



TASSYANA VIEIRA MARQUES FREIRE

**ESTRATÉGIA PARA REDUÇÃO DE SÓDIO EM
BATATA PALHA POR MEIO DE SUBSTITUTO
E REDUÇÃO DE PARTÍCULAS**

LAVRAS - MG

2013

TASSYANA VIEIRA MARQUES FREIRE

**ESTRATÉGIA PARA REDUÇÃO DE SÓDIO EM BATATA PALHA POR
MEIO DE SUBSTITUTO E REDUÇÃO DE PARTÍCULAS**

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

Orientadora

Dra. Ana Carla Marques Pinheiro

Coorientador

Dr. Cleiton Nunes

LAVRAS – MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Freire, Tassyana Vieira Marques.

Estratégia para redução de sódio em batata palha por meio de substitutos e redução de partículas / Tassyana Vieira Marques Freire.
– Lavras : UFLA, 2014.

92 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Ana Carla Marques Pinheiro.

Bibliografia.

1. Batata palha - Cloreto de sódio. 2. Cloreto de sódio - Tamanho de partícula. 3. Cloreto de sódio - Substitutos. 4. Método escala de magnitude. 5. Domínio temporal das sensações (TDS). I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.4

TASSYANA VIEIRA MARQUES FREIRE

**ESTRATÉGIA PARA REDUÇÃO DE SÓDIO EM BATATA PALHA POR
MEIO DE SUBSTITUTO E REDUÇÃO DE PARTÍCULAS**

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

APROVADA em 20 de setembro de 2013.

Dr. João de Deus Souza Carneiro UFLA

Dr. Adriano Gomes Cruz IFRJ

Dra. Ana Carla Marques Pinheiro
Orientadora

LAVRAS – MG
2013

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por se fazer presente em cada momento de minha vida, iluminando meu caminho, dando-me força e perseverança para enfrentar meus obstáculos. Mas principalmente por colocar em minha vida pessoas tão especiais...

Ao meu esposo Dieyckson, pelo amor e carinho, pela presença contínua (mesmo fisicamente distante nesses últimos meses), apoio e incentivo nos momentos desanimadores; paciência e compreensão pelos momentos renunciados; orientações e auxílios na realização deste trabalho e por me fazer querer ser uma pessoa melhor a cada dia.

Agradeço aos meus pais, José e Haydée, pelo amor incondicional, carinho, reconhecimento, força, incentivo e por estarem sempre ao meu lado.

Ao meu irmão, Fábio e minha cunhada, Flavinha, pela força, paciência e amizade, e por sempre estarem me apoiando.

Aos meus amigos e familiares, pela torcida, em especial, minha avó, Zaíra, que mesmo de longe, me ouviram, me acalmou e muito me aconselharam.

Aos meus afilhados, Vinícius, Júlio e, em especial, Pietro, que chegou esse ano ajudando a colorir meus dias com muito amor e alegria, dando-me mais força para enfrentar as dificuldades.

A família do Dieyckson, minha segunda família, em especial Sr. Vaninho, Sra. Sãozinha, Tati, Jéssica e Sra. Glória, pela acolhida, apoio e momentos de distração durante essa caminhada.

À Dra. Ana Carla Marques Pinheiro, pessoa de conhecimento admirável, orientadora e amiga, pela oportunidade, confiança, paciência, atenção, apoio, ensinamentos e exemplo como pessoa e profissional.

Ao Dr. Cleiton Nunes, meu coorientador, pela amizade, convivência, paciência, ensinamentos e atenção.

Ao Dr. João de Deus, pelos ensinamentos, sugestões, paciência e atenção que me acompanha desde a época de iniciação científica.

Ao Ph.D. Adriano Gomes da Cruz, pelas sugestões e contribuições a este trabalho.

À Carla Saraiva, pela amizade, companheirismo, ajuda auxílio e dedicação fundamental para meu trabalho.

À Vanessa, pelo auxílio, ajuda atenção, amizade e convivência, desde o início dessa longa caminhada pela UFLA.

À Juliana e Carla Gonçalo, pela amizade, atenção e grande auxílio nas análises sensoriais.

Aos meus amigos e colegas do DCA, em especial, Fausto, Evandro, Elisângela, Marcel, Sérgio, Ana Paula, Rafaela, Daniela, Síntia, Driene pela verdadeira amizade e sem os quais seria impossível prosseguir.

A todos os funcionários do Departamento de Ciência dos Alimentos, em especial, Creuza, Cidinha, Lucilene, Tina, Helô, Denise e Sr. Miguel (*in memoriam*), pela convivência e boa vontade em auxiliar e ensinar.

À Dra Márcia Maria Santiago Antunes, pelo apoio, paciência, atenção e confiança nessas últimas etapas.

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.

À Nacional Grafite Ltda. pela atenção e disponibilidade em ajudar em análise necessária para este trabalho.

E a todos que, de alguma maneira, contribuíram para a concretização deste trabalho.

Muito obrigada!

RESUMO

A relação crítica de doenças crônicas e não apenas o consumo de sódio, mas também sua ingestão elevada pela população tem levado as organizações em todo o mundo a incentivar a indústria de alimentos reduzir o sal nos alimentos processados. Como resultado, diferentes estratégias para a redução de sal têm sido investigadas. Neste trabalho, o efeito do tamanho da partícula de sal e o uso de substitutos do sal sobre a intensidade da percepção salinidade foi avaliada para compensar a redução de sal em batata palha. Assim, o objetivo do primeiro artigo foi reduzir a quantidade de sódio em alimentos sólidos, reduzindo o tamanho das partículas dos cristais de cloreto de sódio utilizando batata palha como um alimento sólido transportador. Depois de utilizar o método de escala de magnitude, foi determinado que, para promover a salga equivalente ao ideal de sal (1,6% cloreto de sódio), os diferentes tamanhos de partículas de cloreto de sódio, os quais têm 90 % de partículas menores que 182,96 μm , 70,53 μm , 51,51 μm e 45,17 μm , deve ser adicionado à batata palha em concentrações de 0,97%, 0,862%, 0,795% e 0,785%, respectivamente. De acordo com a equivalência de salga e o teste de tempo intensidade, a redução do tamanho de partícula do cloreto de sódio aumenta o poder de salga do mesmo, aumenta a velocidade com que o sabor salgado é percebido, e, além disso, o tamanho ideal das partículas deve ser mantido em torno 45,17 μm . O objetivo do segundo artigo foi determinar a quantidade equivalente de diferentes substitutos de cloreto de sódio necessária para promover o mesmo grau de salga ideal na batata palha e determinar o perfil sensorial dos diferentes substitutos de cloreto de sódio utilizando a análise da escala de magnitude e domínio temporal de sensações (TDS). Utilizando o método de escala de magnitude foi determinado que as potências de cloreto de potássio, glutamato monossódico e fosfato de potássio em relação a 1,6% cloreto de sódio em batata palha são 92,27, 35,97 e 19,279, respectivamente. Em relação ao perfil sensorial dos substitutos de sal testados, além do sabor salgado um gosto amargo foi percebido na batata palha com cloreto de potássio, um gosto azedo e amargo foi percebido na batata palha com fosfato de potássio e sabor umami foi dominante na batata palha com glutamato monossódico. A substituição completa dos substitutos de cloreto de sódio estudados parece ser impraticável devido ao baixo poder de salga e sabores dominantes indesejáveis.

Palavras-chave: Cloreto de sódio. Batata palha. Tamanho de partícula. Substitutos. Método escala de magnitude. Domínio temporal das sensações (TDS).

ABSTRACT

The critical relationship between chronic diseases and not only with the sodium consumption, but also its high intake by the population have led organizations around the world to encourage the food industry to reduce the salt in processed foods. As a result, different strategies for the reduction of salt have been investigated. In this work, the effect of the particle size of salt and the use of its substitutes on the intensity of the perception of salting were evaluated to compensate the reduction of salt in shoestring potatoes. Thus, the aim of the first article was to reduce the amount of sodium in solid foods by reducing the particle size of sodium chloride crystals using the shoestring potatoes as a carrier solid food. After using the magnitude estimation method, it was determined that to promote a salt equivalent to the ideal (1.6% sodium chloride) salt, different particle sizes of sodium chloride, which have 90% particles smaller than 182.96 μm , 70.53 μm , 51.51 μm and 45.17 μm , should be added to shoestring potatoes at concentrations of 0.97%, 0.862, 0.795 and 0.785%, respectively. According to the salt equivalence and the time intensive test, the reduction of the particle size of sodium chloride increases the power of salting of the same, and increases the speed with which the salty taste is perceived, and that the ideal particle size should be maintained around 45.17 μm . The aim of the second article was to determine the equivalent amount of different sodium chloride replacements required to promote the same degree of ideal saltiness in shoestring potato and determine the sensory profile of those different sodium chloride substitutes using the analysis of magnitude scale and Temporal Dominance of Sensations (TDS). Using the magnitude estimation method, it was determined that the potencies of potassium chloride, monosodium glutamate and potassium phosphate relative to the 1.6% sodium chloride in shoestring potato are 92.27, 19.279 and 35.97, respectively. Regarding the sensory profile of the tested salt substitutes, besides the salty taste a bitter taste was perceived in the shoestring potato with potassium chloride, a sour and bitter taste was perceived in the shoestring potato with potassium phosphate and umami taste was dominant in the shoestring potato with monosodium glutamate. The complete replacement of the sodium chloride substitute studied appears to be impractical due to low power salting and undesirable dominant flavors.

Keywords: Sodium chloride. Shoestring potato. Particle size. Substitute. Magnitude estimation method. Temporal Dominance of Sensations (TDS).

LISTA DE FIGURAS

PRIMEIRA PARTE

Figura 1	Contribuição dos alimentos para consumo de sódio da população mundial.....	17
Figura 2	Curva Tempo Intensidade e Parâmetros.....	33
Figura 3	Curva Domínio Temporal das Sensações.....	34

SEGUNDA PARTE– ARTIGOS

ARTIGO 1

Figure 1	Linearised power function for shoestring potato salted with sodium chloride, potassium chloride, monosodium glutamate and potassium phosphate.....	58
Figure 2	A graphical TDS representation for the shoestring potato with sodium chloride (1.6 %)......	61
Figure 3	A graphical TDS representation for the shoestring potato with potassium chloride (2.002 %)......	62
Figure 4	A graphical TDS representation for the shoestring potato with monosodium glutamate (5.713 %)......	62
Figure 5	A graphical TDS representation for the shoestring potato with potassium phosphate (5.713 %)......	63

ARTIGO2

Figure 1	Particle size distribution for commercial (sample 1) and milled salts sieved at 100 (sample 2), 200 (sample 3), 270 (sample 4) and 325 mesh (sample 5).....	81
Figure 2	Linearized power function for shoestring potatoes salted with sodium chloride at different granulometry.....	82
Figure 3	Time-intensity curves for the shoestring potatoes with sodium chloride at different particle sizes.....	84

LISTA DE TABELAS

PRIMEIRA PARTE

Tabela 1	Ingestão adequada de sódio (IA) e o limite superior tolerável de ingestão (LSTI).....	15
----------	---	----

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

ARTIGO 1

Table 1	The concentrations of sodium chloride and each sodium chloride substitute used to determine the equivalent saltiness in shoestring potato compared with 1.6% sodium chloride.....	55
Table 2	Antilog of the y-intercept (a), intercept on the ordinate (n), linear coefficient of determination (R^2) and power function (Power Function) of the results to determine the equivalent saltiness sodium chloride and each sodium chloride substitute relative to the 1.6% sodium chloride in shoestring potato.S: Salt sensation perceived.....	59
Table 3	Equivalent concentrations and potencies of potassium chloride, monosodium glutamate and potassium phosphate relative to the 1.6% sodium chloride in shoestring potato.....	60

ARTIGO2

Table 1	Sample, sieve size and its corresponding perforation size ranges.....	76
Table 2	Salt sample code and particle size	80
Table 3	Antilog of the y-intercept (a), intercept on the ordinate (n), linear coefficient of determination (R^2) and power function (Power Function) of the results to determine the equivalent saltiness of sodium chloride and salt granulometer different, relative to the 1.6% sodium chloride in shoestring potatoes.....	83
Table 4	Quantitative parameters for time-intensity analysis of the shoestring potatoes with sodium chloride at different particle sizes.....	85

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	
1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1	Sal e saúde pública.....	14
2.2	Alternativas para redução do cloreto de sódio.....	19
2.2.1	Reeducação alimentar e esclarecimentos à população.....	20
2.2.2	Substitutos do NaCl.....	21
2.2.3	Redução de tamanho de cristais de cloreto de sódio (NaCl).....	25
2.3	Análise sensorial.....	26
2.3.1	Importância da análise sensorial.....	27
2.3.2	Análise sensorial e os sais.....	28
2.3.3	Escala de Magnitude.....	30
2.3.4	Análise tempo intensidade.....	32
2.3.5	Domínio temporal de sensações.....	33
3	CONSIDERAÇÃO FINAL	36
	REFERÊNCIAS.....	37
	SECOND PART – ARTICLES.....	47
	ARTICLE 1 - Equivalence salting and temporal dominance of sensations (tds) analysis for different sodium chloride substitutes in shoestring potatoes.....	48
	ARTICLE 2 - Salting potency and time intensity profile of microparticulated sodium chloride in shoestring potatoes.....	72

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

O consumidor está se tornando mais consciente da relação entre alimentação e doenças, o que tem impulsionado as pesquisas no intuito de reduzir a quantidade de gordura, açúcar e sal em alimentos bem como no desenvolvimento de alimentos funcionais e seus efeitos no organismo.

A maioria da população consome, em média, bem acima do nível recomendado de sódio e há um grande número de evidências sugerindo que a diminuição da ingestão de sódio pode diminuir a pressão arterial e o risco de doença cardiovascular na maioria das pessoas.

A fim de atender as necessidades dos consumidores e preocupados com a saúde da população, os Ministérios da Agricultura e da Saúde estão criando acordos com a indústria de alimentos visando a redução de sódio. Dentre os produtos com alta quantidade de sódio está a batata palha.

A batata palha é uma das diversas formas de se processar a batata, sendo um produto muito consumido pela população, além de ser um produto muito saboroso. Porém, um desafio na produção de batata palha é o excesso de sal. Dessa forma, a formulação de uma batata palha com teor reduzido de sódio poderia ajudar a manter a boa saúde da população, pois o sódio é causador de doenças cardiovasculares. Independente dos seus efeitos sobre a pressão arterial, o consumo de sódio em excesso prejudica o coração, rins e vasos sanguíneos.

Além do prazer relacionado às práticas alimentares, outros fatores podem influenciar o consumo de sal, como a própria quantidade de sal consumido. Quanto mais elevado o teor de sódio, menor a capacidade de percepção e reconhecimento do sal na dieta. O contrário também é observado para consumos de menores teores de sal. Foi demonstrado que a redução no consumo de sal leva o indivíduo a preferir alimentos com menor teor de sal (BERTINO et al., 1982, MALHERBE et al., 2003).

Desta maneira, a sensibilidade gustativa ao sódio parece ser um importante fator a ser considerado para a mudança dos hábitos alimentares uma vez que pode estar diretamente associada ao prazer na alimentação e, conseqüentemente, à quantidade de sal consumido.

Muitas pessoas conscientes de saúde consomem dietas restritas em sódio ou estão preocupados com a diminuição da ingestão deste mineral evitando o consumo de produtos industrializados, devido à sua alta concentração 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. Por outro lado, um aumento na lista de aditivos nas etiquetas, devido à substituição do sal de sódio, e adição de intensificadores de sabor contrabalança as tendências de consumo. Dentre as alternativas mais populares diante deste desafio está a substituição total ou parcial do cloreto de sódio por outros sais.

Porém, 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.

Pensando assim, a utilização de cloreto de sódio com diferentes tamanhos de cristais pode ser muito promissora não apenas devido a melhor saúde pública, mas como também do ponto de vista industrial. Estudos mostram que o tamanho de partícula afeta a solubilidade e adesão de partículas, assim, a percepção sensorial do consumidor sobre os produtos precisa ser considerada.

Com isso, análise sensorial mostra-se de extrema importância, pois determina as características sensoriais do produto como atributos relacionados à aparência, ao aroma, sabor e textura que interferem diretamente na aceitação do produto por parte do consumidor.

Diante deste contexto, o objetivo do estudo avaliar sensorialmente, estratégias de redução da quantidade de sódio em batata palha por meio de

substitutos e também por meio da redução do tamanho das partículas do cloreto de sódio.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sal e saúde pública

A definição de sal para consumo humano refere-se ao “NaCl cristalizado, extraídos de fontes naturais, com a adição obrigatória de iodo”. O sal deve ser apresentar sob a forma de cristais brancos, com grânulos uniformes, livres de odores e possuir o seu sabor característico salino. Minerais (antiumectante) podem ser adicionados ao sal, por os limites estabelecidos por lei (BRASIL, 2000).

O sal (NaCl) contém sódio, que é o componente mais abundante nos fluidos extracelulares e permite o transporte de nutrientes (GREELEY, 1997). A 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). Segundo Kaplan (2000), o consumo diário recomendado para adultos é de aproximadamente 2,4 g de Na ou 6g de NaCl, que pode ser encontrada naturalmente em alimentos. Na Tabela 1 são apresentados os valores das necessidades diárias de sódio, bem como o limite superior tolerável de ingestão, de acordo com Viegas (2009).

Tabela 1 Ingestão adequada de sódio (IA) e o limite superior tolerável de ingestão (LSTI) (adaptado de Viegas, 2009).

Idade	IA		LSTI	
	Na(g)	NaCl(g)	Na(g)	NaCl(g)
0 – 6 meses	0,120	0,300	ND	ND
7 – 12 meses	0,370	0,940	ND	ND
1 - 3 anos	1,000	2,540	1,500	3,810
4 – 8 anos	1,200	3,050	1,900	4,830
9 – 13 anos	1,500	3,810	2,200	5,590
14 – 50 anos	1,500	3,810	2,300	5,840
51 – 70 anos	1,300	3,200	2,300	5,840
> 70 anos	1,200	3,050	2,300	5,840

A maioria da população mundial consome, em média, bem acima deste nível recomendado e há uma forte evidência sugerindo que a diminuição da ingestão de sódio a este nível pode diminuir pressão arterial e o risco de doença cardiovascular na maioria das pessoas (WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO, 2011). Segundo He e Macgregor (2004), os efeitos benéficos, ao longo prazo, da redução de sal sobre a pressão arterial de indivíduos hipertensos e não hipertensos pode ocorrer mais intensamente com uma maior redução da ingestão de sódio para tão baixo quanto 50 mmol de Na (3g de NaCl) por dia, levantando assim a questão da eventual necessidade de ajustar o nível recomendado (HE; MACGREGOR, 2004).

No Brasil, semelhante à maioria dos países industrializados, a ingestão de sódio excede as recomendações nutricionais, a média de ingestão de sódio ultrapassa 3.200 mg de Na, e os consumidores estão sendo constantemente avisados dos riscos potenciais à saúde, especialmente aqueles relacionados à hipertensão. Dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2002 – 2003 indicam, por meio das despesas com a aquisição de sal para consumo familiar, uma média de 9,6 g de NaCl/pessoa/dia, sem considerar o sal consumido fora do

domicílio (BRASIL, 2005). A quantidade de sódio disponível para consumo nos domicílios brasileiros excede mais de duas vezes a ingestão diária recomendada (SARNO et al., 2009).

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 (MOLINA et al., 2003). Por isso o sódio tem sido de interesse 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. De acordo com as equações de previsão, acredita-se que a excreção urinária de cálcio irá aumentar em 30 e 40 mg, para cada 2 g de sódio consumido. No entanto, se a ingestão de sódio é inferior a 2,4 g por dia, não haverá impacto negativo sobre os ossos (PEREIRA et al., 2009). Além disso, observa-se que para as mulheres pós-menopausa, uma dieta restrita de sódio (até 2g por dia) pode ser benéfica para a manutenção da massa óssea e para a prevenção de osteoporose (MORAIS; BURGOS, 2007).

De acordo com a Figura 1 apresentada, estima-se que, nos EUA, 75% do sal consumido tem origem nos alimentos processados (UNITED STATES DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES – HHS; UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA, 2005).

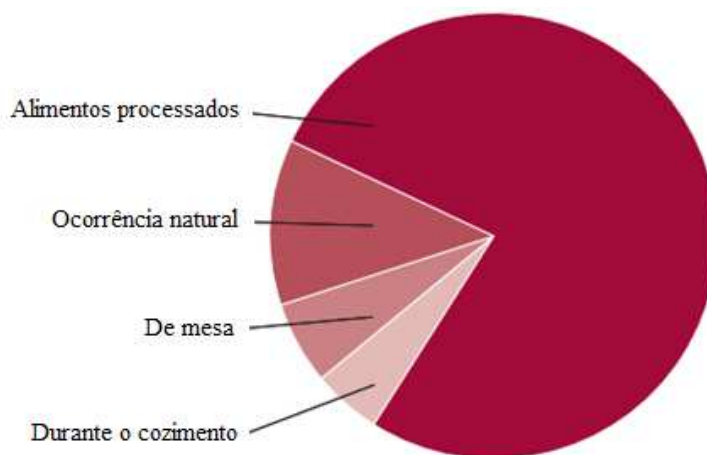


Figura 1 Contribuição dos alimentos para consumo de sódio da população mundial.

Fonte: HHS e USDA (2005)

Desta forma a indústria de alimentos é colocada sob pressão para reduzir o teor de sódio nos produtos, sem, no entanto, perder a sua qualidade de sabor. Enquanto pesquisas de mercado indicam que os consumidores são pró-ativos em relação a produtos saudáveis, o sabor continua a ser o fator mais crítico na decisão de compra (BRANDSMA, 2006). Muitas pessoas conscientes de saúde optam por dietas restritas em sódio ou estão preocupados com a diminuição da ingestão deste mineral evitando o consumo de produtos industrializados, devido à sua alta concentração de sódio (FLOURY et al., 2009). Por outro lado, um aumento na lista de aditivos nas etiquetas, devido à substituição do sal de sódio e adição de intensificadores de sabor, diminui essa tendência de evitar o consumo de produtos industrializados (SEARBY, 2006).

Apesar da gravidade do problema e o frequente trabalho focando a consciência pública, uma redução do teor de sal no alimento processado significa um grande desafio, devido às limitações das características sensoriais,

propriedades funcionais e de segurança microbiológica dos produtos (GUINEE; O'KENNEDY, 2007).

Embora haja uma corrente forte que responsabiliza o excesso de consumo de sal aos alimentos processados (Figura 1) (HHS e UDSA, 2005) afirmando que aproximadamente 75% do consumo de sódio originam-se de produtos industrializados, recentemente, um estudo afirma que os produtos da indústria responderam por 23,8% do total da ingestão de sódio (COLLUCI, 2013).

Embora polêmico o assunto no cenário nacional e mundial, sabe-se que independente da fonte de sódio (natural, uso doméstico ou alimentos industrializados) é necessária a redução do consumo deste ingrediente na dieta.

Com o objetivo de melhorar a dieta do brasileiro e promover maior qualidade de vida, o Ministério da Saúde a Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA), assinaram documento que estabelece metas nacionais para a redução do teor de sódio em alimentos processados no Brasil, como massas instantâneas, pães e bisnagas, batata frita e batata palha, refrigerantes light e diet à base de cola, bolos prontos, misturas para bolos, salgadinhos de milho, biscoitos, embutidos (salsicha, presunto, hambúrguer, empanados, linguiça, salame e mortadela), caldos e temperos, margarinas vegetais, maioneses, derivados de cereais, laticínios (bebidas lácteas, queijos e requeijão) e refeições prontas (pizza, lasanha, papa infantil salgada e sopas) nos próximos quatro anos. A estimativa é retirar mais de 20 mil toneladas de sódio do mercado brasileiro até 2020. A iniciativa faz parte do Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças Crônicas Não Transmissíveis, lançado em agosto de 2011. E por meio da Portaria n.3.092 de 2007 (BRASIL, 2007) eles instituíram um grupo técnico com o objetivo de discutir e propor ações conjuntas para a melhoria da oferta de produtos alimentícios e promoção de uma alimentação saudável e equilibrada, bem como para o estabelecimento de uma estratégia

gradativa de redução dos teores de açúcares livres, sódio, gorduras saturadas e ácidos graxos trans em alimentos processados (AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA, 2010; REDE DE NUTRIÇÃO DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE - REDENUTRI, 2012).

Este projeto conjunto entre governo e indústrias vem reforçar a recomendação de consumo máximo da Organização Mundial de Saúde (OMS), que é de menos de 5 gramas de sal diários por pessoa, até 2020 (WHO, 2011).

Este compromisso prevê o acompanhamento da utilização de sal e outros ingredientes com sódio pelas indústrias, de forma a assegurar o monitoramento da redução do sódio em alimentos processados. Assim, o acordo determina o acompanhamento das informações da rotulagem nutricional dos produtos e as análises laboratoriais de produtos coletados no mercado e da utilização dos ingredientes à base de sódio pelas indústrias. Além do Ministério da Saúde e das associações da indústria alimentícia, o acordo foi assinado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), que ficará responsável por monitorar o cumprimento do acordo (ANVISA, 2011).

2.2 Alternativas para redução do 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. Dentre as alternativas mais populares diante deste desafio está a substituição total ou parcial do cloreto de sódio por outros sais.

Porém, 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.

A introdução de produtos com teor reduzido de sódio deve ser cuidadosamente pesquisada de modo que o desempenho sensorial destes produtos agrade os consumidores e seja mais semelhante ao dos alimentos convencionais.

2.2.1 Reeducação alimentar e esclarecimentos à população

Fornecer uma visão mais clara das percepções de base populacional sobre o sal, seus efeitos no organismo e os níveis de ingestão, identificando os alimentos veículos de ingestão de sal, a compreensão de como as pessoas usam o sal, e aprender os melhores métodos de comunicação a respeito da redução da ingestão de sal é vital para melhorar a situação atual da população em geral em vários países. À luz disto, um estudo internacional realizado por Newson et al., 2013, foi realizado em sete países para descobrir onde estão as melhores oportunidades para criar estratégias de redução de sal direcionados tanto em países desenvolvidos e em desenvolvimento. Foram avaliadas a ingestão de autoavaliação e ingestão calculada de sal, fontes de sal, o interesse na redução de sal, o conhecimento das recomendações de ingestão de sal, percepção de salubridade e importância da redução, a responsabilidade pela mudança e preferências de comunicação. Este estudo é o único que combina informações de ingestão de sal com informações sobre atitudes em relação ao sal, um quadro teórico sobre mudança de comportamento, e explora as preferências de comunicação para fornecer informações concretas em que a mudança de comportamentos mais promissores pode ser feita em populações específicas de cada país. Os resultados deste estudo internacional podem ser usados para informar as estratégias globais para a redução de sal.

Além disso, estudos mostram que existe uma grande discrepância nas quantidades de sal contidas, em uma mesma categoria de alimento, entre as

diferentes marcas. Os resultados das análises do teor de sódio em 20 categorias de alimentos processados mostraram claramente que existe possibilidade para redução na quantidade de sódio por si só (ANVISA, 2010).

Além disso, é necessário que os dados referentes ao teor de sódio, nos rótulos das embalagens, sejam verdadeiros, o que não foi observado por Lobanco et al. (2009). Estes autores detectaram falhas nos rótulos de produtos salgados, todos os produtos analisados relataram informações falsas sobre o sal comparado com valores reais de sódio, fibras e gordura saturada indicado no rótulo.

Neste contexto, deve-se analisar a questão educacional e rótulos dos alimentos. De acordo com a Grimes et al. (2009), é necessário investir em campanhas, a fim de fornecer informação ao consumidor sobre os efeitos nocivos do elevado consumo de sal para a saúde, assim como a relação de sal com a quantidade de sódio que é indicado no rótulo dos produtos.

2.2.2 Substitutos do NaCl

Sais alternativos, por exemplo, cloreto de potássio (KCl), cloreto de magnésio ($MgCl_2$), cloreto de cálcio ($CaCl_2$), e misturas destes com NaCl, têm sido testados em certos alimentos. Uma mistura de NaCl e KCl tem sido utilizada de forma satisfatória em vegetais enlatados, pão e queijo Cheddar (1:1 em base molar) (FITZGERALD; BUCKLEY, 1985). Fitzgerald e Buckley, em 1985, investigaram estas misturas contendo cloretos em queijo cheddar e constataram que os queijos em que foram utilizados $CaCl_2$ e $MgCl_2$ apresentaram sabor amargo, metálico e alteração na textura, limitando seu uso em grande porcentagem.

De acordo com os resultados da análise de domínio temporal de sensações (TDS) apresentados por Souza et al., 2013, a substituição total de

cloreto de sódio por cloreto de potássio, glutamato monossódico ou fosfato de potássio em manteiga não é recomendado, porque esses substitutos têm gostos indesejáveis e / ou de baixa potência de salga neste produto.

O KCl é provavelmente o substituto do sal (NaCl) mais comumente utilizado nas indústrias de alimentos (DESMOND, 2006). Na verdade ambos os sais têm propriedades semelhantes e a não ingestão de potássio tem sido associada ao desenvolvimento de hipertensão e doenças cardiovasculares (GELEIJNSE et al., 2007; KIMURA et al., 2004). O KCl apresenta aproximadamente 80% da capacidade de salgar, mas possui sabor amargo e metálico no produto final se utilizado em demasia, limitando seu uso (RUSSUNEN et al., 2005; CRUZ et al., 2011). A alternativa mais comum é substituir parcialmente NaCl por KCl, a fim de reduzir a quantidade de sódio nos alimentos. De acordo com Fletcher (2008), KCl ajuda a manter o sabor salgado e pode reduzir a quantidade de sal nos alimentos até 25%, sem perdas em palatabilidade.

A alternativa de substituir NaCl por KCl deve ser cuidadosamente estudada pois em altas concentrações (> 1%) o KCl tende a causar percepção de acidez considerável (GUINEE, 2004). O KCl é comercializado por várias empresas e em diferentes combinações, sendo que as mais conhecidas contêm 780mg/g de KCl (derivado do ácido clorídrico) e 200mg/g de NaCl; e 19,6g Na/100g e 26g de K/100g (WANKENNE, 2011). Um estudo com manteiga, realizado por Souza et al., 2013, revelou que o cloreto de sódio e cloreto de potássio têm um poder de salga semelhante, o que significa que uma concentração semelhante destes sais produz a mesma sensação de sabor salgado, sendo o substituto mais aproximado ao de cloreto de sódio.

No corpo humano, o potássio, além de regular os batimentos cardíacos, controla os impulsos nervosos e as contrações musculares. Sua carência pode

provocar fadiga, baixa de açúcar no sangue e insônia, enquanto seu excesso pode causar câibras, fadiga, paralisia muscular e diarreia (FEITOSA, 1997).

Já os sais de ácidos orgânicos, tais como lactato de sódio, lactato de potássio ou diacetato de sódio são usados extensivamente pela indústria de carne processada para dar uma vida útil prolongada e sabor aprimorado para os produtos (DEVLIEGHERE et al., 2001). Ao desenvolver produtos com reduzido teor de sal, o lactato de sódio não é uma boa alternativa porque os problemas de saúde atribuídos ao sal ocorrem devido à molécula de sódio do NaCl. Portanto, o lactato de potássio é um melhor composto para desenvolver produtos com redução de sódio. Os efeitos do lactato podem ser reforçados por causa de efeitos sinérgicos quando se combina com outros sais orgânicos, tais como sais de diacetato (SCHLYTER et al., 1993; MBANDI; SHELEF, 2002).

A substituição de 30-40% molar de NaCl por K-lactato foi recentemente utilizado em produtos de carne seca curada sem alterar significativamente suas características sensoriais (COSTA-CORREDOR et al., 2009; FULLADOSA et al., 2009; GOU et al., 1996).

Em produtos cárneos, o lactato de potássio é usado para realçar o sabor e estender prazo de validade. No entanto, a substituição total de NaCl por lactato de potássio também é limitado pelo seu sabor (BREWER et al., 1991; GOU et al., 1996). Embora a redução de sódio em alguns produtos seja possível a partir de um ponto de vista tecnológico e sensorial, existe pouca informação sobre a aceitabilidade do consumidor e atitudes em relação à substituição parcial de sal por lactato de potássio em produtos alimentícios.

Além das opções já relatadas, há também um grande interesse em adicionar intensificadores de sabor, compostos que ativam os receptores na boca e garganta, ajudando a reduzir o nível de sal. O glutamato monossódico (MSG) é um realçador de sabor mais comumente utilizado pela indústria de alimentos, especialmente na produção de aperitivos. Comumente, os ácidos nucleicos são

adicionados aos produtos alimentares, a fim de ter um efeito sinérgico com o ácido glutâmico, se referem como sabor umami (BRANDSMA, 2006).

O glutamato monossódico possui menos sódio em comparação ao sal de cozinha. Enquanto 1g de glutamato possui 123mg de sódio, a mesma quantidade de sal possui 388mg. Além disso, intensificação umami, um gosto básico encontrado naturalmente em muitos alimentos (tais como queijos, tomates, carnes e, inclusive, o leite materno) é fundamental para a aceitação de seus sabores. Através do umami, o MSG melhora o sabor dos alimentos, incluindo aqueles com menos sódio, permitindo que sejam aceitos pelo paladar do consumidor (WANKENNE, 2011).

Desta forma, é possível conseguir vários níveis de redução de sódio, dependendo do tipo de alimento. Em sopas, por exemplo, um estudo mostrou que o uso do glutamato monossódico resultou em uma redução real de 33% no teor de sódio. E, ainda melhor, sem prejudicar o nível de aceitação do sabor do alimento. Isso foi possível diminuindo a quantidade de sal pela metade e adicionando apenas 0,4% de glutamato monossódico (WANKENNE, 2011). Um estudo com manteiga revelou concentrações / potência equivalentes semelhantes ao cloreto de sódio para glutamato monossódico e fosfato de potássio, mas ambos os sais de só eram capazes de salinidade cerca de 65-70% mais baixo do que o de cloreto de sódio, ou seja, para atingir o mesmo nível de salinidade como sódio cloreto, é necessária a utilização de aproximadamente três vezes a quantidade para atingir a mesma sensação de sabor salgado. (SOUZA et al., 2013)

A Portaria nº 27 da ANVISA, de 13 de janeiro de 1998 (BRASIL, 1998), que aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar, especifica os níveis de sódio máximos para se utilizar a alegação de “Baixo teor de sódio” ou “Reduzido teor de sódio”. Para a alegação de “Baixo teor de sódio”, a quantidade máxima é de 120mg de Na/100g de produto,

e para alegação comparativa “Reduzido teor de sódio” é necessário que haja redução mínima de 25% em sódio e, ainda, uma diferença de 120mg de Na por 100g de produto em relação ao produto padrão.

2.2.3 Redução de tamanho de cristais de cloreto de sódio (NaCl)

A redução do tamanho 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).

Miller e Barringer (2002) estudaram o efeito do tamanho e forma de partículas de cloreto de sódio no revestimento não eletrostático e eletrostático da pipoca. Esses autores verificaram que para revestimento não eletrostático, saís de pirâmide oca de tamanhos de peneiras diferentes foram relacionados com a eficiência de revestimento. À medida que o tamanho de partículas de sal diminuiu, a eficiência de revestimento aumentou. Devido a sua diminuição de peso, as partículas menores são dispersas de maneira mais uniforme em toda a pipoca por correntes de ar e aderem melhor, reduzindo sua queda durante o manuseio e armazenamento.

Uma vez que o tamanho de partícula afeta a solubilidade e adesão de partículas, a percepção sensorial do produto precisa ser considerada.

Sa-Uram (2004) e Rama et al. (2013), estudando a redução de partícula de cloreto de sódio, verificaram que há efeito sobre a solubilidade e sobre a percepção da intensidade do gosto salgado.

A percepção do gosto salgado dá-se em função da solubilização do cloreto de sódio na saliva. Quando em contato com a saliva, a molécula 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 que são 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 aumenta a eficiência do mecanismo de percepção do gosto salgado (MARGOLSKEE; SMITH, 2007).

Sa-Uram (2004) verificou que a percepção do gosto salgado foi aumentada à medida que se reduziu o tamanho da partícula de 500 μ m (sal comercial) para 75 μ m. O mesmo ocorreu com Rama et al., 2013, que reduziu o tamanho da partícula para 106 μ m.

A utilização de cloreto de sódio em tamanho reduzido parece promissor, havendo a necessidade de estudos com tamanhos inferiores aos pesquisados.

2.3 Análise sensorial

Atualmente, a análise sensorial é considerada uma ciência multidisciplinar estruturada em princípios científicos relacionados às diferentes áreas do conhecimento, como ciência dos alimentos, psicologia, fisiologia humana, estatística, sociologia e conhecimento sobre as práticas de preparação do produto, com o objetivo de obter respostas objetivas em relação aos alimentos e em relação à maneira pela qual elas são percebidas pelos seres humanos (STONE; SIDEL, 2004). Ela é um conjunto de métodos e técnicas que permitem perceber, mostrar, medir, analisar, identificar e interpretar as reações das propriedades sensoriais dos alimentos mediante os órgãos dos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (MINIM et al., 2010; GULARTE, 2002).

A análise sensorial é uma estrutura estratégica de análise para os profissionais da indústria de alimentos, devido à mudança constante das necessidades dos consumidores atuais, no momento da aquisição de um alimento selecionado e, principalmente, na manutenção deste hábito. Assim, as modernas

práticas de desenvolvimento de alimentos processados, obrigatoriamente, exigem uma clara compreensão dos aspectos sensoriais e, simultaneamente, uma escolha adequada das técnicas a serem utilizadas, especialmente em relação aos métodos de ensaio específicos, o projeto experimental, e à confiabilidade e validade das avaliações (TUORILA; MONTELEONE, 2009).

A análise sensorial implica a utilização de um grupo de provadores cuja sensibilidade e capacidade de reproduzir as sensações assume enorme importância para a validade dos resultados (ORVALHO, 2010). Ela também envolve a análise e a interpretação das respostas pelo profissional sensorial, isto é, pelo indivíduo que fornece a ligação entre o mundo interno de tecnologia e desenvolvimento do produto e o mundo exterior do mercado. Esta ligação é essencial de modo que o processamento e especialistas em desenvolvimento podem antecipar o impacto das mudanças do produto no mercado (CRUZ et al., 2010).

2.3.1 Importância da análise sensorial

Diferentes estudos descritos na literatura científica têm relatado a aplicação da análise sensorial com diferentes objetivos na busca de informações que possam contribuir efetivamente para gerar novos conhecimentos e fornecer as bases para a obtenção de melhores produtos alimentares (CRUZ et al., 2010).

O objetivo final a que se propõe o desenvolvimento, a inovação de um produto é a aceitação por parte do consumidor; todo o trabalho que se tem ao se pensar em estudar um produto irá envolver o entendimento dos fatores que determinam as percepções do consumidor. Neste ponto, a análise sensorial mostra-se de extrema importância (MINIM et al., 2010).

Por meio da análise sensorial, as características ou propriedades de interesse relativas à qualidade sensorial do alimento são identificadas e

adequadamente estudadas, com base em metodologias sensoriais de coleta de dados e métodos estatísticos de avaliação e interpretação dos resultados do estudo sensorial do alimento (MINIM et al., 2010)

É uma ferramenta imprescindível para a indústria alimentícia, pois através dela pode-se determinar a qualidade de um determinado produto, avaliar a percepção e a reação humana diante dos atributos de um alimento, analisar se o produto avaliado tem qualidade superior aos produtos concorrentes, verificar se formulações diferentes são melhores ou piores do que a original, determinar as características sensoriais do produto como atributos de sabor, textura, cor, odor e intensidade e prever se o consumidor irá gostar do produto, com base em suas características sensoriais (GULARTE, 2002).

2.3.2 Análise sensorial e os sais

Há muitas razões para a adição de sal aos alimentos. A principal delas é que, em muitos casos, adição de sal aumenta os atributos positivos sensoriais de alimentos. Pessoas do mundo inteiro mostram as suas preferências e afinidade pelo sabor único que o sal proporciona. O sal melhora o sabor e influi nos aromas de outros ingredientes, reduzindo o amargor ou reforçando a doçura. O sal aumenta a sensação de densidade dos alimentos, e da sua textura, o que ajuda para que os alimentos resultem mais atrativos e saborosos (HENNEY et al., 2010).

Muitas substâncias podem ter seu sabor salgado percebidas pela análise sensorial, mas apenas NaCl oferece o que é realmente reconhecido como puro gosto salgado. A maioria dos pesquisadores relatam que o sentido de gosto é composto de um pequeno número de qualidades de gosto conhecidas como primárias ou básicas. Estas qualidades geralmente são compostas de gosto doce, azedo, salgado, amargo e umami (BRESLIN; SPECTOR, 2008). O NaCl, o qual

é reconhecido por fornecer o gosto padrão salgado, resulta em um gosto de sal quase puro, enquanto que o cloreto de potássio, usado frequentemente em formulações com baixo teor de sódio, fornece tanto gosto salgado e quanto amargo (HENNEY et al., 2010).

Além disso, uma das mais importantes funções do sal é criar uma base para a percepção de outros sabores, ou seja, ele funciona como um potencializador de sabor em alguns casos e inibidor em outros, além de promover maior percepção de aromas (KILCAST; RIDER, 2007). Porém, para muitos alimentos a adição de sal aumenta a propensão para esse alimento até certo ponto, após determinada quantidade de sal esse reduz a sua palatabilidade (HENNEY et al., 2010).

A dificuldade em se substituir ou reduzir a quantidade de NaCl está ligada não somente a mudança nas características físicas do produto, mas também a aceitação sensorial do produto pelos consumidores. As alterações sensoriais que advêm da redução do teor de sódio podem ser mais ou menos perceptíveis em função do substituto de sal utilizado na formulação do produto (ORVALHO, 2010). A técnica de substituição levanta diversas questões, como a possível redução do sabor salgado, a eventual introdução de gosto metálico, amargo e adstringente, cores e texturas anômalas; a quantidade de sal necessária para obter um produto seguro, microbiologicamente estável, e o tempo de salga necessário, quando se utiliza uma mistura de diferentes sais (SOFOS, 1983; TOLDRÁ, 2006).

Quando há uma substituição do cátion ou ânion de NaCl com um composto de alto peso molecular, isso gera sabor menos intenso salgado e maior sabor ácido (GUÁRDIA et al., 2006), que pode ser observado em estudos sobre substituição de NaCl por KCl ou cloreto de magnésio ($MgCl_2$) e cloreto de cálcio em queijo (FITZGERALD; BUCKLEY, 1985).

Em comparação com sódio, outros cátions (potássio, magnésio e cálcio) dão acidez e percepção menos salgada. Em comparação com o cloreto, outros anions (fosfatos e citratos) interferem mais diretamente no paladar, diminuindo salinidade e deixando um sabor residual metálico devido ao fosfato (MOOSTER, 1980).

2.3.3 Escala de Magnitude

A estimação de magnitude, ou função de potência, proporciona a obtenção de diversas ferramentas importantes para avaliação de alimentos pela análise sensorial (MOSKOWITZ, 1970). Quando precisamos substituir algum ingrediente alimentar, quer seja em partes quer totalmente, é necessário saber o quanto o novo ingrediente equivale ao usual. Existem várias metodologias para a obtenção destas informações, uma delas é descrita por Lawless e Heyman (2010).

A equivalência de sal estimada pela escala de magnitude é uma etapa preliminar essencial para determinar a quantidade de um substituto a ser adicionado em um produto, em mesma equivalência, por exemplo, do cloreto de sódio, a fim de obter a mesma percepção de sal pelos consumidores (SOUZA et al., 2011).

No método de estimação de magnitude descrito por Lawless e Heymann (2010), os julgadores recebem uma amostra referência com uma intensidade de valor arbitrário, por exemplo, 100, seguida de uma série de amostras em ordem casualizada, com intensidades maiores ou menores do que a referência. Os julgadores deverão estimar a equivalência de sal atribuindo notas às amostras em relação a uma amostra referência. Se a amostra, por exemplo, tiver o dobro da intensidade de sal em relação à referência, deverá ter o valor 200, se for a metade 50, e assim por diante. Assim, os participantes geralmente escolhem

algum intervalo de números que se sinta confortável. Se os participantes estão autorizados a escolher o seu próprio intervalo de números, torna-se necessário re-dimensionar os dados de cada um para colocá-los em uma escala comum antes da análise estatística (LANE et al., 1961). Isso impedirá que os indivíduos que escolhem um número muito grande terem uma influência indevida sobre as medidas de tendência central (média) e em testes estatísticos. Este processo de redimensionamento tem sido referido como "normalizar" (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND - ASTM, 2008), embora isso não tem nada a ver com adistribuição normal ou Z-scores (LAWLESS; HEYMANN, 2010).

Para os valores obtidos dos resultados dos julgadores e os valores das concentrações avaliadas é calculada a média geométrica dos votos de cada indivíduo através de seu conjunto de dados; posteriormente, é calculada a média geométrica da totalidade do conjunto de dados (de todos os julgadores combinados). Assim, para cada julgador, constroi-se uma relação entre a grande média geométrica do conjunto e a média geométrica de cada pessoa de dados inteiros. O valor desta relação fornece um fator de redimensionamento-indivíduo para cada indivíduo. Multiplique cada ponto de dados para uma determinada pessoa por seu fator de redimensionamento individual. Estes dados re-escalados são então analisados. Dados de estimativa de magnitude muitas vezes são transformados em logs antes de análise de dados (BUTLER et al, 1987; LAWLESS, 1989; LAWLESS; HEYMANN, 2010). Calculados os logaritmos desses resultados e colocados em um gráfico em coordenadas logarítmicas, para cada sal (ou outro composto) é obtida uma reta, a qual obedece à lei de Stevens, ou "Power function": $S=aC^n$, onde S é o estímulo percebido, C é a concentração do estímulo, a é antilog do valor de Y no intercepto, e n é o coeficiente angular da reta. Regiões das retas dos sais em que estão em mesmo nível, paralelo ao eixo da abscissa, possuem poder de salga equivalentes (MOSKOWITZ, 1970; LAWLESS; HEYMANN, 2010).

2.3.4 Análise tempo intensidade

A aplicação da análise de tempo intensidade está se tornando muito importante como uma forma de avaliar o alimento (MONTEIRO, 2002) por meio da associação da percepção humana, juntamente com os recursos de ciência da informação, permitindo a avaliação das informações obtidas sobre qualquer característica preestabelecida da amostra (NUNES; PINHEIRO, 2013). Essa análise permite a avaliação da intensidade de certo atributo com o tempo. A intensidade da percepção dos atributos sensoriais pode mudar de momento a momento. Acredita-se que a aceitação pelos consumidores de diferentes edulcorantes intensivos depende da semelhança do seu perfil de tempo para a da sacarose. Adoçantes intensivos com longa duração na boca pode ser menos agradável para os consumidores. Por outro lado, uma goma de mascar com sabor duradouro ou um vinho com um "final longo" pode ser desejável. Estes exemplos demonstram a forma como o perfil de tempo de um alimento ou bebida pode ser um aspecto importante do seu recurso sensorial (LAWESS; HEYMANN, 2010).

Ao efetuar um estudo de TI pode se obter uma grande variedade de informações detalhadas para cada amostra, como a intensidade máxima percebida, o momento de intensidade máxima, a taxa e a forma do aumento da intensidade ao ponto máximo, a taxa e forma da diminuição intensidade com a intensidade semi-máxima e o ponto de extinção, e a duração total da sensação. Alguns dos parâmetros comuns tempo intensidade são ilustrado na Figura 2 (LAWESS; HEYMANN, 2010; NUNES; PINHEIRO, 2013).

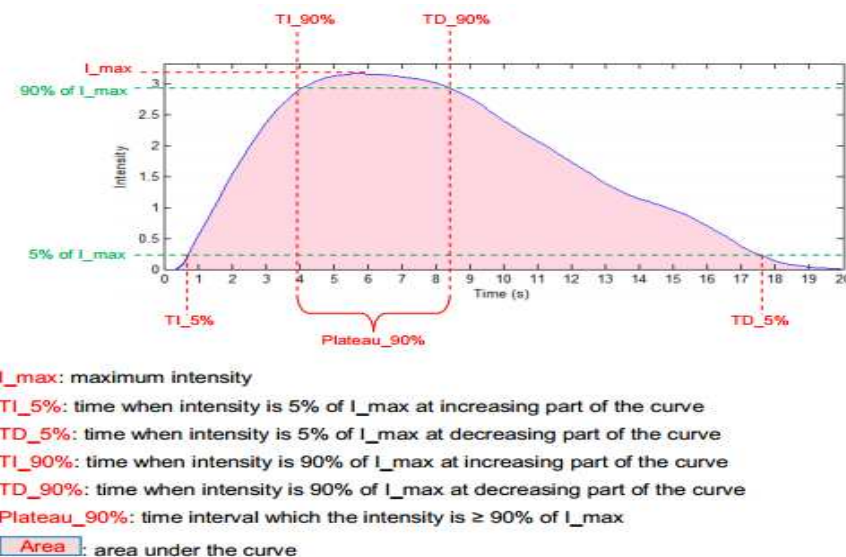


Figura 2 Curva Tempo Intensidade e Parâmetros.
 Fonte: Nunes e Pinheiro (2013)

2.3.5 Domínio temporal de sensações

Um método para identificar alterações dependentes do tempo e definir o perfil relatado para um subconjunto de sensações-chave é chamada de Domínio Temporal Sensações (Temporal Dominance techniques - TDS) (PINEAU et al., 2009). Este método ainda está evoluindo, e uma descrição do procedimento e análise varia um pouco (LAWESS; HEYMANN, 2010). A idéia básica é a de apresentar um conjunto de atributos pré-determinados juntos na tela do computador para cada palestrante. A técnica do domínio temporal de sensações (TDS) é uma metodologia que permite gravar vários atributos sensoriais simultaneamente ao longo do tempo, e permite a obtenção de sequências de sensações (RÉVÉREND et al. 2008; LAWESS; HEYMANN, 2010). Com este método descritivo sensorial, os julgadores avaliam qual a sensação é dominante ao longo do tempo até que a sensação termina ou outra apareça como dominante

(LABBE et al. 2009, NUNES; PINHEIRO, 2013). "Dominante" tem sido descrita como "a mais intensa sensação" (LABBE et al., 2009), "percepção mais marcante", "a sensação de capturar a atenção" (PINEAU et al., 2009).

A medida estatística derivada é a proporção de participantes relatando um determinado atributo como dominante a qualquer momento (PINEAU et al., 2009). Isso ignora a informação de intensidade, mas produz uma medida percentual simples que pode ser plotada ao longo do tempo para produzir uma curva (suavizada) para cada atributo (Figura 3). O nível de significância necessário para mostrar onde os atributos são significativamente "dominantes" é avaliado usando uma simples estatística, onde pode ser representada como uma linha horizontal no gráfico de curvas de dominância (LAWESS; HEYMANN, 2010).

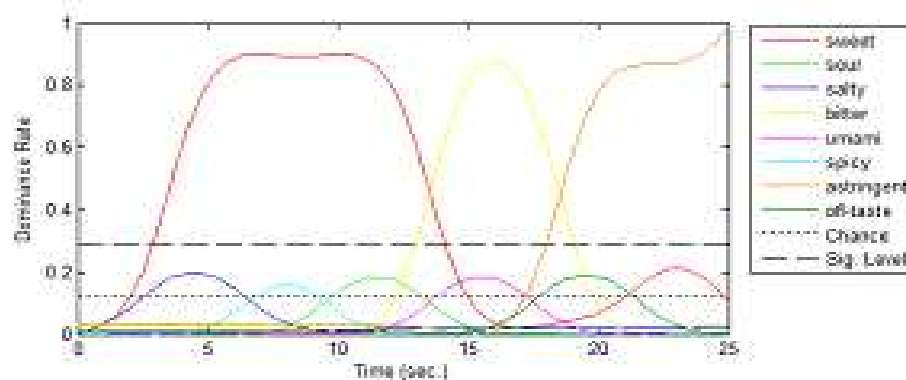


Figura 3 Curva Domínio Temporal das Sensações.
Fonte: Nunes e Pinheiro (2013)

Comparações qualitativas podem ser feitas a partir das curvas de inspeção, tais como "este produto é inicialmente doce, tornando-se então mais adstringentes, em comparação como produto X, que é inicialmente ácido, em seguida, frutado" (LAWESS; HEYMANN, 2010). Segundo Albert et al. (2012), esta técnica permite saber o impacto que cada aspecto da percepção tem sobre o

consumidor sobre o momento do consumo, e os resultados a serem ligados a aceitação.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluiu-se que a redução do teor de sódio a partir da substituição completa do cloreto de sódio por substitutos como, cloreto de potássio, fosfato de potássio e glutamato monossódico parece ser impraticável devido ao baixo poder de salga destes e sabores dominantes indesejáveis, como o gosto amargo percebido na batata palha com cloreto de potássio e gosto amargo e azedo em batatas palhas com fosfato de potássio. Já a redução consideravelmente do teor de sódio (níveis acima de 50%), em produtos alimentares sólidos a partir da redução do tamanho da partícula, torna-se uma alternativa importante para a indústria alimentar, sem alterar as suas características organolépticas do produto final.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Perfil nutricional dos alimentos processados **Informe Técnico**, n. 42, 2010. Disponível em: < <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/657e1c00474594e79c85dc3fbc4c6735/Perfil+Nutricional.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 25 fev. 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. 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, 28 mar. 2000.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Teor de sódio nos alimentos processados. **Informe Técnico**, n. 54, 2011. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/anvisa/home/alimentos/lut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hnd0cPE3MfAwMDMydnA093Uz8z00B_A3cvA_2CbEdFADQgSKI!/?1dmyeurile=wcm%3Apath%3A/anvisa+portal/anvisa/inicio/alimentos/publicacao+alimentos/mais+sete+grupos+de+alimentos+terao+reducao+de+sodio>. Acesso em: 4 jun. 2013.

ALBERT, A. et al. Comparison between temporal dominance of sensations (TDS) and key-attribute sensory profiling for evaluating solid food with contrasting textural layers: fish sticks. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 24, n. 1, 111-118, Apr. 2012.

BRANDSMA, I. Reducing sodium. A European perspective attitudes and regulations regarding sodium in foods pose challenges for the food industry. **Food Technology**, Chicago, v. 60, n.1, p.24-29, Jan. 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n° 27, de 13 de janeiro de 1998. Dispõe sobre regulamento técnico sobre informação nutricional complementar. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 16 jan. 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. **Guia alimentar para a população brasileira**. Brasília, 2005. 217p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

BRESLIN, P. A. S.; SPECTOR, A. C. Mammalian taste perception. **Current Biology**, Cambridge, v. 18, n. 4, p. 148-155, Feb. 2008.

BUTLER, G. et al. Alternative analyses of magnitude estimation data. **Journal of Sensory Studies**, Westport, v.2, p.243–257, 1987.

COLLUCI, C. Um quarto do sódio ingerido no país vem de comida processada. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 21 jul. 2013, seção Saúde, p. C11.

COSTA-CORREDOR, A. et al. Reduction of NaCl content in restructured dry-cured hams: post-resting temperature and drying level effects on physicochemical and sensory parameters. **Meat Science**, Oxford, v. 83, n. 3, p. 390-397, Nov. 2009.

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

CRUZ, A. G. et al. Sensory analysis: relevance for prebiotic, probiotic, and synbiotic product development. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Malden, v. 9, n.4, p. 358-373, July 2010.

DESMOND, E. Reducing salt: a challenge for the meat industry. **Meat Science**, Oxford, v.74, n.1, p.188–196, Sept. 2006.

DEVLIEGHERE, F. et al. Growth of *Listeria monocytogenes* in modified atmosphere packed cooked meat products: a predictive model. **Food Microbiology**, London, v.18, n.1, p. 53-66, Feb. 2001.

DEWITT, M. C. A. Processing and ingredients: sodium reduction. In: RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 61., 2008, Atlanta. **Proceedings...** Gainesville: University of Florida, 2008. p. 1-5.

FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações.** Fortaleza: CPRM/LABHID/UFPE, 1997. p. 50-91.

FLATCHER, A. **Selako salt replacer targets health-conscious consumers.** 2008. Disponível em: <<http://www.foodnavigator.com>>. Acesso em: 1 fev. 2012.

FLOURY, J. et al. Reducing salt level in food: part 2: modelling salt diffusion in model cheese systems with regards to their composition. **LWT - Food Science and Technology**, Amsterdam, v.24, n.10, p.1621-1628, Dec. 2009.

FULLADOSA, E. et al. Effects of potassium lactate and high pressure on transglutaminase restructured dry-cured hams with reduced salt content. **Meat Science**, Oxford, v. 82, n. 2, p. 213-218, June 2009.

GELEIJNSE, J. M. et al. Sodium and potassium intake and risk of cardiovascular events and all-cause mortality: the Rotterdam study. **European Journal of Epidemiology**, Dordrecht, v. 22, n. 11, p. 763-770, Nov. 2007.

GOU, P. et al. Potassiumchloride, potassiumlactateandglycine as sodiumchloridesubstitutes in fermented sausages and in dry-cured pork loin. **Meat Science**, Oxford, v. 42, n. 1, p. 37-48, 1996.

GREELEY, A. **Pinch of controversy shakes up dietary salt.** Bloomington: Department of Health and Human Services/Public Health Service/Food and Drug Administration, 1997. Disponível em: <<http://www.fda.gov/>>. Acesso em: 9 mar. 2012.

GRIMES, C. A.; RIDDELL, L. J.; NOWSON, C. A. Consumer knowledge and attitudes to salt intake and labeled salt information. **Appetite**, London, v.53, n.2, p.189-194, Oct. 2009.

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

GUINEE, T. P., O’KENNEDY, B. T. Mechanisms of taste perception and physiological controls. In: GUINEE, T.P.; O’KENNEDY, B. T. **Reducing salt in foods: practical strategies**, 2007. p. 246-287.

GUINEE, T.P. Salting and the role of salt in cheese. **International Society of Dairy Technology**, Oxford, v. 57, n. 2-3, p. 99–109, May 2004.

GULARTE, M. A. **Manual de análise sensorial de alimentos**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2002. 59 p.

HENNEY, J. E.; TAYLOR, C. L.; BOON, C. S. IOM (Institute of Medicine). **Strategies to reduce sodium intake in the United States**. Washington: The National Academies Press, 2010.

KAPLAN, N. M. The dietary guideline for sodium: should we shake it up? **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 71, n. 5, p. 1020-1026, May 2000.

KILCAST, D.; RIDDER, C. Sensory issues in reducing salt in food products. In: KILCAST, D.; ANGUS, F. **Reducing salt in foods: practical strategies**. Cambridge: Woodhead, 2007. p.201-220.

KIMURA, M. et al. Potassium chloride supplementation diminishes platelet reactivity in humans. **Hypertension**, Philadelphia, v. 44, n. 6, p. 969–973, Dec. 2004.

LABBE, D. et al. Temporal dominance of sensations and sensory profiling: a comparative study. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 20, n. 6, p. 216–221, Sept. 2009

LANE, H. L.; CATANIA, A. C. ; STEVENS, S. S. Voice level: autophonic scale, perceived loudness and effect of side tone. **Journal of the Acoustical Society of America**, Woodbury, v. 33, n. 2, p.160–167, 1961.

LAWLESS, H. T. Logarithmic transformation of magnitude estimation data and comparisons of scaling methods. **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 4, n.1, p.75–86, 1989.

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

LOBANCO, C. M. et al. Fidedignidade de rótulos de alimentos comercializados no município de São Paulo, SP. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo,v.43, n.3, p.499-505, 2009.

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

MBANDI, E.; SHELEF, L. A. Enhanced antimicrobial effects of combination of lactate and diacetate on *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* spp. in beef bologna. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 76, n.3, p. 191-198, June 2002.

MILLER, M. J.; BARRINGER, S. A. Effect of sodium chloride particle size and shape on nonelectrostatic and electrostatic coating of popcorn. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 67, n.1, p. 198-201, Jan./Feb. 2002.

MINIM, V. P. R. et al. **Análise sensorial: estudo com consumidores**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV. 2010. 308p.

MOLINA, M. C. B. et al. Hipertensão arterial e consumo de sal em população urbana. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.37, n.6, p.743-750, 2003.

MONTEIRO, M.A.M. **Caracterização da bebida de café** (*Coffea arábica L.*): análise descritiva quantitativa. Análise tempo-intensidade e testes afetivos. 2002. 158 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.

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

MORAIS, G. Q.; BURGOS, M. G. P. A. Impacto dos nutrientes na saúde óssea: novas tendências. **Revista Brasileira Ortopedia**, São Paulo, v.42, n.7, p.189-194, 2007.

MOSKOWITZ, H. R. Ratioscales of sugar sweetness. **Attention, Perception Psychophys**, Austin, v. 7, n. 5, p. 315-20, 1970.

NEWSON, R.S. et al. Barriers for progress in salt reduction in the general population. **Appetite**, Amsterdam, v. 71, p. 22–31, 2013.

ORVALHO, R. J. S. **Redução do teor de sódio em fiambre. Implicações Tecnológicas, organolépticas e de prazo de validade**, 2010. 106p. Dissertação (Mestrado Integrado em Medicina Veterinária) – Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária, Lisboa, 2010.

PEREIRA, G. A. P. et al. Estratégias para otimizar o consumo de cálcio. **Revista Brasileira de Reumatologia**, São Paulo, v.49, n.2, p.164-180, mar./abr. 2009.

PINEAU, N. et al. Temporal dominance of sensations: construction of the TDS curves and comparison with time–intensity. **Food Quality and Preference**, Oxford, v.20, n.6, p.450-455, Sept. 2009.

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

RAMA, R. et al. Impact of salt crystal size on in-mouth delivery of sodium and saltiness perception from snack foods. **Journal of Texture Studies**, Hoboken, v.44, n.5, p. 338–345, Oct. 2013.

REDE DE NUTRIÇÃO DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE - REDENUTRI. Acordo para redução de sódio inclui novos alimentos. Brasília: Ministérios da Saúde/SUS, 2012. Disponível em:<<http://portalsaude.saude.gov.br/portal/saude/noticia/6829/162/acordo-para-reducao-de-sodio-inclui-novos-alimentos.html>>. Acesso em: 7 jul. 2013.

RÉVÉREND, F. M. L. et al. Comparison between temporal dominance of sensations and time intensity results. **Food quality and Preference**, Oxford, v. 19, n.2, p. 174-178, Mar. 2008.

RUSSUNEN, M.; PUOLANNE, E. Reducing sodium intake from meat products. **Meat Science**, Oxford, v. 70, n. 3 p. 531–541, July 2005.

SARNO, F. et al. Estimativa do consumo de sódio pela população brasileira, 2002-2003. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.43, n.2, p.219-225, 2009.

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.

SCHLYTER, J. H. et al. The effects of diacetate with nitrite, lactate, or pediocin on the viability of *Listeria monocytogenes* in turkey slurries. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 19, n. 4, p. 271–281, Sept. 1993.

SEARBY, L. Pass the salt. **International Food Ingredients**, São Paulo, v.2, n. 3, p.6-8, 2006.

SOFOS, J. N. Effects of reduced salt (NaCl) levels on the stability of frankfurters. **Journal of Food Science**, Chicago, v.48, n.6, p.1684–1691, Nov./Dec. 1983.

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

SOUZA, V. R. et al. Salt equivalence and temporal dominance of sensations of different sodium chloride substitutes in butter. **Journal of Dairy Research**, Champaign, v. 30, n.1, p. 1-7, Jan. 2013.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 3rd ed. London: Elsevier, 2004. 408 p.

TOLDRÁ, F. Dry-cured ham. In: HUI, Y.H. et al. (Ed.). Dry-cured ham. **Handbook of food science, technology and engineering**. Boca Raton: CRC Press, 2006. v. 4, p. 164-11. Chap. 164. (Food Science and Technology, 148).

TUORILA, H.; MONTELEONE, E. Sensory science in the changing society: opportunities, needs and challenges. **Trends in Food Science Technology**, Amsterdam, v. 20, n. 2, p. 54–62, Feb. 2009.

UNITED STATES DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES – HHS; UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. Sodium and potassium. In: _____. **Dietary guidelines for americans**. Washington, DC, 2005. Chap. 8, p. 39-42. Disponível em: < <http://www.health.gov/dietaryguidelines/dga2005/.../pdf/Chapter8.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2012.

VIEGAS, C. Consumo de sal numa escola de hotelaria. **Segurança e Qualidade Alimentar**, Lisboa, v. 6, p. 34-38, Maio 2009.

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

SECOND PART – ARTICLES

ARTICLE 1**EQUIVALENCE SALTING AND TEMPORAL DOMINANCE OF
SENSATIONS (TDS) ANALYSIS FOR DIFFERENT SODIUM
CHLORIDE SUBSTITUTES IN SHOESTRING POTATOES**

Will be Submitted to Journal of Sensory Studies - ISSN: 1745-459X, being presented according to the rules of publication of this magazine.

Tassyana Vieira Marques Freire¹, Dieyckson Osvani Freire², Carla Saraiva Gonçalves³, Vanessa Rios de Souza⁴, Ana Carla Marques Pinheiro*⁵, João de Deus Souza Carneiro⁶

¹ Department of Food Science, Federal University of Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brazil, tassyanavm@gmail.com

² Department of Food Science, University of Wisconsin, 53706, Madison, WI, EUA, dieyckson@gmail.com

³ Department of Food Science, Federal University of Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brazil, carla_ufla@yahoo.com.br

⁴ Department of Food Science, Department of Food Science, Federal University of Vales do Jequitinhonha and Mucuri, 39100-000, Diamantina, MG, Brazil, vanessardsouza@gmail.com

⁵ Department of Food Science, Federal University of Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brazil, anacarlamp@dca.ufla.br

⁶ João de Deus Souza Carneiro, Federal University of Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brazil, joaodedeus@dca.ufla.br

*Corresponding author: Phone: +55 35 3929 1391. Fax: +55 35 3829 1401. E-mail: anacarlamp@dca.ufla.br (A.C.M. Pinheiro)

ABSTRACT

Despite the great importance that have the sodium chloride in food and also has in health, your consuming too much can be very harmful and is linked to increased risk of various diseases, thus, has become an increasing challenge for the industry food replace the sodium content of their products. The objective of this study was to determine the equivalent amount of different sodium chloride replacements required to promote the same degree of ideal saltiness in shoestring potato and determine the sensory profile of many sodium chloride substitutes using the analysis of magnitude scale and Temporal Dominance of Sensations (TDS). Using the magnitude estimation method, it was determined that the potencies of potassium chloride, monosodium glutamate and potassium phosphate relative to the 1.6% sodium chloride in shoestring potato are 92.27, 19.279 and 35.97, respectively. Regarding the sensory profile of the tested salt substitutes, besides the salty taste a bitter taste was perceived in the shoestring potato with potassium chloride, a sour and bitter taste was perceived in the shoestring potato with potassium phosphate and umami taste was dominant in the shoestring potato with monosodium glutamate. The complete replacement of the sodium chloride substitute studied appears to be impractical due to low power salting and undesirable dominant flavors.

PRACTICAL APPLICATIONS

This research provides novel scientific information to the food industry, to expand the knowledge of the salting potency and sensory characteristics of different sodium chloride replacement in shoestring potato. Therefore, this work will give allowance for future studies, supports the development of a new product, attending consumer desires, and contributing to the variety of product in market.

Keywords: TDS. Sodium chloride. Potassium chloride. Monosodium glutamate. Shoestring potato.

INTRODUCTION

Sodium can be found naturally in many foods, including agricultural commodities. Levels in unprocessed commodities are relatively low (<100 mg/100 g for animal products, and <20 mg/100 g for plant products). It presents in those foods support the physiological functions of animals or plants and cannot be reduced easily. However, recently, the processing of some agricultural commodities have been changed for several reasons, resulting in products which contain higher levels of sodium compounds compared to those present in their unprocessed counterparts (Holden et. al, 2013).

Sodium is an essential nutrient, which has important functions as regulation of extracellular fluid volume and active transport of molecules across cell membranes. Salt contains sodium, which is essential because it contributes to the mechanisms regulating blood pressure, the transport of intracellular water, osmotic pressure and the transmission of nerve impulses (Kaplan, 2000; Veiga, 2009; Cruz et al. 2011). However, the sodium excess in the intake dietay has a positive correlation to development of hypertension, which is one of the most significant risk factors for heart diseases (Dahl, 1972; Weinsier, 1976; Law 1997; SACN, 2003; WHO, 2003). Therefore, currently, the reducing sodium in the diet is among the most urgent issues in public health. (Ayyash et. al, 2011).

Several international health agencies (WHO, 2007), recommend an intake 5 to 6 g salt per day, around half of the level of the current average daily intake (Belz et al., 2012). According to recent estimates, more than 95% of men and more than 75% of women exceed the recommended daily tolerable intake of sodium (Glass and Doyle, 2010). In Brazil sodium intake can reach more than twice the recommended daily intake (Sarno et al., 2009). Acording to Brazilian Health Ministry (2011), the Brazilians have a daily intake of 12 g sodium chloride/day. Faced with this issue, both Health Ministry and food industry have

agreed to reduce the sodium content of various categories of foods in Brazil by 2016.

The development of low-salt products can be possible using different sodium chloride substitutes, such as other chloride salts (e.g., KCl, CaCl₂ and MgCl₂) (Gou et al. 1996; Aliño et al. 2010), phosphates (Ruusunene-Poulanne, 2005), transglutaminase (Romero de Ávila et al. 2010) or flavour enhancers such as monosodium glutamate (Desmond, 2006).

For the salt substitutes to successfully replace sodium chloride in food formulations it is necessary to carry out initial studies to obtain knowledge regarding the appropriate concentration of sodium substitutes and their salt equivalence compared with sodium chloride (Souza et al. 2013). Besides that, the sodium chloride substitutes may have unpleasant taste (Cruz et al. 2011), thus it is also important to know sensory characteristics of sodium chloride replacements to determine the salt substitute or blend that has a sensory profile more similar to NaCl.

Many studies have been published about sodium chloride reduction in foods (Silva et al. 2013, Souza et al. 2013, He et al. 2010, Cruz et al. 2011, Kremer et al. 2009, Albarracín et al. 2011). Therefore, they still are not enough once sodium chloride can have different synergic interactions with the several different food matrixes. As a result, they can interfere in structure and sensory perceptions. Sensorial quality is among the most important factors in foods since the success of a product in the market depends on the acceptance or rejection of the consumer.

Due that, the aim of this research was to estimate the equivalent amount of different sodium chloride replacements (potassium chloride, monosodium glutamate and potassium phosphate) required to promote the same degree of ideal saltiness in shoestring potatoes as well to evaluate the temporal sensory

profile of sodium chloride and the substitutes using Temporal Dominance of Sensations (TDS) analysis.

MATERIALS AND METHODS

Materials

The following is a list of materials used in the food preparations in this study: a commercial shoestring potatoes without the addition of sodium chloride (BatataBarulho®), potassium chloride–99% (Vetec®), monosodium glutamate – 99% (Aji-no-moto®), potassium phosphate – 99% (CRQ®).

Preparation of shoestring potatoes

The shoestring potatoes were obtained from a local food industry. Potatoes were cut in the form of thin sticks. The average thickness of the fried sticks was 2x2 mm after being submerged in soy oil (96°C). After that, fried shoestring potatoes was placed on paper towels to absorb excess oil and packaged in (PPE polypropylene) bags.

After of that, the shoestring potatoes salted samples were obtained using the sodium chloride or a salt substitute, as it was seen at Table 1.

Sensory analysis

Selection of panelists to sensory tests

The sensory tests were conducted by a team of assessors selected and trained and in the laboratory with individual booths equipped with computers for data collection.

Were recruited by means of a questionnaire, 30 consumers (with frequency of consumption equal to at least 2 times per month) potato straw with availability of time and without restriction to the ingredients used in the study.

Was used Wald's Sequential Analysis (Amerine et al. 1965), with application of triangular tests for the selection of tasters with ability to discriminate samples (Meilgaard et al. 1999). In triangular tests were used two samples of potato sticks (salted with 1.0% and 1.25% sodium chloride), which showed significant difference of 1%, in a paired comparison test previously performed.

From the defined parameters ($P= 0.30$, $p1 = 0.70$, $\alpha= 0.10$ and $\beta= 0.10$) the Wald graph was constructed and judges were selected or rejected according to the number of correct tests analysed in the triangular graph (Souza et al. 2011; Souza et al. 2013). With 8 triangular tests, 13 judges were selected. The selected panelists were college students aged between 18 and 30 years and included 8 females and 5 males.

Equivalent salting test

To reach the equivalent saltiness many steps were conducted followed Souza et al. (2013).

Training session

The 13 panelists selected were trained to use magnitude scales according to Souza et al. (2013). In the training session the panelists received three samples of shoestring potatoes (0.8, 1.6 and 3.2% sodium chloride), and were asked to determine the potency of this samples with respect to a reference sample (shoestring potatoes with 1.6% sodium chloride). The ideal

concentration of 1.6% sodium chloride was determined based on information regarding commercial shoestring potatoes and pretests.

The selected panelists received a reference sample with a potency designated by an arbitrary salting value of 1, followed by several shoestring potato samples coded and balanced (Macfie et al. 1989) with potencies higher than or lower than the reference. Then, the panelists took scores to estimate the intensities of the salting of shoestring potato samples compared to the reference. For example, if the sample produced twice the salting of the reference, it should receive a value of 2; if it presented half the salting, it was given a value of 0.5.

Determination of the equivalent salt

To determine the equivalent saltiness of salts (Potassium chloride, Monosodium glutamate, Potassium phosphate) relative to sodium chloride, were used the series of concentrations (Table 1). The central concentrations of the sodium chloride substitutes were based on pretests. To calculate the other concentrations, a multiplication factor of 1.6 was used, following Souza et al. (2013).

Table 1 The concentrations of sodium chloride and each sodium chloride substitute used to determine the equivalent saltiness in shoestring potato compared with 1.6% sodium chloride.

Salts	Concentration(%)				
Sodium chloride	0.62	1.00	1.60	2.56	4.09
Potassium choride	0.78	1.25	2.00	3.20	5.12
Monosodium glutamate	2.34	3.75	6.00	9.60	15.36
Potassium phosphate	2.23	3.56	5.704	9.13	14.60

For data analysis, the estimated saltiness magnitude values of sodium chloride and the other salts were converted into geometric averages, and these

values were set to a logarithmic scale (Lawess e Heymann, 2010). The curves of concentration versus sensory response for each salt corresponded to a power function (“Power Function”) with the following characteristics: $S = a.C^n$, where S is the sensation perceived, C is the concentration of the stimulus, a is the antilog of the y value in the intercept and n is the slope obtained (Moskowitz, 1970).

To calculate the equivalent concentration of each salt, the equation obtained for the shoestring potato with sodium chloride was used, and in place of C (salt concentration), the value of 1.6% was assigned, which is the ideal saltiness of sodium chloride. Thus, the value of S (sodium chloride saltiness perceived) was mathematically estimated. The S values for sodium chloride were substituted into the other equations (for the other salts) and thus determined the optimal concentration of each salt in reference to the equivalent salt in shoestring potato with 1.6% sodium chloride (Lawess e Heymann, 2010; Souza et al., 2011; Souza et al., 2013).

Determination of the potencies of the sodium chloride substitutes

The potency of each sodium chloride substitute was calculated by the ratio between the ideal concentration of sodium chloride (1.6%) and the equivalent concentration of the sodium chloride substitute in the shoestring potato.

Temporal dominance of sensations (TDS)

To realize the TDS analysis, 13 panelist, from the 13 panel of the salting equivalence test were used. Two preliminary sessions to training of the panelist were conducted, as described by Albert et al. (2012), with shoestring potatoes

samples saltiness with different salts. In these sessions the total duration time was determined with duration total of 30 s, and the attributes selected by the panel were salty, bitter, sweet, umami, sour, spicy, astringent and not-taste. Before that, the panelists were introduced to the notion of the temporality of sensations (TDS) and were introduced to the data acquisition program SensoMaker (NunesePinheiro, 2013).

The participants were requested to select the dominant taste over the time (30 s). To avoid possible misunderstandings, it was clearly explained that the dominant taste is the taste that is perceived with greater clarity and intensity among others. Then, the panellists were requested to put the sample of shoestring potato (around 5 g) in the mouth and immediately start the evaluation.

The presentation was made in monadic order (Macfie et al. 1989) in disposable white plastic cups coded with three-digit numbers, the assessors were asked to rinse their mouth with water between each sample.

The methodology of Pineau et al. (2009) was used in the software SensoMaker to compute the TDS curves. In brief, two lines are drawn in the TDS graphical display, the 'chance level' and the 'significance level'. The 'chance level' is the dominance rate that an attribute can obtain by chance and the 'significance level' is the minimum value this proportion should equal to be considered to be significantly (Pineau et al. 2009). It is calculated using the confidence interval of a binomial proportion based on a normal approximation, according Pineau et al. (2009) (1).

$$P_s = P_o + 1.645 \sqrt{\frac{P_o(1-P_o)}{n}} \quad (1)$$

Ps: lowest significant proportion value ($\alpha = 0.05$) at any point in time for a TDS curve; n: number of subjects *replication.

RESULTS AND DISCUSSION

Equivalent saltiness

After obtaining the data from the test magnitude scale, the logarithmic values of concentrations (C) for sodium chloride and the salt substitutes (potassium chloride, monosodium glutamate and potassium phosphate) were plotted against the logarithmic values of the magnitudes (estimated and normalized accordingly) for perceived stimuli. The points were used to perform linear regressions for sodium chloride and the various salts, and equations corresponding to the straight lines were determined (Figure 1).

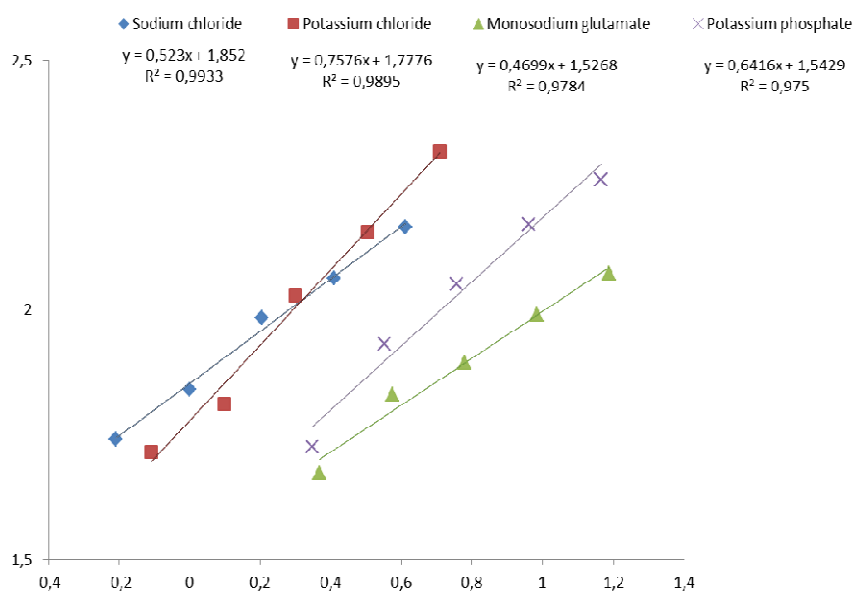


Figure 1 Linearised power function for shoestring potato salted with sodium chloride, potassium chloride, monosodium glutamate and potassium phosphate.

The x-axis shows the logarithm of the concentration of the sodium chloride and the substitutes (%), while the y-axis shows the logarithmic values of the estimated magnitudes, appropriately normalised.

The positioning of the curves in Figure 1 can be used to identify the relative power of the different salts used. The proximity of the potassium chloride and sodium chloride curves indicates that the amount of potassium chloride required to yield the same saltiness as sodium chloride is similar. Accordingly, increased distance from other salt curves indicates that a greater quantity of those substitutes is needed to produce the same salt intensity. Considering that, monosodium glutamate is the substitutes with the lowest salting power because they are the most distant from the sodium chloride curve.

From the equations for sodium chloride and each sodium chloride substitute (Figure 1), a simple power function was obtained (Table 2). From the power functions obtained for sodium chloride and each substitute, the equivalent amount of saltiness required to provide the same salty taste as 1.6% sodium chloride in shoestring potato was calculated; the potency was also calculated (Table 3).

Table 2 Antilog of the y-intercept (a), intercept on the ordinate (n), linear coefficient of determination (R^2) and power function (Power Function) of the results to determine the equivalent saltiness sodium chloride and each sodium chloride substitute relative to the 1.6% sodium chloride in shoestring potato.

Salts	A	n	R^2	Power Function
Sodium chloride	1.85	0.52	0.99	$S=71.12(1.6)^{0.7282}$
Potassium chloride	1.76	0.76	0.99	$S=59.9239C^{0.7576}$
Monosodium glutamate	1.53	0.47	0.98	$S=33.6356C^{0.4699}$
Potassium phosphate	1.54	0.64	0.98	$S=34.9059C^{0.6416}$

S: Salt sensation perceived

Table 3 Equivalent concentrations and potencies of potassium chloride, monosodium glutamate and potassium phosphate relative to the 1.6% sodium chloride in shoestring potato.

Salts	Concentration	Potency
Potassium chloride	1.73%	92.27
Monosodium glutamate	8.30%	19.28
Potassium phosphate	4.45%	35.97

As shown in Figure 1, you can see through Table 3 que sodium chloride and potassium chloride have a similar salting power. Which means that a similar concentration of these salts products have the same sensation of salty taste, however being potassium chloride a potential replacement. Many studies using mostly potassium chloride to reduce the sodium content of foods (Souza et al. 2013, Armenteros et al. 2012, Ayyash et al. 2011, Cruz et al. 2011, Guàrdia et al. 2008).

The monosodium glutamate is substituted with lower power (19.28) of salting, ie to achieve the same salty taste perception is required more than five times the amount of sodium chloride (Table 3).As observed by Souza et al. (2013), considering that the glutamate salty power is well below the sodium chloride, the use of this sodium chloride substitute alone probably will not significantly reduce the level of sodium. (Souza et al. 2013).

The potassium phosphate, showed intermediate power (35.97), and to achieve the same sense salting is required almost three times the amount of the substitute when compared to sodium chloride (Table 3).

The salty perception of sodium chloride is attributed to the cation (70–85%) and to the anion (30–15%) (Formakere Hill,1988; Mattes, 2001) and involves the passage of the ions through a narrow ionic channel. According to Mccaughy (2007), this passage through these channels is a specificity of the ions of sodium chloride, being difficult to find other substances with this capability,

except toxic ions. Thus, the salting capacity depends on the type of cation/anion present in the substance (Ye et al. 1991, 1993). Compared with sodium chloride, other cations (potassium, magnesium and calcium) and other anions (phosphates and citrates) may have off taste and have less salty perception (Mooster, 1980).

According to Albarracín et al. (2011), the diffusion of larger ions through a narrow ionic channel is limited. Therefore, salts with larger anions are less effective stimuli (Delwiche et al. 1999), so when the cation/anion of NaCl is substituted with a higher molecular weight compound, it results in a less intense salty taste (Guàrdia et al. 2006).

Temporal dominance of sensations

Figures 2–5 show the TDS profiles for the four shoestring potato evaluated in the study. Each curve represents the change in the dominance rate of an attribute over time. The upper dotted line represents the significance line; results above this line indicate significant taste / flavor perceived. The lower dotted line corresponds to chance, signifying values marked at random (PINEAU, 2009).

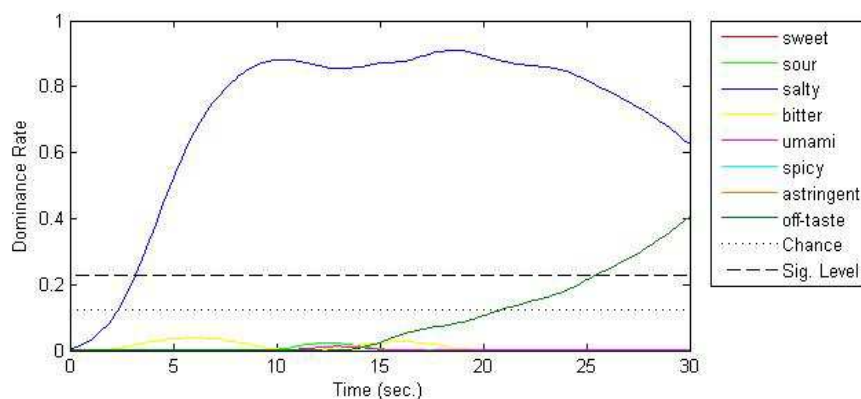


Figure 2 A graphical TDS representation for the shoestring potato with sodium chloride (1.6 %).

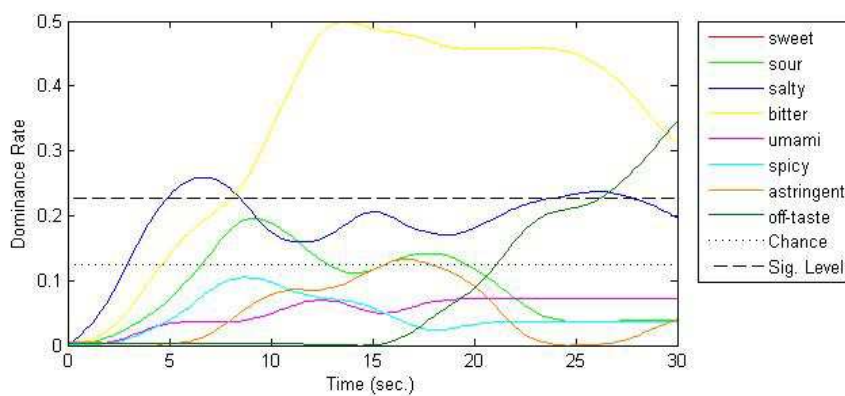


Figure 3 A graphical TDS representation for the shoestring potato with potassium chloride (2.002 %).

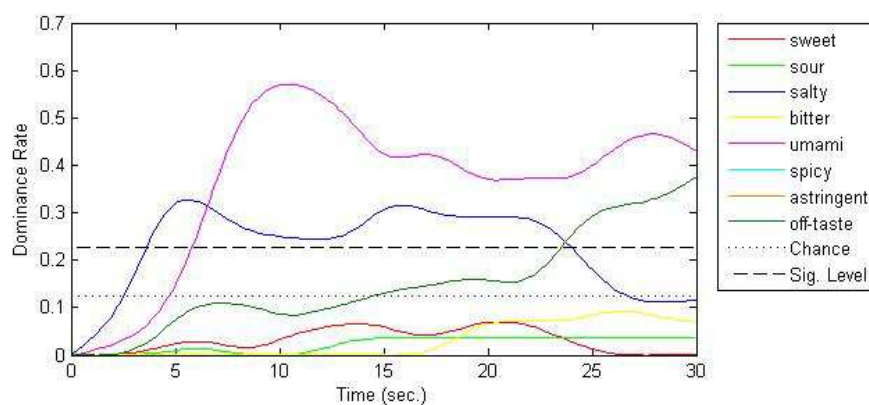


Figure 4 A graphical TDS representation for the shoestring potato with monosodium glutamate (5.713 %).

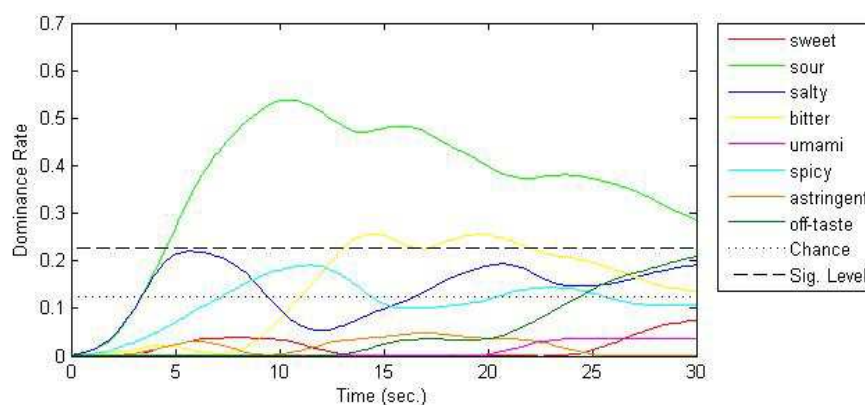


Figure 5 A graphical TDS representation for the shoestring potato with potassium phosphate (5.713 %).

The TDS analyses show that in the shoestring potato with sodium chloride (Figure 2), the salty taste was the dominant taste throughout the measured time and in the end of the analysis inexplicable off taste was perceived.

In the shoestring potato with potassium chloride (Figure 3), the salty taste and bitter taste are dominant. The salty taste was perceived as dominant in the analysis only at the beginning, between 4 and 7s, after the bitter taste was dominant until the end of the analysis, and as the sodium chloride an off-taste was noticed at the end of the test. According to Horita et al. (2011), potassium chloride is widely used in low-sodium products but in high concentration produces a bitter and metallic taste, resulting in sensory rejection (Seman et al. 1980; Askar et al. 1994; Guádia et al. 2008; Armenteros et al. 2012).

In the shoestring potato with monosodium glutamate (Figure 4), the dominant tastes were umami and salty. The salty taste was dominant approximately between 4 and 24 s, as the umami taste was dominant with the highest rate of dominant from 4s to the end of the analysis. Apart from the shown low power glutamate has a different sensory profile of sodium chloride,

dominant flavor mainly presented as glutamate. The same result was found in previous work (Silva et al. 2013, Souza et al. 2013, Drake e Drake, 2010).

The sensory profile of shoestring potato with potassium phosphate (Figure 5) was the most critical and least similar to the potato with sodium chloride, and was not perceived taste salty, sour taste was perceived as dominant during most of the time, furthermore it was noticed a bitter taste between times 13-23s.

From the equivalence of salting and sensory profile realizes that it is not recommended total replacement of sodium chloride from potato chips by substitutes studied here. However, this study constitutes a starting point to be able to develop a product low-sodium, and now it would be extremely important to evaluate these salts in shoestring potato at different levels of substitution of sodium chloride and even in different combinations to mitigate/reduce unwanted tastes, especially bitter and sour.

CONCLUSION

Using the magnitude estimation method, it was determined that the potencies of potassium chloride, monosodium glutamate and potassium phosphate relative to the 1.6% sodium chloride in shoestring potato are 92.27, 19.279 and 35.97, respectively. Regarding the sensory profile of the tested salt substitutes, besides the salty taste a bitter taste was perceived in the shoestring potato with potassium chloride, a sour and bitter tastes was perceived in the shoestring potato with potassium phosphate and umami taste was dominant in the shoestring potato with monosodium glutamate. The complete replacement of the sodium chloride substitute studied appears to be feasible due to low power flavors and off-flavor dominants

REFERENCES

ALBARRACÍN, W., SÁNCHEZ, I.C., GRAU, R. and BARAT, J. M. 2011. Salt in food processing; usage and reduction: a review. *Int. J. Food Sci. Technol.* *46*, 1329–1336.

AMERINE, M.A, PANGBORN, R.M., ROESSLER E.B. 1965. Principles of sensory evaluation of food. New York: Academic Press.

ARMENTEROS, M., ARISTOY, M.C., BARAT, J.M. and TOLDRÁ, F. 2012. Biochemical and sensory changes in dry-cured ham salted with partial replacements of NaCl by other chloride salts. *Meat Sci.* *90*, 361-367.

ASKAR, A., EL-SAMAHY, S.K. and TAWFIK, M. 1994. Pasterna and beef bouillon. The effect of substituting KCl and K-lactate for sodium chloride. *Fleischwirtschaft* *73*, 289–292.

AYYASH, M.M., SHERKAT, F., FRANCIS, P., WILLIAMS, R.P. W., SHAH, N.P. 2011. The effect of sodium chloride substitution with potassium chloride on texture profile and microstructure of Halloumicheese. *Journal of Dairy Science.* *94*, 37–42.

BRANDSMA, I. 2006. A European perspective attitudes and regulations regarding sodium in foods pose challenges for the food industry. *Food Technol.* *60*, 24–29.

CARDOSO, J.M.P., BATTOCHIO, J.R. and CARDELLO H.M.A.B. 2004. Equi-sweetness and sweetening power of sweetening agents in different temperatures of consumption of tea drink soluble in power. *Ciência e Tecnologia de Alimentos.* *24*, 448–452.

CRUZ, A. G., FARIA, J. A. F., CADENA, R. S., BOLINI, H. M. A., CELEGHINI, R. M. S., POLLONIO, M. A. R., et al. 2011. Effect of sodium reduction on the physicochemical characteristics and sensory acceptance of Minas fresh cheese. *Journal of Dairy Science*.

CRUZ, A.G., FARIA, J.A.F., POLLONIO, M.A.R., BOLINI, H.M.A., CELEGHINI, R.M.S., GRANATO, D. and SHAH, N. 2011. Cheeses with reduced sodium content: Effects on functionality, public health benefits and sensory properties. *Trends Food Sci. Technol.* 22, 276-291.

DAHL, L. K. (1972). Salt and hypertension. *American Journal of Clinical Nutrition*, 25, 231–244.

DELWICHE, J.F., HALPERN, B.P. and DeSIMONE, J.A. 1999. Anion size of sodium salts and simple taste reaction times. *Physiology and Behavior*. 66, 27–32
DRAKE, S.L. and DRAKE, M.A. 2010. Comparison of Salty Taste and Time Intensity of Sea and Land Salts from Around The World. *J. Sensory Studies* 26, 25–34.

FORMAKER, B.K. and HILL, D.L. 1988. An analysis of residual NaCl taste response after amiloride. *Am. Physiological Soc.* 255, 1002–1007.

GOMES, A.G., CRUZ, A.G., CADENA, R.S., CALEGHINI, R.M.S., FARIA, J.A.F., BOLINI, H.M.A., POLLONIO, M.A.R. and GRANATO, D. 2011. Manufacture of low-sodium Minas fresh cheese: Effect of the partial replacement of sodium chloride with potassium chloride. *Journal of Dairy Science*. 94, 2701–2706.

GRUMMER, J., KARALUS, M., ZHANG, K., VICKERS, Z. and SCHOENFUSS, T.C. 2012. Manufacture of reduced-sodium Cheddar-style cheese with mineral salt replacers. *Journal of Dairy Science*. 95, 2830–2839.

GUÀRDIA, M.D., GUERRERO, L., GOU, P. and ARNAU, J. 2006. Consumer attitude towards sodium reduction in meat products and acceptability of fermented sausages with reduced sodium content. *Meat Science*. 73, 484–490.

GUÀRDIA, M.D., GUERRERO, L., GELABERT, J., GOU, P. and ARNAU, J. 2008. Sensory characterisation and consumer acceptability of small calibre fermented sausages with 50% substitution of NaCl by mixtures of KCl and potassium lactate. *Meat Science*. 80, 1225–1230.

GUINEE, T. P., O'KENNEDY, B. T. 2007. Mechanisms of taste perception and physiological controls. Guinee, T. P., O'Kennedy, B. T. (Eds.), *Reducing salt in foods: Practical strategies*, CRC Press, Boca Raton LA, USA, pp. 246–287.

HE, F.J. and MACGREGOR, G.A. 2010. Reducing population salt intake worldwide: from evidence to implementation. *Prog. Cardiovasc. Dis.* 52, 363–382.

HOLDEN, J.M., PEHRSSON, P.R., NICKLE, M., HAYTOWITZ, D.B., EXLER, J., SHOWELL, B., WILLIAMS, J., THOMAS, R. G., AHUJA, J.K.C., PATTERSON, K. Y., LEMAR, L. E., GEBHARDT, S. E. 2013. USDA monitors levels of added sodium in commercial packaged and restaurant foods. 36th National Nutrient Databank Conference. *Procedia Food Science*, 2, 60-67.

HORITA, C.N., MORGANO, M.A., CELEGHINI, R.M.S. and POLLONIO, M.A.R. 2011. Physico-chemical and sensory properties of reduced-fat mortadella prepared with blends of calcium, magnesium and potassium chloride as partial substitutes for sodium chloride. *Meat Sci.* 89, 426–433.

KATSIARI, M.C., ALICHANNIDIS, E., VOUSINAS, L.P. and ROUSSIS, I.G. 2001. Proteolysis in reduced sodium Kefalograviera cheese made by partial replacement of NaCl with KCl. *Food Chem.* 73, 31–43, 2001.

KAPLAN, N. M. (2000). The dietary guideline for sodium: should we shake it up? *American Journal of Clinical Nutrition*, 71(5), 1020 e 1026.

LAW, M. R. (1997). Epidemiologic evidence on salt and blood pressure. *American Journal of Hypertension*, 10, 42S–5S.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*. 2 Ed., Springer.

KREMER, S., MOJET, J. and SHIMOJO, R. 2009. Salt Reduction in Foods Using Naturally Brewed Soy Sauce. *J Food Sci.* 74, 255–262.

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

MARCELLINI, P.S., CHAINHO, T.F. and BOLINI, H.M.A. 2005. Ideal sweetness and acceptance analysis of pineapple juice concentrate reconstituted sweetened with sucrose and different sweeteners. *Food Nutrition.* 16, 177–182.

MATTES, R.D. 2001. The taste of fat elevates postprandial triacylglycerol. *Physiol. Behav.* 74, 343–348.

MCCAUGHY, S. 2007. Mechanisms of taste perception and physiological controls. In *Reducing Salt in Foods: Practical Strategies*, pp. 77–98 (Eds. Guinee, T.P and O’Kennedy, B.T.). Boca Raton, LA, USA: CRC Press.

MEILGAARD, M., CIVILLE, G.V. and CARR, B.T. 1999. *Sensory Evaluation Techniques*, p. 390, 3rd edition. Boca Raton: CRC.

MOOSTER, G. 1980. Membrane transitions in taste receptor cell activation by sodium salts. Kare, M. R., Fregly, M. J., Bernard, R. A. (Eds.). *Biological and behavioural aspects of salt intake*, Academic Press Inc, New York, pp. 275–287.

MOSKOWITZ, H.R. 1970. Ratio scales of sugar sweetness. *Perception and Psychophysics.* 7, 315–320.

MUTAMED, M., AYYASH, F. S. and NAGENDRA P.S. 2013. Effect of partial NaCl substitution with KCl on the texture profile, microstructure, and sensory properties of low-moisture mozzarella cheese. *J. Dairy Res.* 80, 7–13.

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

PINEAU N., CORDELLE S., IMBERT A., ROGEAUX M., SCHLICH P. 2003. Dominance temporelle des sensations. Codage et analyse d'un nouveau type de données sensorielles. In XXXVèmes Journées de Statistiques, Lyon, 777-780.

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

REPS, A., WISNIEWSKA, K. and KUZMICKA, M. 2009. Possibilities of increasing the potassium content of processed cheese spread. *Milchwissenschaft* 64, 176–179.

SACN.(2003). Salt and health. Scientific advisory committee on nutrition. The Stationary Office, Norwich, UK.

SEMAN, D.L., OLSON, D.G., MANDIGO, R.W. 1980. Effect of reduction and partial replacement of sodium on bologna characteristics and acceptability. *J.FoodSci.* 45, 1116–1121.

SOUZA, V.R., PINHEIRO, A.C.M., CARNEIRO, J.D.S., PINTO, S.M., ABREU, L.R. and MENEZES, C.C. 2011. Analysis of various sweeteners in petit Suisse cheese: determination of the ideal and equivalent sweetness. *Journal of Sensory Studies.* 26 339–345.

SOUZA, V.R., MARQUES, T.V., GONCALVES, C.S., CARNEIRO, J.D.S., PINHEIRO, A.C.M. and NUNES, C.A. 2013. Salt equivalence and temporal dominance of sensations of different sodium chloride substitutes in butter. *J. Dairy Res.* 80, 319–325.

YE, Q., HECK, G.L. and DeSIMONE, J.A. 1991. The anion paradox in sodium taste reception: resolution by voltage-clamp studies. *Science*. 254, 726–742.

YE, Q., HECK, G.L. and DeSIMONE, J.A. 1993. Voltage dependence of the rat chorda tympani response to Na⁺ salts: implications for the functional organization of taste receptor cells. *Journal of Neurophysiology*. 70, 167–178.

WEINSIER, R. L. (1976). Overview: salt and the development of essential hypertension. *Preventive Medicine*, 5, 7–14.

WHO /FAO (World Health Organization/Food and Agriculture Organisation) (2003). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. WHO Technical Report Series 916. Geneva, World Health Organization.

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

ARTICLE 2

**SALTING POTENCY AND TIME INTENSITY PROFILE OF
MICROPARTICULATED SODIUM CHLORIDE IN SHOESTRING
POTATOES**

Will be Submitted to APTEITE, being presented according to the rules of
publication of this magazine.

Tassyana Vieira Marques Freire¹, Dieyckson Osvani Freire², Cleiton
Nunes¹, Carla Saraiva Gonçalves¹, Vanessa Rios de Souza³, Ana Carla Marques
Pinheiro*¹

¹Department of Food Science, Federal University of Lavras, 37200-000, Lavras, MG,
Brazil

²Department of Food Science, University of Wisconsin, 53706, Madison, WI, EUA

³Department of Food Science, Federal University of Vales do Jequitinhonha and Mucuri,
39100-000, Diamantina, MG, Brazil

*Corresponding author: Phone: +55 35 3929 1391. Fax: +55 35 3829 1401.

E-mail: anacarlamp@dca.ufla.br (A.C.M. Pinheiro)

ABSTRACT

Sodium chloride is an essential nutrient which has important functions as regulation of extracellular fluid volume and active transport of molecules across cell membranes; however its overuse is related to cardiovascular disease. Given this context, the purpose of this study was to evaluate the effect of the reduction of the sodium chloride particle size on the salting power and time-intensity profile in shoestring potatoes. It can be verified that the required amount of the reduced particle sodium chloride to promote an equivalent salting power of 1.6% unmilled (common) sodium chloride in shoestring potatoes is 0.97%, 0.862%, 0.795% and 0.785% for salt particles with about 97, 37, 30 and 26 μm of mean diameter respectively. Thus, based on these salting potencies, it is possible to reduce about 39, 46%, 50% and 51% of sodium chloride in shoestring potatoes using the mentioned salts respectively. The decrease in the salt particle also results in a faster perception of the maximum saltiness in the shoestring potatoes. So, the reduction of the sodium chloride particle constitute an important alternative to reduce the sodium content in foods, making them healthier and no altering its sensorial characteristics, unlike some sodium chloride substitutes.

Keywords: Sodium chloride. Shoestring potatoes. Particle size. Time-intensity.

INTRODUCTION

Sodium from sodium chloride salt crystals (NaCl) is an essential nutrient, which has important functions as regulation of extracellular fluid volume and active transport of molecules across cell membranes. Its intake is important since it contribute for the mechanism of arterial pressure regulation, the transport of intracellular water, transmission of nervous impulses, muscle contraction, regulation of osmotic pressure and acid-base balance (Kaplan, 2000; Veiga, 2009; Cruz et al. 2011).

The NaCl can be considered the most important of the ingredients for many foods in the food industries since it has low cost and several important properties (Albarracín et al., 2011). The salt plays an important role in flavor enhancing (Rulikowska et al., 2012) due its capacity to influence the enzymatic activity of some enzymes that are responsible for the development of different organoleptic parameters (Albarracín et al. 2011). Moreover, it can mask bitter taste, promote protein bounds and other components in foods for reaching desired texture (Doyle and Glass, 2010) and influence the nutritional value, composition and functionality of the foods (Guo et al., 2011). Salt also plays important roles in food safety as a preservative that eliminates or limits the growth of foodborne pathogens and spoilage organisms, as a direct consequence of reduced water activity (Kremer et al. 2009; Albarracin et al., 2011).

There is evidence that sodium intake in the diet may be critical for a large group of consumers with high blood pressure. Thus, the sodium intake should be limited to reduce the risk of cardiovascular diseases. However, the sodium intake exceeds the nutritional recommendations in most of the countries. Thereby the reduction of sodium in foods can be of great interest from the point of view of public health (Armenteros et al., 2012).

Despite the severity of the problem and the frequent advertisements focusing on public awareness, the reduction of the salt content in processed food means a great challenge due to limitations of sensory characteristics, functional properties and microbiological safety of products (Guinee; O'Kennedy, 2007). Thus, introduction of products with reduced sodium content must be carefully studied so that the performance and taste of the products with sodium reduction be similar to those of conventional foods (Dewitt, 2008).

In general, the most common way to reduce sodium levels in the food industry is the total or partial replacement of sodium chloride with other salts such as potassium chloride, monosodium glutamate, potassium phosphate, among others. However, these salts have a lower salt power than the sodium chloride and tend to leave residual tastes in the mouth of consumers, as a result the consumer rejects the product (Gou et al., 1996; Russunen et al., 2005; Cruz et al., 2011, Souza et al., 2013). On the other hand, it has been reported that the reduction in the salt particle size leads to an increase of its solubility and provides a better grip on the product surface, as well as increases the intensity of salty taste perception (Sa-Uram 2004). Miller and Barringer (2002) verified that smaller salt particles improve its coating efficiency in popcorn. The salt crystal size also impacts upon the delivery rate and perceived saltiness. The smallest crystal size dissolves and diffuses throughout the mouth to the tongue saliva faster than the medium and the largest ones. The smallest crystal size results in the highest maximum saltiness intensity and maximum total saltiness (Rama et al., 2013).

Given this context, the purpose of this study was to evaluate the effect of the reduction of the sodium chloride particle size on the salting power and time-intensity profile in shoestring potatoes.

MATERIALS AND METHODS

Preparation of sodium chloride particles

The salt (NaCl) was powdered in a ceramic balls mill for ten hours. The powdered material was then separated in different size ranges using sieves of 100, 200, 270, 325 mesh (Table 1). In addition, a sample of the unmilled salt also was used in the experiment for comparisons.

Table 1 Samples, sieve size and its corresponding perforation size ranges.

Sample #	Sieve size (mesh)	Perforation size of sieve (μm)
1		unmilled salt
2	100	150
3	200	75
4	270	53
5	325	45

Granulometric analysis of the salt particles

The granulometric analysis of the salts milled and unmilled salts was performed in a Malvern Mastersizer 2000 instrument, which is based on low angle laser light scattering. Ethanol was used as dispersant. The refraction indexes were set in 1.36 for the dispersant and 1.52 for the sample. The sample was added in the dispersant until reaching an obscuration range of 10-30%. The particle size was measured in the range of 0.02-2000 μm . The particle size distribution was presented in a graph of the volume (%) x particle size (μm). The mean of particle size and the particle size below which is 10% and 90% of the sample were obtained by the instrument software.

Sensory analysis

Equivalent salting

To reach the equivalent saltiness for the various milled salt relative to the salt taste of unmilled sodium chloride in shoestring potatoes, sensory evaluations were conducted at various stages. The procedures followed in each stage were based on the work of Souza et al. (2011).

Selection of panelists

25 shoestring potatoes consumers who had available time and no restrictions as to the consumption of the product were recruited. The sequential method proposed by Wald (Amerine et al. 1965) – where a number of tests triangular are applied – was used to select panelists with a good ability to discriminate samples (Meilgaard et al. 1999). In the triangular tests two samples of shoestring potatoes were used with 1% significance difference comparing the salty taste. The samples were: shoestring potatoes with 1.0% sodium chloride and shoestring potatoes with 1.25% sodium chloride. From the defined parameters ($P=0.30$, $p1=0.70$, $\alpha=0.10$ and $\beta=0.10$) the Wald graph was constructed and judges were selected or rejected according to the number of correct tests (Souza et al. 2011). With 8 triangular tests, 15 judges were selected. The selected panelists were college students aged between 18 and 30 years and included 9 females and 6 males.

Training session

The selected panelists were trained to use magnitude scales according to Souza et al. (2011). In the training session the panelists received three samples of shoestring potatoes (0.8, 1.6 and 3.2% sodium chloride), and were asked to determine the potency of this samples with respect to a reference sample (shoestring potatoes with 1.6% sodium chloride). The ideal concentration of 1.6% sodium chloride was determined based on information regarding commercial shoestring potatoes and pretests.

Determination of the equivalent salt

The selected and trained panelists received a reference sample (shoestring potato with the optimal concentration of unmilled sodium chloride, 1.6%) with a potency designated by a saltiness value of 1, followed by several shoestring potatoes samples (with milled salt at different granulometry) that were coded and presented in a balanced manner (Macfie et al. 1989). Then, the panelists were asked to estimate the intensities of the salty taste of the shoestring potatoes samples compared with the reference. To determine the equivalent saltiness of the milled salts relative to unmilled salt, the series of concentrations was used: 0.81, 1.14, 1.60, 2.24 and 3.14 for unmilled salt, and 0.41, 0.58, 0.81, 1.14 and 1.60 for milled salts. The central concentrations of the milled salts were based on pretests. To calculate the concentrations, a factor of 1.6 was used (Cardoso et al. 2004; Marcellini et al. 2005).

For data analysis, the estimated saltiness magnitude values of the unmilled salt were converted into geometric averages and then set to a logarithmic scale. The curves of concentration versus sensory response for each salt corresponded to a power function with the following characteristics: $S = a.C^n$, where S is the sensation perceived, C is the concentration of the stimulus, a

is the antilog of the y value in the intercept and n is the slope (Moskowitz 1970; Lawless and Heymann, 2010).

To calculate the equivalent concentration of each milled salt, the power function for the unmilled salt was used, and in place of C (salt concentration), the value of 1.6% was assigned, which is the ideal saltiness of sodium chloride. Thus, the value of S (sodium chloride saltiness perceived) was mathematically estimated. The S values for sodium chloride were substituted into the other equations (for the milled salts) and then the optimal concentration of each milled salt in reference to the equivalent salt in shoestring potatoes with 1.6% unmilled salt was determined (Souza et al. 2011).

Determination of the potencies

The potency of each milled salt in shoestring potatoes was calculated by the ratio between the ideal concentration of sodium chloride (1.6%) and the equivalent concentration of the sodium chloride substitute in the shoestring potatoes.

Time Intensity Analysis

Panelists received 2 h of training to learn the time-intensity protocol. During this time, they received verbal instructions and practiced time-intensity scaling with salt solutions using the identified protocol, as described by Drake and Drake (2010). On the first signal given by the computer, the panelist took the full amount (5g) of the sample in the mouth and, using the mouse, indicated the intensity of the salty taste. Other signal indicated the end of the test.

In three sessions, the 15 panelists, which were recruited from the panel of the salting equivalence test, were trained to familiarize themselves with the

time-intensity scale and varying salt intensities. Panelists evaluated the salty taste of the shoestring potatoes by means of monadic presentation with three repetitions, using the mouse to record the perceived intensity of salty taste for 30 s. A rinse protocol between samples consisted of rinsing with water, a bit of unsalted cracker and rinsing with water again.

The data acquisition and the data analysis for the time-intensity test were carried out using the program *SensoMaker* (Pineiro et al., 2013).

RESULTS AND DISCUSSION

Salt particle characterization

The dimensions characteristics of the salt particles obtained by milling and sieving were confirmed by low angle laser light scattering. A large decrease in the diameter of the particles was verified after milling process (Table 2). The mean diameter decrease from about 380 μm in commercial (unmilled) salt to about 25 μm in 325 mesh sieved sample. A decrease rate in particle size was more pronounced until the 200 mesh sieving, whereas the reduction rate verified little comparing the 270 and 325 mesh sieving. The reductions in the mean particle size (compared to commercial salt) were of 74.6, 90.4, 92.2 and 93.2 for the sieving at 100, 200, 270 and 325 mesh respectively. The particle size below which is 10% (D10) and 90% (D90) of the sample also presented similar reduction rate. It can be verified that the D90 diameters is close to the perforation size of the sieves (Table 1).

Table 2 Salt sample code and particle size.

Sample	mean diameter (μm)	D10 (μm)	D90 (μm)
1 (unmilled)	383.7	199.9	610.5
2 (100 mesh)	97.3	37.8	183.0
3 (200 mesh)	37.0	13.6	70.5
4 (270 mesh)	29.8	15.1	51.5
5 (325 mesh)	26.1	11.9	45.2

The salt particle size profile (Figure 1) reveals a slight distribution around the mean diameter. It can be verified a small percentage of particles with diameters considerably less than the majority of the particles (below 100 μm for

commercial salt and below 10 μm for milled salts). It is due to the presence of extremely small particles generally formed in the milling processes.

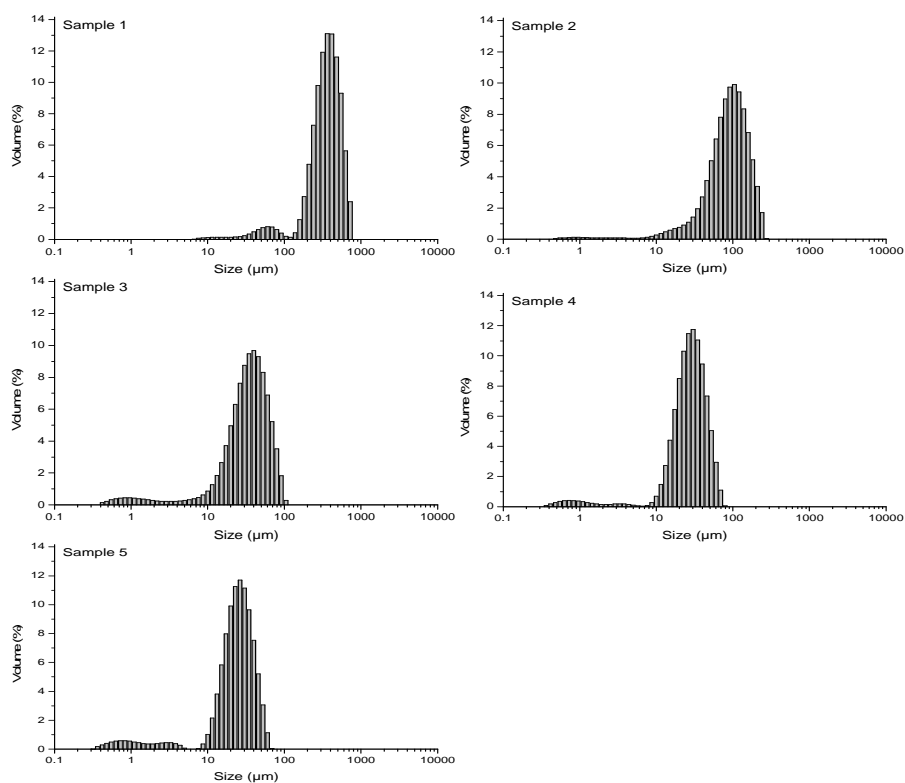


Figure 1 Particle size distribution for commercial (sample 1) and milled salts sieved at 100 (sample 2), 200 (sample 3), 270 (sample 4) and 325 mesh (sample 5).

Equivalent saltiness

Figure 2 shows the relationship between the saltiness intensities and the concentrations of the salts, represented on a logarithmic scale. An increase in the saltiness perception with the decreasing in the salt particle size is verified. The

ordinate intercept (Y-intercept) and slopes of the linear function, linear correlation coefficients and the power functions of each salt are presented in Table 3.

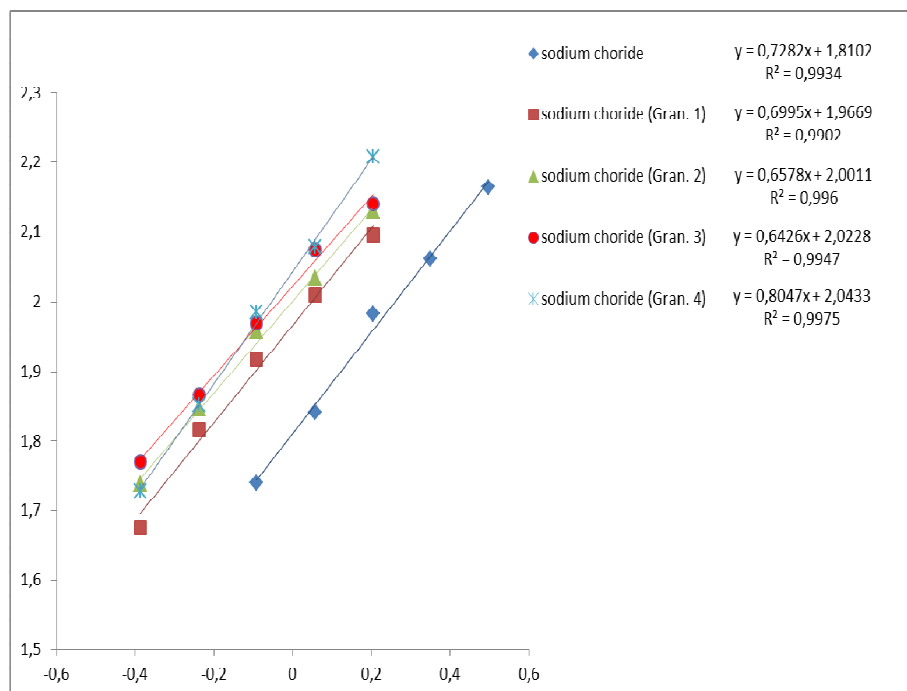


Figure 2 Linearized power function for shoestring potatoes salted with sodium chloride at different granulometry.

From the power functions obtained for unmilled salt and for each milled salt, the equivalent amount of milled salt necessary to provide the same saltiness as 1.6% salt in the shoestring potatoes was calculated; the potency was also calculated (Table 3).

Table 3 Antilog of the y-intercept (a), intercept on the ordinate (n), linear coefficient of determination (R^2) and power function (Power Function) of the results to determine the equivalent saltiness of unmilled sodium chloride in shoestring potatoes.

Sample	A	n	R^2	Power Function	Potency
1	1.8102	0.7282	0.9934	$S=64.5951(1.6)^{1.8102}$ $S=90,957$	-
2	1.9669	0.6995	0.9902	$90.957=92.6616C^{0.6995}$ $C=0,97$	164.9
3	2.0011	0.6578	0.9960	$90.957=100.253C^{0.6578}$ $C=0,862$	185.6
4	2.0228	0.6426	0.9947	$90.957=105.390C^{0.6426}$ $C=0,795$	201.2
5	2.0433	0.8047	0.9975	$90.957=110.484C^{0.8047}$ $C=0,785$	203.8

It can be verified that the required amount of the milled sodium chloride (Sample 2, 3, 4, 5) to promote a equivalent salting power of 1.6% unmilled sodium chloride in shoestring potatoes is 0.97%, 0.862%, 0.795% and 0.785%, respectively. Thus, when the sodium chloride particle is reduced its salting power increase. The salting potencies in shoestring potatoes for the salt particles with about 97, 37, 30 and 26 μm mean diameter were about 165, 186, 201 and 204 % respectively. Thus, based on these salting potencies, it is possible to reduce about 39, 46%, 50% and 51% of sodium chloride in shoestring potatoes using the mentioned salts respectively.

According Margolskee and Smith (2007) it is known that sodium chloride, when in contact with the saliva, dissociates in Na^+ and Cl^- . The Na^+ enters the cell gustatory through ion channels, causing electrical changes in the cells which results in electrical impulses that are sent to the brain to occur then the recognition of the salty taste. Thus, smaller salt particles results in larger surface area, which can improve the efficiency of interaction with the gustatory cells. Rama et al. (2013) evaluated the impact of various salt crystal size fractions (from 106 μm to 710 μm) on the delivery of sodium from sliced fried potato crisps to the oral saliva and observed a significant increase in the sodium concentration with the lowest time during the ingestion of potato crisps. For a

fixed mass of sodium chloride, a reduced particle size will result in an increase in the surface area; this increase in surface area will facilitate a more rapid dissolution of sodium into the saliva (Rama et al., 2013), resulting in a better and more efficient functioning of the taste cell.

Time-intensity analysis

The time-intensity analysis was applied to the shoestring potatoes with 1,6% sodium chloride equivalent concentrations (Table 3), i.e., 1,65% for unmilled salt, 0,97% for sample 2, 0,86% for sample 3, 0,79% for sample 4 and 0,78% for sample 5, in order to confirm the equivalence of salting and to evaluate the behavior of the saltiness in the time for the different salt particle sizes.

The Figure 3 presents the time-intensity curves for the salt at different particle sizes. Overall all samples presented a similar salting profile along the time. The maximum intensities were reached around 10 seconds and the different particle sizes presented similar maximum intensities. However the unmilled salt seems to have taken slightly longer to reach the maximum salting intensity, mainly in relation to the salt with smaller particle (sample 5).

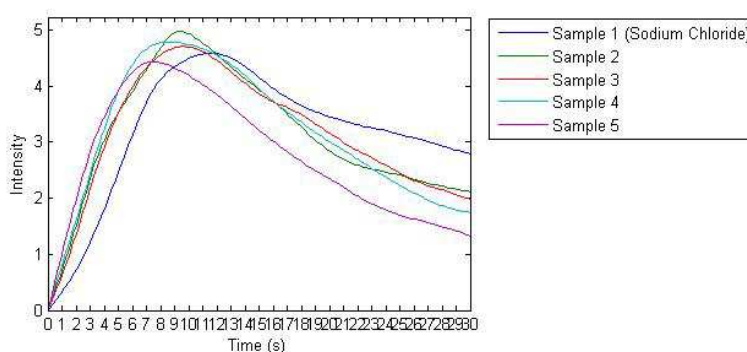


Figure 3 Time-intensity curves for the shoestring potatoes with sodium chloride at different particle sizes.

Quantitative parameters for time-intensity analysis of the shoestring potatoes with sodium chloride at different particle sizes are presented in the Table 4. The maximum intensity (I_{\max}) presented no significant difference among the shoestring potatoes salted with sodium chloride at different particle sizes, confirming that the decrease of salt concentration in respect to the decrease of particle size (Table 3) results in an equivalent salting in the shoestring potatoes. The duration of the maximum intensity (Plateau), the initial ($TD_{5\%}$) and the final ($TD_{90\%}$) time to decrease the salting intensity, and the overall salting perception (Area) had no significant differences, corroborating again the reached potencies.

On the other hand the time to initiate the perception of the salting ($TI_{5\%}$) and to achieve the maximum intensity ($TI_{90\%}$) increased with the decrease of the particle size, but it is equivalent for the two smaller particles, probably due to its similar particle sizes.

Table 4 Quantitative parameters for time-intensity analysis of the shoestring potatoes with sodium chloride at different particle sizes.

Samples	I_{\max}	$TI_{5\%}$ (s)	$TD_{5\%}$ (s)	$TI_{90\%}$ (s)	$TD_{90\%}$ (s)	Plateau _{90%} (s)	Area
1	4.43	0.90 ^a	30	7.80 ^a	14.70	6.90	93.41
2	4.73	0.60 ^{ab}	30	7.20 ^{ab}	13.20	6.00	93.89
3	4.70	0.60 ^{ab}	30	6.90 ^{ab}	13.00	6.10	94.72
4	4.79	0.30 ^b	30	6.00 ^{ab}	13.20	7.20	95.21
5	4.43	0.30 ^b	30	5.40 ^b	11.10	5.70	82.72

Means with common letters in the same column indicate that there is not a significant difference between samples ($p \leq 0.05$) from Tukey's mean test.

I_{\max} - maximum intensity; $TI_{5\%}$ - time when intensity is 5% of I_{\max} at increasing part of the curve; $TD_{5\%}$ - time when intensity is 5% of I_{\max} at decreasing part of the curve; $TI_{90\%}$ - time when intensity is 90% of I_{\max} at increasing part of the curve; $TD_{90\%}$ - time when intensity is 90% of I_{\max} at decreasing part of the curve; Plateau_{90%} - time interval which the intensity is $\geq 90\%$ of I_{\max} ; Area - area under the curve.

CONCLUSION

The reduction of the sodium chloride particles results in an increase of its salting potency in shoestring potatoes. Thus, it is possible to use a less amount of microparticulated salt to achieve a salting equivalent to the unmilled (common) salt. The decrease in the salt particle also results in a faster perception of the maximum saltiness in the shoestring potatoes. With a reduction of the salt concentration it is possible to achieve a considerable reduction in sodium content in shoestring potatoes. So, the reduction of the sodium chloride particle constitute an important alternative to reduce the sodium content in foods, making them healthier and no altering its sensorial characteristics, unlike some sodium chloride substitutes.

REFERENCIAS

Albarracín, W., Sánchez, I.C., Grau, R. eBarat, J. M. (2011). Salt in food processing; usage and reduction: a review. *Int. J. Food Sci. Technol.* *46*, 1329–1336.

Amerine, M.A, Pangborn R.M., Roessler E.B.(1965).Principles of sensory evaluation of food. New York: Academic Press

Armenteros, M., Aristoy, M.C., Barat, J.M. eToldrá, F. (2012). Biochemical and sensory changes in dry-cured ham salted with partial replacements of NaCl by other chloride salts. *MeatSci.* *90*, 361-367.

ANVISA (2010). Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. Informe Técnico n. 42/2010: Perfil Nutricional dos Alimentos Processados.Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/657e1c00474594e79c85dc3fbc4c6735/Perfil+Nutricional.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em 25 fev. 2013.

Brazil (2011) Ministry of Health. www.saude.gov.br/

Cardoso, J.M.P., Battochio, J.R. eCardello, H.M.A.B. (2004) Equi-sweetness and sweetening power of sweetening agents in differents different temperatures of consumption of tea drink soluble in power.*Ciência e Tecnologia de Alimentos.* *24*, 448–452

Cruz, A. G., Faria, J. A. F., Cadena, R. S., Bolini, H. M. A., Celeghini, R. M. S., Pollonio, M. A. R., et al. (2011). Effect of sodium reduction on the physicochemical characteristics and sensory acceptance of Minas fresh cheese. *Journal of Dairy Science.*

Cruz, A.G., Faria, J.A.F., Pollonio, M.A.R., Bolini, H.M.A., Celeghini, R.M.S., Granato, D. and Shah, N. (2011). Cheeses with reduced sodium content: Effects on functionality, public health benefits and sensory properties. *Trends Food Sci. Technol.* *22*, 276-291.

Dewitt, M. C. A. (2008). Processing and ingredients: Sodium reduction. In: Reciprocal meat Conference, Gainesville: Proceedings of the American Meat Science Association.v.61, Florida, 1-5.

Drake, S.L. eDrake, M.A. (2010).Comparison of Salty Taste and Time Intensity of Sea and Land Salts from Around The World. *J. Sensory Studies* 26, 25–34.

Floury, J.; Rouaud, O.; LePoullennec, M.; Famelart, M. H. (2009).Reducing salt level in food: Part 2: modelling salt diffusion in model cheese systems with regards to their composition. *LWT - Food Science and Technology*, 24, 10, 1621-1628.

Formaker, B.K. eHil,l D.L. (1988). An analysis of residual NaCl taste response after amiloride.*American Physiological Society*, 255, 1002–1007.

Guinee, T. P., O’Kennedy, B. T. (2007). Mechanisms of taste perception and physiological controls. In: Guinee, T.P.; O’Kennedy, B. T. *Reducing salt in foods: Practical strategies*, 246-287.

Gou, P.; Guerrero, L.; Gelabert, J.;Arnau, J. (1996). Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride substitutes in fermented sausages and in dry-cured pork loin. *Meat Science*, 42, 1, 37-48,.

Guo, L., Hekken, D.L.V., Tomasula, P.M., Shieh, J.e Tunic, M.H. (2011).Effect of salton the chemical, functional, and rheological properties of QuesoFrescoduringstorage.*International Dairy Journal*, 21352–357.

Kaplan, N. M. (2000). The dietary guideline for sodium: should we shake it up? *American Journal of Clinical Nutrition*, 71(5), 1020e1026.

Kremer, S., Mojet, J.eShimojo, R. (2009). Salt reduction in foods using naturally brewed soy sauce.*Journal of Food Science*, 74, S255–S262.

Lawless, H. T.; Heymann, H. Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices. 2 Ed., Springer, 2010.

Macfie, H.J., Bratchell, N., Greenhoff, K. eVallis, L.V. (1989). Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. *J. Sensory Studies*, 4, 129–148.

Marcellini, P.S., Chainho, T.F. eBolin, i H.M.A. (2005) Ideal sweetness and acceptance analysis of pineapple juice concentrate reconstituted sweetened with sucrose and different sweeteners. *Food Nutrition*. 16. 177–182

Margolskee, R. F.; Smith, D. V. (2007). Os segredos do sabor. *Revista Scientific American. Brasil. A ciência na cozinha 2*, Sao Paulo, Duetto Editorial.

Mattes, R.D. (2001). The taste of fat elevates postprandial triacylglycerol. *Physiological Behavior*, 74, 343–348.

Mccaughy, S. (2007) Mechanisms of taste perception and physiological controls. In *Reducing Salt in Foods: Practical Strategies*, 77–98 (EdsGuinee T.P. eO’Kennedy B.T.). Boca Raton, LA, USA: CRC Press

Meilgaard, M., Civille, G.V. eCarr, B.T. (1999). *Sensory Evaluation Techniques*, 3rd Ed., CRC Press, New York, NY.

Miller, M.J. and Barringer, S.A. (2002). Effect of Sodium Chloride Particle Size and Shape on Nonelectrostatic and Electrostatic Coating of Popcorn. *Journal of Food Science*. 67, 1, 198-201.

Moskowitz, H.R. (1970). Ratio scales of sugar sweetness. *Perception and Psychophysics*. 7, 315–320.

Nunes, C. A.; Pinheiro, A. C. M. (2013). *SensoMaker*, version 1.7. UFLA, Lavras.

Pinheiro, A. C. M.; Nunes, C. A.; Viotoris, V. SensoMaker: a tool for sensorial characterization of food products. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v. 37, p. 199-201, 2013.

Rulikowska, A., Kilcawley, K.N., Doolan, I.A., Alonso-Gomez, M., Nongonierma, A.B., Hannon, J.A. e Wilkinson, M.G. (2013). The impact of reduced sodium chloride content on Cheddar cheese quality. *International Dairy Journal*, 28, 45–55.

Russunen, M.; Puolanne, E. (2005). Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*, 70, 531–541.

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

Sarno, F., Claro, R. M., Levy, R. B., Bandoni, D. H., Ferreira, S. R. G., Monteiro, C. A. (2009). Estimativa do consumo de sódio pela população brasileira, 2002-2003. *Revista de Saúde Pública*, 43, 2, 219-225.

Souza, V.R., Marques, T.V., Goncalves, C.S., Carneiro, J.D.S., Pinheiro, A.C.M. and Nunes, C.A. (2013). Salt equivalence and temporal dominance of sensations of different sodium chloride substitutes in butter. *J. Dairy Res.* 80, 319–325.

Souza, V. R.; Pinheiro, A. C. M.; Carneiro, J. D. S.; Pinto, S. M.; Abreu, L. R.; Menezes, C. C., (2011). Analysis of various sweeteners in petit Suisse cheese: Determination of the ideal and equivalent sweetness. *Journal of Sensory Studies*, 26, 5, 339-345.

Viegas, C. (2009). Consumo de sal numa escola de hotelaria. *Segurança e Qualidade Alimentar*, 6, 34-38.

Ye, Q., Heck, G.L. eDeSimone, J.A. (1991). The anion paradox in sodium taste reception: resolution by voltage-clamp studies. *Science*, 254, 726–742.

Ye, Q., Heck, G.L. eDeSimone, J.A. (1993). Voltage dependence of the rat chorda tympani response to Na⁺ salts: implications for the functional organization of taste receptor cells. *Journal of Neurophysiology*, 70, 167–178.

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