordura reduzido, a fim de minimizar seus efeitos negativos à saúde humana (Afshari et al., 2017).

Diante dessa preocupação, Patinho et al. (2019) demonstraram o uso potencial do cogumelo *A. bisporus* como substituto parcial da gordura suína em hambúrguer bovino, sem prejudicar a qualidade sensorial. A incorporação de

cogumelos em hambúrgueres de carne foi recentemente pesquisada e resultados favoráveis foram reportados (Spencer, Cienfuegos, e Guinard, 2018; Summers et al., 2017; Sirimuangmoon et al., 2016; Guinard et al., 2016; Myrdal Miller et al., 2014) atendendo às necessidades sensoriais dos consumidores.

Portanto, o estudo da representação social do consumidor parece ser necessário para entender esta "transição" entre o consumo de um alimento tradicional (hambúrguer) para um alimento modificado (adição de cogumelos). Na ciência de alimentos, outras categorias ou características relacionadas aos alimentos foram usadas como objetos de representações: novos alimentos (Huotilainen e Tuorila, 2005) e alimentos desconhecidos, como flores comestíveis (Rodrigues et al., 2017) e insetos comestíveis (Bisconsin-Júnior et al., 2020), alimentos éticos e antiéticos (Mäkiniemi, Pirttilä-Backman, e Pieri, 2011), alimentos orgânicos (Bartels e Reinders, 2010), leguminosas (Melendrez-Ruiz et al., 2020), descritores sensoriais como complexidade e mineralidade dos vinhos (Parr et al., 2011; Rodrigues et al., 2015), o conceito de "arroz bom" (Son et al., 2014), carne de cordeiro (de Andrade et al., 2016), queijo coalho (Soares et al., 2017) e produtos de ostras (Debusquet et al., 2012). Neste trabalho, exploramos a representação social de um produto que está entre os mais populares do mundo (Rios-Mera et al., 2019), o hambúrguer tradicional fabricado integralmente com carne (objeto 1), contrastando com a representação do hambúrguer adicionado de "cogumelos" (objeto 2).

4.1.3 Objetivos e hipóteses

O objetivo do presente estudo foi avaliar a representação social de hambúrgueres "tradicionais" e hambúrgueres adicionados com "cogumelos". Para isso, focamos em dois fatores: consumidores de ambos os sexos (ver Rodrigues, Gomez-Corona e Valentin, 2019 para uma revisão sobre diferenças entre sexo e gênero) e consumidores com diferentes Índice de Massa Corporal (IMC). Neste contexto, surge a seguinte pergunta: os consumidores deste estudo têm representações comuns ou diferentes? Nossa primeira hipótese é que as representações sociais dos hambúrgueres não são as mesmas entre os consumidores brasileiros de diferentes grupos sociais. Essas diferenças nas

representações podem mostrar os principais critérios usados pelos consumidores e explicar por que os hambúrgueres com adição de cogumelos cada vez mais vêm ganhando espaço no setor de alimentação. Nossa segunda hipótese é que existe um efeito entre sexo e índice de massa corporal (IMC) sobre a frequência de citação das palavras evocadas. Finalmente, a terceira hipótese indica que a estrutura da representação social dos hambúrgueres "originais" e "cogumelos" é diferente, dependendo dos hábitos de consumo.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Análise sensorial

A tarefa associação livre de palavras foi realizada em junho de 2019, seguindo as recomendações de Rodrigues et al. (2017). A coleta dos dados foi realizada no sistema Compusense Cloud (Compusense Inc., Guelph, Ont., Canada). Todos os avaliadores preencheram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aprovado pelo comitê de ética, sob número CAAE: 98168118.4.0000.

4.2.2 Procedimento

4.2.2.1 Participantes

Foram utilizados 209 consumidores, recrutados por meio de anúncios impressos e avisos nas redes sociais. Os alunos, funcionários e visitantes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) preencheram as informações sociodemográficas, que são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1. Perfil sociodemográfico dos consumidores.

	Consumidores (%)
Gênero	
Homens	42
Mulheres	58
Idade	
18-30 anos	89
31-40 anos	5,74
41-50 anos	1,43
51-61 anos	3,83
Nível de educação	
Ensino médio incompleto	3
Ensino médio completo	9
Superior incompleto	56
Superior completo	5
Pós-graduação incompleto	16
Pós-graduação completo	11

Todos os participantes eram consumidores de hambúrguer bovino. Eles foram questionados se alguma vez consumiram hambúrguer elaborado com outras fontes proteicas (ex: insetos, ingredientes vegetais). Quando a resposta foi afirmativa, os participantes foram questionados sobre a frequência de consumo de hambúrguer formulado com outras fontes proteicas. Sendo assim, 49% responderam nunca terem consumido, 32% declaram que consumiram algumas vezes na vida, 12% poucas vezes por ano, 4% pelo menos uma vez por mês, 1% pelo menos uma vez por semana e 2% consumiram apenas uma vez na vida.

4.2.2.2 Familiarização

Antes de iniciar o método, os participantes foram familiarizados com teste, com o intuito dele ser executado da mesma maneira por todos os participantes. A familiarização durou cerca de 15 min, com uso de um notebook. Usando o link do teste, foi explicado ao participante como usar o software, ressaltando que não

havia respostas certas ou erradas, apenas a percepção. Os participantes foram convidados a mencionar as cinco primeiras palavras, pensamentos ou sentimentos que viessem espontaneamente à sua mente quando o pesquisador dissesse a palavra indutora "céu" e, em seguida, indicar a importância e valência de cada palavra. Após essa etapa, os participantes, familiarizados com o procedimento, foram acondicionados em cabines sensoriais individuais para realizar o teste final.

4.2.2.3 Tarefa associação livre de palavras

O teste começou com a seguinte instrução: "Escreva cinco palavras, pensamentos ou sentimentos que vêm a sua mente quando você vê essa imagem"? Na imagem a palavra de estímulo "original" foi apresentada (Figura 1a). Os consumidores eram livres para usar as cinco palavras que desejassem. Posteriormente, os participantes tiveram que avaliar a importância de cada palavra que produziram na etapa anterior, usando uma escala de sete pontos (1 = pouco importante, a 7 = muito importante). Em seguida, eles foram solicitados a classificar a valência de cada palavra, utilizando novamente uma escala de sete pontos, variando de (-3) muito negativo a (+3) muito positivo. Finalmente, a segunda palavra de estímulo "cogumelos" (Figura 1b) foi apresentada aos participantes e o mesmo procedimento foi realizado. A duração total do teste, incluindo a fase de treinamento, variou de 20 a 30 min.



Figura 1a



Figura 1b

Figura 1. Imagem do produto utilizada no estudo. 1a: Hambúrguer original. 1b: Hambúrguer com adição de cogumelos.

4.2.3 Análise dos dados

4.2.3.1 Lematização e categorização

Antes de realizar qualquer análise, as palavras evocadas foram formatadas e agrupadas. O primeiro passo foi verificar erros de digitação e/ou ortografia no idioma original – português. O segundo passo foi operar uma lematização (Bécue-Bertaut, Álvarez-Esteban, e Pagès, 2008) que converte cada palavra em sua forma padronizada, conhecida como lema, que identifica as palavras raiz e exclui todos os conectores, termos auxiliares e advérbios. Cinco pesquisadores diferentes, com no mínimo dois anos de experiência em pesquisas com consumidores, avaliaram os dados e classificaram as palavras em categorias. O terceiro passo foi comparar as categorias dos pesquisadores e reagrupar os sinônimos usando um dicionário, se necessário. As palavras com maior frequência de elicitação foram usadas para agrupar e renomear todos os sinônimos. O quarto passo foi avaliar palavras ambíguas, difíceis de reagrupar. Elas foram cuidadosamente analisadas por três pesquisadores, que decidiram se elas poderiam ser reagrupadas ou mantidas como palavras independentes (com baixa frequência de elicitação). Essa etapa foi realizada com cuidado, para evitar o qualquer viés (Symoneaux, Galmarini, e Mehinagic, 2012). Ao final do processo, as categorias finais foram decididas consensualmente. Após a formatação das palavras evocadas, a análise dos dados incluiu três etapas (Tabela 2) para testar diferentes hipóteses: frequência de cada termo, análise de correspondência e análise prototípica.

Tabela 2. Esquema geral das etapas utilizadas para analisar a representação do hambúrguer com as hipóteses, dados usados e resultados.

	Etapa 1. Frequência de cada termo	Etapa 2. Análise de correspondência	Etapa 3. Análise prototípica
Hipótese testada	H1: Os elementos da representação social de hambúrguer original e cogumelos são diferentes	H2: Existe um efeito entre gênero e índice de massa corporal (IMC) sobre a frequência de elicitação das palavras evocadas	H3: A estrutura da representação social do hambúrguer original e cogumelos é diferente dependendo dos hábitos de consumo
Dados utilizados	Palavras evocadas após formatação e categorização	Tabela de contingência de dados agregados em função do IMC, gênero e estímulo	Frequência de elicitação dos termos e a importância deles
Resultados	Frequência de elicitação das palavras	Diferentes respostas baseadas no gênero, IMC e tipo de estímulo (Análise de Correspondência)	Estrutura da representação social, desde a parte central até a periferia

4.2.3.2 Frequência de cada categoria e dimensão sensorial

Um total de 2.090 palavras foram mencionadas pelos participantes. Após a redução dos termos por lematização e agrupamento, a frequência de cada palavra foi calculada. Esta tarefa foi executada por cinco pesquisadores com ampla experiência em estudo com consumidores, seguindo as recomendações de Guerrero et al. (2010), para equilibrar as influências subjetivas de um pesquisador individual (Guerrero et al., 2009). O mesmo procedimento foi usado para mesclar as categorias em dimensões. A partir das duas expressões indutoras "original" e "cogumelos", foi gerado o corpus apresentado nas Tabelas 3 e 4. Ao final, foram obtidas 37 categorias de palavras para "original" e 40 para "cogumelos". Essas categorias de palavras deram origem a 18 e 20 dimensões, respectivamente.

Tabela 3. Dimensões, categorias e exemplos de palavras usadas pelos participantes para hambúrguer original.

Dimensões	Categorias	Exemplos de palavras usadas pelos participantes	Frequência de menção
Características sensoriais	<i>Textura</i>	Maciez, Macio	21
	<i>Sabor</i>	Salgado	13
		Temperado	10
	<i>Aroma</i>	Aromático, Cheiroso	5
	<i>Aparência</i>	Grelhado	10
Enorme, Exagerado, Grande, Chamativo, Lindo, Bonito		9	
Sentimento positivo	<i>Felicidade</i>	Amo, Felicidade, Feliz, Amor, Saudade, Paraíso	37
	<i>Satisfação</i>	Satisfação, Satisfatório, Satisfeito, Saciez, Saciedade	28
	<i>Alegria</i>	Alegria	12
	<i>Calma</i>	Calma	1
Consumo (ocasião)	<i>Amigos</i>	Diversão, Risos, Festa, Conversa	12
	<i>Lazer</i>	Passeio, Socializar, Viagem, Família, Churrasco, Comemorações, Confraternização, Domingo, Fim de semana, Sábado, Férias	10
Consumo (ambiente)	<i>Ambiente</i>	Av. Paulista, Bar, Burger King, Burguês, Lanchonete, McDonald's, Restaurante, Shopping	18
Consumo (ingrediente)	<i>Carne</i>	Animal, Boi, Carne, Proteína, Hambúrguer	39
	<i>Queijo</i>	Queijo, Queijo derretido, Cheddar	10
	<i>Bacon</i>	Bacon	9
	<i>Salada</i>	Alface crocante, Salada	6
	<i>Molho</i>	Pimenta, Ketchup	5
Consumo (prato)	<i>Fast food</i>	Delivery, Fast food, Rápido, Batata frita, Coca cola	21
	<i>Lanche</i>	Lanche, Recheio	14
	<i>Comida</i>	Alimentação, Alimento, Almoço, Comida, Refeição	10
Fisiológico	<i>Fome</i>	Fome, Gula	129
	<i>Desejo</i>	Água na boca, Comería, Quero, Tentação, Vontade, Vontade de comer, Desejo	23

Dimensões	Categorias	Exemplos de palavras usadas pelos participantes	Frequência de menção
Delicioso	<i>Gostoso</i>	Divino, Gostoso	91
	<i>Delicioso</i>	Delícia, Delicioso	19
	<i>Apetitoso</i>	Apetite, Apetitoso	11
Suculento	<i>Suculento</i>	Úmido, Caldo, Suculento, Suculência	81
Saboroso	<i>Saboroso</i>	Saboroso	73
Gorduroso	<i>Gorduroso</i>	Gordo, Gordura, Gorduroso	58
Agradável	<i>Prazer</i>	Prazer, Prazeroso	39
	<i>Bom</i>	Bom	5
Atributo extrínseco	<i>Preço</i>	Caro, Custo, Preço	27
	<i>Qualidade</i>	Agronegócio, Industrializado, Qualidade	9
Gourmet	<i>Gourmet</i>	Caprichado, Capricho, Gourmet, Especial	6
Novidade	<i>Curiosidade</i>	Curiosidade, Interessante	4
Diferente	<i>Diferente</i>	Diferente, Diverso, Variedade	3
	<i>Novo</i>	Propaganda, Marketing, Novo	2
Saúde	<i>Saudável</i>	Saudável	1
Vegetal	<i>Vegetariano</i>	Vegetariano	1

Tabela 4. Dimensões, categorias e exemplos de palavras usadas pelos participantes para hambúrguer com adição de cogumelos.

Dimensões	Categorias	Exemplos de palavras usadas pelos participantes	Frequência de menção
Características sensoriais	<i>Textura</i>	Maciez, Macio, Boa textura	19
	<i>Sabor</i>	Sabor diferente, Paladar, Sabor acentuado de cogumelos, Sabor distinto	14
		Temperado, Tempero	9
	<i>Aroma</i>	Aromático, Cheiroso	10
	<i>Aparência</i>	Alto, Duplo, Grande, Bonito, Atrativo, Colorido, Fresco	4
Sentimento positivo	<i>Satisfação</i>	Grelhado, Amarelo	4
		Satisfação, Satisfatório	17
	<i>Felicidade</i>	Felicidade, Feliz, Tranquilidade	15

Dimensões	Categorias	Exemplos de palavras usadas pelos participantes	Frequência de menção
	<i>Alegria</i>	Alegria	5
Consumo (ocasião)	<i>Amigos</i>	Sair em amigos, Jovens, Experiência, União, Diversão	6
	<i>Lazer</i>	Passeio, Socializar, Viagem, Família, Comemoração	3
Consumo (ambiente)	<i>Ambiente</i>	Lanchonete, McDonald's, Paris	2
Consumo (ingrediente)	<i>Salada</i>	Alface, Rúcula, Salada	9
	<i>Queijo</i>	Queijo	7
	<i>Molho</i>	Mostarda	6
	<i>Carne</i>	Carne, Proteína	4
	<i>Bacon</i>	Bacon	1
Consumo (prato)	<i>Comida</i>	Comida, Frango xadrez, Refeição	8
	<i>Fast food</i>	Fast food, Pressa, Rápido, Prático	3
	<i>Lanche</i>	Lanche, Cebola, Pão	3
Diferente	<i>Diferente</i>	Diferente, Peculiar, Atípico, Incomum, Caseiro, Estranho, Exótico, Esquisito	85
Delicioso	<i>Gostoso</i>	Adoro, Gostoso, Maravilhoso, Muito bom, Apetitoso	66
	<i>Delicioso</i>	Delícia, Delicioso	19
Saúde e Nutrição	<i>Saudável</i>	Fitness, Mais saudável, Saudabilidade, Saudável, Saúde, Light, Nutritivo	65
Saboroso	<i>Saboroso</i>	Saboroso	49
Vegetal	<i>Vegetariano</i>	Vegetariano	48
	<i>Vegano</i>	Floresta, Não origem animal, Planta, Vegetais, Verdura, Verde	10
Fisiológico	<i>Fome</i>	Fome, Gula	46
	<i>Desejo</i>	Comeria, Desejo, Quero, Vontade, Vontade de comer, Provar, Experimentar	17
Atributo extrínseco	<i>Preço</i>	Caro, Custo, Preço	36
	<i>Qualidade</i>	Qualidade	3
Suculento	<i>Suculento</i>	Úmido, Molhado, Suculência, Suculento demais	36
Novidade	<i>Novo</i>	Alternativo, Inovação, Moda, Moderno, Novo, Opção, Substituto, Surpreso	30

Dimensões	Categorias	Exemplos de palavras usadas pelos participantes	Frequência de menção
	<i>Curiosidade</i>	Curioso, Curiosidade, Interessante, Interesse, Inclusivo	21
	<i>Novidade</i>	Novidade, Futuro, Propaganda, Tendência	13
	<i>Apetitoso</i>	Apetite, Apetitoso	5
Agradável	<i>Prazer</i>	Prazeroso, Leve, Leveza, Ótimo, Top, Aceitável, Comodidade	17
	<i>Bom</i>	Bom	9
Natural	<i>Natural</i>	Natural, Orgânico	10
Rejeição	<i>Não gosto</i>	Desgosto, Indesejável, Não, Não atrativo, Não gosto, Não gosto de cogumelos, Negação, Pedir outra coisa, Ruim, Nojo, Desinteresse, Péssimo, Sem graça	10
Gorduroso	<i>Gorduroso</i>	Amanteigado, Gordura, Gorduroso, Manteiga	9
Gourmet	<i>Gourmet</i>	Especial, Gourmet, Representativo, Sofisticado	6

4.2.3.3 Análise prototípica da representação social

Para encontrar as áreas centrais e periféricas da representação social dos grupos de consumidores de hambúrguer, utilizamos a análise prototípica inspirada nos trabalhos de Vergès (1992); Vergès, Tyszka, & Vergès (1994) e adaptada por (Abric, 2003). Para esse autor, as representações sociais podem ser divididas em quatro zonas (Figura 2) cruzando a importância das palavras evocadas com sua frequência de elicitación. A primeira zona, que agrupa os elementos com "alta importância e alta frequência", é o núcleo central e seu papel principal é dar estrutura e significado ao conteúdo da representação. Os elementos aqui encontrados estão diretamente vinculados e determinados por condições históricas, sociológicas e ideológicas (Abric, 1993) compartilhados coletivamente. A zona 2, "alta frequência e baixa importância" agrupa os elementos que correspondem à primeira periferia da representação e refletem experiências individuais, podendo ser considerada como uma interface entre o sistema central e a realidade cotidiana de um grupo social (Lo Monaco e Guimelli, 2008). Na zona 3, encontram-se os elementos contrastantes, que têm

"baixa frequência e alta importância" e são os elementos menos compartilhados. Essa zona geralmente revela a existência de subgrupos minoritários com uma representação diferente. A zona 4, que corresponde à "baixa frequência e baixa importância", denominada segunda periferia, fornece os elementos menos presentes na representação.

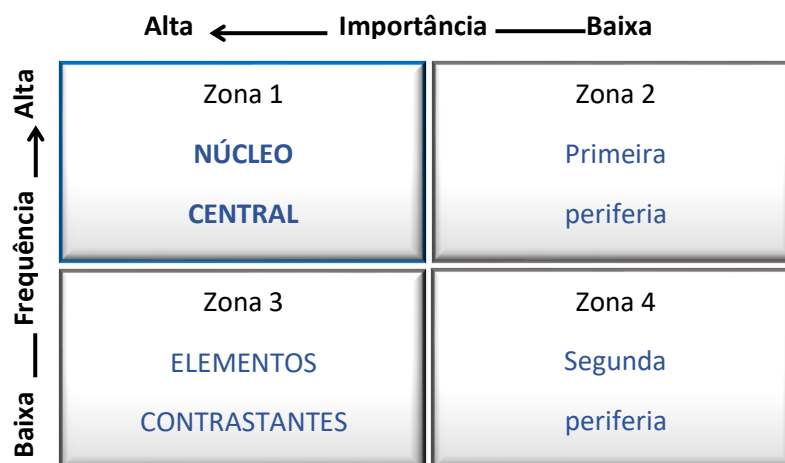


Figura 2. Análise de importância-frequência mostrando as 4 zonas em uma abordagem estrutural da representação social (adaptado de Abric, 2003).

Com isso em mente, foram determinados pontos de corte de frequência e importância para cada expressão segundo Vergès (1992). A frequência de elicitação das palavras foram plotadas em ordem decrescente, sendo o ponto de corte a máxima diferença entre duas frequências sucessivas. O ponto de corte da importância das palavras foi obtido pela média de todas as palavras evocadas, como recomendado por Gómez-Corona et al. (2016).

4.2.3.4 Índice de polaridade

Para avaliar a atitude associada às palavras usadas nas representações sociais, foi calculado o índice de polaridade (de Rosa, 2002). A partir da valência de cada palavra evocada (positiva ou negativa), a polaridade foi calculada de acordo com a Equação (1):

$$\text{Índice de polaridade (P)} = \frac{\text{número de palavras positivas} - \text{número de palavras negativas}}{\text{número total de palavras evocadas}} \quad (1)$$

No presente estudo, o índice de polaridade foi calculado por palavra. Por exemplo, o índice de polaridade de *preço* é calculado pelo número de vezes que ele tem conotações positivas, menos a frequência de suas conotações negativas, dividido pela frequência total de elicitación da palavra *preço*. O índice pode assumir um valor de -1,0 a +1,0. Valores de P de -1 a -0,1 indicam que a palavra tem uma conotação negativa. Valores de P de +0,1 a +1,0 indicam que a maioria dos participantes deram uma conotação positiva a essa palavra (de Rosa, 2002).

4.2.3.5 Análise de correspondência

Para encontrar possíveis diferenças/similaridades entre gênero (F x M) e índice de massa corporal (IMC obesidade classe 1; pré-obesidade; abaixo do peso e peso normal) e estímulos (O x C), os participantes foram agregados em 16 categorias (2*4*2). Uma tabela de contingência com 16 linhas e 2.090 colunas foram utilizadas na AC, sendo eliminadas palavras com frequência inferior a 5% para manter apenas atributos relevantes e obter uma representação estável (Lebart, Piron, e Morineau, 2006). A AC foi construída usando as distâncias χ^2 , no ambiente R versão 3.2.1 usando o pacote FactoMineR (Lê, Josse, e Husson, 2008).

4.3 Resultados

4.3.1 Frequência de elicitación das palavras por estímulo

Como pode ser visto na Figura 3, a palavra com maior frequência de menção para o hambúrguer original foi *fome*. Outras palavras com alta frequência de menção estiveram relacionadas às características sensoriais do hambúrguer, como *suculento*, *gorduroso*, *maciez* e *temperado* ou com momentos de consumo (ambiente, amigos e lazer). Em relação à Figura 4, é interessante destacar que a palavra *diferente* foi a mais citada pelos participantes, sugerindo que o hambúrguer com adição de cogumelos realmente não era considerado um produto habitual entre os consumidores.

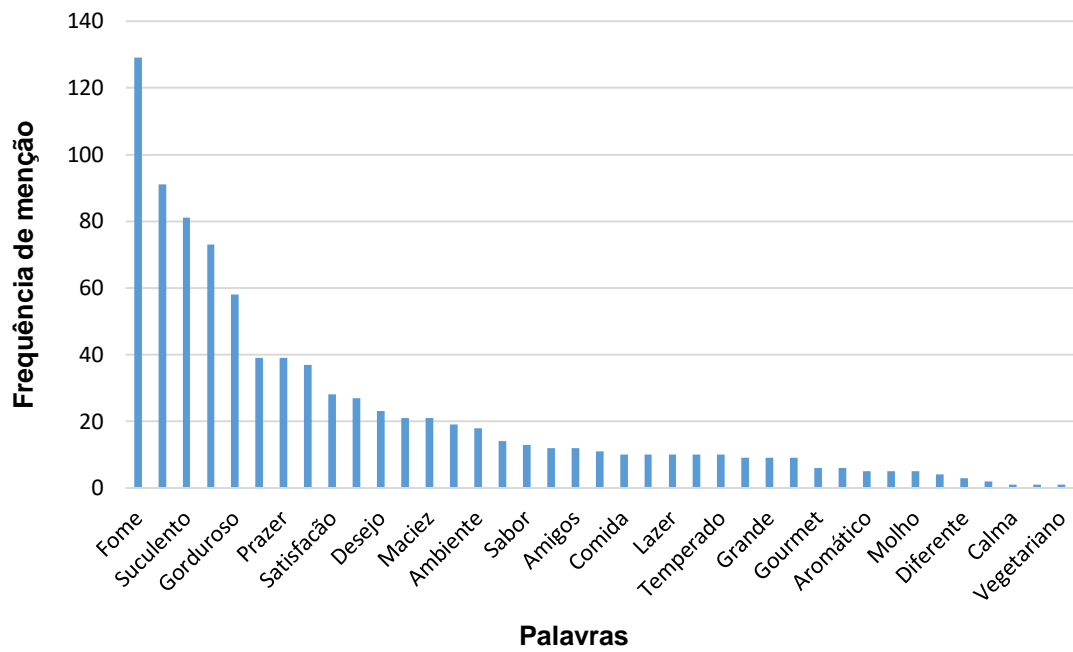


Figura 3. Frequência de menção das palavras mencionadas pelos consumidores para hambúrguer original.

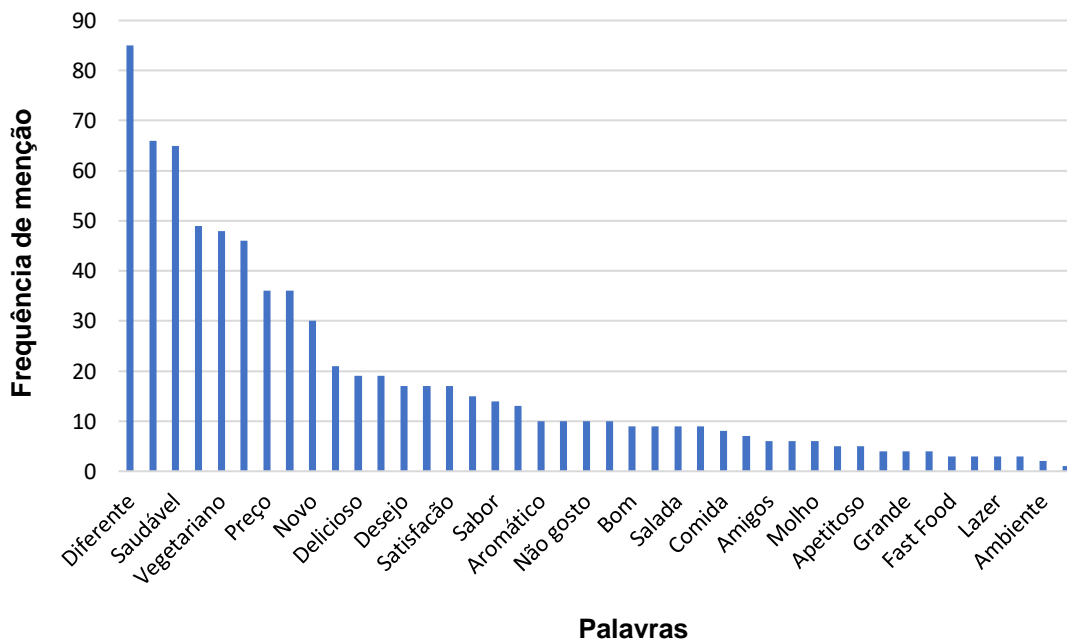


Figura 4. Frequência de menção das palavras mencionadas pelos consumidores para hambúrguer com adição de cogumelos.

4.3.2 Análise de correspondência

As duas primeiras dimensões da AC (Figura 5) representam 67,98% da informação original. Os resultados da AC mostram a presença de três grupos de consumidores, que destacam as diferenças entre gênero, IMC e tipo de estímulo. O grupo 1 (01 MO e 01 FO) consiste em consumidores de gêneros diferentes (masculino x feminino), ambos se referem ao hambúrguer original e estão agrupados na classe de obesidade 1. Nesse grupo os consumidores identificaram o hambúrguer original com as palavras: *queijo, suculento, temperado, comida, saboroso, alegria, calma, salada e delicioso*.

O grupo 2 (01 FC e POFC) integra apenas o gênero feminino, com palavras associadas ao hambúrguer com cogumelos, como o atributo extrínseco *preço*, uma dimensão para *diferente* e outra para *vegetariano*, um atributo sensorial (*sabor*) e mais duas dimensões: *gourmet* e *saudável*. Os consumidores foram agrupados por obesidade classe 1 e pré-obesidade.

O grupo 3, por outro lado, abrange os consumidores do gênero feminino e masculino, estímulo original e cogumelos e IMC correspondente ao peso normal, obesidade classe 1, pré-obesidade e abaixo do peso. Os consumidores identificaram tanto o hambúrguer original quanto o hambúrguer com cogumelos com palavras que correspondem às características sensoriais, sentimentos e momentos de consumo.

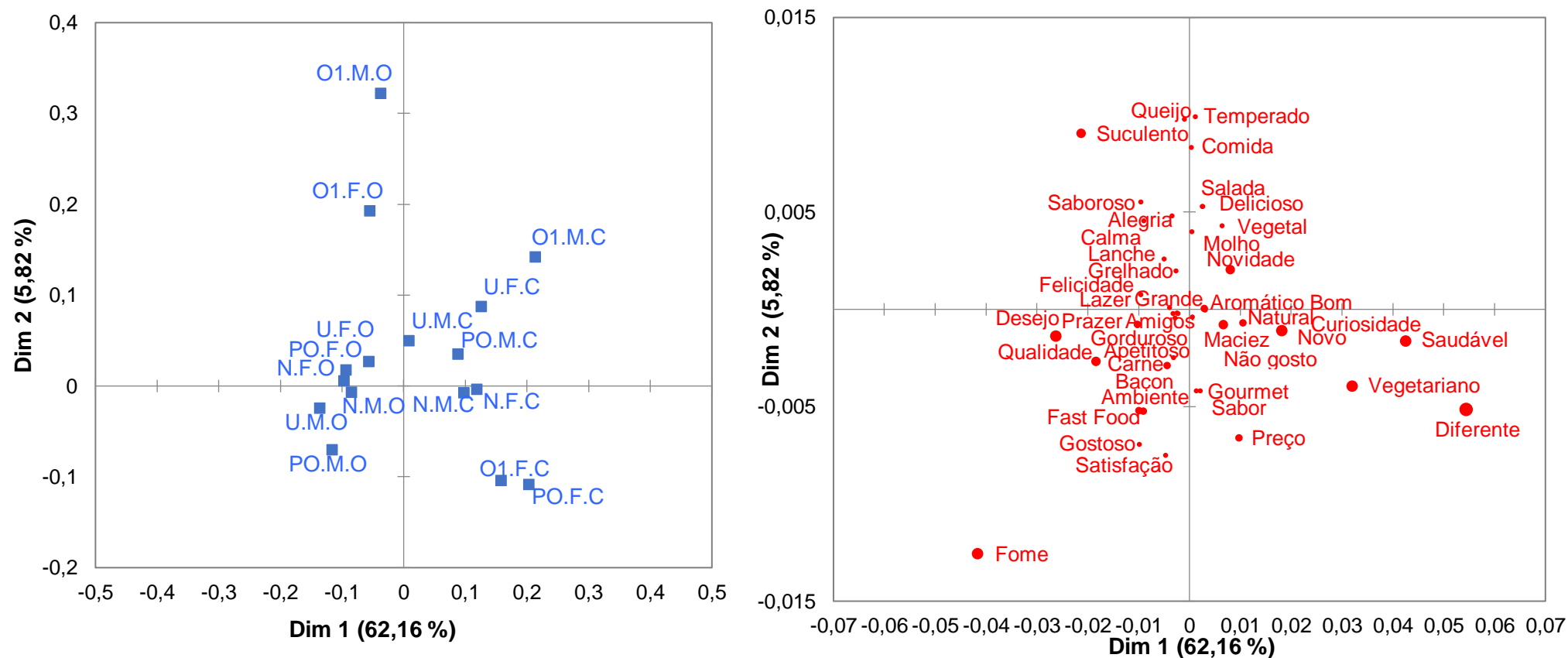


Figura 5. Análise de correspondência sobre as categorias de respostas dos consumidores baseadas no gênero, índice de massa corporal (IMC) e tipo de estímulo. 01.M.O (obesidade classe 1, gênero masculino, original); 01.M.C (obesidade classe 1, gênero masculino, cogumelos); 01.F.O (obesidade classe 1, gênero feminino, original); 01.F.C (obesidade classe 1, gênero feminino, cogumelos); PO.M.O (pré-obesidade, gênero masculino, original); PO.M.C (pré-obesidade, gênero masculino, cogumelos); U.M.O (abaixo do peso, gênero masculino, original); U.M.C (abaixo do peso, gênero masculino, cogumelos); N.F.O (peso normal, gênero feminino, original); N.F.C (peso normal, gênero feminino, cogumelos); N.M.O (peso normal, gênero masculino, original); N.M.C (peso normal, gênero masculino, cogumelos); PO.F.C (pré-obesidade, gênero feminino, cogumelos); PO.F.O (pré-obesidade, gênero feminino, original); U.F.C (abaixo do peso, gênero feminino, cogumelos); U.F.O (abaixo do peso, gênero feminino, original).

4.3.3 Análise estruturada da representação social

O presente estudo investigou as diferenças nas representações sociais de hambúrgueres (original *versus* cogumelos) por consumidores brasileiros e como seus hábitos de consumo podem afetar essas representações. As palavras evocadas foram analisadas de acordo com a teoria central da representação social de Abric (1994) para trazer à tona o conteúdo e a estrutura (relações entre os elementos constituintes) da representação. A partir de agora as palavras evocadas serão nomeadas como "elementos".

Para os consumidores de hambúrguer original (Figura 6) o núcleo central que agrupa os elementos considerados muito importantes e comuns para a maioria dos participantes (alta frequência de elicitação e importância) contém dois atributos sensoriais (*suculento* e *saboroso*), dois aspectos hedônicos (*gostoso* e *prazer*), um ingrediente (*carne*) e uma emoção (*felicidade*). De acordo com o índice de polaridade (Figura 7), todos esses elementos têm conotações positivas. Por outro lado, a primeira periferia, que têm alta frequência e baixa importância, contém apenas um elemento com conotação negativa (*gorduroso*).

Nossos resultados mostram um núcleo central com um elevado número de elementos positivos. Apesar disso, nenhum elemento positivo foi encontrado na primeira periferia, deixando o núcleo desprotegido. Em outras palavras, os elementos do núcleo central poderão mudar em um período curto, pois não há elementos intimamente associados que possam "protegê-los" (Gómez-Corona et al., 2016).

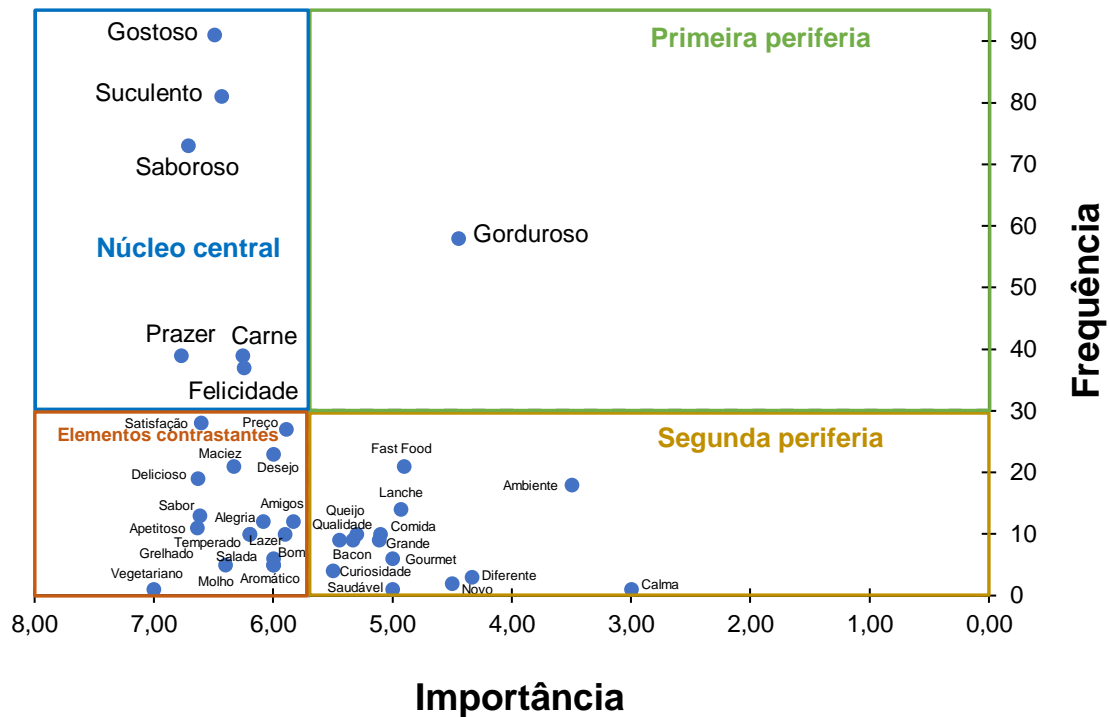


Figura 6. Quadrado de Vergès dos elementos evocados pelos consumidores para hambúrguer original.

A segunda periferia contém elementos com diferentes índices de polaridade, ou seja, com diferentes valências. *Fast food* teve uma conotação negativa e o restante dos elementos tiveram um índice de polaridade positivo. Na zona de contraste, que inclui elementos suscetíveis de alteração, observa-se que todos os elementos evocados são positivos e destacam-se por características sensoriais, aspectos hedônicos, sentimentos positivos, necessidades fisiológicas e momentos de consumo, aspectos relacionados às experiências vividas pelo indivíduo com aquele produto. Entretanto, essa zona contém um elemento negativo (*preço*) com base no índice de polaridade.

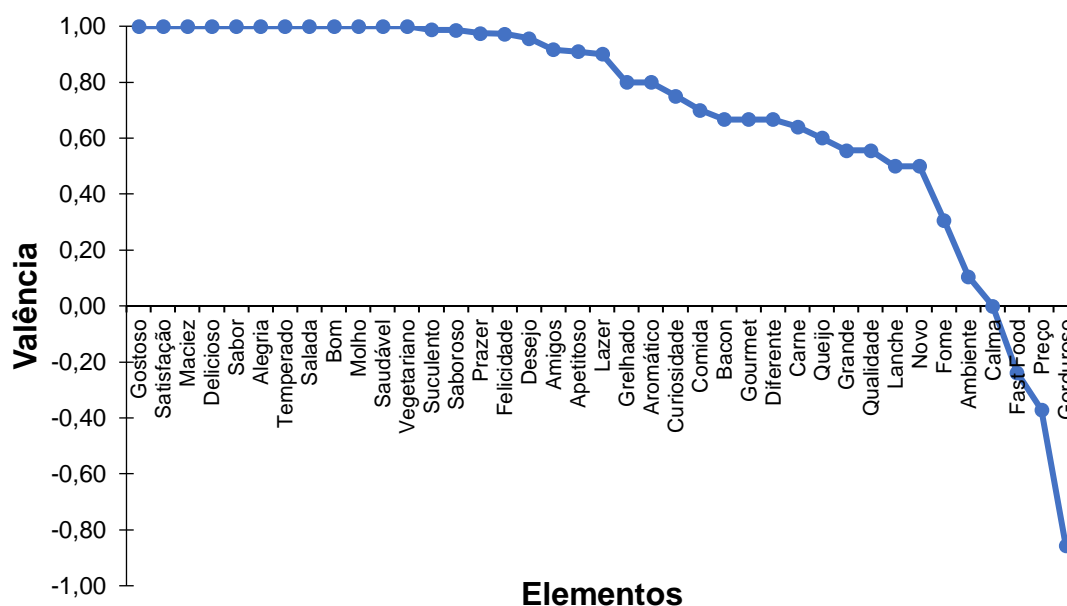


Figura 7. Índice de polaridade dos elementos evocados calculado para hambúrguer original.

Para o hambúrguer com adição de cogumelos, o núcleo central (Figura 8) é definido por elementos com índice de polaridade positivo (Figura 9), relacionados às propriedades sensoriais, como *saboroso* e *suculento*; hedônicas, como *gostoso*; e uma categoria que inclui alimentos *saudáveis*. A distância entre os elementos também pode nos dar uma ideia da relação entre eles (com base em sua importância e frequência de elicitação). *Gostoso* e *saudável* estão mais próximos um do outro do que os elementos *saboroso* e *suculento*. Nessa representação, todo o núcleo central é fortemente apoiado pelos elementos presentes na primeira periferia (Rodrigues et al., 2015). A primeira periferia contém apenas um elemento com conotação negativa (*preço*). Seguindo essa linha, podemos inferir que, para esse estímulo, os consumidores criaram a primeira periferia com mais elementos que protegem ou "cobrem" o núcleo central (Gómez-Corona et al., 2016). O núcleo central criado pelos consumidores baseia-se na ideia de que o uso de cogumelos na dieta é "saudável e nutritivo", representado pelo elemento central saudável (Rodrigues et al., 2017) e reflete a inovação do produto representado pelo elemento "novo" na primeira periferia.

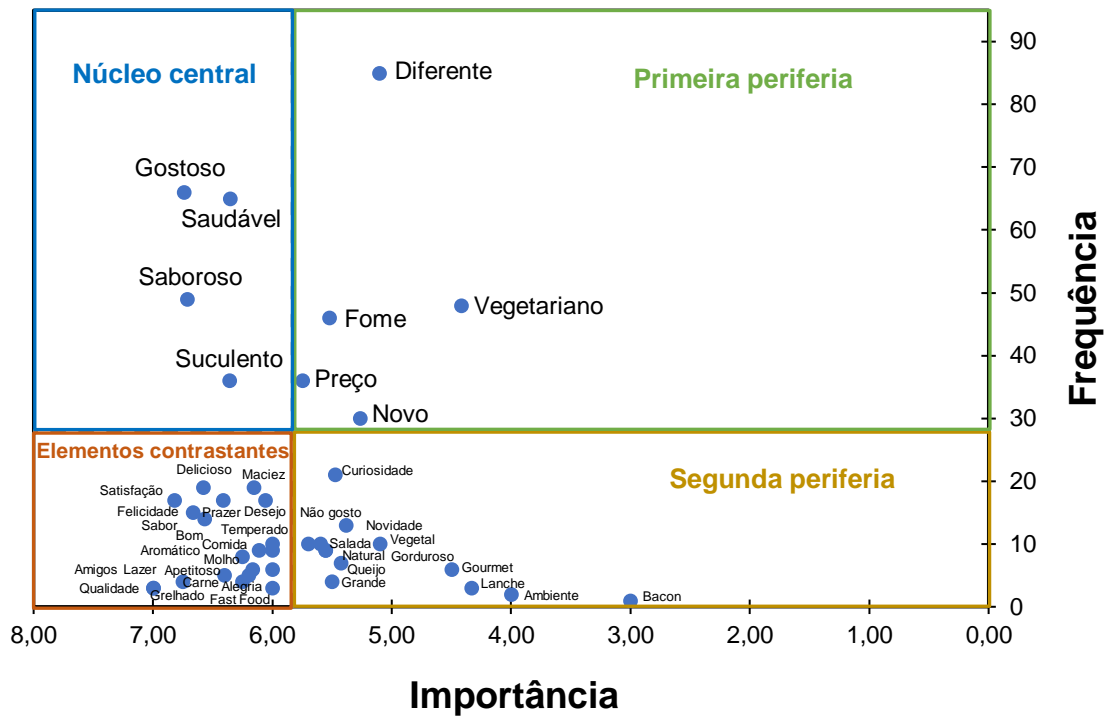


Figura 8. Quadrado de Vergès dos elementos evocados pelos consumidores para hambúrguer com adição de cogumelos.

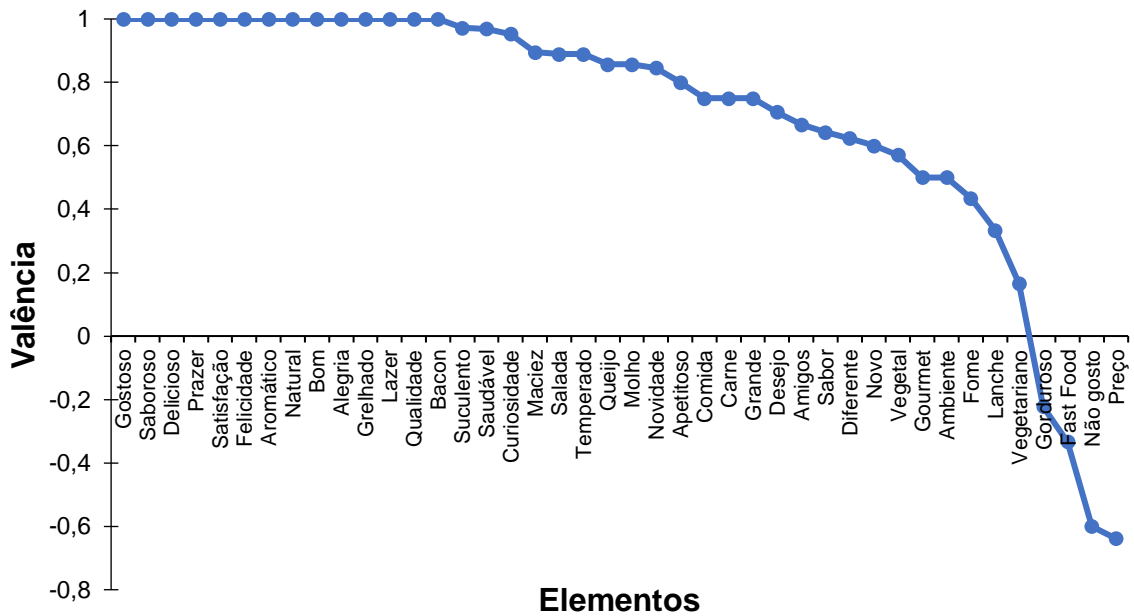


Figura 9. Índice de polaridade dos elementos evocados calculado para hambúrguer com adição de cogumelos.

A segunda periferia contém outros elementos com índice de polaridade positivo, como *curiosidade*, *novidade*, *salada*, *natural*, que sustentam o elemento saudável presente no núcleo central. Contudo, nessa periferia também observamos elementos com conotação negativa (*gorduroso* e *não gosto*) que evocam uma possível rejeição de alguns consumidores por não estar familiarizados com o consumo de cogumelos. Nesse caso, os elementos que indicam desaprovação em relação ao uso de cogumelos no hambúrguer são encontrados apenas na segunda periferia, o que nos mostra que esses elementos não são tão relevantes e, portanto, podem desaparecer facilmente da representação desse grupo social em um curto período.

Na zona de elementos contrastantes encontra-se um elemento com conotação negativa (*fast food*) sendo o restante positivo. Nessa zona, observa-se também elementos com características semelhantes ao núcleo central, como *delicioso*, que é próximo de *gostoso*.

No que diz respeito ao índice de polaridade, quando comparamos os resultados da polaridade com as áreas das representações sociais, podemos ver que, para ambas as expressões indutoras ("original" e "cogumelos"), em geral, a maioria dos participantes induziram a valência positiva aos elementos que produziram (ver Tabela 5 e 6). As principais semelhanças entre os estímulos foram observadas no aspecto hedônico (*gostoso*), que obteve a maior valência positiva e no atributo extrínseco (*preço*), que foi avaliado negativamente nas duas representações (Rodrigues et al., 2017).

Os consumidores consideraram o hambúrguer caro, especialmente o hambúrguer com cogumelos, que apresentou a maior valência negativa (28 vezes), sugerindo que o preço pode ser uma das barreiras para o produto obter sucesso no mercado. Esse resultado está de acordo com o estudo de Andrade et al. (2016), com carne de cordeiro. De fato, o hambúrguer desenvolvido com o propósito de atender nichos de mercado específicos é um pouco mais caro. Entretanto, outro ponto importante que merece ser destacado é que, no Brasil, o preço elevado de cogumelos frescos nas redes de distribuição é uma das razões que explica seu baixo consumo (Campo, Olleta, e Sañudo, 2008). Algumas pessoas não conseguem comprar esse tipo de produto com muita frequência e

seu consumo é apenas ocasional. Assim, era esperada essa conotação negativa para esse atributo extrínseco.

Além disso, algumas diferenças podem ser observadas. O elemento *fome* no hambúrguer "original" foi avaliado mais negativamente em sua classificação do que no "hambúrguer com cogumelos". Isto pode indicar que, para alguns consumidores, o elemento *fome* está associado a atender às suas necessidades fisiológicas e mostram um desapontamento quando isso não acontece.

Tabela 5. Frequência positiva, negativa e neutra dos elementos evocados para hambúrguer original.

Elementos	Frequência Positiva	Frequência Negativa	Frequência Neutra
Fome	74	33	27
Gostoso	91	0	0
Suculento	80	0	1
Saboroso	72	0	1
Gorduroso	1	25	2
Carne	27	2	10
Prazer	39	0	1
Felicidade	36	0	1
Satisfação	24	0	0
Preço	7	17	3
Desejo	22	0	1
<i>Fast Food</i>	6	11	4
Maciez	21	0	0
Delicioso	19	0	0
Ambiente	6	4	9
Lanche	8	1	5
Sabor	13	0	0
Alegria	12	0	0
Amigos	11	0	1
Apetitoso	10	0	1
Comida	7	0	3
Grelhado	8	0	2

Elementos	Frequência Positiva	Frequência Negativa	Frequência Neutra
Lazer	9	0	1
Queijo	7	1	2
Temperado	10	0	0
Bacon	6	0	3
Grande	6	1	2
Qualidade	7	2	0
Gourmet	5	1	0
Salada	6	0	0
Aromático	4	0	1
Bom	5	0	0
Molho	5	0	0
Curiosidade	3	0	1
Diferente	2	0	1
Novo	1	0	1
Calma	0	0	1
Saudável	1	0	0
Vegetariano	1	0	0

Tabela 6. Frequência positiva, negativa e neutra dos elementos evocados para hambúrguer com adição de cogumelos.

Elementos	Frequência Positiva	Frequência Negativa	Frequência Neutra
Diferente	54	1	30
Gostoso	66	0	0
Saudável	62	0	2
Saboroso	50	0	0
Vegetariano	18	10	20
Fome	29	9	8
Preço	5	28	3
Suculento	35	0	1
Novo	20	2	8
Curiosidade	20	0	1
Delicioso	19	0	0

Elementos	Frequência Positiva	Frequência Negativa	Frequência Neutra
Maciez	18	1	0
Desejo	14	2	1
Prazer	17	0	0
Satisfação	17	0	0
Felicidade	15	0	0
Sabor	10	1	3
Novidade	11	0	2
Aromático	10	0	0
Natural	10	0	0
Não gosto	1	7	2
Vegetal	4	0	3
Bom	9	0	0
Gorduroso	3	5	1
Salada	8	0	1
Temperado	8	0	1
Comida	6	0	2
Queijo	6	0	1
Amigos	4	0	2
Gourmet	4	1	1
Molho	6	0	1
Alegria	5	0	0
Apetitoso	4	0	1
Carne	3	0	1
Grande	3	0	1
Grelhado	4	0	0
<i>Fast Food</i>	1	2	0
Lanche	2	1	0
Lazer	3	0	0
Qualidade	3	0	0
Ambiente	1	0	1
Bacon	1	0	0

4.4 Discussão

De maneira geral, foi confirmado que a estrutura da representação social de hambúrguer "original" e "cogumelos" são realmente diferentes para os consumidores brasileiros. Resumidamente, o que fica claro, é que alguns elementos no núcleo central, como *gostoso*, *suculento* e *saboroso* são comuns às duas representações sociais, indicando alta importância para os consumidores. Gómez-Corona et al. (2016) sugerem que a semelhança dos elementos no núcleo central mostra um nível compartilhado de informações (simbolização) entre os consumidores.

No entanto, a estrutura de cada representação é distinta e isso pode ser devido às diversas associações ao estímulo apresentado (Rodrigues et al., 2015). O elemento *saudável* aparece no núcleo central do hambúrguer com cogumelos, propondo que esse elemento foi fortemente associado ao estímulo "cogumelos" pela maior parte dos consumidores. Foi surpreendente ter esse elemento no núcleo central em razão de ser um produto cárneo processado. Pois sabe-se que eles não carregam alegações de saudabilidade quando são avaliados pelos consumidores. Isto foi comprovado no hambúrguer original, que apresenta o elemento *gorduroso* na primeira periferia.

Além disso, é interessante notar que, para o estímulo "cogumelos", os consumidores criaram um núcleo central robusto e alimentaram as periferias da representação com elementos positivos, que protegem o núcleo, como *diferente*, *vegetariano*, *novo* e *natural*. Esse efeito foi estudado, especificamente, por Bordarie e Gaymard (2015), que demonstraram que a distância ao objeto afetou a valência dos elementos representacionais: quanto mais os participantes se sentiam preocupados com o objeto social estudado, mais eles relacionavam elementos positivos à representação desse objeto. Este conceito de distância ao objeto pode ser aplicado ao nosso estudo para explicar os resultados na estrutura da representação social de "hambúrguer com adição de cogumelos". Podemos observar que 14 elementos têm conotação positiva 1, baseado no índice de polaridade, o que indica uma atitude positiva dos consumidores em relação ao hambúrguer e nos leva ao seguinte resultado: a estrutura da

representação de hambúrguer com adição de cogumelos foi avaliada de forma muito positiva pelos consumidores brasileiros.

Os resultados da AC mostram diferenças entre gênero, IMC e tipo de estímulo na representação do hambúrguer. Os consumidores de hambúrguer original (gênero feminino e masculino) não associam as mesmas palavras para definir o hambúrguer em comparação com os consumidores de hambúrguer feito com cogumelos (gênero feminino).

Esse comportamento para o grupo 1 nos mostra que os consumidores, independente do gênero e consumo, usaram palavras semelhantes para definir o hambúrguer original, uma vez que esse produto (hambúrguer bovino comercial) já é conhecido e consumido pelos consumidores brasileiros.

No que diz respeito ao grupo 2, a presença do gênero feminino e a classificação do IMC justifica a elicitación das palavras. Atualmente, o setor de alimentos saudáveis corresponde a 13% da indústria brasileira. Em 2015, 79% dos consumidores brasileiros disseram ter trocado sua alimentação por comidas mais saudáveis. Entre os que compram produtos light, a maioria (62%) quer ter uma alimentação mais saudável, contra (55%) que querem perder peso (ABIA, 2019). As mudanças do estilo de vida da população e o cuidado com a saúde demandam uma alimentação mais conveniente, saudável e prática; o maior número de mulheres trabalhando fora do lar, procurando por produtos e serviços de alimentação que ofereçam benefícios e maior qualidade de vida é um mercado crescente (ABIA, 2019). Portanto, esse cenário também pode ter impactado as representações dos consumidores brasileiros, especificadamente o gênero feminino em relação ao hambúrguer feito com cogumelos.

Para finalizar, os consumidores também enfatizaram ocasiões de consumo na zona de elementos contrastantes para as duas representações, tais como: *comemoração* e *socializar*, sugerindo que o hambúrguer pode ser conceituado como um produto para ocasiões específicas, em vez de refeições diárias (de Andrade et al., 2016). Este resultado concorda com a importância do contexto de consumo na percepção e escolha de produtos alimentícios pelos consumidores (King et al., 2007; Köster, 2003).

Por tudo isso, nossos resultados podem orientar os profissionais da indústria ao definir estratégias de comunicação e marketing no mercado de hambúrguer, uma vez que essas estratégias devem levar em consideração a complexidade da percepção do consumidor e equilibrar todos os fatores identificados no presente estudo.

4.5 Conclusões

O presente estudo utilizou a abordagem da representação social para estudar a percepção de um novo produto alimentar "hambúrguer com adição de cogumelos" por consumidores brasileiros que diferem em gênero, IMC e hábitos de consumo.

Essa metodologia permitiu explorar as principais semelhanças e diferenças na representação social de hambúrguer. As informações extraídas do campo representacional das duas condições, original e cogumelos são diferentes. O uso de cogumelos refletiu uma condição de "novidade e saudabilidade". Esse fato pode explicar que, à medida que a representação do hambúrguer está mudando entre os consumidores, seus hábitos de consumo também estão mudando, situação que está sendo percebida no mercado com o crescimento constante da participação de hambúrgueres vegetarianos no setor de alimentação.

Assim, a possibilidade de introduzir cogumelos na mesa do consumidor brasileiro é tangível, uma vez que não se destaca a rejeição do produto (presente apenas na segunda periferia – baixa frequência e baixa importância) e as fazendas produtoras conseguem fornecer essa matéria-prima por um preço acessível ao setor industrial e para os produtores de hambúrguer artesanal.

Referências

- ABIA (2019). Associação Brasileira da Indústria de Alimentos. Access in https://www.abia.org.br/vsn/tmp_2.aspx?id=389, Accessed date: 12 October 2019.
- Abete, I., Romaguera, D., Vieira, A. R., Lopez De Munain, A., & Norat, T. (2014). Association between total, processed, red and white meat consumption and all-cause, CVD and IHD mortality: A meta-analysis of

- cohort studies. *British Journal of Nutrition*, 112(5), 762–775.
<https://doi.org/10.1017/S000711451400124X>
- Abric, J. (1976). *Jeux, Conflits et représentations sociales*, Thèse de doctorat, Université de Provence, Aix-en-Provence.
- Abric, J. C. (1993). Central system, peripheral system: their functions and roles in the dynamic of social representations. *Textes Sur Les Représentations Sociales*, 2(2), 75–78. Access in
https://www.researchgate.net/publication/284756719_Central_System_Peripheral_System_their_Functions_and_Roles_in_the_Dynamic_of_Social_Representations
- Abric, J. C. (1994). Méthodologie de recueil des représentations sociales. In J. C. Abric (Ed.), *Pratiques sociales et représentations. Exclusion sociale, insertion et prévention*, 59–82. Paris: PUF.
- Abric, J.C. (2003). La recherche du noyau central et de la zone muette des représentations sociales. In R. S.-A. Erès. (Ed.), In J. C. Abric (Ed.), *Méthodes d'étude des représentations sociales*, 59–80. Access in
<https://doi.org/10.3917/eres.abric.2003.01.0059>
- Afshari, R., Hosseini, H., Mousavi Khaneghah, A., & Khaksar, R. (2017). Physico-chemical properties of functional low-fat beef burgers: Fatty acid profile modification. *LWT - Food Science and Technology*, 78, 325–331.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.12.054>
- Bartels, J., & Reinders, M. J. (2010). Social identification, social representations, and consumer innovativeness in an organic food context: A cross-national comparison. *Food Quality and Preference*, 21(4), 347–352. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.08.016>
- Bécue-Bertaut, M., Álvarez-Esteban, R., & Pagès, J. (2008). Rating of products through scores and free-text assertions: Comparing and combining both. *Food Quality and Preference*, 19(1), 122–134.
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2007.07.006>
- Bisconsin-Júnior, A., Rodrigues, H., Behrens, J. H., Lima, V. S., da Silva, M. A. A. P., de Oliveira, M. S. R., ... Mariutti, L. R. B. (2020). Examining the role of regional culture and geographical distances on the representation of unfamiliar foods in a continental-size country. *Food Quality and Preference*, 79, 103779. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103779>
- Bordarie, J., & Gaymard, S. (2015). Social representations and public policy: influence of the distance from the object on representational valence. *Open Journal of Social Sciences*, 03(09), 300–305.
<https://doi.org/10.4236/jss.2015.39038>
- Campo, M. del M., Olleta, J. L., & Sañudo, C. (2008). Características de la carne de cordero com especial atención al ternasco de Aragón. Agencia aragonesa de seguridad alimentaria. Gobierno de Aragón. Access in
https://www.aragon.es/documents/20127/674325/DOCUMENTO_ORIGINA

L_CHARACTERISTICAS_CARNE_CORDERO.pdf/8de5e3ed-ce1c-2f21-8b72-501d34d199d7

- de Andrade, J. C., de Aguiar Sobral, L., Ares, G., & Deliza, R. (2016). Understanding consumers' perception of lamb meat using free word association. *Meat Science*, *117*, 68–74.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.02.039>
- de Rosa, A. S. (2002). The “associative network”: A technique for detecting structure, contents, polarity and stereotyping indexes of the semantic fields. - PsycNET. *European Review of Applied Psychology*, *52*(3–4), 181–200.
- Debuquet, G., Cornet, J., Adam, I., & Cardinal, M. (2012). Perception of oyster-based products by French consumers. The effect of processing and role of social representations. *Appetite*, *59*(3), 844–852.
<https://doi.org/10.1016/j.appet.2012.08.020>
- Donoghue, S. (2000). Projective techniques in Consumer Research. *Journal of Family Ecology and Consumer Sciences*, *28*.
- Fischler, C. (1988). Food, self and identity. *Social Science Information*, *27*(2), 275–292. <https://doi.org/10.1177/053901888027002005>
- Font-i-Furnols, M., & Guerrero, L. (2014). Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. *Meat Science*, *98*(3), 361–371. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.025>
- Galton, F. (1879). *Psychometric experiments. Brain* (2), 149–62, 1879 .
- Gómez-Corona, C., Lelievre-Desmas, M., Escalona Buendía, H. B., Chollet, S., & Valentin, D. (2016). Craft beer representation amongst men in two different cultures. *Food Quality and Preference*, *53*, 19–28.
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.05.010>
- Guerrero, L., Claret, A., Verbeke, W., Enderli, G., Zakowska-Biemans, S., Vanhonacker, F., ... Hersleth, M. (2010). Perception of traditional food products in six European regions using free word association. *Food Quality and Preference*, *21*(2), 225–233.
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.06.003>
- Guerrero, L., Guàrdia, M. D., Xicola, J., Verbeke, W., Vanhonacker, F., Zakowska-Biemans, S., ... Hersleth, M. (2009). Consumer-driven definition of traditional food products and innovation in traditional foods. A qualitative cross-cultural study. *Appetite*, *52*(2), 345–354.
<https://doi.org/10.1016/j.appet.2008.11.008>
- Guinard, J.-X., Myrdal Miller, A., Mills, K., Wong, T., Lee, S. M., Sirimuangmoon, C., ... Drescher, G. (2016). Consumer acceptance of dishes in which beef has been partially substituted with mushrooms and sodium has been reduced. *Appetite*, *105*, 449–459.
<https://doi.org/10.1016/J.APPET.2016.06.018>
- Harguess, J. M., Crespo, N. C., & Hong, M. Y. (2020). Strategies to reduce

- meat consumption: A systematic literature review of experimental studies. *Appetite*, 104478. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.104478>
- Huotilainen, A., & Tuorila, H. (2005). Social representation of new foods has a stable structure based on suspicion and trust. *Food Quality and Preference*, 16(7), 565–572. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.01.001>
- Imai, M., Kanero, J., & Masuda, T. (2016). The relation between language, culture, and thought. *Current Opinion in Psychology*. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2015.10.011>
- King, S. C., Meiselman, H. L., Hottenstein, A. W., Work, T. M., & Cronk, V. (2007). The effects of contextual variables on food acceptability: A confirmatory study. *Food Quality and Preference*, 18(1), 58–65. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.07.014>
- Köster, E. P. (2003). The psychology of food choice: Some often encountered fallacies. *Food Quality and Preference*, 14(5–6), 359–373. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(03\)00017-X](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(03)00017-X)
- Lê, S., Josse, J., & Husson, F. (2008). FactoMineR: An R package for multivariate analysis. *Journal of Statistical Software*, 25(1), 1–18. <https://doi.org/10.18637/jss.v025.i01>
- Lebart, L., Piron, M., & Morineau, A. (2006). Statistique exploratoire multidimensionnelle. In *Visualisation et inférence en fouille de données*. Paris: Dunod. (4ème édition).
- Lo Monaco, G., & Guimelli, C. (2008). Représentations sociales, pratique de consommation et niveau de connaissance: le cas du vin. *Les Cahiers Internationaux de Psychologie Sociale*, 78, 35–50. <https://doi.org/10.3917/cips.078.0035>
- Lo Monaco, G., Piermattéo, A., Rateau, P., & Tavani, J. L. (2017). Methods for studying the structure of social representations: A critical review and agenda for future research. *Journal for the Theory of Social Behaviour*. <https://doi.org/10.1111/jtsb.12124>
- Lo Monaco, G., & Bonetto, E. (2019). Social representations and culture in food studies. *Food Research International*. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.029>
- Mäkiniemi, J. P., Pirttilä-Backman, A. M., & Pieri, M. (2011). Ethical and unethical food. Social representations among Finnish, Danish and Italian students. *Appetite*, 56(2), 495–502. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2011.01.023>
- Melendrez-Ruiz, J., Arvisenet, G., Laugel, V., Chambaron, S., & Monnery-Patris, S. (2020). Do french consumers have the same social representations of pulses as food industry professionals? *Foods*, 9(2), 147. <https://doi.org/10.3390/foods9020147>
- Mizi, L., Cofrades, S., Bou, R., Pintado, T., López-Caballero, M. E., Zaidi, F., &

- Jiménez-Colmenero, F. (2019). Antimicrobial and antioxidant effects of combined high pressure processing and sage in beef burgers during prolonged chilled storage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 51, 32–40. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.04.010>
- Moscovici, S. (1989). Des représentations collectives aux représentations sociales: éléments pour une histoire. In D. Jodelet (Ed.), *Les représentations sociales*. Paris: PUF. *Presses Universitaires de France*.
- Myrdal Miller, A., Mills, K., Wong, T., Drescher, G., Lee, S. M., Sirimuangmoon, C., ... Guinard, J. X. (2014). Flavor-enhancing properties of mushrooms in meat-based dishes in which sodium has been reduced and meat has been partially substituted with mushrooms. *Journal of Food Science*, 79(9), S1795–S1804. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12549>
- Nacef, M. M. (2018). Maroilles fermiers et industriels : quelles sont les différences? Une approche pluridisciplinaire allant du consommateur aux caractérisations sensorielles, physicochimiques et microbiologiques. *Thèse de Doctorat*, Université de Lille, 292p.
- Parr, W. V., Mouret, M., Blackmore, S., Pelquest-Hunt, T., & Urdapilleta, I. (2011). Representation of complexity in wine: Influence of expertise. *Food Quality and Preference*, 22(7), 647–660. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.04.005>
- Patinho, I., Saldaña, E., Selani, M. M., de Camargo, A. C., Merlo, T. C., Menegali, B. S., ... Contreras-Castillo, C. J. (2019). Use of *Agaricus bisporus* mushroom in beef burgers: Antioxidant, flavor enhancer and fat replacing potential. *Food Production, Processing and Nutrition*, 1(7), <https://doi.org/10.1186/s43014-019-0006-3>
- Rios-Mera, J. D., Saldaña, E., Cruzado-Bravo, M. L. M., Patinho, I., Selani, M. M., Valentin, D., & Contreras-Castillo, C. J. (2019). Reducing the sodium content without modifying the quality of beef burgers by adding micronized salt. *Food Research International*, 121, 288–295. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.03.044>
- Rodrigues, H., Otterbring, T., Piqueras-Fiszman, B., & Gómez-Corona, C. (2019). Introduction to special issue on global perspectives on sensory and consumer sciences: A cross-cultural approach. *Food Research International*, 116, 135–136. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.12.020>
- Rodrigues, H., & Parr, W. V. (2019). Contribution of cross-cultural studies to understanding wine appreciation: A review. *Food Research International*. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.09.008>
- Rodrigues, H., Gómez-Corona, C., Palazzo, A. B., Vuolo, M., Nogueira, B., Valentin, D., Behrens, J. (2019). Food for women, food for man: exploring the role of food gender stereotype on the liking, description and sensory acceptance. *13th Pangborn Sensory Science Symposium*, Edinburgh, United Kingdom.

- Rodrigues, H., Cielo, D. P., Gómez-Corona, C., Silveira, A. A. S., Marchesan, T. A., Galmarini, M. V., & Richards, N. S. P. S. (2017). Eating flowers? Exploring attitudes and consumers' representation of edible flowers. *Food Research International*, *100*, 227–234. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.08.018>
- Rodrigues, H., Ballester, J., Saenz-Navajas, M. P., & Valentin, D. (2015). Structural approach of social representation: Application to the concept of wine minerality in experts and consumers. *Food Quality and Preference*, *46*, 166–172. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.07.019>
- Roininen, K., Arvola, A., & Lähteenmäki, L. (2006). Exploring consumers' perceptions of local food with two different qualitative techniques: Laddering and word association. *Food Quality and Preference*, *17*(1–2), 20–30. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.04.012>
- Roussiau, N., & Bonardi, C. (2014). *Les représentations sociales*. Paris: DUNOD.
- Rozin, P. (1988). Social learning about food by humans. In T. R. Zentall & B. G. Galef, Jr. (Eds.), *Social learning: psychological and biological perspectives*, 165–187. Hillsdale, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates, Access in <https://psycnet.apa.org/record/1988-97122-008>
- Saldaña, E., Castillo, L. S., Sánchez, J. C., Siche, R., de Almeida, M. A., Behrens, J. H., ... Contreras-Castillo, C. J. (2018). Descriptive analysis of bacon smoked with Brazilian woods from reforestation: methodological aspects, statistical analysis, and study of sensory characteristics. *Meat Science*, <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.02.014>
- Saldaña, E., Martins, M. M., Behrens, J. H., Valentin, D., Selani, M. M., & Contreras-Castillo, C. J. (2020). Looking at non-sensory factors underlying consumers' perception of smoked bacon. *Meat Science*, <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108072>
- Sirimuangmoon, C., Lee, S. M., Guinard, J. X., & Miller, A. M. (2016). A Study of Using Mushrooms as a Plant-based Alternative for a Popular Meat-based Dish. *Asia-Pacific Journal of Science and Technology*, *21*(2), 156–167. <https://doi.org/10.14456/kkurj.2016.15>
- Soares, E. K. B., Esmerino, E. A., Ferreira, M. V. S., da Silva, M. A. A. P., Freitas, M. Q., & Cruz, A. G. (2017). What are the cultural effects on consumers' perceptions? A case study covering coalho cheese in the Brazilian northeast and southeast area using word association. *Food Research International*, *102*, 553–558. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.08.053>
- Son, J. S., Do, V. B., Kim, K. O., Cho, M. S., Suwonsichon, T., & Valentin, D. (2014). Understanding the effect of culture on food representations using word associations: The case of "rice" and "good rice". *Food Quality and Preference*, *31*(1), 38–48. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.07.001>

- Spencer, M., Cienfuegos, C., & Guinard, J. X. (2018). The Flexitarian Flip™ in university dining venues: Student and adult consumer acceptance of mixed dishes in which animal protein has been partially replaced with plant protein. *Food Quality and Preference*, 68, 50–63. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.02.003>
- Summers, A., Ezike, A., Smith, P., Frutchey, R., Leslie, L., Paredes, S., ... Cheskin, L. (2017). Acceptance of a Mushroom-soy-beef Blended Burger among School-aged Children. *Health Behavior and Policy Review*, 4(3), 274–281. <https://doi.org/10.14485/hbpr.4.3.8>
- Symoneaux, R., Galmarini, M. V., & Mehinagic, E. (2012). Comment analysis of consumer's likes and dislikes as an alternative tool to preference mapping. A case study on apples. *Food Quality and Preference*, 24(1), 59–66. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.08.013>
- Tilman, D., & Clark, M. (2014). Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/nature13959>
- Vergès, P. (1992). L'évocation de l'argent: Une méthode pour la définition du noyau central d'une représentation. *Bulletin de Psychologie*, 45(405), 203–209. Access in <https://psycnet.apa.org/record/1998-01851-006>
- Vergès, P., Tyszka, T., & Vergès, P. (1994). Noyau central, saillance et propriétés structurales. *Psr.Iscte-Iul.Pt*, 3(1), 3–12. Access in <http://psr.iscte-iul.pt/index.php/PSR/article/download/187/150>
- Will, V., Eadie, D., & Macaskill, S. (1996). Projective and enabling techniques explored. *Marketing Intelligence & Planning*. <https://doi.org/10.1108/02634509610131144>
- Wood, W., & Neal, D. T. (2009). The habitual consumer. *Journal of Consumer Psychology*, 19(4), 579–592. <https://doi.org/10.1016/j.jcps.2009.08.003>

5 CONCLUSÕES GERAIS

Pelo presente projeto foi possível elaborar um hambúrguer bovino mais saudável usando (*Agaricus bisporus*) como uma fonte proteica alternativa mantendo a qualidade sensorial e nutricional.

Nesse sentido, o uso do cogumelo *A. bisporus* foi o fator de maior importância nos hambúrgueres, devido à melhora nas propriedades instrumentais, especificamente, na maciez dos hambúrgueres, conforme apresentado no capítulo 2.

No terceiro capítulo, os resultados mostraram que *A. bisporus* como substituto parcial de gordura animal em hambúrguer bovino tem potencial de mercado, sendo uma alternativa tecnológica para agregar valor ao produto, aumentando a vida útil e demonstrando um perfil sensorial com atributos que atuam de forma positiva para a boa aceitação do produto pelos consumidores.

Por sua vez, no quarto capítulo foi investigado a percepção do consumidor, o efeito do sexo e índice de massa corporal (IMC) nas representações sociais de hambúrguer de carne e com adição de cogumelos. O uso de cogumelos refletiu uma condição de "novidade e saudabilidade". Isto pode explicar que, à medida que a representação do hambúrguer está mudando entre os consumidores, seus hábitos de consumo também estão mudando. A inclusão de técnicas projetivas em estudos de consumidor têm sido uma importante ferramenta para explorar a influência de variáveis intrínsecas e extrínsecas do produto, fatores socioeconômicos, éticos, religiosos e psicológicos dos consumidores na intenção de compra e aceitação de produtos, particularmente, em produtos cárneos.

Tendo em vista os aspectos observados, conclui-se que, a adição de *A. bisporus* no desenvolvimento de um hambúrguer bovino mais saudável é viável, por atender as demandas e exigências dos consumidores e representar oportunidades de inovação para o sistema agroindustrial.