



RENATA ABADIA REIS ROCHA

**COMPORTAMENTO SENSORIAL DE
REALÇADORES DE SABOR EM DIFERENTES
REDUÇÕES DE SÓDIO**

LAVRAS - MG

2017

RENATA ABADIA REIS ROCHA

**COMPORTAMENTO SENSORIAL DE REALÇADORES DE SABOR
EM DIFERENTES REDUÇÕES 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.

Prof. Dr. João de Deus Souza Carneiro

Orientador

LAVRAS - MG

2017

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

Rocha, Renata Abadia Reis.

Comportamento sensorial de realçadores de sabor em diferentes
reduções de sódio / Renata Abadia Reis Rocha. - 2017.

67 p. : il.

Orientador(a): João de Deus Souza Carneiro.

.
Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. TI. 2. TDS. 3. DCCR. I. Carneiro, João de Deus Souza. II.
Título.

RENATA ABADIA REIS ROCHA

**COMPORTAMENTO SENSORIAL DE REALÇADORES DE SABOR
EM DIFERENTES REDUÇÕES DE SÓDIO**

**SENSORY BEHAVIOR OF FLAVOR ENHANCERS IN
DIFFERENT SODIUM REDUCTIONS**

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 24 de fevereiro de 2017.

Dr. Cleiton Antônio Nunes UFLA

Dra. Patrícia Aparecida Pimenta Pereira UFOP

Dr. Roney Alves da Rocha UFLA

Prof. Dr. João de Deus Souza Carneiro
Orientador

**LAVRAS - MG
2017**

A Deus.

Aos meus pais Joana e Alenir.

À minha irmã Lenízy.

Aos meus afilhados Emanuele e João Lucas.

Por estarem sempre ao meu lado me incentivando e apoiando...

Com amor,

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ser presença constante em minha vida, por me guiar e me iluminar em todos os momentos. Por ser minha rocha e fortaleza, sempre renovando minhas forças.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, pela contribuição em minha capacitação e formação.

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

Ao meu orientador, João de Deus, por todo apoio, amizade, paciência e dedicação, e ainda, por todos os conselhos, orientações e ensinamentos enriquecedores. Exemplo de profissionalismo e ser humano, que pretendo seguir.

Aos professores Cleiton e Roney pela colaboração, atenção e ensinamentos.

Às professoras Ana Carla e Vanessa, por toda a contribuição e atenção.

Aos meus pais, Joana e Alenir, pelo amor, dedicação, motivação e confiança imensurável, com que sempre pude contar. Agradeço a compreensão e o apoio em todos os momentos, vocês são meu amor maior e meu exemplo de vida!

À minha irmã Lenízy e à minha ‘quase irmã’ Amanda, por todo companheirismo, amizade, cumplicidade e apoio incondicional. Por estarem sempre ao meu lado, me dando força, alegrando e tornando meus dias melhores.

À minha Vovó Leny e a toda a minha família, pelas orações e por torcerem sempre pelo meu sucesso!

Aos meus afilhados, Emanuele e João Lucas, por colorirem meus dias com muito amor.

À Michele e à Gabriela, pela dedicação, apoio na execução desse trabalho e, principalmente, pela amizade em todos os momentos, permanecendo firmes comigo nos momentos mais difíceis e cansativos.

Aos meus provadores: Amanda, Ana Alice, Ana Paula, Andrey, Bethânia, Camila, Daniella, Elídio, João Renato, Lenízy, Mariá, Michelle, Nathane, Nathasha, Pedro, Ronaldo e Yasmin, pela amizade e apoio nas análises sensoriais. Vocês foram fundamentais para esse trabalho.

À Marina e à Carla, pela amizade, apoio e troca de experiências.

Aos amigos do Laboratório de Desenvolvimento de Novos Produtos, especialmente à Thayana, Rafaela, Claudine, Michelle, Camila e Andrey.

Aos amigos do Laboratório de Engenharia de Alimentos e Análise Sensorial, especialmente ao Ronaldo, João Renato, Mariana, Kamila, Francemir e Daniella.

Às minhas amigas Lorena, Lara, Silmara, Lucélia, Thamara e Christiane pela amizade, incentivo, momentos de alegria e descontração.

A todos os colegas do DCA, pela amizade e pelos momentos gratificantes.

A todos os funcionários do Departamento de Ciência dos Alimentos, em especial, Creuza, Cidinha, Tina, Lucilene, Helô e Ana Alice, pela convivência e boa vontade em auxiliar e ensinar.

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

A Ajinomoto pela doação dos realçadores de sabor e pelo apoio.

Enfim, a todos que contribuíram para a concretização deste trabalho.

Muito obrigada!

RESUMO

O consumidor está se tornando mais consciente da relação entre o consumo excessivo de sódio e a maior propensão no desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), o que tem impulsionado pesquisas no intuito de reduzir a quantidade de sódio nos alimentos processados. Nesse contexto, o comportamento sensorial dos realçadores de sabor, glutamato monossódico, inosinato dissódico, guanilato dissódico e glutamato monoamônico foi avaliado em diferentes reduções do teor de sódio. Foram realizados quatro experimentos: experimento 1 (glutamato monossódico - MSG), experimento 2 (Inosinato dissódico - IMP), experimento 3 (Guanilato dissódico - GMP) e, experimento 4 (glutamato monoamônico - MAG), variando a concentração dos realçadores de sabor (0-1%) e a redução do teor de cloreto de sódio (0-100%), seguindo um Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR). Os tratamentos do DCCR foram avaliados quanto a gosto salgado e *umami*, por meio da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ). De acordo com os resultados da ADQ, foram selecionados alguns tratamentos de interesse, os quais foram avaliados por meio das análises de Tempo-Intensidade (TI) e análise de Dominância Temporal das Sensações (TDS). De acordo com os modelos ajustados para gosto salgado, MAG e MSG apresentaram maior capacidade de intensificar o gosto salgado do que IMP e GMP. Observou-se que adicionando 1% de MAG, MSG, IMP e GMP é possível reduzir, respectivamente, 40%, 30%, 13% ou 14% do teor de cloreto de sódio, e obter intensidade de gosto salgado igual ou semelhante ao tratamento controle (0% de redução da concentração de NaCl e 0% de realçador de sabor). Quanto aos resultados da análise do DCCR para gosto *umami*, apenas a concentração do realçador de sabor influenciou na intensidade desse gosto. Além disso, IMP e GMP obtiveram uma redução do teor de NaCl de 25% com percepção temporal semelhante ao tratamento controle, quanto ao gosto salgado. Na análise de TDS, os gostos dominantes foram salgado e *umami*, para todos os tratamentos, exceto T9 (40% de redução do teor de NaCl + 1 % MAG), que além desses, apresentou o sabor desagradável. Logo a máxima redução de NaCl obtida foi de 40% para MAG e 25% para MSG, IMP ou GMP.

Palavras-chaves: TI. TDS. DCCR. Glutamato monossódico. Inosinato dissódico. Guanilato dissódico. Glutamato monoamônico.

ABSTRACT

Consumers are becoming more aware of the relationship between excessive sodium intake and higher propensity to develop chronic noncommunicable diseases (DCNT), which has driven research to reduce the amount of sodium in processed foods. In this context, the sensorial behavior of flavor enhancers monosodium glutamate, disodium inosinate, disodium guanylate and monoammonium glutamate were evaluated in different sodium reductions. Four experiments were performed: Experiment 1 (monosodium glutamate - MSG), experiment 2 (disodium inosinate - IMP), experiment 3 (disodium Guanylate - GMP) and experiment 4 (monoammonium glutamate - MAG). The concentration of flavor enhancers (0-1 %) and sodium chloride reduction (0-100%) were varied through the Rotational Central Compound Design (DCCR). DCCR treatments were evaluated for salty and umami taste through Quantitative Descriptive Analysis (ADQ). According to the results of the ADQ, some treatments of interest were selected, which were evaluated through Time-Intensity (TI) analysis and Temporal Dominance of Sensations (TDS) analysis. According to the models adjusted for salty taste, MAG and MSG presented a greater capacity to intensify salty taste than IMP and GMP. It was observed that by adding 1% MAG, MSG, IMP or GMP it is possible to reduce, respectively, 40%, 30%, 13% and 14% of sodium chloride and obtain salty taste intensity equal or similar to the control treatment (0% NaCl reduction and 0% of flavor enhancer). Regarding the results of the DCCR analysis for umami taste, only the concentration of the flavor enhancer influenced the intensity of umami taste. In addition, IMP and GMP obtained a reduction of the NaCl content of 25% with temporal perception similar to the control treatment, as for salty taste. In the TDS analysis, the dominant tastes were salty and umami, for all treatments, except for T9 (40% reduction of NaCl + 1% MAG), which in addition to these dominant tastes presented a disagreeable flavor. Therefore, the maximum NaCl reduction obtained was 40% for MAG and 25% for MSG, IMP or GMP.

Keywords: TI. TDS. DCCR. Monosodium glutamate. Disodium inosinate. Disodium guanylate. Monoammonium glutamate.

LISTAS DE SIGLAS

ABIA	Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos
ADQ	Análise Descritiva Quantitativa
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária.
a_w	Atividade de Água
CaCl_2	Cloreto de Cálcio
Cl^-	Íon Cloreto
DCCR	Delineamento Composto Central Rotacional
DCNT	Doenças Crônicas Não Transmissíveis
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
GMP	Guanilato Dissódico
GRAS	“ <i>Generally Recognized as Safe</i> ” (Seguro)
IGS_c	Intensidade de Gosto Salgado do Controle
IGS_t	Intensidade de Gosto Salgado do Tratamento
$I_{\text{máx}}$	Intensidade Máxima
IMP	Inosinato Dissódico
JECFA	<i>Joint Expert Committee on Food Additives</i>
KCl	Cloreto de Potássio
MAG	Glutamato Monoamônico
MgCl_2	Cloreto de Magnésio
MSG	Glutamato Monossódico
n	Número de Repetições
Na^+	Íon Sódio
NaCl	Cloreto de Sódio
P_0	1 dividido pelo número de atributos do TDS
Plateau	Intervalo de tempo em que a intensidade é maior ou igual a 90% da $I_{\text{máx}}$.

Ps	Menor valor de proporção significativa ($\alpha=0,05$) em qualquer ponto no tempo para uma curva de TDS
RT	Redução do Teor
SFC	<i>Scientific Committee for Food</i>
TDS	Análise de Dominância Temporal das Sensações
TI	Análise de Tempo-Intensidade
TI _{5%}	Tempo em que a intensidade é 5% da $I_{máx}$ na parte de crescimento da curva
TI _{5%}	Tempo em que a intensidade é 5% da $I_{máx}$ na parte de decrescimento da curva
TI _{90%}	Tempo em que a intensidade é 90% da $I_{máx}$ na parte de crescimento da curva
TI _{90%}	Tempo em que a intensidade é 90% da $I_{máx}$ na parte de decrescimento da curva
WHO/ OMS	World Health Organization/ Organização Mundial da Saúde

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Estrutura molecular do MSG.	30
Figura 2	Estrutura molecular do IMP.	31
Figura 3	Estrutura molecular do GMP.....	33
Figura 4	Estrutura molecular do glutamato monoamônico.....	34
Figura 5	Gráficos de contorno a partir da concentração de MSG (a), IMP (b), GMP (c) e MAG (d) e redução do teor de NaCl em solução aquosa, obtidas pelas equações polinomiais, como uma função da intensidade de gosto salgado. MSG (glutamato monossódico), IMP (inosinato dissódico), GMP (guanilato dissódico), MAG (glutamato monoamônico).....	47
Figura 6	Intensidade de gosto <i>umami</i> de MSG, IMP, GMP e MAG, obtidas pelas equações polinomiais, em função da concentração (%) de realçador de sabor. MSG (glutamato monossódico), IMP (inosinato dissódico), GMP (guanilato dissódico), MAG (glutamato monoamônico).....	49
Figura 7	Intensidade do gosto salgado ao longo tempo para os tratamentos com diferentes concentrações de realçadores de sabor e redução da concentração de sódio do gosto salgado com o passar do tempo, em que o eixo x representa o tempo de análise em segundos e o eixo y a intensidade do gosto salgado. MSG (glutamato monossódico), IMP (inosinato dissódico), GMP (guanilato dissódico), MAG (glutamato monoamônico), RT (redução do teor).....	50
Figura 8	Intensidade do gosto <i>umami</i> com o passar do tempo para os tratamentos com diferentes concentrações de realçadores de sabor e redução da concentração de sódio, em que o eixo x representa o	

tempo de análise em segundos e o eixo y a intensidade de salga.
MSG (glutamato monossódico), IMP (inosinato dissódico), GMP
(guanilato dissódico), MAG (glutamato monoamônico), RT
(redução do teor) 52

Figura 9 Perfil de dominância temporal de sensações (TDS) dos tratamentos
com diferentes concentrações de realçadores de sabor e redução da
concentração de sódio. MSG (glutamato monossódico), IMP
(inosinato dissódico), GMP (guanilato dissódico), MAG (glutamato
monoamônico), RT (redução do teor) 55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Termos descritores e referências utilizadas no estudo.	37
Tabela 2	Níveis e valores das variáveis independentes do delineamento composto central rotacional (DCCR).	39
Tabela 3	Modelos ajustados para dados sensoriais de gosto salgado a partir de amostras de solução salina com adição de realçadores de sabor	44
Tabela 4	Intensidade de gosto salgado e capacidade de intensificar o gosto salgado para os realçadores de sabor glutamato monossódico (MSG), inosinato dissódico (IMP), guanilato dissódico (GMP) e glutamato monoamônico (MAG), obtidos a 1% de cada realçador, em comparação com o tratamento controle.....	46
Tabela 5	Modelos previstos para dados sensoriais de gosto <i>umami</i> a partir de amostras de solução salina com adição de realçadores de sabor...	48
Tabela 6	Valores médios para $I_{máx}$ e área dos tratamentos da curva de tempo-intensidade para gosto salgado.....	51
Tabela 7	Valores médios para $TI_{5\%}$ dos tratamentos da curva de tempo-intensidade para gosto <i>umami</i>	53

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	Sódio na alimentação humana	19
2.2	A importância do cloreto de sódio na indústria de alimentos	22
2.3	Alternativas para redução do teor de cloreto de sódio	24
2.3.1	Substitutos para o cloreto de sódio	24
2.3.2	Especiarias	25
2.3.3	Redução gradativa da concentração de cloreto de sódio	26
2.3.4	Alterações na morfologia da partícula de cloreto de sódio (NaCl)	27
2.3.5	Realçadores de sabor	28
2.3.5.1	Glutamato monossódico (MSG)	29
2.3.5.2	Inosinato dissódico (IMP)	31
2.3.5.3	Guanilato dissódico (GMP)	32
2.3.5.4	Glutamato monoamônio (MAG)	33
3	MATERIAIS E MÉTODOS	35
3.1	Materiais	35
3.2	Comportamento sensorial dos realçadores de sabor em diferentes reduções do teor de sódio	35
3.2.1	Análise descritiva quantitativa	36
3.2.1.1	Delineamento experimental e análise estatística	38
3.3	Análises temporais	40
3.3.1	Análise de tempo-intensidade (TI)	41
3.3.2	Análise de dominância temporal das sensações (TDS)	42
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44

4.1	Comportamento sensorial dos realçadores de sabor em diferentes reduções do teor de sódio	44
4.1.1	ADQ para gosto salgado	44
4.1.2	ADQ para gosto <i>umami</i>.....	47
4.2	Análises temporais.....	49
4.2.1	Análise de tempo-intensidade.....	49
4.3	Análise de dominância temporal das sensações (TDS).....	54
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
	REFERÊNCIAS	58

1 INTRODUÇÃO

O sódio é essencial para o metabolismo humano, pois contribui para os mecanismos que regulam a pressão sanguínea, o transporte de água intracelular, a pressão osmótica e a transmissão dos impulsos nervosos. A ingestão insuficiente de sódio pode afetar adversamente os sistemas nervoso e muscular (CRUZ et al., 2011).

Contudo, uma pesquisa do Ministério de Saúde (BRASIL, 2011a) revelou que a população brasileira consome, em média, 12 g de cloreto de sódio por dia (4800 mg de sódio por dia). O limite considerado seguro pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2013) é de aproximadamente 5 g de cloreto de sódio, correspondendo a 2000 mg de sódio por dia.

Além disso, estudos epidemiológicos indicam que o consumo elevado de sódio está relacionado com prevalência de hipertensão arterial, aumento dos casos de doenças crônicas não transmissíveis, tais como obesidade, doenças cardiovasculares, hipertrigliceridemia e diabetes, sendo responsável por 72% das mortes no Brasil e 63% do número de óbitos no mundo (SMYTH et al., 2015; WHELTON et al., 2012; HE; MACGREGOR, 2011; WEBSTER et al., 2011). Por estas razões, há grande demanda dos consumidores por produtos com baixo teor de sódio (SOGLIA et al., 2014).

Tendo em vista que 75% da ingestão de sódio advêm do consumo de produtos processados, a redução da concentração de sódio tornou-se um desafio para a indústria de alimentos, principalmente pelo fato de que a redução do teor de sódio nos alimentos está associada com um decréscimo na aceitação dos consumidores (APPEL; ANDERSON, 2010). Devido a preocupações com o excesso de ingestão de sódio, o Ministério da Saúde e a Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (ABIA) firmaram a um acordo para reduzir o teor

de sódio de várias categorias de alimentos processados, até 2020 (BRASIL, 2011 b).

No entanto, reduzir a quantidade de cloreto de sódio é um desafio, pois isso influencia nas características sensoriais, propriedades de textura e segurança microbiológica dos produtos processados (MCGOUGH et al., 2012). Assim, a introdução de produtos com baixo teor de sódio deve ser cuidadosamente estudada para que o desempenho e o sabor dos produtos com a redução da concentração de sódio sejam semelhantes aos alimentos convencionais.

Por isso, a substituição total ou parcial do cloreto de sódio por sais substitutos (por exemplo, cloreto de potássio - KCl, cloreto de cálcio - CaCl_2 e cloreto de magnésio - MgCl_2) (RODRIGUES, et al., 2014; FELTRIN, et al., 2014; ALIÑO et al., 2010), a alteração da morfologia da partícula do cloreto de sódio (RODRIGUES, et al., 2016; FREIRE et al., 2014; RAMA et al., 2013), uso de especiarias (LOPES et al., 2014; DALLEPIANE; BÓS, 2007), redução gradativa do teor de NaCl (BOBOWSKI; VICKERS, 2012; LAWLESS; HEYMANN, 2010; GIRGIS et al., 2003) ou utilização de realçadores de sabor, que apresentam capacidade de realçar os sabores dos alimentos, conferindo o gosto *umami* (KHETRA, et al., 2016; SANTOS, et al., 2014, CAMPAGNOL, et al., 2012), são alternativas que têm sido pesquisadas com a finalidade de possibilitar a redução do teor de sódio em produtos alimentícios.

Entre as alternativas para a redução da concentração de sódio, destaca-se o uso de realçadores de sabor. Estas substâncias são naturalmente encontradas em alguns alimentos, e caracterizadas por apresentar o aminoácido glutamato ou os nucleotídeos inosinato e guanilato. Em função do aumento da salivação, a dissolução do alimento é facilitada, propiciando um ambiente químico favorável à percepção do gosto pelas células receptoras (MATSUO, 2000). Entretanto, existem poucos estudos sobre a caracterização e aplicação de realçadores de

sabor, além da aplicação desses para reduzir o teor de sódio em produtos alimentícios.

Logo, existe a necessidade da realização de estudos básicos sobre a caracterização e comportamento desses realçadores. Por esta razão, o objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento sensorial dos realçadores de sabor, glutamato monossódico, inosinato dissódico, guanilato dissódico e glutamato monoamônico, em diferentes reduções do teor de sódio, visando contribuir para a aplicação desses realçadores no desenvolvimento de produtos alimentícios, com reduzido do teor de sódio.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sódio na alimentação humana

A definição de sal para consumo humano refere-se ao “cloreto de sódio cristalizado extraído de fontes naturais, adicionado obrigatoriamente de iodo”. O produto deve apresentar-se sob a forma de cristais brancos, com granulação uniforme, ser inodoro e ter gosto salino/salgado próprio. Além disso, não pode apresentar sujidades, microrganismos patogênicos ou outras impurezas (BRASIL, 2000). Podem ser adicionados ao sal, aditivos, como os minerais (antiumectantes), desde que nos limites estabelecidos pela legislação. A designação ‘sal de mesa’ vale para o sal refinado e o sal refinado extra, nos quais foram adicionados antiumectantes (FIB, 2013).

O sal (NaCl) contém sódio, que é o componente mais abundante nos fluidos extracelulares e permite o transporte de nutrientes (GREELEY, 2012). Sua ingestão é essencial, pois contribui para o mecanismo de regulação da pressão arterial, o transporte de água intracelular, transmissão de impulsos nervosos, contração muscular, regulação da pressão osmótica e equilíbrio ácido base (VIEGAS, 2009).

O sódio é um nutriente essencial que o corpo humano não produz. Uma ingestão insuficiente de sódio pode afetar negativamente o sistema nervoso e o muscular, uma vez que o mesmo auxilia a absorção de potássio pelo organismo, sendo um componente do ácido gástrico e que aumenta a capacidade do sangue em transportar dióxido do carbono (BRODY, 1999).

Entretanto, uma pesquisa do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011a) observou que o brasileiro consome, em média, 12 g de cloreto de sódio/dia (4800 mg de Na⁺/dia). O limite considerado saudável pela Organização Mundial

de Saúde (WHO, 2013) não ultrapassa de 5 g de cloreto de sódio, o que corresponde a aproximadamente 2000 mg de sódio por dia. Porém, o consumo de NaCl, da maioria da população mundial, tem sido excessivo, variando de 9 a 12 g por pessoa por dia (WHO, 2011).

Uma ingestão excessiva possui consequências, como o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, como hipertensão arterial, doenças cardiovasculares, doenças renais, osteoporose, dentre outros (HE; MACGREGOR, 2010; NILSON; JAIME; RESENDE, 2012).

A hipertensão arterial é considerada um problema de saúde pública em função da magnitude do risco e a dificuldade em controlar esta condição. Dentre os fatores nutricionais que se associam com a alta prevalência de hipertensão arterial, estão o consumo elevado de álcool e sódio, bem como o excesso de peso. Por isso, o sódio tem sido estudado em nutrição e em saúde pública por décadas (WHO, 2011).

Outro sintoma que pode ser causado por consumo elevado de sódio é a interferência na biodisponibilidade de cálcio, devido ao aumento da excreção renal do mineral (NIEVES, 2005). No entanto, se a ingestão de sódio é inferior a 2,4 g por dia, não haverá impacto negativo sobre os ossos (NIEVES, 2005). Além disso, observa-se que para as mulheres pós-menopausa, uma dieta restrita de sódio (até 2 g por dia), pode ser benéfica para a manutenção da massa óssea e para a prevenção de osteoporose (MORAIS; BURGOS, 2007).

Entretanto, o sódio é um mineral presente em diversos alimentos, sendo o constituinte principal do sal de cozinha (cloreto de sódio - NaCl) que é um ingrediente essencial para a formulação de alguns produtos. Na indústria alimentícia, o mesmo é utilizado para uma grande variedade de funções técnicas, sendo um dos ingredientes mais utilizados na produção de alimentos (FIB, 2013).

O paradigma em torno do NaCl está mudando. Considerando que foi, historicamente, um item em falta no comércio e altamente valorizado, essencial para conservar os alimentos e considerado seguro, é, atualmente, abundante, muito barato e um aditivo alimentar sem restrição, muito utilizado em alimentos industrializados. Como resultado, é consumido na maioria das vezes, independente da vontade do consumidor, por estar contido em alimentos processados e embalados. Nessa perspectiva, a alta quantidade em que o NaCl encontrada nos alimentos exige intervenções de saúde pública em toda população (LEGOWSKI; LEGETIC, 2011).

Assim, as autoridades internacionais, como a Organização Mundial da Saúde (OMS), estão incentivando as indústrias de alimentos a reduzir os níveis de sódio em seus produtos. A construção de estratégias para a redução do teor de sódio em alimentos processados faz parte de um conjunto de iniciativas para diminuir o consumo de sódio no Brasil (BRASIL, 2011b; WHO, 2003, 2011, 2013).

Dessa forma, o Ministério da Saúde e a Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA), firmaram 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, com o objetivo de reduzir o conteúdo máximo de sódio em diferentes categorias de alimentos processados, de forma gradual e sustentável, até 2020 (BRASIL, 2011b).

Além do Ministério da Saúde e da ABIA, o acordo foi assinado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), que ficou responsável por monitorar o cumprimento do acordo (BRASIL, 2011b). Este projeto conjunto entre governo e indústrias, vem reforçar a recomendação da OMS, até 2020 (WHO, 2013).

Apesar da gravidade do problema e frequentes trabalhos focando na consciência pública, uma redução do teor de NaCl nos alimentos processados

significa um grande desafio para a indústria de alimentos, devido a influência do cloreto de sódio nas características sensoriais, propriedades texturais e segurança microbiológica dos produtos alimentícios (GUINEE; O'KENNEDY, 2007).

2.2 A importância do cloreto de sódio na indústria de alimentos

O cloreto de sódio é um dos aditivos mais usados como conservante, além de melhorar o sabor e a adsorção de água (BIDLAS; LAMBERT, 2008; DESMOND, 2006). O NaCl possui a capacidade de reduzir os valores de atividade de água (a_w) em alimentos retardando ou até mesmo interrompendo processos microbianos vitais. Uma concentração elevada de NaCl pode gerar alterações no metabolismo celular, devido ao seu efeito osmótico, o qual influencia os microrganismos em diferentes concentrações, porém, os componentes hidrossolúveis podem ter a concentração reduzida, diminuindo o valor nutritivo dos alimentos conservados (LUCK; JAGER, 2000).

Sua capacidade como conservante, por exemplo, foi fundamental para o desenvolvimento humano ao longo da história, uma vez que permitia a conservação dos alimentos. Nos processos de alimentação, atua como aglutinante de outros ingredientes, bem como funciona como substância que permite controlar os processos de fermentação de determinados alimentos. O NaCl é utilizado para conferir textura aos alimentos para que fiquem mais agradáveis ao tato e, visualmente, mais atrativos e apetitosos. Além disso, potencializa a cor de muitos alimentos, fazendo-os mais agradáveis à vista. É também, um agente usado para desidratar e amolecer muitas matérias-primas da alimentação (ALBARRACÍN, 2011).

O seu uso mais habitual, quer para a indústria da alimentação, quer no dia a dia doméstico, estão relacionados com carnes, panificação, produtos lácteos e conservas. O cloreto de sódio desempenha um importante papel em

produtos de panificação. Além de contribuir para o sabor, tem funções tecnológicas, tais como o desenvolvimento da rede de glúten, inibição da atividade de leveduras na fermentação, controle da atividade de água no pão cozido, além de aumentar a resistência e desenvolvimento da massa (IGNÁCIO et al., 2013).

Já em produtos cárneos, o NaCl atua principalmente como um ingrediente para conservação, inibindo o crescimento de bactérias (TRINDERUP, 2011). Além disso, está envolvido na retenção de água, na firmeza, no desenvolvimento do sabor, na atividade enzimática e não enzimática (PIETRASIK; GAUDETTE, 2015). A substituição parcial NaCl em carnes processadas gera mudanças no odor, sabor e consistência (SCHOENE et al., 2009).

Em produtos de origem vegetal, o NaCl é utilizado principalmente como um conservante (LUCK; JAGER, 2000) e um agente de amaciamento (BUREN, 2006), bem como para conseguir o processo de salga a seco (PANAGOU, 2006) ou para o processo de fermentação. Além disso, o sal pode lixiviar o conteúdo celular do vegetal e, assim, facilitar o desenvolvimento de bactérias lácticas, que são microrganismos responsáveis pela fermentação (VAN BUREN, 2006; BAUTISTA-GALLEGO et al., 2010).

O produto lácteo mais importante envolvendo o uso de NaCl é o queijo. Normalmente, a concentração e a distribuição de NaCl no queijo possui uma grande influência sobre vários aspectos de sua qualidade (FOX et al., 2000), incluindo a textura (KAYA, 2002), modificando a capacidade de ligação de água de caseína dentro da matriz do queijo (PASTORINO et al., 2003) e a viscosidade aparente (FLOURY et al., 2009). Além disso, o NaCl exerce funções específicas, como intervenção na dessoragem, na formação da casca, sendo importante para maturação do queijo (CRUZ et al., 2011).

Apesar de toda a sua contribuição para a indústria de alimentos, o consumo excessivo de NaCl tem se tornado um problema de saúde pública, pois seu alto consumo é atualmente identificado como precursor de várias doenças crônicas não transmissíveis, sendo um fator de risco para a população (MOLINA, et al., 2003; MALTA; SILVA JR, 2013). Existe a necessidade, não apenas de uma visão específica sobre substitutos do cloreto de sódio, mas também, uma visão mais ampla e multidisciplinar para que tal desafio seja superado (FREIRE et al, 2014).

2.3 Alternativas para redução do teor de cloreto de sódio

Recentemente, um dos maiores desafios para a indústria alimentícia é encontrar formas de reduzir os níveis de sódio em seus produtos. Para que isso ocorra, é necessário criatividade e inovação. O lançamento no mercado de produtos com teor reduzido de sódio deve ser cuidadosamente pesquisado, de modo que o desempenho sensorial destes produtos agrade aos consumidores e seja mais semelhante ao dos alimentos convencionais (FREIRE et al., 2014). Dentre as alternativas mais populares diante deste desafio estão a substituição total ou parcial do cloreto de sódio por outros sais, utilização de especiarias, redução gradativa do NaCl, alterações na morfologia do NaCl, além do uso de realçadores de sabor.

2.3.1 Substitutos para o cloreto de sódio

Sais alternativos, por exemplo, cloreto de potássio (KCl), cloreto de magnésio ($MgCl_2$), cloreto de cálcio ($CaCl_2$), e combinações destes com NaCl, têm sido testados e utilizados em certos alimentos como substitutos para o cloreto de sódio. Dentre os possíveis substitutos ao NaCl, o KCl, que é um

mineral preparado mediante síntese química para o uso em formulações alimentícias, é o substituto mais utilizado pela indústria de alimentos, por apresentar propriedades similares ao NaCl (DESMOND, 2006). O KCl é considerado um aditivo seguro, ou seja, é reconhecido como um aditivo *generally recognized as safe* (GRAS), podendo ser utilizado nos alimentos sem alterar as funcionalidades tecnológicas do produto equivalente à do NaCl (BIDLAS; LAMBERT, 2008).

O KCl apresenta aproximadamente 80% da capacidade de salgar, porém, possui gosto amargo e sabor metálico no produto final, se utilizado em demasia, limitando seu uso. A alternativa mais comum é substituir parcialmente NaCl por KCl, a fim de reduzir a quantidade de sódio nos alimentos, além de adicionar outros ingredientes como nucleotídeos, autolisado de levedura e condimentos, para maximizar o sabor e funcionalidades (FIB, 2013). De acordo com Fletcher (2008), KCl ajuda a manter o gosto salgado e pode reduzir a quantidade de NaCl nos alimentos até 25%, sem perdas em palatabilidade.

Sais de ácidos orgânicos, tais como lactato de sódio, lactato de potássio ou diacetato de sódio, também são usados em substituição ao NaCl para prolongar a vida útil e para proporcionar melhor controle de bactérias patogênicas de origem alimentar. Lactato de potássio e lactato de cálcio são igualmente eficazes como lactato de sódio no controle do crescimento de bactérias em carne e produtos de atividades antilisterial (DEVLIEGHERE et al., 2009).

2.3.2 Especiarias

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

Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2005), desde que comprovada a segurança do uso de especiarias, sua adição aos produtos alimentícios não é restringida. Entretanto, as limitações que podem ocorrer do uso de especiarias estão relacionadas a qualidade sensorial, pois o sabor destas, pode sobressair ao sabor original do produto e descaracterizá-lo e, a quantidade adicionada, pois dependendo da concentração pode influenciar nas propriedades tecnológicas do produto (LOPES et al., 2014).

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, manjericão, folhas de mostarda, louro, páprica e alecrim (LOPES et al., 2014).

2.3.3 Redução gradativa da concentração de cloreto de sódio

A redução da concentração de sódio por si só, é caracterizada por ser de simples execução, sendo necessário somente rebalanceamento de formulações e realização de práticas educativas que instruem sobre os malefícios do consumo excessivo de sódio. Estudos têm demonstrado que em situações de redução gradual da concentração de NaCl, 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 do teor de sódio será maior quando o alimento ou categoria de alimentos tenha seu teor de NaCl 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 têm conseguido resultados expressivos ao longo do tempo (DOTSCH et al., 2009).

2.3.4 Alterações na morfologia da partícula de cloreto de sódio (NaCl)

A alteração na morfologia das partículas de cloreto de sódio é uma técnica utilizada pelas indústrias, tendo em vista que, em função do aumento da superfície de contato, tendem a homogeneizar e/ou aderir mais facilmente na matriz alimentar (SA-URAM, 2004).

A percepção do gosto salgado se dá em função da solubilização do cloreto de sódio na saliva. Quando em contato com a saliva, o agregado iônico de NaCl se dissocia em íons Na^+ e Cl^- . O Na^+ , penetra na célula gustativa por meio de canais iônicos, ocasionando mudanças elétricas no interior das células, que resulta em impulsos elétricos emitidos ao cérebro, para então, ocorrer o reconhecimento do gosto salgado. Acredita-se que com o aumento da solubilidade como consequência da redução do tamanho de partículas, aumentasse a eficiência do mecanismo de percepção do gosto salgado (MARGOLSKEE; SMITH, 2007).

Nesse sentido, em uma mesma concentração de NaCl, cristais em tamanho reduzido irão apresentar maior percepção de gosto salgado que cristais de tamanho médio e grande, pois, estes irão demorar mais a dissolverem (RAMA et al., 2013). No entanto, esta alternativa para reduzir o teor de sódio dos alimentos por meio da redução do tamanho do cristal de sal, é limitada para produtos secos ou com baixa umidade (DESMOND, 2006).

2.3.5 Realçadores de sabor

A palavra japonesa ‘*umami*’ significa ‘delicioso’, e é usado como um sinônimo para as propriedades sensoriais características de glutamato monossódico (IKEDA, 1908). Os quatro gostos básicos tradicionais são: doce, azedo, salgado, amargo e, um quinto gosto básico reconhecido é o *umami* (ZHENG; KEENEY, 2006).

Há muitos séculos, ingredientes ricos em aminoácidos livres ou constituídos de hidrolisados de proteína têm sido utilizados na culinária com o intuito de melhorar as características sensoriais dos alimentos (BELLISLE, 1999). Estes ingredientes são aditivos sem valor nutricional, denominados como realçadores de sabor. São utilizados para melhorar o sabor e o aroma existentes nos produtos (KHODJAEVA et al., 2013).

O ácido glutâmico (ou glutamato na sua forma dissociada) é o principal composto responsável pelo chamado quinto gosto básico ou gosto *umami*. Além do glutamato, outras moléculas podem induzir o gosto *umami*, como os nucleotídeos (inosina-5'-monofosfato e guanosina-5'-monofosfato). (BELLISLE, 1999). Konosu, Hayashi e Yamaguchi (1987) mostraram que os gostos característicos de muitos alimentos naturais são reproduzidos combinando aminoácidos, substâncias *umami* e sais em proporções apropriadas.

Os ingredientes alimentares que proporcionam o gosto *umami* atuam também como realçadores de sabor. Essas substâncias são naturalmente encontradas em uma ampla variedade de alimentos, como carne, queijo, frutos do mar e vegetais. Além disso, os compostos *umami* que contêm sais de sódio podem apresentar um gosto ligeiramente salgado separado, devido ao gosto do

cátion Na^+ ; e ácido glutâmico, também tem um ligeiro gosto amargo (RANGAN; BARCELOUX, 2009).

Já existem realçadores de sabor disponíveis comercialmente, incluindo os extratos de levedura, glutamato monossódico e nucleotídeos que são substâncias *umami* e que atuam por meio da ativação de receptores presentes na boca e garganta, o que possibilita a redução do teor de sódio nos alimentos sem reduzir a percepção do gosto salgado (BRANDSMA, 2006).

A Resolução RDC nº 1, de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), que aprova o Regulamento Técnico sobre o uso de aditivos com a função de realçadores de sabor, estabelecendo seus limites máximos para os alimentos, consta que os realçadores de sabor podem ser adicionados em alimentos para os quais a função está autorizada e não existe limite máximo de uso, eles podem ser adicionados o quanto bastar, ou seja, devem ser utilizados até atingir o objetivo a que se destinam. Os realçadores de sabor são classificados como ingredientes seguros para o uso em alimentos, pelos principais organismos reguladores no mundo, JECFA (*Joint Expert Committee on Food Additives*) e FDA (*Food and Drug Administration*).

Existem diversos realçadores de sabor, porém, os mais estudados e utilizados são os sais de glutamato, como por exemplo, glutamato monossódico, glutamato monoamônio e glutamato monopotássio, e também os nucleotídeos compostos por inosinato dissódico (IMP) e guanilato dissódico (GMP) (JINAP; HAJEB, 2010).

2.3.5.1 Glutamato monossódico (MSG)

O glutamato monossódico ocorre na forma do sal do ácido L-glutâmico, e foi descoberto em 1866, por Karl Ritthausen, um cientista alemão, que o isolou a partir do hidrolisado ácido de glúten de trigo (RITTHAUSEN, 1913). Sais de

ácido glutâmico foram descobertos pela primeira vez, em 1908, quando o professor Kikunae Ikeda, um cientista japonês, identificou o gosto único do *umami* atribuído ao ácido glutâmico (IKEDA, 1908).

O ácido glutâmico é um aminoácido não essencial, presente nos alimentos na forma livre, ou ligado a proteínas e, o glutamato monossódico é um aditivo alimentar adicionado a vários alimentos como por exemplo, *snack*, sopas, molhos, dentre outros, com a função de realçador de sabor (JINAP; HAJEB, 2010). A ingestão média de glutamato foi avaliada em diferentes regiões: nos países da União Europeia é de 0,3-0,5 g/dia e nos países asiáticos é de 1,2-1,7 g/dia (BEYREUTHER et al., 2006).

Este composto possui fórmula molecular $C_5H_8NO_4Na$ como apresentado na Figura 1.

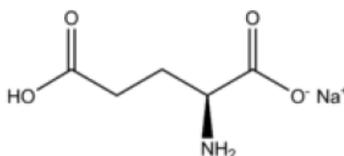


Figura 1 Estrutura molecular do MSG.
Fonte: Ajinomoto (2014).

O glutamato monossódico é composto por aproximadamente 12% de sódio (BELLISLE, 1999). Assim, o MSG também contribuiu para o aumento do teor de sódio nas misturas de sais, na medida em que havia uma interação melhorada com os receptores do sabor. De acordo com Jinap e Hajeb (2010), o gosto *umami* tem sido usado em vários pratos ao redor do mundo, e tem grande potencial na redução da concentração de sódio em alimentos, compensando o menor teor de sal.

Ao ingerir glutamato, o organismo não faz distinção entre sua origem, sendo este composto importante para o funcionamento normal do trato digestivo. O glutamato é absorvido quantitativamente a partir do lúmen, e é o substrato

oxidativo mais importante para a mucosa intestinal. Após ser absorvido pelas células, pode ser utilizado para fins metabólicos, como síntese de proteína, metabolismo energético, ou ser reutilizado como transmissor. De acordo com Jinap e Hajeb, (2010), o glutamato adicionado aos alimentos é metabolizado da mesma maneira que o glutamato presente naturalmente nos alimentos.

A SCF (Comitê Científico de Alimentação) publicou em 1995, uma diretiva que estabeleceu um limite de uso para o MSG de 10g de MSG/kg de alimento, ou seja, 1%, quando utilizado individualmente. A última regulamentação publicada foi em 2008 e manteve as recomendações da diretiva (SCF, 2008). De forma similar, o JECFA (*Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*), e a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Brasil) também estabelece uma IDA ‘não especificada’ para o MSG.

2.3.5.2 Inosinato dissódico (IMP)

O IMP é um ácido ribonucleico e está presente, principalmente, em animais. Pode ser obtido por meio de fermentação bacteriana de açúcares e comercialmente é preparado a partir de carne ou peixe (KHODJAEVA et al., 2013; KIM et al., 2015). Este composto possui fórmula molecular $C_{10}H_{11}N_4Na_2O_8P$ como apresentado na Figura 2.

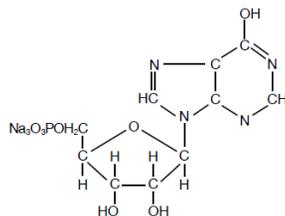


Figura 2 Estrutura molecular do IMP.
Fonte: Ajinomoto (2014).

O IMP também pode ser utilizado em sinergismo com outros realçadores de sabor, para inibir alguns gostos indesejados, como por exemplo, o gosto amargo e sabor metálico ofertado pela substituição de NaCl por outros substitutos. Campagnol et al., (2011) demonstraram que a lisina em uma combinação de taurina, IMP, GMP reduziu consideravelmente os defeitos sensoriais causados pela substituição de 50% de NaCl por KCl em salsichas fermentadas. Campagnol et al. (2012) observaram que a lisina, IMP e GMP ao serem adicionadas separadamente não foram suficientes para eliminar os defeitos sensoriais causados pela substituição de 50% de NaCl por KCl em salsichas fermentadas, entretanto, quando usados em combinação, obteve-se salsichas sensorialmente aceitáveis. Santos et al. (2014) comprovaram que a adição de MSG com lisina, taurina, IMP e GMP foram suficientes para eliminar os defeitos sensoriais causados pela substituição de 75% de NaCl com KCl em salsichas fermentadas. Esta importante inibição de gosto indesejável se deve ao fato destes realçadores bloquearem a ativação da gustiducina em células receptoras gustativas, impedindo assim, a percepção do gosto amargo (MCGREGOR, 2004).

2.3.5.3 Guanilato dissódico (GMP)

O ácido guanílico é um ácido ribonucleico que faz parte do RNA. Ele está presente em parte de todas as células de todos os organismos vivos. O GMP pode ser obtido por meio de extrato de leveduras ou carnes e peixes (KHODJAEVA et al., 2013; KIM et al., 2015). Este composto possui fórmula molecular $C_{10}H_{12}N_5Na_2O_8P$ como mostrado na Figura 3. A maior fonte de guanilato é o cogumelo *Shiitake* com 150 mg de guanilato/ 100 g, seguido da carne de frango com 5 mg de guanilato/ 100 g e carne bovina com 4 mg de guanilato/ 100 g (AJINOMOTO, 2015).

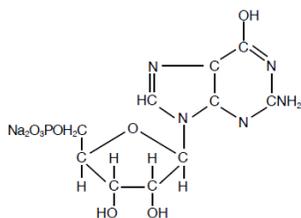


Figura 3 Estrutura molecular do GMP.

Fonte: Ajinomoto (2014).

O GMP pode ser encontrado em alguns produtos industrializados como macarrão instantâneo, batatas fritas e lanches salgados, arroz, vegetais enlatados, carnes curadas, sopa de pacote. Os guanilatos são metabolizados em purinas devendo ser evitados por pessoas com doença de gota e pacientes asmáticos. Entretanto, como os valores encontrados em alimentos são muito baixos, o mesmo não produz efeitos colaterais (KHODJAEVA et al., 2013).

2.3.5.4 Glutamato monoamônio (MAG)

O glutamato monoamônico é um sal amoniacal do ácido glutâmico. Pode ser obtido por meio de melão por fermentação bacteriana ou a partir de proteínas vegetais, tais como glúten ou proteína de soja. Este composto possui fórmula molecular $C_5H_{12}N_2O_4$ como mostrado na Figura 4. Além disso, é utilizado na indústria de alimentos como substituto do sal, atuando como um realçador de sabor, muitas vezes sendo abreviado pela indústria como MAG. Este composto não apresenta efeitos adversos e é comumente utilizado em produtos cárneos como substituto para o MSG (METCALFE et al., 2008; KHODJAEVA et al., 2013; KIM et al., 2015). É um aminoácido multifuncional envolvido principalmente na percepção do gosto, metabolismo, e pode ser utilizado para fins dietéticos, estimulando escolhas alimentares adequadas a uma determinada população (JINAP; HAJEB, 2010).

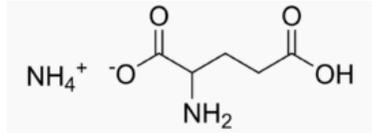


Figura 4 Estrutura molecular do glutamato monoamônico.
Fonte: Ajinomoto (2014).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Glutamato monossódico (MSG), inosinato dissódico (IMP), guanilato dissódico (GMP) e glutamato monoamônico (MAG) foram doados pela AJINOMOTO® (São Paulo, SP, Brasil). Já o cloreto de sódio (99%) foi obtido da empresa Vetec® (Duque de Caxias, RJ, Brasil).

As análises foram realizadas nos laboratórios de Desenvolvimento de Novos Produtos e Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras (Lavras, MG, Brasil).

3.2 Comportamento sensorial dos realçadores de sabor em diferentes reduções do teor de sódio

Para avaliar o comportamento sensorial de cada um dos realçadores de sabor em diferentes reduções do teor de sódio foram realizados quatro experimentos: experimento 1 (utilizando glutamato monossódico); experimento 2 (utilizando inosinato dissódico); experimento 3 (utilizando guanilato dissódico) e; experimento 4 (utilizando glutamato monoamônico). Nesses experimentos foram avaliados os efeitos das concentrações de cada realçador de sabor (0 a 1%) na intensidade do gosto salgado e *umami* em soluções salina; com diferentes reduções do teor de sódio (0 a 100%), utilizando um planejamento composto central rotacional (DCCR), conforme Tabela 2. A intensidade do gosto salgado e gosto *umami* foram avaliados por meio da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ).

De acordo com os resultados do DCCR, foram selecionados alguns tratamentos de interesse, os quais foram avaliados por meio de análises

temporais (Tempo-Intensidade - TI e Análise de Dominância Temporal das Sensações - TDS).

3.2.1 Análise descritiva quantitativa

Foram recrutadas, inicialmente, vinte e cinco pessoas que tinham interesse e disponibilidade de tempo para participar do estudo, e que não tinham restrições quanto ao consumo de sódio. Em seguida, foi realizada uma segunda etapa do recrutamento visando selecionar os provadores com maior habilidade sensorial, por meio do teste de identificação de gostos básicos, realizado de acordo com a norma ISO 8586: 2012 e de testes triangulares para avaliar a capacidade discriminativa dos mesmos (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2006). As amostras utilizadas nos testes triangulares foram solução aquosa com 1% de cloreto de sódio e solução aquosa com 1,25% de cloreto de sódio, diferentes entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de comparação pareada. A capacidade discriminativa foi avaliada pela análise sequencial de Wald (AMERINE; PANGBORN; ROESSLER, 1965; WALD, 1945), em que a partir dos parâmetros definidos ($P = 0,30$, $p_1 = 0,70$, $\alpha = 0,10$ e $\beta = 0,10$) foi construído o gráfico de Wald, e os provadores foram selecionados ou rejeitados de acordo com o número de testes corretos.

Desse modo, foram selecionados 15 provadores, que realizaram o levantamento dos termos sensoriais descritores (atributos) e a definição dos mesmos, além de definir as referências para os extremos das escalas, para cada um dos termos levantados (TABELA 1). O levantamento dos atributos foi realizado por meio da técnica grupo de foco, utilizando as amostras que seriam avaliadas na ADQ (TABELA 2). Dessa forma a escala utilizada para avaliação da intensidade do gosto salgado e *umami* foi a escala estruturada de nove centímetros, ancorada nos extremos, com termos variando de nenhum à forte.

Tabela 1 Termos descritores e referências utilizadas no estudo.

Termos Descritores	Definições	Referências
Gosto <i>umami</i>	Gosto característico de glutamato monossódico.	Nenhum: água, Forte: Solução aquosa contendo 1% MSG (Experimento 1), Solução aquosa contendo 1% de IMP (Experimento 2), Solução aquosa contendo 1% de GMP (Experimento 3) e Solução aquosa contendo 1% de MAG (Experimento 4).
Gosto salgado	Gosto característico de cloreto de sódio.	Nenhum: água, Forte: Solução aquosa contendo 0,75% NaCl.

MSG (glutamato monossódico), IMP (inosinato dissódico), GMP (guanilato dissódico), MAG (glutamato monoamônico).

Em seguida foram realizadas sessões de treinamento e a seleção final dos provadores. Nesta seleção, 3 amostras com adição de MSG (tratamentos 1, 8 e 9 da TABELA 2), sensorialmente diferentes entre si a 1% de significância pelo teste triangular, foram apresentadas aos provadores de forma monádica, em três repetições e avaliadas utilizando-se a ficha elaborada para a ADQ. De acordo com os resultados obtidos, todos os provadores apresentaram habilidade para discriminar as amostras (p de F amostra $< 0,30$) e tiveram repetibilidade (p de F

repetição $>0,05$) (DAMÁSIO; COSTELL, 1991), sendo selecionados para participarem da avaliação final das amostras.

Os provadores selecionados avaliaram 10 mL de cada uma das amostras de cada experimento, em quatro sessões. As amostras foram apresentadas de forma monádica e seguindo a ordem de apresentação proposta por Wakeling e Macfie (1995). Entre as avaliações das amostras, os provadores foram orientados a tomar água, e em seguida suco limão a 5% (TIAN; FISK, 2012) para limpar o sabor residual da amostra anterior.

As amostras foram preparadas de acordo com o delineamento experimental (TABELA 2). Para o preparo das amostras as quantidades dos realçadores de sabor (MSG, IMP, GMP e MAG) e cloreto de sódio foram diluídas em água.

Os resultados da ADQ foram analisados por meio de superfície de resposta, conforme descrito no item 3.2.1.1. As análises foram realizadas utilizando-se o software Chemoface, versão 1.61 (NUNES et al., 2012).

3.2.1.1 Delineamento experimental e análise estatística

Foram realizados quatro experimentos, utilizando-se duas variáveis independentes para o DCCR: porcentagem de realçador de sabor (0 – 1%) e a porcentagem de redução da concentração de sódio (0 – 100%), com três repetições no ponto central, totalizando 11 ensaios em cada experimento. Os valores codificados e reais das variáveis estão especificados na Tabela 2. Na escolha dos níveis dos pontos axiais, optou-se pelo tipo $\pm \alpha$, em que $\alpha = (2^k)^{1/4}$, em que k é o número das variáveis independentes.

O primeiro experimento utilizou glutamato monossódico, o segundo utilizou inosinato dissódico, o terceiro utilizou guanilato dissódico e o quarto utilizou glutamato monoamônico. A quantidade máxima de cada um dos

realçadores de sabor foi definida de acordo com a recomendação de uso do SCF (2008) para MSG. As reduções do teor de cloreto de sódio dos tratamentos (TABELA 2) foram determinadas em relação a uma solução aquosa contendo 0,75% de cloreto de sódio. De acordo com Feltrin et al. (2014), essa é a quantidade de cloreto de sódio que proporcionou o gosto salgado ideal na opinião dos consumidores.

Tabela 2 Níveis e valores das variáveis independentes do delineamento composto central rotacional (DCCR).

Tratamentos	Variáveis	Codificadas	Variáveis	Reais
	x_1	x_2	X_1 (%)	X_2 (%)
1	-1	-1	14,54	0,15
2	1	-1	85,46	0,15
3	-1	1	14,54	0,85
4	1	1	85,46	0,85
5	-1,41	0	0	0,5
6	1,41	0	100	0,5
7	0	-1,41	50	0
8	0	1,41	50	1
9	0	0	50	0,5
10	0	0	50	0,5
11	0	0	50	0,5

x_1 - % de redução do teor de Sódio; x_2 - % de realçadores de sabor; Experimento 1 (MSG- glutamato monossódico), Experimento 2 (IMP- inosinato dissódico), Experimento 3 (GMP- guanilato dissódico) e Experimento 4 (MAG- glutamato monoamônico).

Os resultados da ADQ para gosto salgado e gosto *umami* foram avaliados pela metodologia de superfície de resposta, empregando o *software* ChemoFace (NUNES et al., 2012). O polinômio considerado no ajuste do modelo foi conforme Equação 1.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{11} x_1^2 + \beta_{22} x_2^2 + e \quad (1)$$

Em que β_0 , β_1 e β_2 são os coeficientes de regressão, y é a resposta em questão (intensidade de gosto salgado e gosto *umami*), x_1 e x_2 são as variáveis independentes (% de redução da concentração de sódio e % de realçadores de sabor) e e o erro experimental. O critério utilizado para aceitar o modelo proposto foi o valor do coeficiente de determinação (R^2), mínimo de 70% e pela análise de variância da regressão ($p < 0,05$). Após a geração dos modelos polinomiais relacionando as intensidades de gosto salgado e *umami*, com as concentrações de cada realçador de sabor estudado e as porcentagens de redução da concentração de sódio, foram utilizados para avaliar o comportamento dos realçadores de sabor na intensificação desses gostos, visando identificar os melhores tratamentos.

3.3 Análises temporais

Para avaliar o comportamento temporal dos realçadores de sabor em diferentes reduções do teor de sódio, realizou-se as análises de TI e TDS para nove tratamentos, selecionados de acordo com os resultados obtidos na ADQ. A partir dos resultados dos experimentos 1, 2, 3 e 4 (realizados respectivamente com MSG, IMP, GMP e MAG), foi selecionado para cada experimento, o tratamento que apresentou maior redução do teor de cloreto de sódio e intensidade de gosto salgado, igual ou o mais semelhante ao tratamento controle (T1). Além disso, foi incluído o tratamento controle e foi selecionado para cada experimento o tratamento com 25% de redução do teor de cloreto de sódio, de acordo com o interesse de reduções do teor de sódio de muitas indústrias de alimentos.

As análises de TI e TDS foram realizadas pelos mesmos provadores recrutados e selecionados para a ADQ.

3.3.1 Análise de tempo-intensidade (TI)

Os provadores, em três sessões, foram familiarizados com o programa de análise e coleta de dados. Os membros do painel avaliaram a intensidade do gosto salgado e do gosto *umami* das amostras, ao longo do tempo, em três repetições. As avaliações foram realizadas em nove sessões para cada gosto. As amostras foram servidas uma por uma, e os avaliadores foram convidados a enxaguar a boca com água e suco de limão a 5% (TIAN; FISK, 2012) entre as avaliações das amostras. A análise foi realizada em forma monádica e seguindo a ordem de apresentação das amostras descrita por Wakeling e Macfie (1995), na qual os participantes usaram computadores para registrar a intensidade percebida do gosto salgado durante 40 segundos.

Após a obtenção dos resultados, foi avaliado o consenso da equipe e repetibilidade dos provadores por meio do programa estatístico PanelCheck (TOMIC et al., 2007). Os provadores que não atenderam a esses requisitos foram identificados e retirados da análise de resultados.

Os parâmetros da curva de TI avaliados foram, $I_{\text{máx}}$, $TI_{5\%}$, $TI_{90\%}$, $TD_{5\%}$, $TD_{90\%}$, plateau e área, que foram submetidos à análise de variância - ANOVA (fontes de variação: amostras, provadores e interações de amostra * provadores). As análises de variância e teste de Scott-Knott foram realizadas com o software SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014).

As curvas de TI foram obtidas usando o Microsoft Excel 2013, com os parâmetros coletados durante a análise de TI (por meio do cálculo dos parâmetros das curvas TI sobre todos os painéis e repetições). Para aquisição de

dados e geração de resultados para o TI, foi utilizado o programa SensoMaker versão 1.8, UFLA, Lavras, MG, Brasil (NUNES; PINHEIRO, 2013).

3.3.2 Análise de dominância temporal das sensações (TDS)

Os provadores receberam treinamento para familiarizar-se com a metodologia TDS e com o teste sensorial. Em seguida, avaliaram as amostras em três repetições, durante nove sessões. Os participantes foram solicitados a selecionar o atributo dominante durante 40 segundos. Para evitar qualquer mal entendido, foi claramente explicado que o sabor dominante é o atributo que é percebido com maior clareza e intensidade do que os outros (PINEAU et al., 2009). Em seguida, pediu-se aos participantes que colocassem toda a amostra (10 mL) de solução salina na boca, e começassem imediatamente a avaliação. Os atributos levantados por método de grupo de foco pelo painel foram: gosto salgado, gosto *umami*, gosto amargo, gosto doce, sabor desagradável e sem sabor.

A apresentação das amostras foi feita em ordem monádica e seguindo a ordem de apresentação das amostras descrita por Wakeling e Macfie (1995), em copos de plástico branco descartáveis, codificados com números de três dígitos. Os avaliadores foram convidados a enxaguar a boca com água e suco de limão a 5% (TIAN; FISK, 2012) entre cada amostra.

A metodologia de Pineau et al. (2009) foi utilizada no *software* SensoMaker para gerar as curvas de TDS. Logo, duas linhas foram desenhadas no display gráfico, TDS, o ‘nível de chance’ e o ‘nível de significância’. O ‘nível de chance’ é a taxa de dominância que um atributo pode obter por acaso, e ‘nível de significância’ é o valor mínimo desta proporção que deve ser igual para ser considerada de forma significativa (PINEAU et al., 2009). É calculado

utilizando o intervalo de confiança de uma proporção binomial baseado numa aproximação normal (EQUAÇÃO 2).

$$P_s = P_0 + 1,645 \sqrt{\frac{P_0(1-P_0)}{n}} \quad (2)$$

Em que, P_s : o menor valor de proporção significativa ($\alpha = 0,05$) em qualquer ponto no tempo para uma curva de TDS e n representa o número de indivíduos * repetição

Para a aquisição de dados e geração de resultados foi utilizado o software SensoMaker (NUNES; PINHEIRO, 2013).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Comportamento sensorial dos realçadores de sabor em diferentes reduções do teor de sódio

4.1.1 ADQ para gosto salgado

O modelo de superfície de resposta polinomial de primeira ordem (TABELA 3) foi ajustado para a variável resposta (y =gosto salgado), para cada um dos experimentos. Alguns termos não significativos foram eliminados, e as equações resultantes foram testadas quanto à adequação pela análise de variância (ANOVA). Os modelos ajustados foram adequados, sendo a regressão significativa ($p < 0,01$), os valores residuais baixos e coeficientes de determinação maiores que 0,95, indicando que eram adequadas para fins de predição (HENIKA, 1982).

Tabela 3 Modelos ajustados para dados sensoriais de gosto salgado a partir de amostras de solução salina com adição de realçadores de sabor.

Experimentos	Modelos ajustados	R ²	p-valor
Experimento 1 (MSG)	$y = 6,9194 - (0,0773 * x_1) + (2,3237 * x_2)$	0,95	<0,001
Experimento 2 (IMP)	$y = 7,0971 - (0,0735 * x_1) + (0,9590 * x_2)$	0,98	<0,001
Experimento 3 (GMP)	$y = 7,1560 - (0,0770 * x_1) + (1,0681 * x_2)$	0,98	<0,001
Experimento 4 (MAG)	$y = 6,2887 - (0,0749 * x_1) + (3,0111 * x_2)$	0,95	<0,001

x_1 - % de redução da concentração de sódio; x_2 -% de realçador de sabor;
MSG (glutamato monossódico), IMP (inosinato dissódico), GMP (guanilato dissódico),
MAG (glutamato monoamônico).

De acordo com os coeficientes dos modelos ajustados (TABELA 3 e FIGURA 5), verificou-se que MAG e MSG apresentaram maior capacidade de intensificar o gosto salgado que IMP e GMP, em toda a faixa de redução da concentração de sódio (0 a 100%). Constatou-se também, que a concentração de realçador de sabor que proporcionou a maior intensificação do gosto salgado foi igual a 1% em toda a faixa de redução da concentração de sódio e para todos os realçadores avaliados.

Observou-se que, adicionando-se 1% de MAG, MSG, IMP ou GMP é possível reduzir, respectivamente, 40%, 30%, 13% e 14% de cloreto de sódio, e obter intensidade de gosto salgado igual ou semelhante ao tratamento controle (0% de redução do teor de NaCl e 0% de realçador de sabor).

O comportamento sensorial do MAG e MSG foram semelhantes, na faixa de redução de 30% até 40% do teor de NaCl, ao aumentar a concentração dos realçadores de sabor ocorreu um aumento na intensidade de gosto salgado, porém, em reduções de NaCl, mais expressivas, acima de 50% e 60%, esse efeito na intensidade de gosto salgado foi diminuído. Além disso, um aumento na concentração do realçador de sabor, acima de 0,5%, proporciona um incremento na intensidade de gosto salgado.

IMP e GMP também apresentaram comportamento sensorial semelhantes. Observa-se que a intensidade de gosto salgado foi menos influenciada pela variação da concentração de IMP e GMP do que MAG e MSG. Até a redução de 25% do teor de NaCl, IMP e GMP apresentaram incremento na intensidade de gosto salgado a medida que se aumentava a concentração do realçador, enquanto que em reduções superiores a 40% de NaCl, esse efeito foi reduzido.

Nas reduções de NaCl iguais a 25%, 50% e 75% (Tabela 4), MAG e MSG apresentaram maior intensidade de gosto salgado que os demais realçadores de sabor. IMP e GMP apresentaram intensidade de gosto salgado

próximos. Na redução de 25% do teor de NaCl, MSG e MAG apresentaram capacidade de intensificar o gosto salgado superiores a IMP e GMP. Desse modo, nesta redução seria necessário apenas utilizar 0,83% de MSG e 0,62% MAG, para que a intensidade de gosto salgado fosse igual a do controle. Enquanto que na mesma redução, IMP e GMP, apresentaram intensidade de gosto salgado inferior a 12% a do tratamento controle.

Já em 50% e 75% de redução do teor de NaCl, todos os realçadores de sabor apresentaram intensidade de gosto salgado inferior ao tratamento controle. Além disso, nessas reduções, MAG e MSG apresentaram maior capacidade de intensificar o gosto salgado que IMP e GMP. A medida em que reduz a concentração de sódio, observa-se uma queda na capacidade dos realçadores de sabor de intensificar o gosto salgado.

Tabela 4 Intensidade de gosto salgado e capacidade de intensificar o gosto salgado para os realçadores de sabor glutamato monossódico (MSG), inosinato dissódico (IMP), guanilato dissódico (GMP) e glutamato monoamônico (MAG), obtidos a 1% de cada realçador, em comparação com o tratamento controle.

	25% de redução do teor de NaCl		50% de redução do teor de NaCl		75 % de redução do teor de NaCl		Valor do controle
	IGS _T	IGS _T /IGS _C (%)*	IGS _T	IGS _T /IGS _C (%)*	IGS _T	IGS _T /IGS _C (%)*	-
MSG	7,31	106	5,38	78	3,45	50	6,92
IMP	6,21	88	4,37	62	2,54	36	7,1
GMP	6,30	88	4,37	61	2,45	34	7,2
MAG	7,43	118	5,55	88	3,68	59	6,29

*Capacidade de intensificação de gosto.

*IGS_T= Intensidade de gosto salgado do tratamento.

IGS_C=Intensidade de gosto salgado do controle.

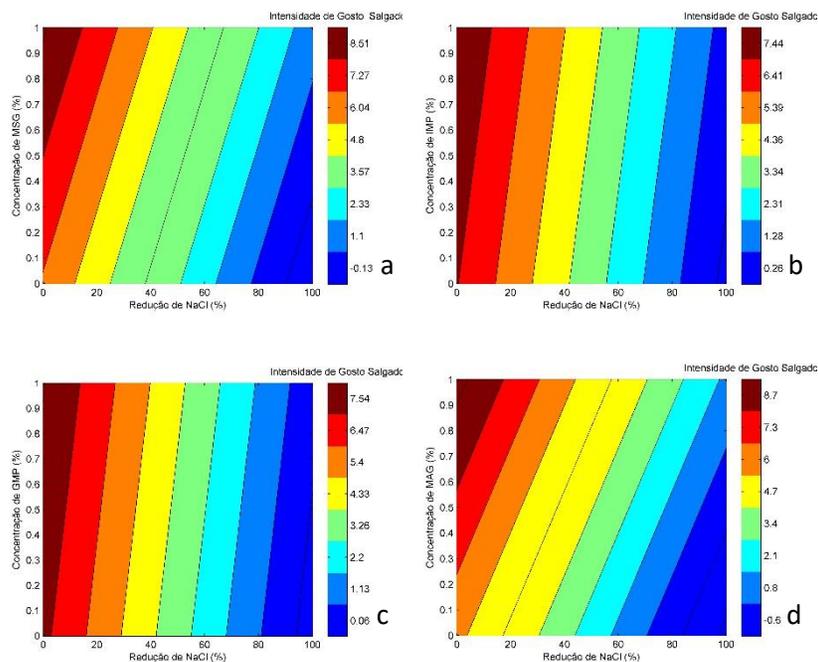


Figura 5 Gráficos de contorno a partir da concentração de MSG (a), IMP (b), GMP (c) e MAG (d) e redução do teor de NaCl em solução aquosa, obtidas pelas equações polinomiais, como uma função da intensidade de gosto salgado. MSG (glutamato monossódico), IMP (inosinato dissódico), GMP (guanilato dissódico), MAG (glutamato monoamônico).

4.1.2 ADQ para gosto *umami*

O modelo polinomial de primeira ordem (TABELA 5) foi ajustado para a variável resposta (y =gosto *umami*), para cada um dos experimentos. Alguns termos não significativos foram eliminados, e as equações resultantes foram testadas quanto à adequação pela análise de variância (ANOVA). Os modelos ajustados foram adequados, sendo a regressão significativa, os valores residuais baixos e coeficientes de determinação maiores que 0,70, indicando que eram adequadas para fins de predição (HENIKA, 1982).

Tabela 5 Modelos previstos para dados sensoriais de gosto *umami* a partir de amostras de solução salina com adição de realçadores de sabor.

Realçador de sabor		R ²	p-value
Experimento 1 (MSG)	$y = 1,7517 + (5,7771 * x_2)$	0,82	<0,001
Experimento 2 (IMP)	$y = 2,3618 + (5,0184 * x_2)$	0,88	<0,001
Experimento 3 (GMP)	$y = 2,9168 + (4,9006 * x_2)$	0,71	<0,001
Experimento 4 (MAG)	$y = 1,8682 + (5,6312 * x_2)$	0,76	<0,001

x_2 -% de realçador de sabor

MSG (glutamato monossódico), IMP (inosinato dissódico), GMP (guanilato dissódico), MAG (glutamato monoamônico).

A intensidade do gosto *umami* não foi influenciada pela variável redução da concentração de sódio, em nenhum dos experimentos. ($p > 0,05$). Na concentração de 1%, todos os realçadores de sabor, obtiveram a intensidade máxima de gosto *umami*. Observou-se que para MSG, IMP, GMP e MAG (TABELA 5 e FIGURA 6), quanto maior a concentração do realçador de sabor maior a intensidade do gosto *umami*. Os realçadores de sabor apresentaram comportamento semelhante quanto à intensidade do gosto *umami*.

GMP apresentou maior intensidade máxima de gosto *umami* (7,82), seguido de MSG, MAG e IMP (7,53, 7,50 e 7,38, respectivamente). Acima de 0,5% de MSG (4,64), IMP (4,87), GMP (5,36) e MAG (4,68), observa-se um incremento na intensidade do gosto *umami*, enquanto em concentrações inferiores a essa, a variação de intensidade de gosto *umami* é menor.

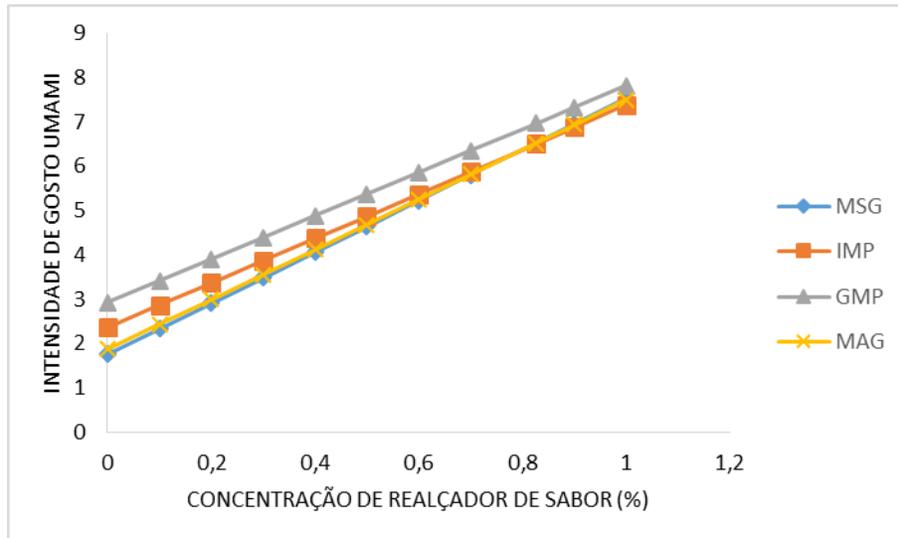


Figura 6 Intensidade de gosto *umami* de MSG, IMP, GMP e MAG, obtidas pelas equações polinomiais, em função da concentração (%) de realçador de sabor. MSG (glutamato monossódico), IMP (inosinato dissódico), GMP (guanilato dissódico), MAG (glutamato monoamônico).

4.2 Análises temporais

4.2.1 Análise de tempo-intensidade

São apresentadas na Figura 7, as intensidades de gosto salgado ao longo do tempo para os tratamentos avaliados. As curvas de percepção temporal de gosto salgado tiveram perfil semelhante. Entretanto a intensidade máxima e a área abaixo da curva foram diferentes para os tratamentos. As curvas de intensidade de gosto salgado obtidas a partir das médias dos quinze provadores ilustram melhor esses resultados (FIGURA 7).

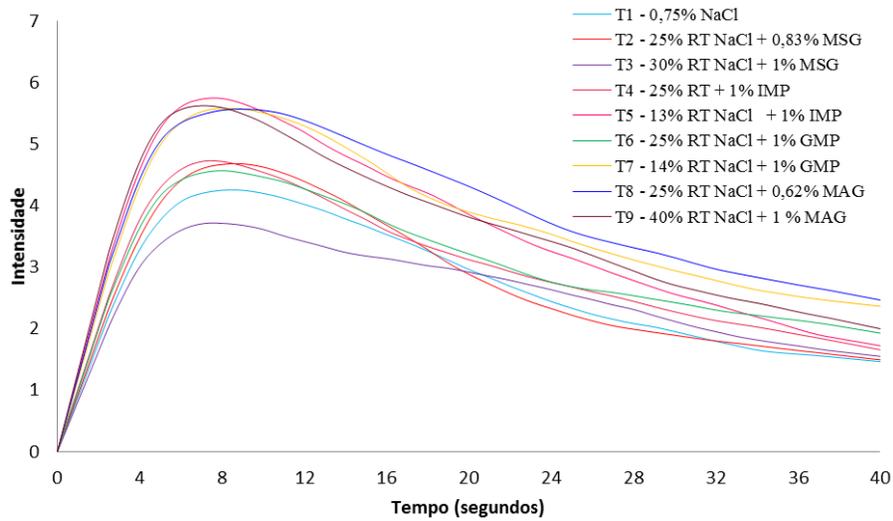


Figura 7 Intensidade do gosto salgado ao longo tempo para os tratamentos com diferentes concentrações de realçadores de sabor e redução da concentração de sódio do gosto salgado com o passar do tempo, em que o eixo x representa o tempo de análise em segundos e o eixo y a intensidade do gosto salgado. MSG (glutamato monossódico), IMP (inosinato dissódico), GMP (guanilato dissódico), MAG (glutamato monoamônico), RT (redução do teor).

Com base nos parâmetros obtidos a partir das curvas do TI para gosto *umami* (TABELA 6), $I_{máx}$ e área apresentaram diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$).

Tabela 6 Valores médios para $I_{máx}$ e área dos tratamentos da curva de tempo-intensidade para gosto salgado.

Tratamentos	Redução do teor de Sódio (%)	Concentração de realçador de sabor (%)	$I_{máx}$	Área
T1	0	0	4,1 c	99,4 c
T2	25	0,83% MSG	4,4 c	97,2 c
T3	30	1% MSG	3,2 b	87,1 c
T4	25	1% IMP	4,7 c	121,1 b
T5	13	1% IMP	5,5 a	133,5 b
T6	25	1% I+G	4,6 c	121,8 b
T7	14	1% I+G	5,7 a	148,5 a
T8	25	0,62% MAG	5,6 a	155,5 a
T9	40	1 % MAG	5,4 a	132,5 b

MSG (glutamato monossódico), IMP (inosinato dissódico), GMP (guanilato dissódico), MAG (glutamato monoamônico).

Todos os tratamentos apresentaram $I_{máx}$ (TABELA 6) igual ou maior que o controle, exceto T3 (30% de redução do teor de NaCl + 1% MSG). Quanto a área, todos apresentaram média igual ou superior ao controle (T1).

Em relação aos tratamentos com 25% de reduções de NaCl, todos apresentaram $I_{máx}$ ou área igual ou superior T1 (controle).

Quanto aos tratamentos com maior redução do teor de cloreto de sódio e intensidade de gosto salgado igual ou o semelhante ao controle (T1), todos apresentaram $I_{máx}$ e área maior que o controle, exceto T3 (30% de redução do teor de NaCl + 1% MSG).

De acordo com os parâmetros $I_{máx}$ e área é possível utilizar os realçadores de sabor MSG, IMP, GMP e MAG com reduções de 25%, 25%,

25% e 40%, respectivamente, em que a percepção temporal de gosto salgado igual ou maior que o controle (T1).

De acordo com a Figura 8, os realçadores de sabor (MSG, IMP, GMP e MAG) utilizados possuem perfil de curva de intensidade de gosto *umami* semelhante ao longo do tempo, entretanto a percepção temporal de gosto *umami* para os realçadores de sabor é diferente em relação a $TI_{5\%}$.

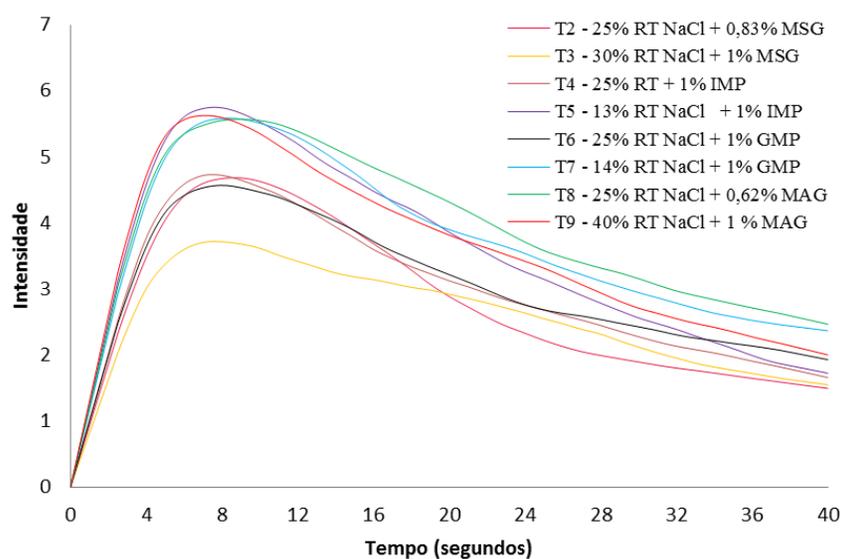


Figura 8 Intensidade do gosto *umami* com o passar do tempo para os tratamentos com diferentes concentrações de realçadores de sabor e redução da concentração de sódio, em que o eixo x representa o tempo de análise em segundos e o eixo y a intensidade de salga. MSG (glutamato monossódico), IMP (inosinato dissódico), GMP (guanilato dissódico), MAG (glutamato monoamônico), RT (redução do teor).

Com base nos parâmetros obtidos a partir das curvas TI para gosto *umami* (Tabela 7), somente $TI_{5\%}$ apresentou diferença significativa entre as amostras. Os tratamentos não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre si, exceto T4 (25% de redução do teor de NaCl + 1% IMP), T5 (13% de

redução do teor de NaCl + 1% IMP) e T6 (= 25% de redução do teor de NaCl + 1% GMP) que apresentaram maior média que os demais quanto a TI_{5%}.

Tabela 7 Valores médios para TI_{5%} dos tratamentos da curva de tempo-intensidade para gosto *umami*.

Tratamentos	Redução da concentração de sódio (%)	Concentração de realçador de sabor (%)	TI _{5%}
T2	25	0,83% MSG	0,30 b
T3	30	1% MSG	0,30 b
T4	25	1% IMP	0,33 a
T5	13	1% IMP	0,36 a
T6	25	1% GMP	0,36 a
T7	14	1% GMP	0,30 b
T8	25	0,62% MAG	0,30 b
T9	40	1 % MAG	0,30 b

MSG (glutamato monossódico), IMP (inosinato dissódico), GMP (guanilato dissódico), MAG (glutamato monoamônico).

Prescott e Young (2002) verificaram que os indivíduos apresentaram um aumento na percepção do gosto de sopa de legumes com 0,8% de MSG quando comparado à sopa sem MSG. Ruusunen et al. (2001) observaram que houve um aumento na intensidade de gosto salgado em mortadelas tipo Bologna quando foi adicionado às formulações MSG ou Ribotide (IMP e GMP 50:50). Além disso, os consumidores classificaram as mortadelas com adição de MSG como sendo mais palatável. Portanto, mesmo que o MSG tenha potência de salga 65-70% inferior à do NaCl, como demonstrado no estudo realizado por de Souza et al. (2013), em manteiga, é possível substituir parcialmente o teor de sal de mesa por MSG, e ter assim, a redução da concentração de sódio sem afetar a palatabilidade (BELLISLE, 1999).

4.3 Análise de dominância temporal das sensações (TDS)

Na análise de dominância temporal das sensações, cada curva representa um atributo particular de dominância ao longo do tempo.

Todos os tratamentos apresentaram como dominantes os gostos salgado, *umami* e sem sabor (FIGURA 9), exceto T9 (40% de redução do teor de NaCl + 1 % MAG) que apresentou dominância do sabor desagradável com taxa de dominância de 0,33 aos 16,5 segundos. Para minimizar a percepção do sabor estranho do MAG em altas concentrações, pode-se utilizar misturas com MSG, que é reconhecido por minimizar a percepção de gostos estranhos, a interação do MSG com receptores gustativos que minimizam a percepção do gosto amargo (DUTCOSKY, 2007).

Nenhum dos tratamentos apresentou dominância dos gostos doce e amargo. Todos os tratamentos apresentaram dominância do gosto salgado no início das avaliações, já o gosto *umami* (exceto para T1) prevaleceu após o gosto salgado, apresentando maior tempo de dominância, enquanto o sem sabor predominou ao fim das mesmas.

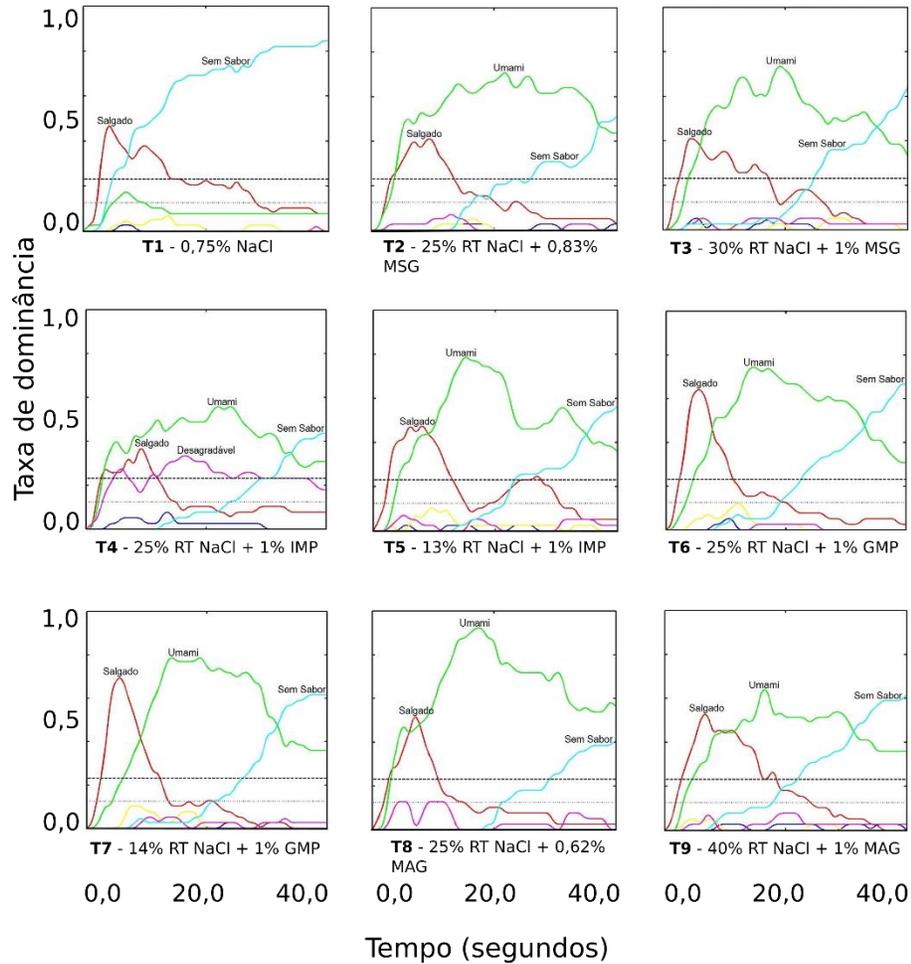


Figura 9 Perfil de dominância temporal de sensações (TDS) dos tratamentos com diferentes concentrações de realçadores de sabor e redução da concentração de sódio. MSG (glutamato monossódico), IMP (inosinato dissódico), GMP (guanilato dissódico), MAG (glutamato monoamônico), RT (redução do teor).

Resultados semelhantes foram encontrados nos estudos de Souza et al. (2013), Teodoro et al. (2013) e Rodrigues et al. (2014), com manteiga, queijo cremoso e mussarela, respectivamente, em que na redução da concentração de sódio em diversos produtos com adição de glutamato monossódico exibiu-se os sabores dominantes de gosto salgado e gosto *umami*, em que o gosto salgado apresentou-se em menor grau que os demais tratamentos. Feltrin et al. (2014), na pesquisa de diferentes substitutos de cloreto de sódio em solução aquosa, também obteve na análise de TDS, que os gostos salgados e *umami* foram significativos em solução aquosa com MSG. De acordo com McGough et al. (2012), gostos percebidos como *umami* contêm compostos que podem servir como ingredientes funcionais, ao mesmo tempo provendo gostos em alimentos que simulam os do cloreto de sódio.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto a intensidade de gosto salgado o comportamento sensorial dos realçadores de sabor em diferentes reduções do teor de sódio foram diferentes. Em maiores reduções da concentração do teor de NaCl todos os realçadores de sabor apresentaram baixa capacidade de intensificar o gosto salgado. Já em baixas reduções do teor de NaCl esses realçadores apresentaram maior capacidade de intensificar o gosto salgado. De acordo com os resultados de ADQ, TI e TDS verificou-se que é possível reduzir respectivamente, 40% para MAG e 25% para MSG, IMP ou GMP, do teor de cloreto de sódio, e obter intensidade de gosto salgado igual ou semelhante ao tratamento controle (0% de redução de NaCl e 0% de realçador de sabor). Quanto a intensidade de gosto *umami*, todos os realçadores de sabor apresentaram comportamento sensorial semelhante. A intensidade de gosto *umami* foi influenciada apenas pela concentração dos realçadores de sabor, em que quanto maior a concentração do realçador maior a intensidade de gosto *umami*. Novos estudos são necessários para avaliar o sinergismo desses realçadores de sabor em misturas, pois, já se sabe que a atuação desses é intensificada quando utilizados em conjuntos, porém, é necessário quantificar essa capacidade de intensificar o gosto salgado.

REFERÊNCIAS

AJINOMOTO. **AJI-NO-MOTO®**, **AJITIDE®** e **AJINOMOTO MAG**, 2014.

AJINOMOTO. *Umami*: Ajinomoto Food Ingredients, 2015. Disponível em: <<http://www.ajinomotofi.com.br/umami>>. Acesso em: 30 nov. 2016.

ALBARRACÍN, W. et al. Salt in food processing; usage and reduction: A review. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 46, n. 7, p. 1329-1336, 2011.

ALIÑO, M. et al. Physicochemical properties and microbiology of dry-cured loins obtained by partial sodium replacement with potassium, calcium and magnesium. **Meat Science**, v. 85, n. 3, p. 580-588, 2010.

AMERINE, M. A.; PANGBORN, R. M.; ROESSLER, E. B. (1965). Principles of sensory evaluation of food. In: AMERINE, M. A.; PANGBORN, R. M.; ROESSLER, E. B. (Eds.). **Statistical procedures** New York: Academic Press. p. 437-440.

APPEL, L. J.; ANDERSON, C. A. M. Compelling evidence for public health action to reduce salt intake. **The New England Journal of Medicine**, n. 362, p. 650–652, 2010.

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

BAUTISTA-GALLEGO, J. et al. Fermentation profiles of Manzanilla-Aloreña cracked green table olives in different chloride salt mixtures. **Food Microbiology**, v. 27, n. 3, p. 403-412, 2010.

BELLISLE, F. Glutamate and the umami taste: Sensory, metabolic, nutritional and behavioural considerations. A review of the literature published in the last 10 years. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v. 23, n. 3, p.423-438, 1999.

BEYREUTHER K. et al. Consensus meeting: monosodium glutamate - an update. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 61, n. 3, p. 304–313, 2007.

BIDLAS, E.; LAMBERT, R. J. W. Comparing the antimicrobial effectiveness of NaCl and KCl with a view to salt/sodium replacement. **International Journal of Food Microbiology**, v. 124, p. 98-102, 2008.

BOBOWSKI, N.; VICKERS, Z. Determining sequential difference thresholds for sodium chloride reduction. **Journal of Sensory Studies**, n. 27, p. 168-175, 2012.

BRANDSMA, I. Reducing sodium: a European perspective. **Food Technology**, v. 60, n. 3, p.25-29, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Termo de compromisso entre o Ministério da Saúde e as Associações Brasileiras das Indústrias de Alimentação, das Indústrias de Massas Alimentícias, da Indústria de Trigo e da Indústria de Panificação e Confeitaria, de 7 de abril de 2011**. Brasília: Ministério da Saúde; 2011. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/saude/2014/08/acordo-entre-governo-e-industria-retira-toneladas-de-sodio-de-alimentos>>. Acesso em: 30 ago. 2015. B.

_____. **Extrato de compromisso n° 4/2011**. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/servlet/INPDFViewer?jornal=3&pagina=81&dat=08/04/2011&captchafield=firistAccess>>. Acesso em: 15 ago. 2015. A.

_____. **Resolução RDC n° 1, de 02 de janeiro de 2001**. Regulamento técnico que aprova o uso de aditivos com a função de realçadores de sabor. Estabelecendo seus limites máximos para os alimentos. Diário Oficial da União; Poder Executivo, Brasília, 04 jan. 2001. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/391619/Resolucao_RDC_n1_de_02_de_janeiro_de_2001.pdf/f3ce5586-b054-4a0a-8762-10d7db6d1789>. Acesso em: 29 ago. 2015.

_____. **Resolução RDC n° 28, de 28 de março de 2000**. Procedimentos básicos de boas práticas de fabricação em estabelecimentos beneficiadores de sal destinado ao consumo humano e o roteiro de inspeção sanitária em indústrias beneficiadoras de sal. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 2000. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/c7624300474588a49268d63fbc4c6735/RDC_28.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 19 ago. 2015 A.

_____**Resolução RDC nº 276, de 22 de setembro de 2005**. Ementa não oficial: Aprova o "Regulamento técnico para especiarias, temperos e molhos". Disponível em: <<http://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjIxMQ%2C%2C>>. Acesso em: 29 nov. 2016.

BRODY, T. **Nutricional biochemistry**. 2. ed. New York: Academic, 1999. 656p.

BUREN, J. P. V. The chemistry of texture in fruits and vegetables. **Journal of Texture Studies**, v. 10, n. 1, p. 1-23, 2006.

CAMPAGNOL, P. C. B. et al. Lysine, disodium guanylate and disodium inosinate as flavor enhancers in low-sodium fermented sausages. **Meat Science**, v. 91, p. 334-338, 2012.

CAMPAGNOL, P.C. et al. Application of lysine, taurine, disodium inosinate and disodium guanylate in fermented cooked sausages with 50% replacement of NaCl by KCl. **Meat Science**, v. 87, n. 3, p.239-243, 2011.

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

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

DALLEPIANE, L. B.; BÓIS, J. A. G. The use of spices in the diet of hypertensive patients: a randomized intervention trial. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, n. 22, p. 286-291, 2007.

DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación dedescriptores y selección de catadores. **Revista Agroquímica de Tecnología de Alimentos**, v. 3, p.165-178, 1991.

DE SOUZA, V. R. et al. Salt equivalence and temporal dominance of sensations of different sodium chloride substitutes in butter. **Journal of Dairy Research**, v. 80, n. 3, p. 319-325, 2013.

DESMOND, E. Reducing salt: A challenge for the meat industry. **Meat Science**, v. 74, n. 1, p.188-196, 2006.

DEVLIEGHIERE, F. et al. Reducing salt intake from meat products by combined use of lactate and diacetate salts without affecting microbial stability. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 44, n. 2, p. 337-341, 2009.

DÖTSCH M. et al. Strategies to Reduce Sodium Consumption: A Food Industry Perspective. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 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**, v. 9, p. 44-56, 2010.

DUTCOSKY, S. D. **Sensory Analysis of Food**. 2. ed. Curitiba: Universitária Champagnat, Curitiba, Brasil, 2007.

FELTRIN, A. C. et al. Sensory study of different sodium chloride substitutes in aqueous solution. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 50, n. 3, p. 730-735, 2014.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e agrotecnologia**, v. 38, p. 109-112, 2014.

FIB - Food Ingredients Brasil Nº 25 – 2013 Substituição de sódio nos alimentos. **Food Ingredients Brasil**. v. 15. n. 25, 2013. Disponível em: <www.revista-fi.com.> Acesso em: 02 set. 2015.

FLATCHER, A. **Selako salt replacer targets health-conscious consumers**. 2008. Disponível em: <<http://www.foodnavigator>>. Acesso em: 13 dez. 2016.

FLOURY, J. et al. Reducing salt level in food: Part 1. Factors affecting the manufacture of model cheese systems and their structure–texture relationships. **Food Science and Technology**, v. 42, n. 10, p. 1611–1620, 2009.

FOX, P.F. et al. Starter culture. In: *Fundamentals of Cheese Science* (Edited by P. Fox, P. McSweeney & T.M. Cogan). Gaithersburg, MD: Aspen Publishers, Inc., p. 54–97, 2000.

FREIRE, T. V. M. et al. Salting potency and time-intensity profile of microparticulated sodium chloride in shoestring potatoes. **Journal of Sensory Studies**, v. 30, n. 1, p. 1-9, 2014.

GIRGIS, S.; NEAL, B.; PRESCOTT, J.; DUMBELLS, S.; TURNER, C.; WOODWARD, MA one quarter reduction in the salt content of bread can be made without detection. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 57, p. 616-620, 2003.

GREELEY, A. **Pinch of controversy shakes up dietary salt**. Indiana: FDA Consumer, 2012. Disponível em: <<http://www.fda.gov/>>. Acesso em: 21 set. 2015.

GUINEE, T. P.; O'KENNEDY, B. T. **Mechanisms of taste perception and physiological controls**. Reducing salt in foods: Practical strategies, Boca Raton LA, USA, p. 246-287, 2007.

HE, F. J.; MACGREGOR, G. a. Salt reduction lowers cardiovascular risk: Meta-analysis of outcome trials. **The Lancet**, v. 378, n. 9789, p.380-382, 2011.

HE, F.J.; MACGREGOR, G.A. Reducing population salt intake worldwide: from evidence to implementation. **Progress in Cardiovascular Diseases**, v. 52, n. 5, p. 363-382, 2010.

HENIKA, R.G. Use of response surface methodology in sensory evaluation. **Food Technology**, v. 36, p. 96-101, 1982.

IGNÁCIO, A. K. F et al. Efeito da substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio em pão francês. **Brazilian Food Technology**. v. 16, n. 1, p.1-11, 2013.

IKEDA, K. On a new seasoning (in Japanese). **J. Chemical Society**. v. 30, p. 820-826, 1908.

ISO 8586. (2012). **Sensory analysis**. General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors. International Organization for Standardization. Jensen, M., Smith, G., Schilmoeller, L.

JINAP, S., HAJEB P. Glutamate. Its applications in food and contribution to health. **Appetite**, v. 55, n. 1, p. 1-10, 2010.

KAYA, S. Effect of salt on hardness and whiteness of Gaziantep cheese during short-term brining. **Journal of Food Engineering**, v. 52, n. 2, p. 155–159, 2002.

KHETRA, Y.; KANAWJI, S. K.; PURI, R. Selection and optimization of salt replacer, flavour enhancer and bitter blocker for manufacturing low sodium Cheddar cheese using response surface methodology. **Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie / Food Science and Technology**, v. 72, p. 99-106, 2016.

KHODJAEVA, U. et al. About food additives as important part of Functional Food. **International Research Journal of Biological Science**, v. 2, n. 4, p.74-86, 2013.

KIM, S. et al. **PubChem Substance and Compound databases**. Oxford, 2015.

KONOSU, S.; HAYASHI, T.; YAMAGUCHI, K. Role of extractive components of boiled crab in producing the characteristic flavor. In: KAWAMURA, Y.; KARE, M. R. **Umami: A Basic Taste** New York: Marcel Dekker, 1987. p. 235-253.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. (2010). **Sensory evaluation of food: Principles and practices**. 2. ed.. New York: Springer (Chapter 2).

LEGOWSKI B.; LEGETIC B. How three countries in the Americas are fortifying dietary salt reduction: A north and south perspective. **Health Policy**, v.102, n. 1, p. 26-33, 2011.

LOPES, et. al. Effect of the addition of spices on reducing the sodium content and increasing the antioxidant activity of margarine. **Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie / Food Science and Technology**, v. 58, n.1, p. 63-70, 2014.

LUCK, E.; JAGER, M. **Conservacion química de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 2000. 315 p.

MALTA, D. C.; SILVA JR, J. B. S. O Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças Crônicas Não Transmissíveis no Brasil e a definição das metas globais para o enfrentamento dessas doenças até 2025: uma revisão. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 22, n. 1, p.151-164, 2013.

MARGOLSKEE, R. F.; SMITH, D. V. Os segredos do sabor. **Scientific American Brasil: a ciência da cozinha 2**. São Paulo: Duetto, 2007. 82 p.

- MATSUO, R. Role of saliva in the maintenance of taste sensitivity. **Critical Reviews in Oral Biology & Medicine**, v. 11, n. 2, p. 216-229, 2000.
- 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.
- MCGREGOR, R. Taste modification in the biotech era. **Food Technology**, v. 58, n. 5, p.24-30, 2004.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. Sensory evaluation techniques.3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2006.
- METCALFE, D. D.; SAMPSON, H. A.; SIMON, R. A. **Food allergy**: adverse reactions to foods and food additives. Somerset: Blackwell Publishing, 2008, 623 p.
- MOLINA, M. C. B. et al. Hipertensão arterial e consumo de sal em população urbana. **Revista de Saúde Pública**, v. 37, n. 6, p.743-750, 2003.
- MORAIS, G. Q.; BURGOS, M. G. P. A. Impacto dos nutrientes na saúde óssea: novas tendências. **Revista Brasileira Ortopedia**, v. 42, n. 7, p.189-194, 2007.
- NIEVES J.W. Osteoporosis: The role of micronutrients. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 81, p. 1232S-1239S, 2005.
- NILSON E.A.F.; JAIME P.C.; RESENDE D.O. Iniciativas desenvolvidas no Brasil para a redução do teor de sódio em alimentos processados. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 34, n. 4, p. 287-292, 2012.
- NUNES, A. C.; PINHEIRO, A. C. **MSensoMaker**, version 1.7, UFLA, Lavras, 2013.
- NUNES, C. A.; FREITAS, M. P.; PINHEIRO, A. C. M.; BASTOS, S. C. Chemoface: a novel free user-friendly interface for chemometrics. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 23, p. 2003-2010, 2012.
- PANAGOUE, E. Z. Greek dry-salted olives: monitoring the dry-salting process and subsequent physicochemical and microbiological profile during storage under different packing conditions at 4 and 20 °C. **Food Science and Technology**, v. 39, n. 4, p. 323-330, 2006.

PASTORINO, A. J.; HANSEN, C. L.; MCMAHON, D.J. Effect of salt on structure–function relationships of cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 2, p. 60–69, 2003.

PIETRASIK, Z.; GAUDETTE, N. J. The effect of salt replacers and flavor enhancer on the processing characteristics and consumer acceptance of turkey sausages. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n. 9, p.1845-1851, 2015.

PINEAU, N.; SCHLICH, P.; CORDELLE, S.; MATHONNIÈRE, C.; ISSANCHOU, S.; IMBERT, A.; ROGEAUX, M.; ETIÉVANT, P.; KOSTER, E. Temporal Dominance of Sensations: Construction of the TDS curves and comparison with time–intensity. **Food Quality and Preference**, v. 20, p. 450-455, 2009.

PRESCOTT, J.; YOUNG, A. Does information about MSG (monosodium glutamate) content influence consumer ratings of soups with and without added MSG? **Appetite**, v. 39, p. 25-33, 2002.

RAMA, R.; CHIU, N.; DA SILVA, M. C.; HEWSON, L.; HORT, J.; FISK, I. D. Impact of salt crystal size on in-mouth delivery of sodium and saltiness perception from snack foods. **Journal of Texture Studies**, v. 44, p. 338-345, 2013.

RANGAN, C.; BARCELOUX, D. G. Food additives and sensitivities. **Disease-a-Month**, v. 55, n. 5, p. 292-311, 2009.

RODRIGUES, D. M.; DE SOUZA, V. R.; MENDES, J. F.; NUNES, C. A.; PINHEIRO, A. C. M. Microparticulated salts mix: An alternative to reducing sodium in shoestring potatoes. *Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie / Food Science + Technology*, v. 69, p. 390-399, 2016.

RODRIGUES, J. F.; GONÇALVES, C. S.; PEREIRA, R. C.; CARNEIRO, J. D. S.; PINHEIRO, A.C.M. Utilization of temporal dominance of sensations and time intensity methodology for development of low-sodium Mozzarella cheese using a mixture of salts. **Journal of Dairy Science**, v. 97, p.4733-4744, 2014.

RUUSUNEN, M.; SIMOLIN, M.; PUOLANNE, E. The effect of fat content and flavor enhancers on the perceived saltiness of cooked “bologna-type” sausages. **Journal of Muscle Foods**, v. 12, p. 107-120, 2001.

SANTOS, B. A.; CAMPAGNOL, P. C. B.; MORGANO, M. A. M., POLLONIO, M. A. R. Monosodium glutamate, disodium inosinate, disodium guanylate, lysine and taurine improve the sensory quality of fermented cooked sausages with 50% and 75% replacement of NaCl with KCl. **Meat Science**, v. 96, p. 509-513, 2014.

SA-URAM, T. **Influence of seasoning particle sizes on coating properties and sensory perceptions of fried flat potato chips**. 2004. 112 p. Dissertation (Degree of Master Science in Food Technology) – Department of Food Technology, Silpakorn University, Silapakorn, 2004.

SCF. Reports of the Scientific Committee for Food on a First Series of Food Additives of Various Technological Functions, Commission of the European Communities, **Reports of the Scientific Committee for Food**, 25th Series, Brussels, Belgium, 1991.

SCHOENE, F. et al. Analysis of meat products produced with mineral salt constituents. **Fleischwirtschaft**, v. 89, n. 2, p. 149-152, 2009.

SMYTH, A.; O'DONNELL, M.; MENTE, A.; YUSUF, S. Dietary Sodium and Cardiovascular Disease. **Current Hypertension Reports**, v. 17, n. 6, 2015.

SOGLIA, F. et al. Partial replacement of sodium chloride with potassium chloride in marinated rabbit meat. **International Journal of Food Science & Technology**. v. 49, n. 10, p. 2184-2191, 2014.

TEODORO, S. T. L.; DE SOUZA, V. R.; NUNES, C. A.; PINHEIRO, A. C. M. Equivalence salting and temporal dominance of sensations analysis for different sodium chloride substitutes in cream cheese. **International Journal Dairy Technology**, p. 67, 31-38, 2013.

TIAN, X.; FISK, I. D. Salt release from potato crisps. **Food & Function**, v. 3, p. 376-380, 2012.

TOMIC, O.; NILSEN, A.N.; MARTENS, M.; NAES, T. Visualization of sensory profiling data for performance monitoring. **Food Science and Technology**, v. 40, p. 262-269, 2007.

TRINDERUP, R. A. Dossiê conservantes. **Food Ingredients Brasil**, São Paulo, n. 18, 2011. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com>>. Acesso em: 10 set. 2015.

VAN BUREN, J. P. The chemistry of texture in fruits and vegetables. **Journal of Texture Studies**, Westport, v. 10, n.1, p.1-23, 2006.

VIEGAS, C. Consumo de sal numa escola de hotelaria. **Segurança e Qualidade alimentar**, v. 6, n. 1, p. 34-38, 2009.

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.

WALD, A. Sequential tests of statistical hypotheses. **The Annals of Mathematical Statistics**, 16, p. 117-186, 1945.

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

WHELTON, P.K. et al. Sodium, blood pressure, and cardiovascular disease: Further evidence supporting the American Heart Association sodium reduction recommendations. **Circulation**, v. 126, n. 24, p.2880-2889, 2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Review and updating of current WHO recommendations on salt/sodium and potassium consumption**. Geneva, 2011. 8 p.

_____. **Organization**. Plano de ação global para prevenção e controle das DNT 2013-2020. Genebra, 2013. 55 p.

_____. **Prevention of recurrent heart attacks and strokes in low and middle income populations: Evidence-based recommendations for policy makers and health professionals**. Geneva, 2003.

ZHENG, J. Y.; KEENEY, M. P. Taste masking analysis in pharmaceutical formulation development using an electronic tongue. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 210, n. 1-2, p.118-124, 2006.