



THAYANA VILELA MATTAR

**APLICAÇÃO DE EXTRATO DE COGUMELO
SHIITAKE NO DESENVOLVIMENTO DE
HAMBÚRGUER COM TEOR REDUZIDO DE
CLORETO DE SÓDIO**

LAVRAS – MG

2016

THAYANA VILELA MATTAR

**APLICAÇÃO DE EXTRATO DE COGUMELO *SHIITAKE* N O
DESENVOLVIMENTO DE HAMBÚRGUER COM TEOR REDUZIDO
DE CLORETO DE SÓDIO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador:

Dr. João de Deus Souza Carneiro

Coorientadora:

Dra. Ana Carla Marques Pinheiro

LAVRAS – MG

2016

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Mattar, Thayana Vilela.

Aplicação de extrato de cogumelo *shiitake* no desenvolvimento de hambúrguer com teor reduzido de cloreto de sódio / Thayana Vilela Mattar. – Lavras : UFLA, 2016.

89 p. : il.

Dissertação (mestrado acadêmico)–Universidade Federal de Lavras, 2016.

Orientador(a): João De Deus Souza Carneiro.

Bibliografia.

1. Redução de sódio. 2. Hambúrguer. 3. Cogumelo. 4. Umami.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

THAYANA VILELA MATTAR

**APLICAÇÃO DE EXTRATO DE COGUMELO *SHIITAKE* NO
DESENVOLVIMENTO DE HAMBÚRGUER COM TEOR REDUZIDO
DE CLORETO DE SÓDIO**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Ciência dos Alimentos, área
de concentração Ciência dos Alimentos, para
a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 7 de março de 2016.

Dra. Ana Carla Marques Pinheiro UFLA

Dra. Hellen Dea Barros Maluly UNICAMP

Dr. João de Deus Souza Carneiro

Orientador

LAVRAS – MG

2016

Aos meus pais, Faués e Iêda, e ao meu irmão
Thiago, por serem a base da minha vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de crescimento pessoal e profissional.

Aos meus pais, Faués e Iêda, e ao meu irmão Thiago, por todo amor, incentivo e confiança.

À todos os meus familiares que torceram por mim ao longo desses anos de estudo.

Ao meu orientador João de Deus pelos ensinamentos, conselhos, paciência e amizade. Exemplo de pessoa e de profissional o qual pretendo seguir.

À minha coorientadora Ana Carla pela colaboração, ensinamentos, carinho e por ser um exemplo para minha carreira profissional.

À professora Vanessa por toda a contribuição, atenção e disponibilidade.

Ao professor Cleiton e Eduardo Ramos pelas dicas e sugestões.

À Carla pela amizade, colaboração e troca de experiências.

À Michelle pela amizade, disponibilidade e pelo grande auxílio na execução deste trabalho.

Aos amigos do Laboratório de Desenvolvimento de Novos Produtos e Análise Sensorial, especialmente à Rafaela, Renata, Camila, Andrey, Ana Carolina, Gabriela e Daniella.

Aos amigos do Laboratório de Carnes e Derivados, por me agregarem ao grupo e por todo auxílio nas análises.

Às minhas amigas, Gaby, Lara, Luísa, Maísa, Marina e Mariana, por terem feito parte da minha história e por terem compartilhado comigo momentos marcantes na minha caminhada.

À todos os professores que contribuíram com o meu crescimento pessoal e profissional.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-Graduação em
Ciência dos Alimentos, pela contribuição na minha formação profissional.

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

À todos que de alguma forma passaram pelo meu caminho e torceram
por mim!

EPÍGRAFE

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.”

(Cora Coralina)

RESUMO

O consumo excessivo de sódio está relacionado à maior propensão no desenvolvimento de doenças cardiovasculares e renais. Uma alternativa para reduzir o consumo de sódio pela população é o desenvolvimento de produtos com reduzido teor de sódio. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi reduzir o teor de sódio em hambúrguer bovino utilizando extrato de cogumelo *shiitake* como realçador de sabor, avaliando a influência desse extrato nas características sensoriais do produto. Foram realizadas análises de Tempo-Intensidade (TI), teste de aceitação e análises físico-químicas (ph, rendimento, encolhimento do diâmetro, força de cisalhamento e cor). As formulações com 50% de redução de cloreto de sódio e adição de extrato obtido a partir de 12,5% e 20% de cogumelo apresentaram maior intensidade do gosto salgado. Além disso, as características físico-químicas (ph, rendimento, encolhimento do diâmetro, força de cisalhamento e cor) dos hambúrgueres não apresentaram alterações relevantes, já que o teste de aceitação indicou que as formulações com 50% de redução e adição de extrato E2 e E3 e a formulação com 75% de redução e adição de extrato E2 apresentaram aceitação semelhante ao controle. Dessa forma, foi possível reduzir até 75% de cloreto de sódio por meio da adição de extrato de cogumelo *shiitake* (E2), indicando que tal extrato é capaz de contribuir com o desenvolvimento de hambúrguer bovino com baixo teor de sódio, e ainda assim, manter as características sensoriais desejadas pelo consumidor.

Palavras-chave: Redução de sódio. Hambúrguer. Cogumelo. Umami.

ABSTRACT

Excessive sodium intake is related to greater tendency in the development of cardiovascular and renal diseases. An alternative to reduce sodium intake by population is the development of products with reduced sodium content. Thus, the objective was to reduce the sodium content in beef burger using *shiitake* mushroom extract as flavor enhancer, evaluating the influence of this extract on the sensory characteristics of the product. Time-intensity analysis (TI), acceptance testing, physical and chemical analysis (pH, yield, shrinkage diameter, color and shear strength) were carried out. The formulations with 50% sodium chloride reduction and addition of extract obtained from 12.5% to 20% of mushroom showed greater intensity of salty taste. Furthermore, the physico-chemical characteristics (pH, yield, shrinkage diameter, shear strength and color) of the hamburgers had no significant change, since the acceptance test indicated formulations with 50% reduction and addition of E2 and E3 extract and formulation with 75% reduction and addition of E2 extract had a similar acceptance of the control. Thus, it was possible to reduce sodium chloride by 75% by addition of *shiitake* mushroom extract (E2), indicating this extract is capable of contributing to the development of low sodium hamburger with maintenance of sensory characteristics desired by the consumer.

Keywords: Sodium Reduction. Hamburger. Mushroom. Umami

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Curvas de tempo-intensidade do gosto salgado para as formulações de hambúrguer avaliadas65
- Figura 2 - Análise de Componentes Principais dos parâmetros de tempo-intensidade das formulações de hambúrguer avaliadas69
- Figura 3 - Dendograma para agrupamento hierárquico aglomerativo indicando a presença de 2 grupos de formulações de hambúrguer..... 70
- Figura 4 - Histograma das notas de aceitação do sabor e impressão global das formulações de hambúrguer..... 77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tratamentos avaliados no estudo.....	54
Tabela 2 - Formulações dos hambúrgueres	55
Tabela 3 - Médias dos parâmetros de tempo-intensidade para as formulações de hambúrguer avaliadas	67
Tabela 4 - Correlações (Coeficiente de Correlação de Pearson) entre os parâmetros e os dois primeiros componentes principais.....	70
Tabela 5 - Médias de aceitação das formulações de hambúrguer com redução de sódio e adição de extratos	74
Tabela 6 - Médias de ph, rendimento, encolhimento do diâmetro e força de cisalhamento das formulações de hambúrguer.	79
Tabela 7 - Médias obtidas para os parâmetros de cor das formulações de hambúrguer.....	82

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Influência do sódio na saúde	17
2.2 Sódio nos alimentos.....	20
2.3 Tendências do mercado brasileiro.....	20
2.4 Hambúrgueres	22
2.5 Função do sal (NaCl) nos produtos cárneos.....	23
2.6 Alternativas para a redução de sódio	24
2.6.1 Redução gradativa da concentração de cloreto de sódio	25
2.6.2 Sais substitutos do cloreto de sódio	26
2.6.3 Alterações na morfologia do cloreto de sódio	27
2.6.4 Especiarias.....	28
2.6.5 Realçadores de sabor	29
2.7 Análise Tempo-intensidade (T-I).....	34
2.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34

SEGUNDA PARTE

EXTRATO DE COGUMELO <i>SHIITAKE</i>: ALTERNATIVA VIÁVEL PARA REDUÇÃO DE SÓDIO EM HAMBÚRGUER NA RESPECTIVA SENSORIAL	44
--	-----------

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

Diversos indicadores econômicos tem demonstrado considerável aumento no interesse dos consumidores por produtos saudáveis. Tal fato é justificado pela maior conscientização da população de que a alimentação apresenta influência direta na saúde. De acordo com o Brasil Food Trends 2020 (2010), esse nicho de pessoas preocupadas com a saúde, já representa 21% do mercado brasileiro e possui um forte potencial de crescimento.

No entanto, no que se diz respeito ao consumo de sódio, as estatísticas tem demonstrado que o brasileiro consome em média o equivalente a 12g de sal (cloreto de sódio)/dia (SILVA et al., 2014), enquanto a Organização Mundial da Saúde recomenda como segura a ingestão de 5g de cloreto de sódio/dia (WHO, 2007). As consequências do consumo excessivo de sódio estão associadas à maior propensão no desenvolvimento de doenças crônicas não-transmissíveis (DCNT), como: hipertensão arterial e doenças cardiovasculares (WHO, 2007). Além de doenças renais e problemas na biodisponibilidade de cálcio (MCGOUGH et al., 2012). Dessa forma, em virtude do alto consumo de sódio dos brasileiros, juntamente com a maior exigência do consumidor por produtos saudáveis, o governo e as empresas do setor alimentício tem firmado acordos de mútua cooperação a fim de reduzir o consumo de sódio.

Hoje, estima-se que 24,1% da população brasileira apresenta hipertensão arterial. No entanto, espera-se que haja uma redução de 15% de mortes por Acidente Vascular Cerebral (AVC) e uma redução de 10% de mortes por infarto, através de uma alimentação baseada na dose diária de sal recomendada (5g/dia), o que equivale a 2g de sódio/dia (BRASIL, 2014a).

Conforme estudos de Tobin et al. (2012), foi constatado que 75% da ingestão de sódio advém de produtos processados, sendo 18% relacionado aos

produtos cárneos, seguido por produtos de panificação (13%), produtos lácteos (12%) e molhos (11%).

Dessa forma, em função do baixo preço, da praticidade, do alto consumo e do elevado teor de sódio (ANVISA, 2010) é de grande interesse reduzir o teor de sódio no hambúrguer. Dentre os diversos produtos cárneos, o consumo nacional do hambúrguer congelado tem sido um dos maiores em volume, chegando a 40% em relação aos demais (NASCIMENTO; OLIVEIRA; NASCIMENTO, 2005).

No entanto, reduzir o sal (NaCl) é um desafio, pois além de conferir sabor aos produtos cárneos, influencia também na conservação, textura e extração de proteínas importantes no processamento (MCGOUGH et al., 2012).

Por isso, a substituição total ou parcial do cloreto de sódio por sais substitutos (SOUZA et al., 2013), realçadores de sabor (GRUMMER et al., 2013) ou especiarias (LOPES et al., 2014); a diminuição gradual do teor de cloreto de sódio (LIEM et al., 2011) e a redução de partículas do cloreto de sódio (FREIRE et al., 2014) são alternativas que tem sido pesquisadas com a finalidade de reduzir o teor de sódio em produtos alimentícios.

Neste contexto, surge a utilização de produtos naturais que podem atuar como realçadores de sabor e contribuir com o processo de redução de sódio. Esses produtos, caracterizam-se por apresentar naturalmente aminoácido glutamato e/ou nucleotídeos, responsáveis por realçar o sabor e conferir o gosto umami (“delicioso”). Entretanto, a utilização de compostos naturais com esta finalidade ainda é pouco estudada.

Os cogumelos, dentre eles o *shiitake*, apresentam benefícios à saúde, na prevenção de hipertensão, hipercolesterolemia e câncer; são altamente nutritivos em proteínas vegetais, vitaminas, minerais e quitina, e apresentam baixo valor calórico e baixo teor de gordura (RANOGAJEC; BELUHAN; SMIT, 2010).

Além disso, possuem também a capacidade de realçar o sabor dos alimentos devido a alta concentração de 5'-ribonucleotídeos (DERMIKI et al., 2013).

Dermiki et al. (2013a) avaliaram que a adição de extrato de cogumelo *shiitake* em carne contribui com o aumento da percepção de gosto salgado e umami.

Por esta razão, o objetivo do trabalho foi reduzir o teor de sódio em hambúrguer bovino utilizando um realçador de sabor natural (extrato de cogumelo *shiitake*); verificar se o aumento da concentração de cogumelo *shiitake* no processo de obtenção do extrato poderia potencializar seu efeito como realçador de gosto salgado; e avaliar o efeito da adição do extrato, sobre o perfil sensorial e aceitação, de hambúrgueres com diferentes níveis de redução de cloreto de sódio.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Influência do sódio na saúde

O sódio é considerado um componente importante na dieta humana por participar da regulação de funções metabólicas no organismo, tais como: controlar o volume do fluido extracelular e do plasma, além de apresentar papel importante na transmissão de impulsos nervosos, na contração muscular e no equilíbrio ácido-base (MCARDELE; KATCH; KATCH, 2011). No entanto, a quantidade mínima de sódio necessária para a execução dessas funções no organismo é estimada por quantidades em torno de 200 a 500mg/dia, valor bem abaixo da quantidade diária ingerida pela população (BANNWART; SILVA; VIDAL, 2014).

Sabe-se que o organismo apresenta mecanismos regulatórios que controlam os níveis de sódio, quando estes ultrapassam a quantidade requerida

pelo organismo. Geralmente, cerca de 95% do sódio ingerido é eliminado pela urina (DAMODARAN, PARKIN; FENNEMA, 2010). No entanto, um consumo excessivo pode provocar um aumento no conteúdo de sódio e, conseqüentemente retenção de água, aumento da volemia e da pressão arterial (MARTELLI, 2014).

Dessa forma, o consumo excessivo de sódio está relacionado a maior propensão de doenças crônicas não-transmissíveis (DCNT), como: hipertensão arterial, doenças cardiovasculares e doenças renais (MCGOUGH et al., 2012). Globalmente, 7,6 milhões de mortes prematuras, cerca de 54% dos acidentes vasculares cerebrais e 47% da doença isquêmica cardíaca são atribuídos à elevação da pressão arterial (SARNO et al., 2013).

De acordo com o Ministério da Saúde as DCNT são responsáveis por 63% dos óbitos no mundo e 72% dos óbitos no Brasil, sendo que um terço destas mortes ocorrem em pessoas com idade inferior a 60 anos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014).

Embora tenha se verificado um aumento na procura por produtos saudáveis, o excesso de ingestão de sódio ainda é um fator preocupante. Dados de pesquisas realizadas pela Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico 2013 (Vigitel), do Ministério da Saúde, afirmam que 48,6% dos brasileiros alegam como médio seu nível de consumo diário de sódio (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013). Entretanto, estima-se um consumo médio de quase 12g de cloreto de sódio por pessoa por dia, o que é mais do que o dobro do que a recomendação da Organização Mundial da Saúde (OMS), de no máximo de 5 gramas ao dia (BRASIL, 2014a).

Além disso, foi constatado que a hipertensão arterial acomete 24,1% da população brasileira, sendo maior em mulheres (26,3%) que em homens (21,5%). No entanto, estima-se que haja uma redução de 15% de mortes por Acidente Vascular Cerebral (AVC), doença que representa hoje a principal

causa de morte entre os brasileiros, e uma redução de 10% de mortes por infarto, através de uma alimentação baseada na dose diária de sal (NaCl) recomendada (BRASIL, 2014a).

Segundo Pereira et al. (2009), o elevado consumo de sódio também é responsável por aumentar a excreção renal do cálcio, proporcionando uma diminuição na biodisponibilidade deste mineral. Acredita-se que a excreção urinária de cálcio irá aumentar em 30 e 40mg, para cada 2000mg de sódio ingerido. Entretanto, quantidades de sódio inferior a 2400mg por dia, não apresentam impacto negativo sobre os ossos. Dessa forma, uma dieta restrita em sódio (2000mg por dia) pode ser benéfica para mulheres pós-menopausa, pois contribui com a manutenção da massa óssea e prevenção de osteoporose (MORAIS; BURGOS, 2007).

Diante disso, o Ministério da Saúde e a Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos (ABIA) fizeram acordos de cooperação a fim de estabelecer metas para a redução de sódio nos alimentos. Entre 2011 e 2012 foram reduzidas, aproximadamente, 1,3 toneladas de sódio em três tipos de alimentos: pão de forma, bisnaguinha e macarrão instantâneo (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014).

No entanto, novas classes de produtos ainda precisam ter o nível de sódio reduzido. Por isso, um quarto acordo foi realizado em 2013 para a redução do teor de sódio em alimentos industrializados. Desta vez, o objetivo é promover a diminuição desse ingrediente em laticínios, embutidos e refeições prontas, em até 68% até 2017. Com isso, sobe para 16 o número de categorias de alimentos atingidas pelo acordo, que somadas representam 90% dos alimentos industrializados que mais contribuem com o consumo de sódio no país. Com a inclusão dos três novos grupos, a meta é retirar 28 mil toneladas de sódio até 2020 (BRASIL, 2011).

No entanto, reduzir o sódio ainda é um desafio, visto que este composto desempenha funções importantes no alimento.

2.2 Sódio nos alimentos

O cloreto de sódio (NaCl) representa a principal fonte de sódio da dieta humana e é um dos ingredientes mais antigos conhecidos pelo homem (MCGOUGH et al., 2012). Conhecido genericamente como “sal de cozinha”, é composto por aproximadamente 40% de sódio (WHITNEY; ROLFES, 2008). Sua importância está relacionada ao baixo custo; a segurança que proporciona ao alimento, uma vez que reduz a atividade de água do produto; a capacidade de realçar o sabor, devido a influência na atividade enzimática de algumas enzimas responsáveis pelo desenvolvimento de características organolépticas; além de influenciar na composição nutricional e sensorial dos alimentos (SOUZA et al., 2013).

Tais funções explicam sua ampla utilização em produtos alimentícios. Segundo Tobin et al. (2012), 75% da ingestão de sódio advém do consumo de alimentos processados, sendo 18% referente ao consumo de produtos cárneos, seguido por produtos de panificação (13%), produtos lácteos (12%) e molhos (11%).

Dessa forma, pode-se inferir que a concentração de sódio nestas classes de alimentos tem impulsionado o desenvolvimento de produtos com redução de sódio, uma vez que estes produtos atendem a nova demanda de consumidores que buscam uma alimentação mais saudável.

2.3 Tendências do mercado brasileiro

A caracterização do perfil e das mudanças comportamentais do consumidor são fundamentais no direcionamento de ações para o desenvolvimento de produtos e segmentação de mercados. Por isso, compreender as motivações que orientam a escolha dos consumidores é um dos principais desafios para o estudo das tendências de mercado (SPINELLI et al., 2014).

De acordo com pesquisas realizadas pela Macroplan Prospectiva Estratégia e Gestão (2010), diversos fatores estruturais na população brasileira influenciarão no consumo de alimentos nos próximos 20 anos, tais como: o envelhecimento populacional, a valorização da qualidade de vida, o aumento do poder de consumo das classes de baixa renda, além da maior exigência relacionada a questão socioambiental.

A emergência de um nicho de mercado cada vez mais preocupado com a saúde e com a qualidade de vida tem se destacado em países em desenvolvimento, principalmente no Brasil. Alguns dados mostram que, 80% dos jovens brasileiros afirmam procurar alimentos mais saudáveis e naturais, 35% dos domicílios brasileiros consomem produtos diet e light e 21% consomem produtos orgânicos. Além disso, dados de mercado confirmam o potencial de crescimento para alimentos saudáveis. De acordo com o varejo, a venda de alimentos mais saudáveis no Brasil saltou de US\$ 8,5 bilhões em 2004 a US\$ 15,5 bilhões em 2009, um crescimento de 82% (MACROPLAN, 2010).

Segundo estudos realizados pela Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP), juntamente com o Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), a tendência em saudabilidade caracteriza um mercado com forte potencial de crescimento e que já representa 21% do mercado brasileiro (BRASIL FOOD TRENDS 2020, 2010).

Dentre os alimentos com apelo saudável, destacam-se os produtos com teor reduzido de sódio. Principalmente os produtos cárneos com teor reduzido de sódio, que são práticos e convenientes.

2.4 Hambúrgueres

A demanda por produtos de rápido preparo tem aumentado a cada dia, em função do ritmo de vida acelerado da população. Tal condição é evidenciada pelo maior consumo de produtos industrializados, dentre eles o hambúrguer (OLIVEIRA et al., 2013).

Dentre os diversos produtos cárneos, o consumo nacional do hambúrguer congelado tem sido um dos maiores em volume, chegando a 40% em relação aos demais (NASCIMENTO; OLIVEIRA; NASCIMENTO, 2005). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2009) em análise de aquisição alimentar per capita no período de 2008-2009, foi verificado um consumo médio de 4,074Kg de carne bovina processada, dos quais 0,220 kg foram destinados ao consumo de hambúrguer de carne bovina.

De acordo com a legislação brasileira, 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, semifrito, cozido, frito, congelado ou resfriado’, conforme sua classificação (BRASIL, 2000).

Ingredientes como água, sal, gorduras e proteínas animais e/ou vegetais, leite em pó, açúcares, maltodextrina, aditivos intencionais, condimentos, aromas, especiarias, além de vegetais e queijos, podem ser adicionados à formulação. Além disso, o produto deve atender aos seguintes requisitos físico-químicos: 23% gordura (máxima); 15% proteína (mínima); 3,0 % carboidratos totais; teor de cálcio (máximo base seca) 0,1% em produto cru e 0,45% em produto cozido.

No que se diz respeito a proteína não-cárnica, a legislação permite a adição máxima de 4% na forma agregada (BRASIL, 2000).

Em relação a denominação de venda do produto designado de Hambúrguer ou Hamburguer, esta deverá conter a especificação da espécie animal da carne utilizada, se é acrescido ou não de recheio e seguido das expressões que couberem (BRASIL, 2000).

De acordo com algumas pesquisas, o hambúrguer se enquadra entre os principais produtos considerados como fonte de sódio da dieta da população ocidental (VERMA; BANERJEE, 2012). Em média, em uma porção de 100g, há uma quantidade de 1,02g de sódio, o que equivale a 34% do valor diário recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (OLIVEIRA et al., 2014).

No entanto, reduzir o teor de sal (NaCl) dos produtos cárneos requer cuidado, visto que este ingrediente desempenha importantes funções tecnológicas e sensoriais.

2.5 Função do sal (NaCl) nos produtos cárneos

Além de conferir gosto salgado, o cloreto de sódio tem a capacidade de realçar o sabor da carne; contribuir com a segurança microbiológica do produto, por meio da redução da atividade de água; e de facilitar a formação de gel entre a água e a gordura, proporcionando maior estabilidade ao produto (PIETRASIK; GAUDETTE, 2014).

Segundo Ruusunen e Puolanne (2005) a capacidade do cloreto de sódio em reter água e diminuir a água livre no produto ocorre em função da forte atração entre os íons de cloro e as moléculas de proteína. Isso as torna carregada negativamente, gerando uma repulsão elétrica entre as mesmas. Com isso, há

uma solubilização parcial das proteínas e um aumento do espaço entre elas, que contribui com a retenção de água.

Essa solubilização das proteínas miofibrilares é responsável por melhorar a textura; aumentar a viscosidade da massa cárnea e facilitar a incorporação de gordura formando massas estáveis (DESMOND, 2006).

Em relação à percepção do gosto salgado, o íon sódio (Na^+) apresenta maior influência do que ao cloro (Cl^-) (RUUSUNEN; PUOLANNE, 2005).

Dessa forma, encontrar maneiras de reduzir o teor de sódio, sem alterar as características do produto, além de manter a aceitabilidade dos consumidores, é um desafio para o setor de alimentos. Para a indústria, além de atender um novo nicho de mercado, cada vez mais exigente e preocupado com a saúde, o processo de redução de sódio representa também uma alternativa de agregar valor aos produtos (CRUZ et al., 2011).

2.6 Alternativas para a redução de sódio

As primeiras iniciativas para redução do consumo de sal e sódio foram identificadas na Finlândia por volta de 1978. Campanhas voltadas para a população, acordos com a indústria de alimentos e melhoria da legislação referente à rotulagem de sal nos alimentos industrializados foram algumas das estratégias utilizadas (WEBSTER et al., 2011).

Dessa forma, pode-se inferir que estratégias isoladas não são capazes de surtir o efeito desejado no processo de redução do consumo de sódio. É preciso que a população tenha informações mais claras a respeito da concentração e dos malefícios que o sódio provoca na saúde, para que despertem o interesse em mudar os hábitos alimentares e a forma de escolher os produtos. Além disso, estratégias governamentais precisam ser realizadas a fim de estimular e cobrar

das indústrias de alimentos, mais empenho no desenvolvimento de produtos com teor reduzido de sódio.

Hoje, de acordo com a legislação brasileira, para que se possa fazer o uso da alegação de “baixo conteúdo de sódio”, “conteúdo de sódio muito baixo” e “isento de sódio”, os alimentos prontos para o consumo devem fornecer no máximo 120mg, 40mg e 5mg de sódio por 100g ou ml, respectivamente. As alegações comparativas de redução de sódio, com produto similar, podem ser utilizadas quando o alimento tiver uma redução mínima de 25 % no seu teor de sódio e essa redução for equivalente a no mínimo 120mg de sódio por 100g ou ml do alimento (BRASIL, 2012).

Diante disso, com a finalidade de reduzir o teor de sódio dos produtos industrializados, algumas alternativas tem sido estudadas. Dentre elas, pode-se destacar a aplicação de: sais não-sódicos que substituam o cloreto de sódio, fosfatos, partículas de cloreto de sódio com tamanho reduzido, especiarias, realçadores de sabor, além da redução gradativa da concentração de cloreto de sódio usual.

2.6.1 Redução gradativa da concentração de cloreto de sódio

Em diversos países, órgãos públicos juntamente com as indústrias de alimentos tem estabelecido programas de redução gradual de sódio nas diversas categorias de alimentos.

No Brasil, um acordo voluntário denominado Plano de Redução do Sódio em Alimentos Processados, que é parte do Plano de Redução do Consumo de Sal pela População Brasileira, foi firmado pelas indústrias de alimentos e o Ministério da Saúde, com o objetivo de reduzir o conteúdo máximo de sódio em diferentes categorias de alimentos, de forma gradual e sustentável, até 2020 (BANNWART; SILVA; VIDAL, 2014).

Dentre as alternativas para se alcançar esse objetivo, a redução do sódio por si só é caracterizada por ser de simples execução, sendo necessário somente rebalanceamento de formulações e a realização de práticas educativas que instruem sobre os malefícios do consumo excessivo de sódio. Estudos tem demonstrado que em situações de redução gradual de sal, o paladar do consumidor tende a se ajustar ao longo do tempo (BANNWART; SILVA; VIDAL, 2014).

No entanto, esta redução gradativa é uma estratégia, que embora eficiente, pode demandar um tempo considerável para adaptação, sendo algo em torno de 5% a 10% por ano, dependendo do produto (COBCROFT; TIKELLIS; BUSCH, 2008).

Por isso, pode-se dizer que a eficácia desta alternativa de redução de sódio será maior quando o alimento ou categoria de alimentos tenha seu teor de sal reduzido em todo o mercado, para evitar que o consumidor passe a procurar por marcas que ainda apresentem maior teor de sal. Embora esta abordagem tenha uma resposta lenta, muitas indústrias tem conseguido resultados expressivos ao longo do tempo (DOTSCH et al., 2009).

2.6.2 Sais substitutos do cloreto de sódio

A substituição parcial ou total do cloreto de sódio por outros sais, como cloreto de potássio, fosfato de potássio, entre outros, tem sido uma das alternativas de redução de sódio mais aplicadas. No entanto, estes sais substitutos além de conferirem gosto residual indesejável, apresentam poder de salga inferior ao cloreto de sódio, ou seja, é necessário utilizar uma quantidade maior para que se obtenha a mesma capacidade de conferir o gosto salgado do cloreto de sódio (FREIRE et al., 2015).

A dificuldade de se utilizar outros sais, a fim de reduzir a ingestão o teor de sódio, é ocasionada pelos efeitos adversos provocados por outros cátions. Quando ocorre substituição do cátion (Na^+) por outra substância de alto peso molecular, a intensidade do gosto salgado diminui e aumenta-se a percepção do gosto ácido (GUARDIA et al., 2006).

Em geral, 70- 85% do gosto salgado dos sais é atribuída ao cátion e apenas 30-15% ao ânion (MATTES, 2001).

Segundo Mooster (1980), alguns cátions, como: potássio, magnésio e cálcio, conferem acidez e uma intensidade menor do sabor salgado. Em relação ao cloreto, outros ânions (citratos e fosfatos) interferem mais no paladar. Além de reduzirem a salinidade, provocam um sabor metálico, devido ao fosfato.

O cloreto de potássio é um dos sais que mais se destaca no processo de redução de sódio. No entanto, alguns estudos tem demonstrado que a utilização de misturas acima da proporção de 50:50 de cloreto de sódio/cloreto de potássio conferem um gosto residual amargo, além da perda do gosto salgado (DESMOND, 2006).

Dessa forma, é importante conhecer as características sensoriais dos sais substitutos, a fim de que seja aplicada uma mistura de sais que mais se aproxime ao perfil do cloreto de sódio, evitando assim um sabor indesejável, que descaracterize o produto em estudo (SOUZA et al., 2013).

Além disso, é preciso estar atento a possíveis alterações, tais como: alteração na textura e na cor, em função dos diferentes cátions presentes no sal substituto; qual é a quantidade desse novo sal ou mistura de sais, que irá conferir um produto microbiologicamente seguro e qual será o tempo de salga destes outros sais diferentes do cloreto de sódio (ALIÑO et al., 2009).

2.6.3 Alterações na morfologia do cloreto de sódio

Estudos baseados em alterações da morfologia e do tamanho do cristal de sal tem sido desenvolvidos a fim de se avaliar o efeito de tais condições na percepção do gosto salgado (KILCAST; DEN RIDDER, 2007).

Alguns pesquisadores tem relatado que esta maior percepção do gosto salgado é justificada pela maior solubilidade da partícula e devido a sua maior aderência ao produto (FREIRE et al., 2015).

Segundo Rama et al. (2013), a partícula de sal com tamanho reduzido possui uma superfície de contato maior, que aumenta a velocidade da reação de dissolução dos cristais pela saliva e sua difusão pela boca. Por isso, em uma mesma concentração de sal, cristais em tamanho reduzido irão apresentar maior percepção de gosto salgado que cristais de tamanho médio e grande, pois estes irão demorar mais a dissolver.

No entanto, esta alternativa para se reduzir o teor de sódio dos alimentos através da redução do tamanho do cristal de sal, é limitada para produtos secos ou com baixa umidade (DESMOND, 2006). Uma vez que, a solubilização do cristal deve ocorrer somente na boca durante a ingestão, para que o efeito da maior percepção do gosto salgado seja observado.

2.6.4 Especiarias

A aplicação de especiarias em produtos com teor reduzido de sódio, tem a finalidade de manter a palatabilidade do alimento de modo que a aceitação do produto pelo consumidor não seja afetada (DOYLE; GLASS, 2010).

Dentre os compostos responsáveis pelo sabor das especiarias, pode-se destacar: alcoóis, estéres, aldeídos, terpenos, fenóis, ácidos orgânicos, dentre outros. Tais compostos são encontrados em : salsa, cebola, cebolinha, alho, limão, vinagre, orégano, hortelã, coentro, majericão, folhas de mostarda, louro, páprica e alecrim (LOPES, 2014).

Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2005), desde que comprovada a segurança do uso de especiarias, sua adição aos produtos alimentícios não é restringida.

Entretanto, uma limitação que pode ocorrer do uso de especiarias está relacionado a qualidade sensorial, pois o sabor destas pode sobressair ao sabor original do produto e descaracterizá-lo (Lopes et al., 2014).

2.6.5 Realçadores de sabor

O sistema gustativo em combinação com o sistema olfativo se combinam para responder aos diferentes estímulos provocados pelos alimentos. No cérebro, as informações que vem das papilas gustativas combinam com informações sensoriais olfativas para a percepção do sabor. Já a percepção do gosto ocorre quando algumas substâncias entram em contato com as células gustativas (NIKI et al., 2010).

As células gustativas estão localizadas em estruturas especializadas conhecidas como botões gustativos, que estão alocados nas papilas gustativas. Cada célula gustativa contém projeções denominadas microvilosidades. Estas, projetam-se para fora do botão gustativo através de uma abertura chamada poro gustativo, e é justamente nesta abertura que os compostos químicos dos alimentos entram em contato com as células gustativas através de receptores ou canais iônicos presentes na membrana celular (BALDEON; FLORES, 2011).

Os receptores são estruturas protéicas localizadas na membrana das células ou no citosol, que permitirão a interação de determinadas substâncias denominadas moléculas sinalizadoras, as quais irão desencadear reações metabólicas específicas. Estas moléculas promovem alteração na estrutura do receptor, desencadeando a liberação de íons de cálcio proveniente de reservatórios internos da célula e estes sinalizam para as terminações nervosas a

percepção gustativa, sendo a mensagem interpretada como um gosto (NIKI et al., 2010).

Há alguns anos acreditava-se que existiam quatro gostos básicos, o doce, o amargo, o salgado e o azedo. No entanto, mais tarde foi descoberto um quinto gosto básico, o qual foi nomeado umami (MURATA; BEAUCHAMP; BACHMANOV, 2009). Segundo Bagnasco et al. (2014), o gosto umami apresenta a capacidade de realçar o sabor de outras substâncias, e por isso, contribui com o aumento da palatabilidade e aceitação dos alimentos, além de aumentar a percepção do gosto salgado em alimentos com teor reduzido de sal (NaCl).

Segundo Yang et al. (2013), umami é o termo que se refere a algo delicioso em japonês. Está presente naturalmente nas algas, em carnes, peixes, cogumelos, alguns queijos e no tomate, sendo uma característica marcante de realçadores de sabor.

Os realçadores de sabor facilitam a dissolução do alimento, em função do aumento da salivação, propiciando assim, um ambiente químico mais favorável à percepção do gosto pelas células receptoras (MATSUO, 2000).

No entanto, apesar dos realçadores de sabor apresentarem ampla utilização, ainda se tem pouco conhecimento sobre o mecanismo periférico envolvido na detecção do gosto umami (CAIROLI et al., 2008). Esta percepção ocorre quando moléculas como o aminoácido glutamato e os nucleotídeos inosinato e guanilato se ligam aos receptores gustativos acoplados à proteína G e desencadeiam algumas reações que ainda não são totalmente conhecidas. Porém, já é bem estabelecido que existam receptores na língua responsáveis pelo reconhecimento do glutamato e dos nucleotídeos. Esse receptor, denominado mGLUR4, encontra-se expresso nas papilas foliadas e circunvaladas da língua (BALDEON; FLORES, 2011).

O glutamato monossódico (MSG) e 5'-ribonucleotídeos, presentes em alguns alimentos, são os compostos mais importantes associados ao gosto umami (VENTANAS et al., 2010).

Embora o glutamato monossódico, aditivo artificial utilizado como realçador de sabor alimentos, seja classificado como seguro para o uso em alimentos pelos principais organismos reguladores no mundo (FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, 2014) há certa aversão pela população em relação ao seu consumo devido à falta de conhecimento sobre sua segurança (PIETRASIK; GAUDETTE, 2014). Dessa forma, sua presença nos alimentos pode interferir na aceitação dos mesmos, levando a preferência por outro produto que não o contenha como ingrediente.

Além disso, embora a quantidade de sódio presente no glutamato monossódico seja pequena, algo em torno de 123mg em 1000mg do aditivo, sua presença contribui no balanço total de sódio no produto final (INSUMOS, 2014).

Diante disso, a busca por realçadores de sabor naturais se torna um atrativo para o setor de alimentos, uma vez que o consumidor tem valorizado os ingredientes naturais em detrimento aos artificiais (BRASIL FOOD TRENDS, 2020). Dessa forma, utilizar um ingrediente natural com a finalidade de reduzir o sódio é uma maneira de agregar mais valor ao produto.

2.6.5.1 Cogumelo *shiitake*

O cogumelo *shiitake* (*Lentinus edodes*) é uma das espécies de cogumelos mais consumidas no mundo, sendo considerada a segunda espécie mais cultivada (Pil-Nam et al., 2015). São amplamente apreciados no Japão por apresentarem sabor agradável e por possuírem propriedades medicinais

relacionadas a prevenção de doenças do coração e proporcionarem aumento na resistência contra viroses (Dermiki *et al.* 2013).

Segundo Tsai *et al.* (2009) os cogumelos comestíveis são atrativos para o desenvolvimento de alimentos funcionais por apresentarem compostos benéficos à saúde, na prevenção de hipertensão, hipercolesterolemia e câncer. Além disso, são altamente nutritivos em proteínas vegetais, vitaminas, minerais, quitina e apresentam baixo valor calórico e baixo teor de gordura (RANOGAJEC; BELUHAN; SMIT, 2010).

No Brasil, ainda existem poucas informações a respeito da produção total de cogumelos. Mas, sabe-se que o estado de São Paulo é o maior produtor. Estima-se que a produção brasileira seja de aproximadamente 5 mil toneladas por ano ou 0,15% da produção mundial (SAMPAIO; QUEIROZ, 2006).

Um dos fatores que tem despertado a atenção para a aplicação do cogumelo *shiitake* são suas propriedades antioxidantes relacionadas a presença de compostos fenólicos bioativos (ZHANG *et al.*, 2013). Além disso, diversos estudos tem relatado que estes cogumelos apresentam várias substâncias que contribuem com o gosto umami e com a palatabilidade do produto (PIL-NAM *et al.*, 2015).

O gosto umami ocorre naturalmente devido ao glutamato, 5'-ribonucleotídeos e outros compostos químicos presentes em alimentos como: carnes, cogumelos, peixes e produtos lácteos. Nos cogumelos o gosto umami é oriundo da presença de aminoácidos como ácido aspártico e ácido glutâmico, além de 5'- nucleotídeos, como: 5'-guanosina monofosfato (5'-GMP), 5'-inosina monofosfato (5'-IMP) e 5'-xantosina monofosfato (5'-XMP) (ZHANG *et al.*, 2013).

Segundo Dermiki *et al.* (2013), a solubilidade em água dos aminoácidos livres e dos 5'- nucleotídeos, que são os compostos responsáveis pelo gosto umami no cogumelo, contribuem de forma relevante com seu aroma.

No entanto, sabe-se que a quantidade destes compostos responsáveis pelo gosto umami variam de acordo com a espécie do cogumelo, com o estágio de maturação, com a parte do cogumelo, com o tempo de estocagem e com o processamento (ZHANG et al., 2013).

Dentre as formas de processamento, a secagem do cogumelo *Shiitake* é vantajosa, pois proporciona maior desenvolvimento de aromas, maior concentração de 5'-guanosina monofostato e vitamina D, se comparado com sua forma natural. Dessa forma, há um favorecimento na sua capacidade de realçar o sabor dos alimentos, além de aumentar seu valor nutricional (DERMIKI et al., 2013).

Dentre as várias espécies de cogumelos, o *shiitake* se destaca pela maior concentração de 5'-ribonucleotídeos, o que favorece seu potencial em realçar o sabor dos alimentos (YANG; LIN; MAU, 2001).

Segundo Dermiki et al. (2013) relatam que o extrato de cogumelo shiitake desidratado em água, obtido a 70°C, quando adicionado em carne moída, pode realçar o sabor, sem alterar significativamente o aroma original do produto.

Já em estudos feitos por Miller et al. (2014), a adição de 50 a 80% de cogumelo branco em taco bovino permitiu reduzir 25% de cloreto de sódio, possivelmente em função da capacidade de realçar o sabor do cogumelo, sem alterar o perfil sensorial do alimento.

Dessa forma, pode-se inferir que há uma tendência em se desenvolver produtos com cogumelos, uma vez que estes irão conferir efeito benéfico a saúde e proporcionarão o desenvolvimento de produtos com maior aceitação, principalmente em produtos com redução do cloreto de sódio.

Por isso, podem ser considerados um potencial ingrediente para a obtenção do gosto umami, na forma de temperos naturais ou aditivos alimentícios.

2.7 Análise Tempo-intensidade

O teste de tempo-intensidade (T-I) envolve o monitoramento de determinados atributos e suas intensidades com o passar do tempo, uma vez que as sensações percebidas podem variar com o passar do tempo. É definido como uma medida da velocidade, duração e intensidade de estimulação em relação a um único atributo (doce, salgado, ácido, amargo ou umami) (DUTCOSKY, 2007).

As análises de T-I é permitem obter informações detalhadas da amostra em estudo, como a intensidade máxima percebida, a taxa e a forma do aumento da intensidade até chegar ao ponto máximo, a taxa e a forma de diminuição da intensidade, o ponto de extinção e a duração total da sensação (LAWESS; HEYMANN, 2010; PINHEIRO, NUNES, VIETORIS; 2013).

Dentre as diferentes formas de se analisar o alimento, a análise de T-I tem apresentado grande importância, por meio da associação da percepção humana, juntamente com os recursos computacionais, permitindo a avaliação das informações obtidas sobre qualquer um dos gostos básicos presentes na amostra (BOLINI et al., 2003).

2.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os malefícios do consumo excessivo de sódio tem despertado a atenção do governo e das indústrias alimentícias para a diminuição dos níveis desse ingrediente na dieta da população. Por isso, tem-se buscado aplicar métodos de redução que permitam o desenvolvimento de produtos mais saudáveis e que sejam sensorialmente aceitos. Hoje, sabe-se que dentre os produtos cárneos, o hambúrguer é um dos principais contribuintes com os níveis de ingestão de

sódio, devido ao seu alto consumo e por ser um alimento prático e barato. Dessa forma, a redução de sódio em hambúrguer representa uma alternativa para diminuição do consumo de sódio pela população. Entre as alternativas de redução de sódio, a utilização de realçadores de sabor naturais, como o extrato de cogumelo *shiitake* apresenta potencial para a aplicação em produtos com redução de sódio, em função das substâncias umami que apresenta. Logo, a adição de extrato de cogumelo em produtos pode permitir o desenvolvimento de produtos com redução de sódio e com menor adição de aditivos químicos. O estudo de realçadores naturais, como o extrato de cogumelo *shiitake* apresenta potencial para a redução de sódio. Logo, a aplicação de extrato de cogumelo pode permitir o desenvolvimento de produtos com redução de sódio e com menor adição de aditivos químicos.

REFERÊNCIAS

- ALBERT, A. et al. Comparison between temporal dominance of sensations (TDS) and Key- attribute sensory profiling for evaluating solid food with contrasting textural layers: fish sticks. **Food Quality and Preferences**, Barking, v. 24, n. 1, p. 111-118, 2012.
- ALIÑO, M. et al. Influence of sodium replacement on physicochemical properties of dry cured loin. **Meat Science**, Barking, v. 83, n. 3, p. 423-430, 2009.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Informe Técnico n.42/2010. Perfil nutricional dos alimentos processados. Disponível em: <<http://www.cfn.org.br/eficiente/repositorio/Noticias/260.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2010.
- ARTELLI, A. Redução das concentrações de cloreto de sódio na alimentação visando a homeostase da pressão arterial. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 428-436, 2014.

BAGNASCO, L. et al. Application of a voltammetric electronic tongue and near infrared spectroscopy for a rapid umami taste assessment. **Food Chemistry**, Oxford, v. 157, p. 421–428, 2014.

BALDEON, M.; FLORES, N. O glutamato no leite materno e no desenvolvimento do intestino do lactente. In: REYES, F. G. R. **Umami e glutamato: aspectos químicos, biológicos e tecnológicos**. São Paulo: Plêiade, 2011. 195p.

BANNWART, G. C. M. C.; SILVA, M. E. M. P.; VIDAL, G. Redução de sódio em alimentos: panorama atual e impactos tecnológicos, sensoriais e de saúde pública. **Nutrire**, São Paulo, v. 39, n.3, p. 348-365, 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília, 2005. **Resolução de diretoria colegiada - RDC nº. 276, de 22 de setembro de 2005**. Aprova o regulamento técnico para especiarias, temperos e molhos. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/c8b2040047457a8c873cd73fbc4c6735/RDC_276_2005.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 19 out. 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Informe técnico n. 50/2012**. Teor de sódio dos alimentos processados. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/856c37804d19e24d9d7aff4031a95fac/INFORME+T%C3%89CNICO+2012-+OUTUBRO.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 20 set. 2015.

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, de Fiambre, de Hamburger, de Kibe, de Presunto Cozido e de Presunto. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 1 ago. 2000. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=1683>>. Acesso em: 7 set. 2015.

BRASIL FOOD TRENDS 2020. São Paulo: FIESP/ITAL, 2010.

BRASIL. **Acordo entre governo e indústria retira toneladas de sódio de alimentos**. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/saude/2014/08/acordo-entre-governo-e-industria-retira-toneladas-de-sodio-de-alimentos>>. Acesso em: 17 nov. 2015a.

BRASIL. **Ministério da Saúde e Abia fecham acordo para reduzir teor de sódio em carnes e laticínios**. Disponível em:

<<http://www.brasil.gov.br/saude/2013/11/ministerio-da-saude-e-abia-fecham-acordo-para-reduzir-teor-de-sodio-em-carnes-e-laticinios>>. Acesso: 18 nov. 2015b.

BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada - **RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Disponível em:

<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/630a98804d7065b981f1e1c116238c3b/Resolucao+RDC+n.+54_2012.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 26 nov. 2015.

BOLINI, H. M. A. et al. Programa “sistema de coleta de dados tempo-intensidade- SCDTI”. **Boletim Sociedade Brasileira Ciência e Tecnologia**. Campinas, v. 37, p. 54-60, 2003.

CAIROLI, P. et al.. Studies on Umami Taste. Synthesis of New Guanosine 5'-Phosphate Derivatives and Their Synergistic Effect with Monosodium Glutamate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 56, n. 3, p. 1043-1050, 2008.

COBCROFT, M.; TIKELLIS, K.; BUSCH, J. L. H. C. Salt reduction: a technical overview. **Food Australia**, Sydney, v. 60, n. 3, p.83-86, 2008.

CRUZ, A. G. et al. Cheeses with reduced sodium content: Effects on functionality, public health benefits and sensory properties. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 22, n. 6, p. 276-291, 2011.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. Química de Alimentos de Fennema. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DERMIKI, M. et al. 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**, Oxford, v. 141, p. 77-83, 2013.

DERMIKI, M. et al. Maximising umami taste in meat using natural ingredients: effects on chemistry, sensory perception and hedonic liking in young and old consumers. *Sci Food Agric*, Easton, v. 93, p. 3312–3321, 2013a.

DESMOND, E. Reducing salt: A challenge for the meat industry. **Meat Science**, San Francisco, v.74, p.188-196, 2006.

DOTSCH, M. et al. Strategies to reduce sodium consumption: a food industry perspective. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.49, n. 10, p. 841–851, 2009.

DOYLE, M. E.; GLASS, K. A. Sodium reduction and its effect on food safety, food quality, and human health. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Malden, v. 9, p. 44–56, 2010.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 2. ed. Curitiba, Champagnat, 2007. 239 p.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Questions and Answers on Monosodium glutamate (MSG)**. 2014. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/FoodAdditivesIngredients/ucm328728.htm>>. Acesso em: 30 nov. 2014.

FREIRE, T. V. M. et al. Salting potency and time-intensity profile of microparticulated sodium chloride in shoestring potatoes. **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 30, p. 1-9, 2015.

GRUMMER, J. et al. Use of potassium chloride and flavor enhancers in low sodium Cheddar cheese. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 96, n. 3, p. 1401-1418, 2013.

GUARDIA, M. D. et al. Consumer attitudes towards sodium reduction in meat products and acceptability of fermented sausages with reduced sodium content. **Meat Science**, Barking, v. 73, n.3, p. 484, 490, 2006.

INSUMOS. **O sal e seus substitutos**. Revista Aditivos & Insumos. Disponível em: <http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/246.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2014.

INSTITUO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Aquisição alimentar domiciliar per capita anual, na área rural, por grandes regiões, segundo os produtos - período 2008-2009. Disponível em: <http://www.ibge.com.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pof/2008_2009_aquisicao/pof20082009_aquisicao.pdf>. Acesso em: 20 out. 2015.

KILCAST, D.; RIDDER, C. Sensory issues in reducing salt in food products. In: KILCAST, D.; ANGUS, F. (Ed.). **Reducing salt in foods**: practical strategies. Cambridge: Woodhead, 2007. 202-220 p.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food**: principles and practices. 2. ed. New York: Springer, 2010. 596 p.

LIEM, D. G.; MIREMADI, F.; KEAST, R. S. J. Reducing Sodium in foods : the effect on flavor. **Nutrients**, Basel, v. 3, n. 6, p. 694–711, 2011.

LOPES, C. O. et al. Effect of the addition of spices on reducing the sodium content and increasing the antioxidant activity of margarine. **LWT – Food Science and Technology**, Trivandrum, v. 58, n. 1, p. 63-70, 2014.

MACROPLAN. **Mudanças do Perfil no Consumo do Brasil: Principais Tendências nos Próximos 20 anos**. Rio de Janeiro: Macroplan Prospectiva, Estratégia & Gestão, 2010.

MATSUO, R. Role of saliva in the maintenance of taste sensitivity. **Critical Reviews in Oral Biology & Medicine**, Boca Raton, v.11, p. 216–229, 2000.

MATTES, R. D. The taste of fat elevates postprandial triacylglycerol. **Physiological & Behavior**, New York, v. 74, n. 3, p.343-348, 2001.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição, Energia e Desempenho Humano**. 7^a ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2011. 1132 p.

MCGOUGH, M. M. et al. Reducing sodium levels in frankfurters using a natural flavor enhancer. **Meat Science**, Barking, v. 91, p. 185-194, 2012.

MILLER, A. M. et al. 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**, Chicago, v. 79, n. 9, p. 1795-1804, 2014.

BRASIL. Ministério Da Saúde. Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico (Vigitel, 2013). Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigitel_brasil_2013. Acesso em: 26 fev. 2016

BRASIL. Ministério Da Saúde. **Acordo retira mais de mil toneladas de sódio de produtos industrializados**, 2014. Disponível em:

<<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/secretarias/svs/noticias-svs/14225-acordo-retira-mais-de-mil-toneladas-de-sodio-de-produtos-industrializados>>. Acesso em: 18 nov. 2014.

LABBE, D. et al. Temporal Dominance of sensations and sensory profiling: a comparative study. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 20, n.3, p. 216-221, 2009.

MARTELLI, A. Redução das concentrações de cloreto de sódio na alimentação visando a homeostase da pressão arterial. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 18 ,n. 1, p.428-436, 2014.

MOOSTER, G. Membrane transitions in taste receptor cell activation by sodium salts. In: EDSKARE, M. R.; FREGLY, M. J.; BERNARD, R. A. **Biological and behavioural aspects of salt intake**. New York: Academic Press, 1980. P. 275-287.

MORAIS, G. C.; BURGOS, M. G. A. Impacto dos nutrientes na saúde óssea: novas tendências. **Revista Brasileira de Ortopedia**, São Paulo, v. 42, n. 7, p. 189-94, 2007.

MURATA, Y.; BEAUCHAMP, G. K.; BACHMANOV, A. A. Taste perception of monosodium glutamate and inosine monophosphate by 129P3/J and C57BL/6ByJ mice. **Physiology & Behavior**, New York, v. 98, p. 481-488, 2009.

NASCIMENTO, M. G. F.; OLIVEIRA, C. Z. F.; NASCIMENTO, E. R. Hambúrguer evolução comercial e padrões microbiológicos. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 23, n. 1, p. 59-74, 2005.

NIKI, M. et al. Taste and Health: Nutritional and Physiological Significance of Taste Substances in Daily **Foods**. **Biol. Pharm. Bull**, Japan, v. 33, n. 11, p. 1772-1777, 2010.

OLIVEIRA, D. F. et al. Alternativas para um produto cárneo mais saudável: uma revisão. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.16, n. 3, p.163-174, 2013.

OLIVEIRA, D. F. et al. Farinha de linhaça dourada como substituto de gordura animal em hambúrguer de carne bovina com redução de sódio. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.17, n. 4, p. 273-282, 2014.

PEREIRA, G. A. P. et al. Cálculo dietético – estratégias para otimizar o consumo. **Revista Brasileira de Reumatologia**, São Paulo, v. 49, n. 2, p. 164-80, 2009.

PIETRASIK, Z.; GAUDETTE, N. J. The impact of salt replacers and flavor enhancer on the processing characteristics and consumer acceptance of restructured cooked hams. **Meat Science**, Barking, v. 96, p. 1165-1170, 2014.

PIL-NAM, S. et al. The impact of addition of shiitake on quality characteristics of frankfurter during refrigerated storage. **Food Science and Technology**, Trivandrum, v. 62, p. 62-68, 2015.

PINEAU, N. et al. Temporal Diminance of Sensations: Construction of TDS curves and comparison with time-intensity. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 20, p. 450-455, 2009.

PINHEIRO, A. C. M.; NUNES, C. A. VIETORIS, A. SensoMaker: a tool for sensorial characterization of food products. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 37, n. 1, p. 199-201, 2013.

RAMA, R. et al. Impact of salt crystal size on in-mouth delivery of sodium and saltiness perception from snack foods. **Journal Texture Studies**, New York, v. 44, p. 338–345, 2013.

RANOGAJEC, A.; BELUHAN, S.; SMIT, Z. Analysis of nucleosides and monophosphate nucleotides from mushrooms with reversedphase HPLC. **Journal of Separation Science**, Weinheim, v. 33, n. 8, p. 1024-1033, 2010.

RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E. Reducing sodium intake from meat products. **Meat Science**, Barking, v. 70, p. 531-541, 2005.

SAMPAIO, S. M.; QUEIROZ, M. R. Influência do processo de secagem na qualidade do cogumelo Shiitake. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 570-577, 2006.

SARNO, F. A. et al. Estimativa do consumo de sódio pela população brasileira 2008-2009. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 47, n. 3, p. 571-578, 2013.

SILVA, T. L. T.; SOUZA, V. R.; PINHEIRO, A. C. M.; NUNES, C. A.; FREIRE, T. V. M. Equivalence salting and temporal dominance of sensations analysis for different sodium chloride substitutes in cream cheese. **International Journal of Dairy Technology**, Malden, v. 67, n.1, p. 31-38, 2014.

SOUZA, V. R. et al. Analysis of various sweeteners in petit suisse cheese: Determination of the ideal and equivalent sweetness. **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 26, n. 5, p. 339-345, 2011.

SOUZA, V. R. et al. Salt equivalence and temporal dominance of sensations of different sodium chloride substitutes in butter. **Journal of Dairy Research**, Champaign, v. 80, p. 319–325, 2013.

SPINELLI, S. et al. How does it make you feel? A new approach to measuring emotions in food product experience. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 37, p. 109–122, 2014.

TOBIN, B. D. et al. Effect of varying salt and fat levels on the sensory and physiochemical quality of frankfurters. **Meat Science**, Barking, v. 92, p. 659-666, 2012.

TSAI, S. et al. Flavour components and antioxidant properties of several cultivated mushrooms. **Food Chemistry**, Oxford, v. 113, p. 578–584, 2009.

VENTANAS, S. et al. Odour and flavour perception in flavoured model systems: Influence of sodium chloride, umami compounds and serving temperature. **Food Quality and Preference**, v. 21, p. 453–462, 2010.

VERMA, A. K.; BANERJEE, R. Low-sodium meat products: Retaining salty taste for sweet health. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 52, p. 72–84, 2012.

WEBSTER, J. L. et al. Salt reduction initiatives around the world. **Journal of Hypertension**, Oxford, v. 29, n. 6, p. 1043-1050, 2011.

WHITNEY, E; ROLFES, S.R. **Nutrição 1 – Entendendo os nutrientes**. 10. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Reducing salt intake in populations: report of a WHO forum and technical meeting**. Paris, 2007. 65 p.

YANG, Y. et al. Evaluation of monosodium glutamate, disodium inosinate and guanylate umami taste by an electronic tongue. **Journal of Food Engineering**, London, v. 116, p. 627–632, 2013.

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

ZHANG, Y. et al. Recent developments on umami ingredients of edible mushrooms - A review. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 33, p.78-92, 2013.

SEGUNDA PARTE: ARTIGO

**EXTRATO DE COGUMELO *SHIITAKE*: ALTERNATIVA
VIÁVEL PARA REDUÇÃO DE SÓDIO EM HAMBÚRGUER NA
PERSPECTIVA SENSORIAL**

Será submetido ao Journal of Sensory Study, sendo apresentado de acordo com as normas de publicação desta revista.

Thayana Vilela Mattar^{1*}, Carla Saraiva Gonçalves², Michelle Aparecida Faria³,
Vanessa Rios De Souza⁴, João de Deus Souza Carneiro⁵, Ana Carla Marques
Pinheiro⁶

¹ Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brasil, thayana_mattar@hotmail.com

² Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brasil, carla_ufla@yahoo.com.br

³ Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brasil, michellefaria@engalimentos.ufla.br

⁴ Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brasil, joaodedeus@dca.ufla.br

⁵ Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brasil, vanessardsouza@gmail.com

⁶ Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brasil, anacarlamp@dca.ufla.br

*Autor correspondente: +55 37 9 9122-2052

Email: thayana_mattar@hotmail.com

RESUMO

A busca por alimentos saudáveis que sejam sensorialmente aceitos pelos consumidores, tem impulsionado o desenvolvimento de novos produtos. Dessa forma, o trabalho avaliou sensorialmente o hambúrguer bovino elaborado com redução de cloreto de sódio, adicionado de extrato de cogumelo *shiitake* como realçador de sabor natural. Os resultados mostraram que as formulações com 50% de redução de cloreto de sódio e adição de extrato E2 e E3 (obtido com 12,5% e 20% de cogumelo) apresentaram maior intensidade do gosto salgado. Além disso, as características físico-químicas (ph, rendimento, encolhimento do diâmetro, força de cisalhamento e cor) dos hambúrgueres não apresentaram alterações relevantes, já que o teste de aceitação indicou que as formulações com 50% de redução e adição de extrato E2 e E3 e a formulação com 75% de redução e adição de extrato E2 apresentaram aceitação semelhante ao controle. Dessa forma, foi possível reduzir até 75% de cloreto de sódio por meio da adição de extrato de cogumelo *shiitake* (E2), indicando que tal extrato é capaz de contribuir com o desenvolvimento de hambúrguer bovino com baixo teor de sódio, e ainda assim, manter as características sensoriais desejadas pelo consumidor.

APLICAÇÕES PRÁTICAS

Desenvolver hambúrguer bovino com redução de cloreto de sódio utilizando extrato de cogumelo *shiitake*. Além de obter conhecimento científico sobre o efeito desse extrato para realçar o gosto salgado em

diferentes níveis de redução de cloreto de sódio, a fim de contribuir com a aplicação de um realçador de sabor natural que apresente qualidade sensorial e contribua com propriedades benéficas à saúde.

PALAVRAS - CHAVE: hambúrguer, sódio, umami, *Lentinus edodes*.

INTRODUÇÃO

O sódio é considerado um componente importante na dieta humana por participar da regulação de funções metabólicas no organismo, tais como: controlar o volume do fluido extracelular e do plasma, participar do processo de contração muscular e do equilíbrio ácido-base, além de apresentar papel importante na transmissão de impulsos nervosos (Mcardale; Katch; Katch, 2011).

No entanto, o cloreto de sódio, a principal fonte de sódio da dieta humana, tem sido consumido em excesso pela população. Segundo Mcgought *et al.* (2012) o consumo excessivo de sódio está relacionado a maior propensão de doenças crônicas não-transmissíveis (DCNT), como: hipertensão arterial, doenças cardiovasculares e doenças renais.

Diante de tais constatações, a Organização Mundial da Saúde definiu como seguro o consumo de 5g de cloreto de sódio por dia (WHO,

2007), visto que tal quantidade satisfaz as necessidades básicas do organismo (200 a 500mg de sódio/dia) (Bannwart; Silva; Vidal, 2014) e reduz os riscos provenientes do excesso de sódio no organismo.

Hoje, sabe-se que em função da falta de tempo, a população tem optado por alimentos mais práticos e convenientes. Neste segmento, se enquadram os produtos industrializados, os quais contribuem com 75% da ingestão de sódio, sendo 18% dessa ingestão proveniente de produtos cárneos, seguido por produtos de panificação (13%), produtos lácteos (12%) e molhos (11%) (Tobin *et al.*, 2012).

Dentre os produtos cárneos, o hambúrguer apresenta alto teor de cloreto de sódio, sendo que uma porção de 80 gramas de hambúrguer contribui com 825mg de sódio, o que equivale à aproximadamente 41% da quantidade diária de sódio recomendada como segura para a saúde (ANVISA, 2010). Por isso, a fim de diminuir os níveis de ingestão de sódio pela população, é necessário investir no desenvolvimento de produtos cárneos com reduzido teor de sódio, dentre eles o hambúrguer.

Entretanto, a redução de cloreto de sódio ainda é um desafio, por se tratar de um ingrediente de relevante aplicação. Em produtos cárneos, sua utilização está relacionada com a capacidade de realçar o sabor, em

função da influência que exerce nas enzimas responsáveis pelas características organolépticas; com a segurança do produto, uma vez que reduz a atividade de água; e com a interferência na textura, pois está relacionado ao grau de solubilidade de proteínas miofibrilares (Freire *et al.*, 2014).

A substituição total ou parcial do cloreto de sódio por sais substitutos (Souza *et al.* 2013), realçadores de sabor (Grummer *et al.* 2013) ou especiarias (Lopes *et al.*, 2014); a diminuição gradual do teor de cloreto de sódio (Liem *et al.*, 2011) e a redução de partículas do cloreto de sódio (Freire *et al.* 2014) são alternativas que tem sido pesquisadas com a finalidade de reduzir o teor de sódio em produtos alimentícios.

Embora as alternativas desenvolvidas até hoje apresentem grande efetividade na redução de sódio dos alimentos, ainda existem algumas limitações. A aplicação total ou parcial de sais substitutos do cloreto de sódio (Souza *et al.* 2013) e especiarias (Leatherhead Food Research, 2012) podem provocar alterações sensoriais desagradáveis. Já em relação a redução gradual, o processo é mais demorado, pois o paladar do consumidor precisa se adaptar a uma concentração menor de cloreto de sódio (Dotsch *et al.* 2009). Além disso, o método de redução de partículas

pode ter aplicação restrita (Desmond 2006), caso não estejam associados métodos que mantenham a granulometria no produto final.

Dessa forma, a fim de reduzir as limitações das atuais alternativas para a redução de sódio, um método promissor é aplicar realçadores de sabor naturais. Uma vez que, tem sido observado que o consumidor tem preferido a utilização de compostos naturais a aditivos sintéticos (Dickson-Spillmann, Siegrist e Keller, 2011).

Quimicamente, as substâncias capazes de realçar o sabor possuem características umami. Estas substâncias provocam um aumento da salivação e conseqüentemente facilitam a dissolução do alimento, criando um ambiente químico mais favorável à percepção do gosto pelas células receptoras e por isso, evidenciam o sabor nos alimentos (Matsuo, 2000).

Atualmente, diversos realçadores como glutamato monossódico, inosinato monossódico e guanilato monossódico vem sendo utilizados com sucesso (Yang *et al.* 2013). Entretanto, tem-se ainda a opção de usar extratos vegetais naturais, como o de cogumelo *shiitake*, que além de possuir alta concentração de substâncias realçadoras (5'-ribonucleotídeos) (Dermiki *et al.* (2013), apresentam propriedades medicinais contra hipertensão, hipercolesterolemia e câncer (Tsai *et al.* 2009).

A etapa de desidratação do cogumelo *shiitake* favorece a atuação da enzima fosfodiesterase responsável por quebrar o RNA em 5'-ribonucleotídeos, contribuindo assim, com a capacidade de realçar o sabor (Dermiki *et al.* 2013a). Além disso, a desidratação favorece maior desenvolvimento de aromas, vitamina D e maior concentração de 5'-guanosina monofostato (5'-GMP) (Dermiki *et al.*, 2013), que contribui com sabor semelhante à carne (Ulziijargal *et al.* 2013).

Por isso, a aplicação de extrato de cogumelo *shiitake* desidratado como realçador de gosto salgado pode ser uma boa alternativa para redução de sódio em produtos cárneos. No entanto, mais estudos sobre a forma de obtenção e aplicação desse extrato deve ser realizada.

Por esta razão, o objetivo do trabalho foi desenvolver um hambúrguer bovino com redução de cloreto de sódio e adição de extrato de cogumelo *shiitake*, de modo que a palatabilidade e aceitabilidade do produto fossem mantidas; avaliar o perfil sensorial e a capacidade do extrato em intensificar o gosto salgado em hambúrgueres com diferentes níveis de redução de cloreto de sódio; verificar se a concentração de cogumelo *shiitake* na obtenção do mesmo potencializa seu efeito como realçador de sabor.

MATERIAL AND MÉTODOS

Materiais

O patinho, toucinho, proteína de soja texturizada, condimentos (alho e cebola desidratada), cogumelo *shiitake* (*Lentinus edodes*) desidratado (micélios e campânulas fatiadas) e cloreto de sódio foram obtidos no comércio local de Lavras, Minas Gerais, Brasil. O tripolifosfato de sódio utilizado foi doado pela empresa New Max Industrial Ltda (Americana, São Paulo, Brasil).

Obtenção dos extratos de cogumelo *Shiitake*

Os extratos foram obtidos segundo Dermiki *et al.* (2013). Os cogumelos foram homogeneizados em liquidificador (Philips, Walita) por aproximadamente 4 minutos, até a obtenção de uma farinha, visando minimizar a possível diferença entre os cogumelos.

Em seguida, foram preparadas misturas de cogumelo moído e água nas concentrações de: E1 (5%); E2 (12,5%) e E3 (20%), de acordo com pré-testes realizados e com estudos feitos por Dermiki *et al.* (2013).

Tais misturas foram colocadas em banho-maria (Ethick Technology, 501-DE) a 70°C/30 minutos (Dermiki *et al.* 2013) em 120 rotações por minuto, em recipientes cobertos com papel alumínio a fim de evitar a perda de água.

Posteriormente cada mistura (água e cogumelo moído) foi filtrada em organzas estéreis, obtendo-se três extratos (E1, E2 e E3) e mantidos à temperatura de 25°C, em recipiente de plástico fechado envolvido com papel alumínio até sua utilização.

Delineamento experimental e Processamento do hambúrguer

O experimento foi realizado utilizando o delineamento inteiramente casualizado, com os fatores: redução de cloreto de sódio (0%, 50% e 75% de redução) e concentração do extrato de cogumelo (E1, E2 e E3). Foi acrescentado também no experimento, uma amostra controle sem adição de extrato e sem adição de cloreto de sódio, totalizando 10 tratamentos, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Tratamentos avaliados no estudo

Tratamentos	% Redução de Cloreto de sódio	Tipos de extratos
T1(Controle)	0	-
T2	0	E1
T3	0	E2
T4	0	E3
T5	50	E1
T6	50	E2
T7	50	E3
T8	75	E1
T9	75	E2
T10	75	E3

Extrato E1: 5%; E2: 12.5% e E3: 20% representados pela quantidade de cogumelo em água.

O processamento dos hambúrgueres foi realizado no Laboratório de Desenvolvimento de Novos Produtos e na Planta Piloto de Produtos Cárneos da Universidade Federal de Lavras, de acordo com as formulações especificadas na Tabela 2. Essas formulações foram definidas de acordo com Oliveira *et al.* (2014), com algumas modificações.

Tabela 2 - Formulações dos hambúrgueres

Ingredientes	Controle (%)	0% redução de NaCl (%)	50% redução de NaCl (%)	75% redução de NaCl (%)
Patinho	64,9	64,9	65,55	65,87
Toucinho	14,5	14,5	14,5	14,5
Prot. text. Soja*	3,1	3,1	3,1	3,1
Extrato de cogumelo	-	15,3	15,3	15,3
Água	15,3	-	-	-
Cloreto de sódio	1,3	1,3	0,65	0,33
Cebola desidratada	0,2	0,2	0,2	0,2
Alho desidratado	0,3	0,3	0,3	0,3
Tripolifosfato de sódio	0,4	0,4	0,4	0,4

* Proteína Texturizada de Soja

Na formulação controle e nas formulações com 0% de redução de cloreto de sódio foi adicionada 1,3% de cloreto de sódio. Essa quantidade foi determinada por meio do Teste do Ideal de Salga, realizado de acordo com Vickers (1988).

Nas formulações com 50% e 75% de redução de cloreto de sódio foi adicionado 15,3 mL de extrato de cogumelo *Shiitake* e na formulação controle 15,3 mL de água.

O patinho, refrigerado a 4°C, foi previamente cortado em cubos e padronizado pela remoção de gordura e tecido conectivo visível. Em seguida, foi moído utilizando-se moedor (modelo PB 22 inox marca Beccaro) em disco de 14mm por duas vezes. Este foi mantido refrigerado a 4°C até sua utilização. Posteriormente, utilizando o mesmo moedor, o toucinho foi moído utilizando-se um disco de 8mm.

Após pesagem dos ingredientes de cada formulação, conforme observado na Tabela 2, a proteína de soja foi colocada em um recipiente com 15,3mL de água ou com 15,3mL de extrato de cogumelo *Shiitake*, de acordo com a Tabela 1, por aproximadamente 5 minutos, a fim de hidratá-la. Em seguida, a carne e o toucinho moídos foram misturados manualmente com os demais ingredientes (proteína de soja texturizada hidratada, cloreto de sódio, alho desidratado, cebola desidratada e tripolifosfato de sódio) até a obtenção de uma massa cárnea uniforme.

Por fim, porções de 80g de massa cárnea, conforme porção determinada pela Resolução RDC 359 (BRASIL,2003), foram pesadas,

enformadas, embaladas em papel filme e acondicionadas em freezer a -18°C por um período de 48h, até o momento das análises.

A fim de avaliar a capacidade para realçar o gosto salgado dos tipos de extratos em diferentes níveis de redução de cloreto de sódio, foi aplicada a análise de tempo-intensidade em todas as formulações. Já o teste de aceitação foi realizado apenas com as formulações com 50% e 75% de redução de cloreto de sódio.

Os testes sensoriais foram realizados em amostras de hambúrguer grelhado. Os hambúrgueres foram grelhados em chapa (Progás), pré-aquecida e mantida a temperatura de 300°C sendo ambos os lados do hambúrguer mantidos em contato por 2 minutos com a parte inferior da grelha. O tempo de grelha foi determinado em pré-testes.

Avaliação Sensorial

A avaliação sensorial das amostras de hambúrgueres foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais; em cabines individuais, com luz branca e com temperatura controlada à 25°C .

Seleção de provadores para TI

Foram recrutados 50 consumidores com interesse em participar da pesquisa e que não possuíam restrições quanto ao consumo de sódio (Souza *et al.* 2013). A fim de selecionar os provadores com boa capacidade discriminativa, utilizou-se o método sequencial de Wald (Amerine *et al.* 1965), no qual foram aplicados vários testes triangulares com duas amostras de hambúrguer (8g) com 1% de diferença significativa em relação a concentração de cloreto de sódio (1% e 1,25%), detectada pelo método de comparação pareada.

A partir dos parâmetros definidos ($P = 0,30$, $p1 = 0,70$, $\alpha = 0,10$, $\beta = 0,10$), foi construído o gráfico de Wald e os provadores foram selecionados ou rejeitados de acordo com o número de acertos analisados no gráfico (Souza *et al.* 2011). Foram selecionados 11 provadores, com faixa etária de 20 a 30 anos, dos quais 4 eram homens e 7 mulheres, sendo participantes de ambos os sexos estudantes universitários.

Tempo-intensidade (TI)

Os 11 provadores selecionados foram treinados para a familiarização com a escala e com a coleta de dados na análise de tempo-intensidade. Posteriormente, avaliaram as amostras de hambúrguer (Tabela 1) em dias diferentes, sendo 5 amostras por sessão.

As análises foram conduzidas de forma monádica e apresentadas em ordem balanceada, em três repetições, nas quais os provadores utilizaram computadores para avaliar a intensidade do gosto salgado das amostras de hambúrguer (8g) por 20s. O tempo da análise foi definido em pré-testes.

A aquisição e análise dos dados foi realizada por meio do programa SensoMaker, versão 1.91, UFLA, Lavras-Brasil (Nunes; Pinheiro, 2013).

Os resultados obtidos por provador e para cada parâmetro da curva de tempo-intensidade foram analisados pela Análise de Variância (ANOVA), com as fontes de variação amostra e repetição. Foram dispensados os provadores que obtiveram probabilidade para $F_{amostra}$ maior ou igual a 0,5 e probabilidade para $F_{repetição}$ menor ou igual a 0,05 em pelo menos um dos parâmetros, ou seja, foram excluídos os provadores que não apresentaram capacidade de discriminar as amostras e

que não apresentaram repetibilidade. Os 11 provadores se enquadraram nos requisitos citados.

Os resultados da análise de Tempo Intensidade para os parâmetros de salinidade como I_{max} (intensidade máxima), TI5% (tempo para se alcançar 5% da intensidade máxima do lado crescente da curva), TD5% (tempo para se alcançar 5% da intensidade máxima no lado decrescente da curva), TI90% (tempo para se alcançar 90% da intensidade máxima do lado crescente da curva), TD90% (tempo para se alcançar 90% da intensidade máxima no lado decrescente da curva), Platô (intervalo de tempo, no qual a intensidade permanece acima de 90% da intensidade máxima) e Área (região abaixo da curva), foram analisados por meio Análise de Componentes Principais e Correlação de Pearson, utilizando-se o programa estatístico SAS (Statistical Analysis System – SAS Institute Inc., north Carolina, USA), versão 8.0 e Análise de Agrupamento pelo programa Sensomaker versão 1.91 (Nunes; Pinheiro, 2013).

Teste de aceitação

Participaram do teste de aceitação 90 consumidores de hambúrguer, com faixa etária entre 17 e 50 anos, dos quais 59 eram mulheres e 21 eram homens.

As amostras (T1, T5, T6, T7, T8, T9, T10) de aproximadamente 8g de hambúrguer à temperatura de aproximadamente 65°C foram apresentadas aos provadores em copos plásticos codificados com números de três dígitos, em forma monádica e de acordo com a ordem de apresentação das amostras proposta por Walkeling e Macfie (1995). Foram realizadas duas sessões, em dias diferentes, nas quais os provadores avaliaram as amostras quanto à aceitação em relação à cor, aroma, textura, sabor e impressão global, utilizando-se a escala hedônica de nove pontos, sendo o valor 1 referente ao termo “desgostei extremamente” e o valor 9 atribuído ao termo “gostei extremamente” (Stone; Sidel, 1993)

Para a análise dos resultados do teste de aceitação foi realizada análise de variância (ANOVA) e teste de médias Tukey, ao nível de 5% de significância, utilizando o software Sensomaker versão 1.91 (Nunes; Pinheiro, 2013).

Análises físico-químicas

pH

Mensurado pela inserção, em triplicata, de eletrodo de penetração, acoplado a um pHmetro (modelo HI 99163; Hanna Instruments, Woonsocket, RI, EUA), em regiões centrais do hambúrguer cru.

Rendimento dos Hambúrgueres

O rendimento dos hambúrgueres foram determinados de acordo com Angiolillo et al. (2015), utilizando-se a seguinte equação:

Rendimento do hambúrguer grelhado (%) = (peso hambúrguer grelhado / peso hambúrguer cru) x 100

Encolhimento do Diâmetro

A redução de diâmetro foi calculada pela diferença de diâmetro antes e após os hambúrgueres serem grelhados (Angiolillo et al. 2015), usando a seguinte equação:

Redução do diâmetro (%) = ((diâmetro do hambúrguer cru – diâmetro do hambúrguer grelhado)/diâmetro do hambúrguer cru) x 100

Análise de Cor

A leitura da cor foi conduzida na superfície do hambúrguer grelhado, de aproximadamente 1,5 centímetros de espessura, através de um colorímetro espectrofotométrico (modelo CM-700, Kônica Minolta, China), conforme descrito por Dutra et al. (2012). Os índices de cor foram obtidos no sistema CIELAB (L^* = luminosidade; a^* = índice de vermelho; e b^* = índice de amarelo), utilizando o iluminante D65 e ângulo do observador a 10° , considerando-se o valor médio de cinco leituras em 5 replicatas realizadas na superfície do produto. Os índices de saturação (C^*) e ângulo de tonalidade (Hue^*) foram calculados pelas seguintes fórmulas (RAMOS; GOMIDE, 2007): $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$; e $Hue^* = \tan^{-1} (b^*/a^*)$.

Análise de Textura

O teste de Slice Shear Force (SSF) foi conduzido segundo protocolo descrito Ramos e Gomide (2007), utilizando um texturômetro universal (Stable Micro Systems, modelo TA.Xplus). Cada amostra de hambúrguer grelhado, de 2,5cm x 2,5cm, foi completamente cisalhada por uma lâmina plana, nas seguintes condições: velocidade de pré-teste de 3.33 mm/s, velocidade de teste de 3.33 mm/s e velocidade de pós-teste de 3.33 mm/s. A força máxima (N) foi obtida em cada amostra com base na média de 5 replicatas.

RESULTADOS

Análise de Tempo-Intensidade

As curvas de tempo-intensidade (Figura 1) para o gosto salgado das formulações de hambúrguer com 0% (T2, T3, T4); 50% (T5, T6, T7) e 75% (T8, T9, T10) de redução de cloreto de sódio e adição de extrato de cogumelo, além da formulação controle T1 (0% de redução de cloreto de sódio 0% de extrato de cogumelo *Shiitake*), apresentaram perfis

semelhantes e percepção da intensidade máxima do gosto salgado em aproximadamente 11 segundos de análise.

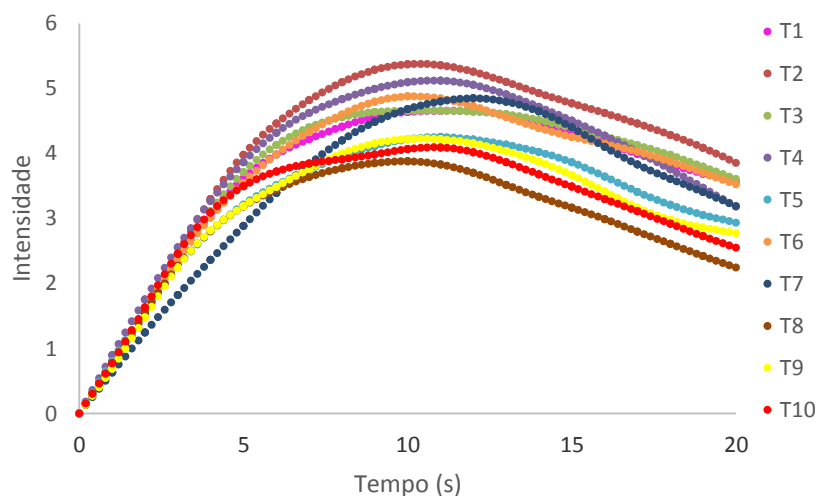


Figura 1 - Curvas de tempo-intensidade do gosto salgado para as formulações de hambúrguer avaliadas T1 (0% de redução de NaCl e 0% de extrato); T2 (0% de redução de NaCl e adição de extrato E1 - obtido com 5% de cogumelo); T3 (0% de redução de NaCl e adição de extrato E2 - obtido com 12,5% de cogumelo); T4 (0% de redução de NaCl e adição de extrato E3 - obtido com 20% de cogumelo); T5, T6 e T7 (50% de redução de NaCl e adição de extrato E1, E2 e E3, respectivamente); T8, T9, T10 (75% de redução de NaCl e adição de extrato E1, E2 e E3, respectivamente).

No entanto, os parâmetros Intensidade Máxima (I_{max}) e a Área variaram dependendo do tipo de extrato adicionado (E1, E2 ou E3) e do nível de redução de cloreto de sódio (0%, 50% ou 75%) nas formulações de hambúrguer.

Este resultado corrobora com as médias obtidas para os parâmetros de tempo-intensidade (Tabela 3), por meio das quais verifica-se que todas as formulações obtiveram valores médios próximos quanto aos parâmetros TI5%, TD5%, TI90%, TD90% e Platô. Já em relação aos parâmetros de I_{max} e Área, foram observados valores menores para todas as formulações com 75% de redução de cloreto de sódio (T8, T9 e T10) independente do extrato utilizado, e para a formulação com 50% de redução de cloreto de sódio e adição do extrato E1 (T5). Já as formulações com 50% de redução de cloreto de sódio e adição dos extratos E2 e E3 obtiveram valores para os parâmetros I_{max} e Área próximos aos valores alcançados pela formulação controle, indicando que esses extratos intensificaram o gosto salgado dessas formulações.

Tabela 3 - Médias dos parâmetros de tempo-intensidade para as formulações de hambúrguer avaliadas

Trat.*	Imax	TI5%	TD5%	TI90%	TD90%	Platô	Área
T1	5,21	1,55	19,86	7,90	15,21	7,30	72,53
T2	6,25	1,33	19,75	8,84	15,2	6,36	82,54
T3	5,80	1,68	19,67	8,23	14,96	6,73	76,73
T4	5,94	1,32	19,79	7,53	14,50	6,96	80,03
T5	5,14	1,47	19,19	7,15	14,53	7,38	66,52
T6	5,64	1,3	19,38	7,68	15,32	7,63	75,12
T7	5,70	2,06	19,62	8,56	14,42	5,86	71,06
T8	4,74	0,62	19,88	7,01	14,33	7,32	61,52
T9	4,79	1,39	19,43	6,65	15,12	8,47	65,33
T10	4,80	0,79	19,6	6,14	13,87	7,73	64,59

*Tratamento; T1 (0% de redução de NaCl e 0% de extrato); T2 (0% de redução de NaCl e adição de extrato E1 - obtido com 5% de cogumelo); T3 (0% de redução de NaCl e adição de extrato E2 - obtido com 12,5% de cogumelo); T4 (0% de redução de NaCl e adição de extrato E3 - obtido com 20% de cogumelo); T5, T6 e T7 (50% de redução de NaCl e adição de extrato E1, E2 e E3, respectivamente); T8, T9, T10 (75% de redução de NaCl e adição de extrato E1, E2 e E3, respectivamente).

Por meio da análise de componentes principais (Figura 2) foi possível verificar as similaridades e diferenças entre as formulações em relação aos parâmetros de tempo-intensidade. O primeiro componente principal explicou 57,09% da variação total dos dados e o segundo componente explicou 19,59%. Juntos os dois primeiros componentes

principais explicaram aproximadamente 77% da variabilidade entre os tratamentos, quanto aos parâmetros da curva de tempo-intensidade.

Os resultados da análise de agrupamento (Figura 3), utilizando os escores dos dois primeiros componentes principais, sugere a formação de dois grupos. O grupo 1 localizado mais à direita, formado pelas formulações T1 (controle), T2, T3, T4, T6, T7 e o grupo 2 localizado à esquerda formado pelas formulações T5, T8, T9 e T10.

Os parâmetros I_{max} , TI5%, TI90% e Área apresentaram correlação positiva com o primeiro componente principal e o parâmetro Platô correlação negativa com esse componente (Tabela 4). Dessa forma conclui-se que as formulações do grupo 1 foram caracterizadas por apresentar maiores valores para os parâmetros I_{max} , TI5%, TI90% e Área e menores valores para o parâmetro Platô. Já as formulações do grupo 2 apresentaram valores maiores para o parâmetro Platô e valores menores para os demais parâmetros que se correlacionaram positivamente com o primeiro componente principal. Tais resultados estão de acordo com as médias encontradas para os parâmetros de tempo-intensidade (Tabela 3).

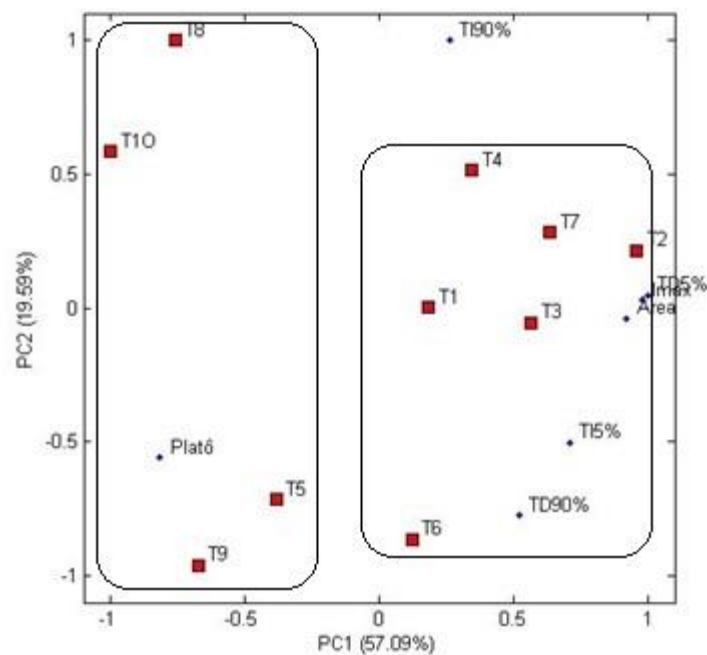


Figura 2 - Análise de Componentes Principais dos parâmetros de tempo-intensidade das formulações de hambúrguer avaliadas. T1 (0% de redução de NaCl e 0% de extrato); T2 (0% de redução de NaCl e adição de extrato E1 - obtido com 5% de cogumelo); T3 (0% de redução de NaCl e adição de extrato E2 - obtido com 12,5% de cogumelo); T4 (0% de redução de NaCl e adição de extrato E3 - obtido com 20% de cogumelo); T5, T6 e T7 (50% de redução de NaCl e adição de extrato E1, E2 e E3, respectivamente); T8, T9, T10 (75% de redução de NaCl e adição de extrato E1, E2 e E3, respectivamente).

cogumelo); T5, T6 e T7 (50% de redução de NaCl e adição de extrato E1, E2 e E3, respectivamente); T8, T9, T10 (75% de redução de NaCl e adição de extrato E1, E2 e E3, respectivamente).

De acordo com os resultados obtidos, as formulações que mais se assemelharam à amostra controle (T1) foram T2, T3, T4, T6 e T7. Logo, pode-se inferir que os extratos E1, E2 e E3 (obtidos com diferentes concentrações de cogumelo *shiitake*) não intensificaram ou intensificaram muito pouco o gosto salgado nas formulações com 0% de redução de cloreto de sódio (T2, T3, T4), uma vez que independente do tipo de extrato de cogumelo *shiitake* adicionado nessas formulações, o gosto salgado foi semelhante ao controle T1 (0% de redução de cloreto de sódio e 0% de adição de extrato de cogumelo *shiitake*).

Já nas formulações com 50% de redução de cloreto de sódio (T6 e T7), tanto o extrato obtido com 12,5% de cogumelo (E2) quanto o extrato obtido com 20% de cogumelo (E3) aparentam ter contribuído com substâncias umami que foram capazes de intensificar o gosto salgado, já que a percepção do salgado foi semelhante à amostra controle (T1). No entanto, o extrato E1 obtido com menor concentração de cogumelo (5%) contribuiu menos com a intensificação do gosto salgado, visto que esta

formulação apresentou percepção de gosto salgado menor que o controle (T1).

Em relação às amostras com 75% de redução de cloreto de sódio (T8, T9, T10) todos os tipos de extrato avaliados (E1, E2 e E3) contribuíram pouco para realçar o gosto salgado, indicando que nessas concentrações de cloreto de sódio, o efeito proporcionado pelas substâncias umami do extrato intensificou pouco o gosto salgado.

No que se diz respeito à concentração (5%; 12,5% e 20%) de cogumelo para a obtenção do extrato, observou-se que os extratos com maior concentração, E2 (12,5% de cogumelo) e E3 (20% de cogumelo), realçaram mais o gosto salgado nas formulações com 50% de redução de cloreto de sódio (T6 e T7, respectivamente) se comparado ao extrato E1 (5% de cogumelo). Já para as formulações com 75% e 0% de redução de cloreto de sódio, verificou-se baixa capacidade de intensificar o gosto com o aumento da concentração do extrato.

Estes resultados indicam que o aumento da percepção do gosto salgado nos hambúrgueres com 50% de redução de cloreto de sódio foi favorecido por compostos umami presentes no extrato de cogumelo *shiitake* (E2 e E3). A constatação de que extrato de cogumelo *shiitake*

possui características umami também também foi relatada por Dermiki *et al.* (2013) ao avaliar diferentes binômios de tempo-temperatura na obtenção do extrato e por Demiki *et al.* (2013a) que obtiveram um aumento nos níveis de 5'-ribonucleotídeos, compostos com propriedades umami, ao adicionar este extrato na carne moída.

Bagnasco *et al.* (2014) também afirmaram que o gosto umami favorece a palatabilidade dos produtos com redução de cloreto de sódio. Além disso, Miller *et al.* (2014) por meio da substituição de 50 a 80% de carne por cogumelo, conseguiram reduzir até 25% de sódio em taco elaborado com carne bovina, o que está de acordo com os resultados obtidos no presente trabalho.

Testes de aceitação

A análise de variância indicou que as formulações de hambúrguer estudadas não difeririam significativamente ($p > 0,05$) quanto a aceitação em relação aos atributos cor, aroma e textura. No entanto, as notas de aceitação obtidas para o sabor e impressão global foram significativamente diferentes ($p \leq 0,05$). Verifica-se na Tabela 5, as

médias das notas de aceitação obtidas para cada parâmetro avaliado, juntamente com o teste de médias Tukey.

Tabela 5 - Médias de aceitação das formulações de hambúrguer com redução de sódio e adição de extratos

Formulação	Cor(ns)	Aroma (ns)	Textura (ns)	Aroma*	Impressão Global*
T1(Controle)	7,40	7,33	7,14	7,82 a	7,61 a
T5	7,21	7,01	6,96	7,24 ab	7,11 ab
T6	7,06	6,91	6,60	6,84 b	6,80 bc
T7	7,21	7,23	6,94	7,62 a	7,46 a
T8	7,10	6,78	6,50	6,19 c	6,49 c
T9	7,17	7,16	6,81	6,93 b	7,06 abc
T10	7,37	7,13	6,73	6,94 b	7,06 ab

As médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de significância.

Obs.: ns (não significativo ao nível de 5%); * (significativo); T1 (0% de redução de NaCl e 0% de extrato); T2 (0% de redução de NaCl e adição de extrato E1 - obtido com 5% de cogumelo); T3 (0% de redução de NaCl e adição de extrato E2 - obtido com 12,5% de cogumelo); T4 (0% de redução de NaCl e adição de extrato E3 - obtido com 20% de cogumelo); T5, T6 e T7 (50% de redução de NaCl e adição de extrato E1, E2 e E3, respectivamente); T8, T9, T10 (75% de redução de NaCl e adição de extrato E1, E2 e E3, respectivamente).

No geral, as sete formulações de hambúrguer tiveram médias de aceitação variando entre 6 (“gostei ligeiramente”) a 8 (“gostei muito”) para todos os atributos (cor, aroma, textura, sabor e impressão global).

Em relação à cor e ao aroma, a presença do extrato de cogumelo não influenciou na aceitação, mesmo sendo este um produto característico por possuir diversos compostos aromáticos (Tsai *et al.* 2009).

No que se diz respeito à textura, sabe-se que o cloreto de sódio está relacionado com a hidratação e a capacidade de ligação das proteínas cárneas com a água, e por isso, interfere diretamente na textura dos produtos cárneos (Kloss *et al.* 2015). No entanto, a análise dos hambúrgueres mostrou que a redução de até 75% de cloreto de sódio não alterou a aceitação da textura. Resultado semelhante foi obtido em estudos com salsicha, no qual uma redução de até 25% de cloreto de sódio não interferiu na textura do produto (Pietrasik e Gaudette, 2014).

No entanto, a adição do extrato de cogumelo juntamente com a redução de cloreto de sódio influenciaram no sabor das amostras de hambúrguer. Dentre as formulações com 50% de redução de cloreto de sódio, T5 e T7 (com extrato de 5% e 20% de cogumelo, respectivamente) foram as amostras que obtiveram as maiores notas, sendo estas

relacionadas ao termo “gostei moderadamente” e “gostei muito”. Já a formulação T6 (com 50% de redução de cloreto de sódio e adição de extrato E2) não apresentou nota semelhante às demais amostras com a mesma porcentagem de redução, possivelmente em função do gosto doce acentuado relatado pelo resultado obtido na análise de TDS.

Em relação à impressão global, pode-se inferir que tanto as amostras T5 e T7 (50% de redução de cloreto de sódio com adição de extratos E1 e E3, respectivamente) quanto as amostras T9 e T10 (com 75% de redução de cloreto de sódio e extratos E2 e E3, respectivamente) obtiveram notas semelhantes à amostra controle T1 (0% de redução de cloreto de sódio). A Figura 4 facilita a observação e compração das notas de aceitação de sabor e impressão global.

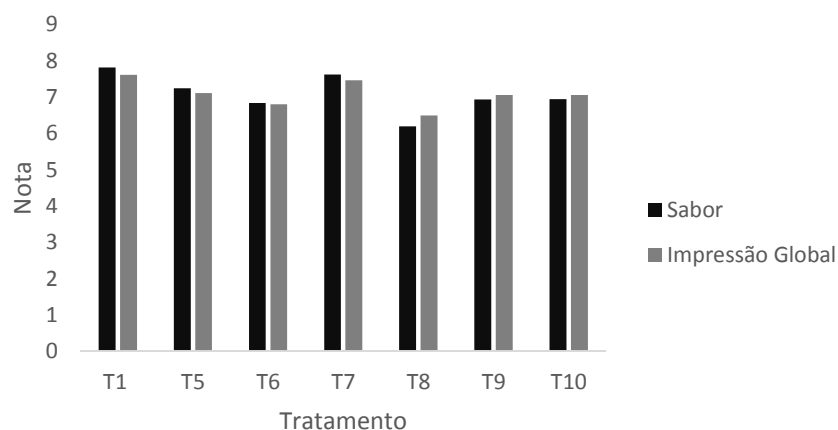


Figura 4 - Histograma das notas de aceitação do sabor e impressão global das formulações de hambúrguer. T1 (0% de redução de NaCl e 0% de extrato); T2 (0% de redução de NaCl e adição de extrato E1 - obtido com 5% de cogumelo); T3 (0% de redução de NaCl e adição de extrato E2 - obtido com 12,5% de cogumelo); T4 (0% de redução de NaCl e adição de extrato E3 - obtido com 20% de cogumelo); T5, T6 e T7 (50% de redução de NaCl e adição de extrato E1, E2 e E3, respectivamente); T8, T9, T10 (75% de redução de NaCl e adição de extrato E1, E2 e E3, respectivamente).

Diante do exposto, observa-se que embora as formulações tenham apresentado diferença quanto a intensidade do gosto salgado detectada na análise de TI e grande diferença no perfil sensorial observada na análise de TSD, essas diferenças influenciaram pouco na aceitação sensorial, indicando que o consumidor não detectou isto negativamente. Logo, é possível reduzir até 75% de cloreto de sódio na formulação do hambúrguer adicionando extrato de cogumelo E2 e ainda assim manter as

notas de aceitabilidade entre 7 e 8, as quais indicam “gostei moderadamente” e “gostei muito”.

Análises físico-químicas

Os resultados obtidos para as análises de pH, rendimento, encolhimento do diâmetro e força de cisalhamento encontram-se na Tabela 6.

De acordo com os resultados, observa-se que os valores de pH variaram significativamente ($p \leq 0,05$) de 4,99 a 5,22 entre as formulações. No geral, a presença do extrato de cogumelo (T5, T6, T7, T8, T9 e T10) provocou um ligeiro aumento no pH do hambúrguer. No entanto, ainda assim os valores obtidos estão próximos ao relatado por Silva *et al.* (2014) e Hautrive *et al.* (2008), que encontraram valores de pH em torno de 5,5 e 5,63, respectivamente.

Em relação ao rendimento, os valores observados (57,47% a 62,75%) também apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$). No entanto, observa-se que independente do nível de redução de cloreto de sódio (50% ou 75%) ou da concentração de extrato de cogumelo

utilizada, os hambúrgueres obtiveram rendimento semelhante ao controle (T1).

Tabela 6 - Médias de pH, rendimento, encolhimento do diâmetro e força de cisalhamento das formulações de hambúrguer.

Tratamentos	Análises			
	pH	Rendimento	Encolhimento	Força de cisalhamento
T1	4,99 c	58,50 ab	8,01 b	2,58
T5	5,17 ab	62,75 a	9,83 ab	2,40
T6	5,16 ab	59,54 ab	12,38 a	2,49
T7	5,13 b	58,73 ab	8,90 ab	2,51
T8	5,22 a	61,37 ab	10,46 ab	1,84
T9	5,21 a	57,47 ab	9,85 ab	2,34
T10	5,10 ab	56,03 b	7,81 b	2,02

As médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de significância.

T1 (0% de redução de NaCl e 0% de extrato); T2 (0% de redução de NaCl e adição de extrato E1 - obtido com 5% de cogumelo); T3 (0% de redução de NaCl e adição de extrato E2 - obtido com 12,5% de cogumelo); T4 (0% de redução de NaCl e adição de extrato E3 - obtido com 20% de cogumelo); T5, T6 e T7 (50% de redução de NaCl e adição de extrato E1, E2 e E3, respectivamente); T8, T9, T10 (75% de redução de NaCl e adição de extrato E1, E2 e E3, respectivamente).

No geral, o cloreto de sódio aumenta a capacidade de ligação da água com a carne e por isso, espera-se uma diminuição do rendimento

com a redução de cloreto de sódio nos produtos cárneos (Ruusunen e Puollane, 2005). Entretanto, Aaslyng, Vestergaard e Koch (2014) também concluíram que a redução moderada de cloreto de sódio em salsichas (2,2% para 1,7%) e presunto (2,3% para 1,8%) não ocasionou alteração no rendimento.

De acordo com Sun e Holley (2011), a solubilização das proteínas miofibrilares da carne (actina e miosina) é favorecida pela concentração de cloreto de sódio. No entanto, em pH próximo a 6, tais proteínas podem solubilizar e formar géis mesmo em menores concentrações de sal. Por isso, o rendimento das formulações com redução de cloreto de sódio pode ter sido favorecido com a adição do extrato de cogumelo.

Já para o encolhimento do diâmetro, somente a amostra T6 (50% de redução de cloreto de sódio e extrato E2) apresentou maior encolhimento que o controle (T1). Entretanto, este valor ainda é menor que o encontrado por Silva *et al.* (2014), que foi de 20,29%. Considerando-se que tal característica é indesejável no produto, por ser um defeito de qualidade de acordo com o consumidor, pode-se inferir que todas as formulações obtiveram um encolhimento baixo e, sendo portanto atrativas para os consumidores.

Em relação à força de cisalhamento, os valores (1,84 a 2,58 Kgf) não apresentaram diferença significativa a 5%, conforme mostra a Tabela 7. Logo, pode-se inferir que uma redução de até 75% de cloreto de sódio, juntamente com a presença do extrato de cogumelo, não interferiu na maciez do produto.

Conforme a Tabela 7, observa-se que os parâmetros de cor a^* (índice de vermelho) e L^* (luminosidade) não foram afetados pela adição do extrato de cogumelo *shiitake* e redução de cloreto de sódio, diferentemente ao que foi observado para o parâmetro b^* (índice de amarelo) e Hue (indica a tonalidade), que apresentaram valores significativamente maiores em todos os tratamentos com redução de cloreto de sódio e adição do extrato. O aumento do tom amarelado no hambúrguer, possivelmente ocorreu em função da adição do extrato de cogumelo. Pil-Nam *et al.* (2015) também observaram um aumento do tom amarelado em salsichas adicionadas de cogumelo *shiitake* em pó.

Segundo Ramos e Gomide (2009), o parâmetro Croma descreve a intensidade da cor. Dessa forma, foi constatado que os hambúrgueres com 50% de redução de cloreto de sódio obtiveram valores de Croma semelhantes ao controle, já os hambúrgueres com 75% de redução

apresentaram uma intensidade de cor amarela/marrom (21,31 a 22,04) um pouco maior que o controle (18,74).

Tabela 7 - Médias obtidas para os parâmetros de cor das formulações de hambúrguer.

Tratamentos	Cor				
	a*	b*	L*	Hue	Croma
T1	11,56	14,75 d	60,22	51,92 c	18,74 c
T5	10,77	15,78 cd	62,31	55,71 b	19,11 c
T6	10,50	16,68 bc	61,60	57,81 a	19,70 cb
T7	10,90	15,34 ba	59,27	57,87 a	20,49 abc
T8	11,38	18,01 ba	60,89	57,69 a	21,31 ab
T9	11,46	18,66 a	60,96	58,45 a	21,90 a
T10	11,48	18,81 a	60,31	58,63 a	22,04 a

T1 (0% de redução de NaCl e 0% de extrato); T2 (0% de redução de NaCl e adição de extrato E1 - obtido com 5% de cogumelo); T3 (0% de redução de NaCl e adição de extrato E2 - obtido com 12,5% de cogumelo); T4 (0% de redução de NaCl e adição de extrato E3 - obtido com 20% de cogumelo); T5, T6 e T7 (50% de redução de NaCl e adição de extrato E1, E2 e E3, respectivamente); T8, T9, T10 (75% de redução de NaCl e adição de extrato E1, E2 e E3, respectivamente).

CONCLUSÃO

A adição de extrato, obtido com maiores concentrações de cogumelo (E2 e E3) *shiitake*, nas formulações com 50% de redução de cloreto de sódio, conferiu maior intensificação do gosto salgado. Em relação à concentração de cogumelo na obtenção do extrato, verificou-se baixa capacidade de intensificar o gosto salgado com o aumento da concentração do extrato nas formulações com 75% de redução de cloreto de sódio, diferentemente, ao observado nas formulações com 50% de redução. Além disso, a redução do cloreto de sódio e a adição do extrato não provocou alterações relevantes nas características físico-químicas (ph, rendimento, encolhimento, força de cisalhamento e cor), sendo possível obter um produto aceito sensorialmente com até 75% de redução de cloreto de sódio e adição de extrato obtido com 12,5% de cogumelo *shiitake*.

REFERÊNCIAS

AASLYNG, M. D.; VESTERGAARD, C.; KOCH, A. G. The effect of salt reduction on sensory quality and microbial growth in hotdog sausages, bacon, ham and salami. *Meat Science*, v. 96, p. 47–55, 2014.

ANGIOLILLO, L.; CONTE, A.; DEL NOBILE, M. A. Technological strategies to produce functional meat burgers. *LWT Food Science and Technology*, 62:697-703, 2015.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Informe Técnico n.42/2010. Perfil nutricional dos alimentos processados. Disponível em: <<http://www.cfn.org.br/eficiente/repositorio/Noticias/260.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2010.

AMERINE, M. A.; PANGBORN, R. M.; ROESSLER, E. B. 1965. *Principles of sensory Evaluation of Food*, Academic Press, New York, NY.

BAGNASCO, L.; PAPPALARDO, V. M.; MEREGAGLIA, A.; KAEWMANEE, T.; UBIALI, D.; SPERANZA, G.; COSULICH, M. E. Use of food-grade proteases to recover umami protein-peptide mixtures from rice middlings. *Food Research International*, v. 50, p. 420–427, 2013.

BAGNASCO, L.; COSULICH, M. E.; SPERANZA, G.; MEDINI, G.; OLIVERI, P.; LANTERI, S. Application of a voltammetric electronic tongue and near infrared spectroscopy for a rapid umami taste assessment. *Food Chemistry*, v. 157, p. 421–428, 2014.

BAI, W.-F.; GUO, X.-Y.; MA, L.-Q.; GUO, L.-Q.; LIN, J.-F. Chemical composition and sensory evaluation of fermented tea with medicinal mushrooms. *Indian Journal of Microbiology*, v. 53, n. 1, p. 70–76, 2013.

BANNWART, G. C. M. C.; SILVA, M. E. M. P.; VIDAL, G. Redução de sódio em alimentos: panorama atual e impactos tecnológicos, sensoriais e de saúde pública. *Nutrire*, v. 39, n.3, p. 348-365, 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003. Aprova Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d12c9e804745947f9bf0df3fbc4c6735/RDC_359.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: fev. 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. *Sci Food Agric*, v. 93, p. 3312–3321, 2013a.

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.

DESMOND, R. Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Sci.*, v. 74, p.188–196, 2006.

DICKSON-SPILLMANN, M.; SIEGRIST, M.; KELLER, C. Attitudes toward chemicals are associated with preference for natural food. *Food Quality and Preference*, v. 22, p. 149–156, 2011.

DOTSCH, M.; BUSCH, J.; BATENBURG, M.; LIEM, G.; TAREILUS, E.; MUELLER, R.; MEIJER, G. Strategies to reduce sodium consumption: A food industry perspective. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 49, 841–851, 2009.

DUTRA, M. P. et al. Technological and sensory quality of restructured low-fat cooked ham containing liquid whey. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 36, p. 86-92, 2012.

FREIRE, T. V. M.; FREIRE, D. O.; SOUZA, V. R.; GONÇALVES, C. S.; CARNEIRO, J. D. S.; NUNES, C. A.; PINHEIRO, A. C. M. Salting potency and time-intensity profile of microparticulated sodium chloride in shoestring potatoes. *Journal of Sensory Studies*, v. 30, p. 1-9, 2014.

GRUMMER, J.; BOBOWSKI, N.; KARALUS, M.; VICKERS, Z.; SCHOENFUSS, T. Use of potassium chloride and flavor enhancers in low sodium Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, v. 96, n. 3, p. 1401-1418, 2013.

HAUTRIVE, T. P.; OLIVEIRA, V. R.; SILVA, A. R. D.; TERRA, N. N.; CAMPAGNOL, P. C. B. Análise Físico-química e Sensorial de Hambúrguer Elaborado com Carne de Avestruz. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, p. 95-101, 2008

JIANG, T.; LUO, Z.; YING, T. Fumigation with essential oils improves sensory quality and enhanced antioxidant ability of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*). *Food Chemistry*, v. 172, p. 692–698, 2015.

KLOSS, L.; MEYER, J. D.; GRAEVE, L.; VETTER, W. Sodium intake and its reduction by food reformulation in the European Union — A review. *NFS Journal*, v. 1, p. 9–19, 2015.

LEATHERHEAD FOOD RESEARCH. 2012. Evaluation of Technological Approaches to Salt Reduction. www.leatherheadfood.com.

LIEM, D. G.; MIREMADI, F.; KEAST, R. S. J. Reducing Sodium in foods : the effect on flavor. *Nutrients*, Basel, v. 3, n. 6, p. 694–711, 2011.

LOPES, C. O.; BARCELOS, M. D. F. P.; DIAS, N. A. A.; CARNEIRO, J. D. D.S.; ABREU, W. C. Effect of the addition of spices on reducing the sodium content and increasing the antioxidant activity of margarine. *LWT – Food Science and Technology*, v. 58, n. 1, p. 63-70, 2014.

MACFIE, H. J.; BRATCHELL, N.; GREENHOFF, K.; VALLIS, L. V. 1989. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. *Journal of Sensory Studies*, v. 4, p. 129-148, 1989.

MATSUO, R. Role of saliva in the maintenance of taste sensitivity. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, v.11, p. 216–229, 2000

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição, Energia e Desempenho Humano. 7ª ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2011. 1132 p.

MCGOUGH, M. M.; SATO, T.; RANKIN, S. A.; SINDELAR, J. J. Reducing sodium levels in frankfurters using a natural flavor enhancer. *Meat Science*, v. 91, p. 185-194, 2012.

MILLER, A. M.; MILLS, K.; WONG, T.; DRESCHER, G.; LEE, S. M.; SIRIMUANGMOON, C.; SCHAEFER, S.; LANGSTAFF, S.; MINOR, B.; GUINARD, J. –X. 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*, v. 79, n. 9, p. 1795-1804, 2014.

NUNES, A. C.; PINHEIRO, A. C. M. 2013. SensoMaker, version 1.7, UFLA, Lavras.

OLIVEIRA, D. F.; MILESKI, J. P. F; CARLI, C. G.; MARCHI, J. F.; SILVA, D. C.; COELHO, A. R.; TONIAL, I. B. Farinha de linhaça dourada como substituto de gordura animal em hambúrguer de carne bovina com redução de sódio. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 17, n. 4, p. 273-282, 2014.

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

PIETRASIK, Z; GAUDETTE, N. J. The impact of salt replacers and flavor enhancer on the processing characteristics and consumer acceptance of restructured cooked hams. *Meat Science*, v. 96, n. 3, p. 1165-1170, 2014.

PIL-NAM, S.; PARK, K-M.; KANG, G-H.; CHO, S-H.; PARK, B.-Y.;VAN-BA, H. The impact of addition of shiitake on quality characteristics of frankfurter during refrigerated storage. *Food Science and Technology*, v. 62, p. 62-68, 2015.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias. Viçosa: Editora UFV, 2009. 599 p.

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

PINHEIRO, A. C. M.; NUNES, C. A. VIETORIS, A. SensoMaker: a tool for sensorial characterization of food products. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 37, n. 1, p. 199-201, 2013.

SOUZA, V. R. et al. Analysis of various sweeteners in petit suisse cheese: Determination of the ideal and equivalent sweetness. *Journal of Sensory Studies*, v. 26, n. 5, p. 339-345, 2011.

SOUZA, V. R.; FREIRE, T. V. M.; SARAIVA, C. G.; CARNEIRO, J. D. S.; PINHEIRO, A. C. M.; NUNES, C. A. Salt equivalence and temporal dominance of sensations of different sodium chloride substitutes in butter. *Journal of Dairy Research*, v. 80, p. 319–325, 2013.

SILVA, F. L.; SILVA, T. S.; VARGAS, F. C.; FRANZOLIN, R. Características físico-químicas e aceitação sensorial de hambúrguer de búfalo em comparação com hambúrguer bovino. *Brazilian Journal of Food Technology*, v.17, n. 4, p. 340-344, 2014.

SILVA, T. L. T.; SOUZA, V. R.; PINHEIRO, A. C. M.; NUNES, C. A.; FREIRE, T. V. M. Equivalence salting and temporal dominance of sensations analysis for different sodium chloride substitutes in cream cheese. *International Journal of Dairy Technology*, v. 67, n. 1, p. 31-38, 2014.

STONE, H.; SIDEL, J. L. *Sensory Evaluation Practices*. 2° ed. Academic Press, Inc., 338p., 1993.

TIAN, Y.; ZHAO, Y.; HUANG, J.; ZENG, H.; ZHENG, B. Effects of different drying methods on the product quality and volatile compounds of whole shiitake mushrooms. *Food Chemistry*, v.197, p. 714–722, 2016.

TOBIN, B. D.; O'SULLIVAN, M. G.; HAMILL, R. M.; KERRY, J. P. Effect of varying salt and fat levels on the sensory and physiochemical quality of frankfurters. *Meat Science*, v. 92, p. 659-666, 2012

TSAI, S-Y; HUANG, S-J; LO, S-H; WUC, T-P; LIAN, P-Y; MAUC, J-L. Flavour components and antioxidant properties of several cultivated mushrooms. *Food Chemistry*, v. 113, p. 578-584, 2009

ULZIJARGAL, E.; YANG, J.; LIN, L., CHEN, C.; MAUA, J. Quality of bread supplemented with mushroom mycelia. *Food Chemistry*, v. 138, p. 70-76, 2013.

VENTANAS, S. ; MUSTONEN , S.; PUOLANNE , E.; TUORILA, H. Odour and flavour perception in flavoured model systems: Influence of sodium chloride, umami compounds and serving temperature. *Food Quality and Preference*, v. 21, p. 453-462, 2010.

VICKERS, Z. 1988. Sensory specific satiety in lemonade using a just right scale for sweetness. *J. Sensory Studies* 3, 1-8.

WAKELING, I. N.; MACFIE, J.H. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. *Food Quality and Preference*, v.6, p.299-308, 1995.

WHO - World Health Organization. 2007. Reducing salt intake in populations. Report of a WHO forum and technical meeting. Geneva: WHO Document Production Services.

YANG, Y.;CHEN, Q.; SHEN, C.; ZHANG, S.; GAN, Z.; HUA,R.; ZHAO, J., NI, Y.Evaluation of monosodium glutamate, disodium inosinate and guanylateumami taste by an electronic tongue.*Journal of Food Engineering*, v. 116, p. 627-632, 2013.

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, p.78-92, 2013.