



DANIELA MARIA RODRIGUES

**MISTURA DE SAIS MICROPARTICULADOS:
UMA ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DE
SÓDIO EM BATATA PALHA**

**LAVRAS - MG
2015**

DANIELA MARIA RODRIGUES

**MISTURA DE SAIS MICROPARTICULADOS: UMA ALTERNATIVA
PARA REDUÇÃO DE SÓDIO EM BATATA PALHA**

Dissertação apresentada á 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 obtenção do título de Mestre.

Orientadora:

Ana Carla Marques Pinheiro

Coorientadora:

Vanessa Rios de Souza

**LAVRAS-MG
2015**

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

Rodrigues, Daniela Maria.

Mistura de Sais Microparticulados: Uma Alternativa Para
Redução de Sódio Em Batata Palha / Daniela Maria Rodrigues. –
Lavras : UFLA, 2015.

83 p.

Dissertação (mestrado acadêmico)–Universidade Federal de
Lavras, 2015.

Orientador(a): Ana Carla Marques Pinheiro.

Bibliografia.

1. substitutos de sal. 2. partícula reduzida. 3. sódio. 4.
dominância temporal das sensações. 5. tempo-intensidade. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

DANIELA MARIA RODRIGUES

**MISTURA DE SAIS MICROPARTICULADOS: UMA ALTERNATIVA
PARA REDUÇÃO DE SÓDIO EM BATATA PALHA**

Dissertação apresentada á 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 obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 25 de Fevereiro de 2015

Dr. João de Deus Souza Carneiro UFLA

Dra. Camila Carvalho Menezes UFOP

Dra. Ana Carla Marques Pinheiro

Orientadora

**LAVRAS-MG
2015**

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a DEUS por ter estado presente em minha vida, sempre me protegendo, e me guiando nos momentos mais difíceis sem me permitir desistir, pois sei que sem o SENHOR as minhas conquistas não seriam possíveis.

Aos meus pais que devo não somente a vida, mas também o resultado da pessoa que me tornei, agradeço também pelo apoio, incentivo, paciência e por sempre estarem ao meu lado.

Ao meu namorado Tulio pela compreensão, apoio e todo o carinho e amor.

Á orientadora Ana Carla pela orientação, amizade, carinho, confiança e por ter me acolhido em sua equipe, possibilitando a minha formação na vida acadêmica, e espelhar-se no seu exemplo como pessoa e profissional.

Á professora Vanessa Rios de Souza minha co-orientadora, sempre disposta a colaborar, não mede esforços em nos ajudar, pela amizade, atenção, ensinamentos e dedicação á concretização deste trabalho.

Ao professor Cleiton Antônio Nunes pela grande colaboração, disponibilidade e ensinamentos.

Ao professor João de Deus Souza Carneiro, pela amizade, atenção, convívio, ensinamentos e sugestões.

Á Juliana e Marisa pela amizade, atenção e grande auxílio nas análises sensoriais.

Á laboratorista do Laboratório de Análise Sensorial, Cidinha, pela amizade, atenção e apoio.

Aos meus provadores de batata palha, pela valiosa colaboração, disponibilidade, paciência e tempo dedicados ao meu trabalho, sem os quais nada seria possível.

Aos amigos do Departamento Ciência dos Alimentos, em especial os da pós-graduação Rafaela, Taisa, Jéssica, Thayana, Carla, João Renato, Francemir, pela amizade, convivência, conhecimentos compartilhados, troca de experiências.

A todos os funcionários do Departamento de Ciência dos Alimentos, em especial Tina, Creusa, Lucilene, pela convivência e boa vontade em auxiliar e ensinar

À Raquel e Nathane pela força, grande amizade e convivência em todos estes anos de caminhada pela Ufla, exemplos de verdadeira amizade.

Às amigas de casa, em especial Nayane, Juliana e Monique, pelo incentivo, amizade, convivência e apoio, pessoas que jamais serão esquecidas.

À Nacional Grafite Ltda, em especial ao Ueverson, pela atenção e disponibilidade em ajudar nas análises necessárias para este trabalho.

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.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram e torceram pela realização desta etapa, meu muito obrigada por tudo!

RESUMO

A ingestão em excesso de sódio é o principal agente de doenças cardiovasculares, principalmente a hipertensão arterial, grande problema no mundo todo. Embora o consumo de sódio pela população dependa de diversos fatores, a maior porcentagem são advindos de alimentos industrializados e por isso várias estratégias foram adotadas no sentido de diminuir o teor de sal de tais produtos. Por outro lado, para agradar ao consumidor e manter suas preferências, o desafio é buscar reduzir o teor de sódio sem afetar a qualidade organoléptica. Este trabalho buscou aliar duas estratégias para a redução de sódio: o uso de substitutos e redução da partícula de sais, almejando reduzir ainda mais o teor de sódio. Desta forma, o objetivo foi determinar a equivalência e a potência de salga de mistura de sais (cloreto de sódio, cloreto de potássio e glutamato monossódico) em tamanhos de partículas reduzidas destes sais em batata palha. O método de escala de magnitude foi utilizado para encontrar a equivalência de salga de mistura de sais em tamanhos de partículas reduzidas (90% das quais estavam menores que 193,4; 117,07; 88,18 e 59,6 μm , respectivamente) em relação ao ideal de sal (1,6% de cloreto de sódio), as quais devem ser adicionadas em batata palha em concentrações de 0,93; 0,85; 0,83 e 0,79%, respectivamente. Posteriormente uma análise de dominância temporal das sensações foi executada para avaliar o perfil sensorial destas misturas de sais na batata palha e a análise de tempo-intensidade para avaliar a intensidade de gosto salgado. Com isso, a mistura de sais com granulometria de 117,07 μm foi considerada a mistura de sais que conseguiu atingir os propósitos deste estudo sem alterar as características sensoriais da batata palha e reduzindo 68,75% de sódio, podendo ser uma alternativa viável para redução de sódio em batata palha.

Palavras-chaves: sódio, substitutos, escala de magnitude, redução de partículas de sal, intensificadores de sabor.

ABSTRACT

Excess in sodium intake is the main cause of cardiovascular diseases, especially hypertension, a major health problem worldwide. Although several factors influence the sodium intake by the population, processed food are the main source of this mineral. Thus, several strategies have been adopted in order to reduce the salt content of such products. On the other hand, to please the consumer and maintain your preferences, reduction in sodium content without affecting the organoleptic quality of the product is a challenge. This study aimed to combine two strategies to reduce sodium content: the use of substitutes and reduction of the salt particles, aiming to further reduce the sodium content. Thus, the objective was to determine the equivalence and salting potency of salts mixture (sodium chloride, potassium chloride, and monosodium glutamate) with reduced particles sizes of these salts in shoestring potatoes. The magnitude scale method was used to find the salting equivalence of the salts mixture of reduced particle size (90% of which were smaller than 193.4; 117.07; 88.18 e 59.6 μm , respectively based on the ideal salt value (1.6% of sodium chloride) which should be added to the shoestring potatoes at concentrations of 0.93; 0.85; 0.83 e 0.79% respectively. Then, a temporal dominance of sensations analysis was performed to evaluate the sensory profile of these salts mixtures in shoestring potatoes, followed by the time-intensity analysis to assess the intensity of salty taste. The salts mixture with particles size of 117.07 μm was considered the one, which achieved the purposes of this study, without changing the sensory characteristics of the product and reducing 68.75% sodium. Thus, it can be considered a viable alternative for reducing sodium in shoestring potatoes.

Keywords: sodium, substitutes, magnitude scale, reducing salt particles, flavor enhancers.

LISTA DE FIGURAS

PRIMEIRA PARTE

- Figura 1 Perfil dos gostos de cloreto de sódio e cloreto de potássio..... 25
Figura 2 Intensidade da percepção de salga de diferentes sais..... 32

SEGUNDA PARTE – ARTIGO

- Figura 1 TAMANHOS DE PARTÍCULAS DE SAL COMUM (AMOSTRA1)E MISTURA DE SAIS NÃO MOÍDA (AMOSTRA 2) E MOIDAS SEPARADAS POR PENEIRAS DE MALHAS 100 (AMOSTRA 3), 200 (AMOSTRA 4), 270 (AMOSTRA 5) E 325 (AMOSTRA 6)..... 64
- Figura 2 FUNÇÃO DE POTÊNCIA LINEARIZADA PARA A BATATA PALHA SALGADA COM CLORETO DE SÓDIO E MISTURA DE SAIS EM DIFERENTES GRANULOMETRIAS..... 66
- Figura 3 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA PARA O TDS DE BATATA PALHA SALGADAS COM AMOSTRA 1 (CLORETO DE SÓDIO)..... 68
- Figura 4 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA PARA O TDS DE BATATA PALHA SALGADAS COM AMOSTRA 2 (MISTURA DE SAIS SEM MOER)..... 69
- Figura 5 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA PARA O TDS DE BATATA PALHA SALGADAS COM AMOSTRA 3 (MISTURA DE SAIS À 193,45 μm)..... 69
- Figura 6 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA PARA O TDS DE BATATA PALHA SALGADAS COM AMOSTRA 4 (MISTURA DE SAIS À 117,07 μm)..... 70
- Figura 7 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA PARA O TDS DE BATATA PALHA SALGADAS COM AMOSTRA 5 (MISTURA DE SAIS À 88,18 μm)..... 70
- Figura 8 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA PARA O TDS DE BATATA PALHA SALGADAS COM AMOSTRA 6 (MISTURA DE SAIS À 59,67 μm)..... 71

Figura 9	CURVAS DE TEMPO-INTENSIDADE PARA BATATA PALHA COM CLORETO DE SÓDIO E MISTURA DE SAIS EM DIFERENTES TAMANHOS DE PARTÍCULAS.....	73
----------	---	----

LISTA DE TABELAS

PRIMEIRA PARTE

Tabela 1	Ácido Glutâmico Livre em Alimentos.....	28
----------	---	----

SEGUNDA PARTE - ARTIGO

Tabela 1	Concentrações das amostras de cloreto de sódio e mistura de sais para análise de equivalência de salga.....	59
Tabela 2	Granulometrias de amostras de sal comum e misturas de sais em partículas reduzidas.....	65
Tabela 3	Antilog do intercepto-y (a), intercepto na ordenada (n), coeficiente linear de determinação (R^2) e função de potência (Power function) dos resultados para determinação da salinidade equivalente do mix de sais em diferentes granulometrias, em relação ao cloreto 1,6% em batata palha.....	67
Tabela 4	Médias dos parâmetros de tempo-intensidade para o gosto salgado.....	74
Tabela 5	Comparação do teor de sódio em amostras com redução de sódio em batata palha.....	78

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1	NaCl e suas Implicações na Indústria de Alimentos e na Saúde	16
2.2	Alternativas de Redução de Sódio.....	20
2.2.1	Substitutos.....	21
2.2.1.1	KCl.....	23
2.2.2	Intensificadores de Sabor.....	26
2.2.2.1	Glutamato Monossódico.....	27
2.2.3	Alterações na Morfologia da Partícula de Sal	30
2.2.4	Redução Gradativa de Sal	33
2.2.5	Uso de Aromas	34
2.2.6	Uso de Especiarias	35
2.2.7	Encapsulação de Sal em Emulsões	36
2.3	Análise Sensorial e a Redução de Sódio	37
2.4	Batata Palha.....	39
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
	REFERÊNCIAS	42
	SEGUNDA PARTE - ARTIGO	50
	ARTIGO - Mistura de Sais Microparticulados: Uma Alternativa Para Redução de Sódio Em Batata Palha.....	51

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

A principal fonte de sódio nos alimentos é o sal comum ou cloreto de sódio que além de proporcionar salinidade e melhorar o sabor nos alimentos, ainda contribui para a sua conservação, reduzindo a atividade de água e limitando o crescimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos. Também influencia algumas reações enzimáticas para desenvolvimento de diferentes parâmetros organolépticos e ainda atua no controle de proteínas para o desenvolvimento de texturas. No organismo humano, sabemos que o sal é um importante regulador osmótico do líquido extracelular, bem como o volume de plasma sanguíneo, além de várias outras funções (HEIDOLPH et al., 2011).

Nos últimos tempos, a redução de sal tem atraído muito atenção da população, em decorrência de problemas de saúde globais relacionados ao consumo de sal. O consumo excessivo de sódio provoca doenças cardiovasculares como hipertensão arterial e pode desencadear outras complicações como o Acidente Vascular Cerebral (AVC), problemas renais e até cancer. Por isso a Organização Mundial da Saúde recomendou a ingestão diária de no máximo 5 g por dia de sal para controlar esta adversidade (WHO, 2007). No entanto, somente no Brasil, o consumo atual de sal chega a 12g por dia, mais que o dobro recomendado.

Em estudos de intervenção em população base mostraram que quando o consumo de sal foi diminuído com sucesso, houve redução da pressão arterial desta população (HE; MACGREGOR, 2010). Além disso, uma dieta com baixo sal, a partir da infância, pode muito bem diminuir o aumento consecutivo da pressão arterial com o passar da idade, o que tem grandes implicações para a saúde pública na prevenção do desenvolvimento de hipertensão e doenças cardiovasculares na vida adulta.

Em virtude dos problemas causados pelo alto consumo de sal, a OMS decretou aos fabricantes de alimentos para reduzir o teor de sódio nos produtos alimentícios (WHO, 2007). E como resultado, muitos países em todo o mundo começaram a tomar medidas para reduzir a ingestão de sódio de suas populações. No Brasil um acordo de cooperação entre o Ministério da Saúde e a Associação das Indústrias da Alimentação (Abia) para monitoramento do uso de sódio em alimentos industrializados vários para resolver este problema, sendo que foi iniciado em 2007. Entre 2011 e 2013, este acordo foi ampliado buscando atingir mais produtos, como carneos e laticínios. E ainda, a meta global do acordo passa a ser retirar 28 mil toneladas de sódio até 2020 (BRASIL, 2013).

Sabe-se que a maioria do sal que consumimos vem de alimentos processados, e apesar de a quantidade de sódio estar estabelecido na tabela nutricional dos produtos, muitos consumidores sequer buscam o conhecimento de seu consumo de sal através da mesma. Por isso, o papel da indústria é tão importante para a prevenção das doenças cardiovasculares relacionada ao consumo de sal, na medida em que ela pode reformular os seus produtos e ofertar mais alimentos saudáveis, favoráveis á saúde do consumidor. Aliado a isto, as ações de prevenção para o menor consumo de sódio representa um melhor custo-benefício para os governos, já que o gasto com tratamento de doenças cardiovasculares, especificamente a hipertensão, somam valores exorbitantes.

Por outro lado, uma diminuição no conteúdo de sal pode reduzir a aceitação global de um gênero alimentício, devido á importância do gosto salgado para a composição do sabor dos alimentos, o que poderia resultar numa diminuição de interesse e um impacto econômico negativo, pois os consumidores esperam que os produtos com sal reduzido apresente a mesma aparência e sabor do produto convencional. Sendo assim, a redução do teor de sal sem qualquer diminuição de aceitabilidade é o principal desafio na reformulação dos alimentos. Várias estratégias para reduzir o teor de sódio estão sendo estudadas, como o uso de substitutos, uso de aromas, redução da partícula de sal, redução gradativa de sal, uso de ervas e especiarias, entre outras. A

solução do problema necessita da combinação de diferentes tecnologias, no intuito de otimizar o perfil sensorial dos alimentos com menos sódio.

Levando-se em conta a preservação das características sensoriais do produto, a redução da partícula de uma mistura de sais para aumentar a percepção de gosto salgado e reduzir sódio é uma alternativa promissora não só para os consumidores, mas também para a indústria de alimentos que necessita de soluções urgentes que garantam produtos mais saudáveis. Somando-se a isto, o uso de substitutos de cloreto de sódio, já muito difundido, também é um método vantajoso, no entanto, o objetivo das pesquisas atuais é a busca por eliminar o gosto amargo de determinados sais substitutos, utilizando outro composto que os mascaram, como exemplo extratos de levedura (LEATHERHEAD FOOD RESEARCH, 2012).

Desta forma, as ferramentas da análise sensorial mostram-se de extrema importância, uma vez que determina as características sensoriais do produto como atributos relacionados à aparência, ao aroma, sabor e textura que incidem e definem a aceitação do produto por parte do consumidor.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 NaCl e suas implicações na indústria de alimentos e na saúde

O sal desempenha um papel fundamental na qualidade e propriedades dos alimentos, além de proporcionar sabor e preservar os alimentos, ele possui várias outras funções envolvidas no processamento alimentícios (PANOUILLE et al., 2011).

Nos queijos, o sal está envolvido no controle da maturação, da umidade e mudanças físicas que influencia a textura (GUINEE, 2004). Nas carnes, promove o aumento da hidratação e capacidade de retenção de água em carnes processadas e aumento da ligação de componentes proteicos (TRIKI et al., 2013), além disso em carnes curadas, o sal juntamente com o nitrito, são conservantes críticos para a inibição de *Clostridium botulinum*. Em pães, o sal controla a taxa de fermentação das leveduras, além de afetar as propriedades do glúten, que resulta em uma massa mais fácil de manusear, menos pegajosa. Já em vegetais enlatados, é importante para a textura de tais alimentos, além de proporcionar condições para uma fermentação desejável (ALBARRACÍN et al., 2011; HEIDOLPH et al., 2011). Em lanches tipo snacks, possui funções como auxiliar o processo de fabricação, gerando estrutura e cor em lanches processados (MILLER; BARRINGER, 2002). Além disso, o sal possui uma história rica como conservante, especiaria e realçador de sabor (JENSEN et al., 2008). Como conservante, atua reduzindo a atividade da água de alimentação, que por sua vez, a capacidade de reduzir valores de atividade de água (A_w) em alimentos, retarda ou mesmo interrompe processos microbianos vitais. Concentrações elevadas de sal fazem com que ocorra alterações no metabolismo celular devido ao seu efeito osmótico, que atinge os microorganismos em diferentes concentrações (ALBARRACÍN et al., 2011; HEIDOLPH et al., 2011). Por outro lado, a capacidade para melhorar o sabor dos alimentos é universalmente apreciada, como exemplo, o sal é conhecido por diminuir a amargura e potencializar a doçura. Desta forma, o sal é habitualmente adicionado aos alimentos processados (JENSEN et al., 2008).

No organismo, o sódio é essencial para o seu funcionamento normal. Juntamente com o potássio exercem um papel determinante na osmoregulação do volume do fluido extracelular e assim são responsáveis pela manutenção do volume do plasma. Em conjunto com o potássio, o sódio é fundamental no transporte de nutrientes através das membranas celulares e ainda manter o equilíbrio de água no interior do corpo. Além disso, mantém o equilíbrio ácido-base, a transmissão neural, função renal, débito cardíaco e contração miocítica (INSTITUTE OF MEDICINE, 2004). O trabalho em conjunto de sódio e potássio permite o estabelecimento de gradientes através das membranas da parede celular, que cria gradientes elétricos, que por sua vez são conhecidos como a "bomba" de Na^+ / K^+ . Este gradiente ou membrana potencial de ação eléctrica permite contrações musculares e comunicação via nervos ou neurônios (HEIDOLPH et al., 2011).

Apesar de todos estes benefícios, o consumo em excesso de cloreto de sódio, pode levar a efeitos prejudiciais sobre o sistema circulatório, tais como hipertensão arterial, bem como alterações renais, retenção de água, e úlceras gástricas (HE; MACGREGOR, 2010). De acordo com estudos (HE; MACGREGOR, 2007; PFLAUM et al., 2013) a hipertensão arterial é um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Além disso, outras patologias estão associadas ao alto consumo de sódio como o acidente vascular cerebral (AVC), insuficiência cardíacos, cálculos renais, má formação dos ossos e obesidade. Embora outros fatores como um baixo consumo de frutas e vegetais a obesidade, o excesso do consumo de álcool e falta de exercícios físicos contribua para o desenvolvimento de alta pressão arterial, a evidência é muito maior para o excesso de sal do que para os demais fatores (HE; MACGREGOR, 2010).

A relação entre a ingestão de sódio e pressão arterial é tão clara, que um grande estudo internacional realizado em 52 países (INTERSALT) foi desenvolvido a partir da quantificação da excreção de sódio e potássio na urina e medição da pressão arterial. O estudo mostrou que a maioria das comunidades avaliadas possuíam uma média de consumo de sal entre 6 e 12 g/dia, e que o aumento da pressão arterial tem uma relação positiva com a ingestão de sódio.

Sendo assim, a preocupação se faz necessária, pois o consumo médio de sal na maioria dos países ao redor do mundo está bem acima do considerado ideal, ou seja, cerca de 9 a 12 g/dia (HE; MACGREGOR, 2010), enquanto que a OMS recomenda um consumo de no máximo 5g por dia, sendo quase metade da quantidade consumida. Tendo em vista que o sal compreende 40% de sódio e 60% de cloreto, sendo que 2,5 g de sal contém 1g de sódio (LEATHERHEAD FOOD RESEARCH, 2012) sendo assim, ele é a principal fonte de sódio na dieta, quase 90%, (LIEM; MIREMADI; KEAST, 2011). Segundo a OMS, somente nos países ocidentais, cerca de 75% do sódio na dieta vem de alimentos processados e alimentos consumidos fora de casa, ou seja, bares, restaurantes e lanchonetes (WHO, 2007).

Diante dos estudos apresentados por vários autores a fim de reduzir os riscos de hipertensão e, conseqüentemente, despesas com saúde pública, muitas organizações de saúde de vários países têm incentivado as indústrias de alimentos a reduzir o teor de sódio nos alimentos processados, além de campanhas para a população estimulando ao menor uso do sal. As principais ações populacionais de redução de sódio no mundo foram realizadas no Japão, Reino Unido e Finlândia e, entre os âmbitos destas ações estão a redução de sódio em produtos processados, o que denota o padrão alimentar das populações de muitos países desenvolvidos (NILSON; JAIME; RESENDE, 2012). No Brasil, as iniciativas são principalmente relacionadas á realização de ações educativas e informativas para profissionais de saúde, manipuladores e fabricantes de alimentos e população e também na reformulação dos alimentos processados. Para isto, uma parceria entre o Ministério da Saúde e fabricantes de alimentos foi estabelecida na forma de acordos de cooperação, os quais preveem a redução de sódio nos produtos industrializados até 2020. Alguns avanços já foram obtidos, como a redução de 1.295 toneladas de sódio em um ano (2013 para 2014) em três produtos: pão de forma, bisnaguinha e macarrão instantâneo (BRASIL, 2014).

Estimativas mostram que há fortes evidências para a relação custo-benefício das estratégias de redução de sódio (ASARIA et al., 2007; NEAL; YANG; LI, 2006). Somente as doenças cardiovasculares respondem por 11% do

total das despesas de saúde em todo o mundo (AIHW, 2006) . Em 2004, os custos diretos e indiretos com doenças cardiovasculares no território americano foram estimados em cerca de 368,4 milhões de dólares. No Brasil, apesar da dificuldade de avaliar os custos relacionados as doenças cardiovasculares pois não há um controle, estima-se que esse gasto seja de 500 milhões de reais no Sistema Único de Saúde – SUS (TEICH; ARAUJO, 2011).

De acordo com Dickinson e Havas (2007), a diminuição de 1,3 g na quantidade de sódio consumido por dia, entre as populações de idade entre 25 á 55 anos de idade, pode gerar redução na prevalência de hipertensão em 20% e redução estimada da pressão arterial sistólica de 5 mmHg. Conseqüentemente, reduzindo a mortalidade em 14% provocadas por AVC, 19% por doença coronariana, salvando assim 150.000 vidas em todo o mundo.

Apesar das mensagens de saúde pública de incentivo à adoção de práticas alimentares saudáveis, a conscientização da redução de sal na dieta e mesmo a consciência por parte das pessoas sobre os riscos sobre a saúde, a mudança de comportamento real ainda é limitada. Isso pode ser devido à “invisibilidade” dos efeitos do sal sobre a saúde no momento presente, mas que podem ocorrer mais tardiamente, quando os problemas de saúde associados, tais como pressão arterial elevada, tendem a ser diagnosticados (KENTEN; BOULAY; ROWE, 2013).

Embora haja anseio para redução de sal nos alimentos por parte das indústrias, esta redução muitas vezes é um grande desafio para a qualidade sensorial e segurança alimentar dos produtos alimentares processados. Diversas estratégias tem sido aplicadas para reduzir o NaCl em diferentes alimentos, entretanto, muitas vezes sem chances de sucesso devido a redução de sódio obter efeitos adversos sobre a percepção do sabor (KEAST; DALTON; BRESLIN, 2004; LIEM; MIREMADI; KEAST, 2011). Estudos mostram que tentativas anteriores para manter o gosto de cloreto de sódio desejado, não excedendo as recomendações nutricionais de sódio na dieta falharam simplesmente por eliminar o problema de se evitar a ingestão excessiva de sódio, mas não mantiveram o gosto aceitável. Uma vez que o sal aumenta um sabor desejado, uma diminuição no teor de sal ou sódio geralmente requer uma fortificação no

sabor, tipicamente feito com substitutos de gosto salgado, no entanto, nenhum substituto foi encontrado tão eficiente como o sal (JENSEN et al., 2008).

2.2 Alternativas de Redução de Sódio

A contínua ação de governos, profissionais de saúde e comerciantes para reduzir o teor de sal nos produtos alimentícios, levou a um aumento tanto no desenvolvimento de ingredientes substitutos de sal e métodos inovadores para ajudar a diminuir a quantidade de sal consumido pelos consumidores.

O cloreto de sódio é um ingrediente multifuncional que faz com que seja muito difícil reduzir e substituir. Além disso, a segurança, qualidade, função e custos do cloreto de sódio devem ser levados em consideração (HEIDOLPH et al., 2011), não obstante, é um dos ingredientes alimentares mais baratos disponíveis no mercado (DESMOND, 2006).

Em geral, a redução de sódio em alimentos não só está ligada à diminuição da percepção de gosto salgado, como também está associada com uma enorme gama de interações complexas gustativas, que podem gerar sabores desagradáveis ao paladar do consumidor. Por isso, sem conhecimento suficiente sobre interações gustativas a busca de substitutos de sódio e outras estratégias para diminuir sódio em alimentos provenientes da indústria é um desafio (LIEM et al., 2011).

Para garantir o sucesso na estratégia de redução de sódio é necessário o uso de múltiplas ferramentas com base em uma ampla gama de tecnologias. Porém, um método usado para um determinado alimento não necessariamente serve para outro alimento, ou seja, depende da matriz de cada alimento (FREIRE et al., 2014). Alternativas como uso de substitutos de cloreto de sódio, redução da partícula de sal, uso de aromas e redução gradativa tem sido estudadas.

2.2.1 Substitutos

A substituição é um método muito adotado em diversos alimentos, utilizando sais que não possuem sódio, mas que apresentam gosto salgado (LEATHERHEAD FOOD RESEARCH, 2012). Entretanto, vários autores demonstraram a presença de gostos metálicos, amargos, adstringentes e sabores desagradáveis nestes sais (LAWLESS et al., 2003; SOUZA et al., 2013; SILVA et al., 2014), o que limita o seu uso. A substituição ideal seria aquela em que um composto produzisse uma salinidade pura semelhante a que consumimos, no entanto, esta situação é improvável devido a especificidade do canal iônico responsável pelo sabor salgado com o sódio (ENaC). Apesar disso, outros cátions não sódicos conseguem ativar um segundo tipo de receptor de gosto de sal, que é o não-específico e acredita-se ser responsável pelas gostos e sabores desagradáveis, mas que também conseguem contribuir com um certa quantidade de gosto salgado (LIEM et al., 2011).

Outra possível explicação para a dificuldade de usar substitutos do sal comum, é que o ânion também possui certo efeito sobre as propriedades de sabor de diferentes tipos de sais (ALBARRACI et al., 2011). Desta forma, o cloreto de sódio tem uma influência sobre a percepção do sabor de sal, o que pode ser explicado pela presença do Cl aniônico e seu efeito sobre as células receptoras (MURPHY; CARDELLO; BRAND, 1981). Ânions maiores promovem estímulos menos eficazes devido a difusão dos mesmos nos canais de células receptoras gustativas serem mais restritas (DELWICHE; HALPERN; DESIMONE, 1999), por isso, a redução de sal em alimentos depende do tipo de ânion presentes nos substitutos.

Os substitutos do sal consistem em outros sais minerais, que podem conferir um gosto salgado aos alimentos, no entanto, o perfil de gosto é diferente de cloreto de sódio. Dentre eles, o KCl é o substituto mais eficaz de todos utilizados, e foi demonstrado que ele possui efeito antimicrobiano semelhante ao cloreto de sódio em certas espécies de bactérias patogênicas (LEATHERHEAD FOOD RESEARCH, 2012).

Outros sais também foram estudados para redução de sódio, como o cloreto de magnésio ($MgCl_2$), cloreto de cálcio ($CaCl_2$), lactato de potássio (HEIDOLPH et al., 2011; ARMENTEROS et al., 2012; SOUZA et al., 2013). O lactato de potássio é geralmente usado em produtos à base de carnes para melhorar o sabor e prolongar o prazo de validade, contudo a substituição total de NaCl por ele é limitada pelo seu gosto, que pode proporcionar gosto amargo (GOU et al., 1996; GUÀRDIA et al., 2008). Estudos mostraram que os lactatos (lactato de potássio e lactato de cálcio) possuem baixa potência de salga, comparada ao cloreto de sódio (SOUZA et al., 2013; FELTRIN et al., 2014).

O uso isolado de $MgCl_2$ em alimentos foi pouco estudado, normalmente sua utilização foi em combinação com outro sais, mas no trabalho de (LEFIER et al., 1987) com queijo tipo Gruyère, a substituição de NaCl por $MgCl_2$, provocou pequenas mudanças na aceitação sensorial devido ao gosto amargo. Já, quando utilizado em conjunto com $CaCl_2$ e/ou KCl e NaCl produziu bons resultados (ALIÑO et al., 2010). Em manteiga, o $MgCl_2$ e o $CaCl_2$ provocaram um gosto extremamente, desagradável que mascarou qualquer possibilidade de gosto salgado com gosto amargo (SOUZA et al., 2013). Gimeno, Astiasarán e Bello (1998), conseguiram reduzir 50% da quantidade de cloreto de sódio por KCl, $MgCl_2$ e $CaCl_2$ em salames, mas com baixa aceitação sensorial devido ao menor gosto salgado. Aliño et al. (2010), encontraram que a combinação de sais (55% NaCl, 25% de KCl, 15% de $CaCl_2$ e $MgCl_2$ 5%) não foram significativamente diferentes para lombos salgados tradicionalmente (100% de NaCl), sendo o preferido pelos provadores em relação ao atributo aroma.

Os fosfatos já foram investigados na redução de sódio. Em carnes, seu uso está ligado ao aumento da capacidade de retenção de água e melhoria do rendimento (DESMOND, 2006). Os polifosfatos de sódio contém 31,24% de Na em comparação com 39,34% em NaCl e é normalmente usado em 0,5% em relação a taxa de utilização de 2-4% para o sal em carnes. Os sais de fosfato de potássio também são comercialmente disponíveis e são igualmente eficazes e ainda são uma opção ao fosfato de sódio (LEATHERHEAD FOOD RESEARCH, 2012). Entretanto, Feltrin et al. (2014), alegaram que a substituição total de fosfatos de potássio não é aconselhável, pois quando

isolado apresenta potência intermediária em relação ao sal comum e ainda perfil sensorial indesejável. Além disso, possuem limites de uso legais para fosfatos.

Outro sal mineral é o sulfato de magnésio, que fornece tanto gosto amargo quanto gosto salgado, dependendo da sua concentração (DELWICHE, 1995; LAWLESS, 2003). Em níveis elevados, ele fornece um gosto amargo, mas e baixos níveis está associado a um gosto salgado. Por isso, pode ter um potencial uso como um substituto do sal (LEATHERHEAD FOOD RESEARCH, 2012).

Trabalhos recentes estudaram a mistura de sais como uma alternativa para reduzir o teor de sódio nos alimentos (CAMPAGNOL et al, 2012; GELABERT et al., 2003; GOU et al., 1996; GUÀRDIA et al., 2008). A grande maioria utilizaram misturas de cloreto de sódio e cloreto de potássio, em proporções de 50:50, 60:40, demonstrando grande eficiência (CRUZ et al., 2011). Outras misturas de sais para substituir o cloreto de sódio como sulfato de magnésio, cloridrato do aminoácido essencial L-lisina e cloreto de potássio também já foram estudados. Santos et al, (2014), utilizaram combinações de cloreto de sódio, cloreto de potássio e diferentes realçadores de sabor como glutamato monossódico, inosinato dissódico entre outros, obtendo aceitação sensorial com 50% de redução de cloreto de sódio em salames.

Algumas destas misturas já têm sido comercializadas, como a Low-So Salt®, em que o substituto é cloreto de potássio modificado (FOOD AND HEALTH INNOVATION SERVICE, 2012). Já a Pansalt® é uma mistura onde quase metade de cloreto de sódio é removido e substituído por cloreto de potássio, sulfato de magnésio e o aminoácido L-lisina cloridrato essencial. De acordo com o fabricante, o uso patenteado do aminoácido aumenta a salinidade do substituto de sal e mascara o sabor de potássio e de magnésio (DESMOND, 2006).

2.2.1.1 KCl

O cloreto de potássio é o substituto mais utilizado no mercado, já que é o composto mais semelhante quimicamente ao cloreto de sódio, podendo ser um

substituto de cátions. Embora estes cátions não forneçam o mesmo nível de salinidade como os íons de sódio (JOHNSON et al, 2009), o KCl contribui com o ânion Cl⁻. Além disso, ainda existe a questão do benefício adicional do potássio na saúde, aumentando-o na dieta (LIEM et al., 2011). Outra vantagem do uso de KCl é que ele é considerado seguro (GRAS), ou seja, não existe contra-indicações de seu uso. O KCl tem uma eficiência antimicrobiana equivalente à da de NaCl (BIDLAS ; LAMBERT, 2008; CAMPAGNOL et al., 2011). Alguns trabalhos mostraram que o KCl proporcionou o mesmo efeito inibitório que o cloreto de sódio para *Clostridium perfringens*, *Vibrio parahaemolyticus* e *Listeria monocytogenes*, em determinada Aw em carnes (BEUCHAT, 1974; BOZIARIS et al., 2007).

Estudos mostram que o cloreto de potássio pode contribuir para a diminuição da pressão arterial, dado que a ingestão do nutriente potássio é o principal contribuinte esta diminuição. Foram reportadas que a suplementação de potássio conseguiu diminuir em mais de 3 mmHg na pressão sistólica e 2 mmHg na pressão diastólica (WHELTON; HE, 1999; GELEIJNSE; KOK; GROBBEE, 2003). O trabalho de Geleijnse et al. (2003) sobre a pressão arterial concluiu que a redução de ingestão de sódio e o aumento da ingestão de potássio pode fazer uma substancial colaboração para a prevenção da hipertensão, principalmente em populações que possuem pressão arterial alta. Por isso, a Dietary Guidelines, (2010) baseado em um modelo matemático de padrão alimentar em conformidade com as recomendações dietéticas, recomendou um consumo de 4700 mg/d de potássio por pessoa (MAILLOT; MONSIVAIS; DREWNOWSKI, 2013).

Diversos trabalhos foram desenvolvidos no intuito de substituir o cloreto de sódio por cloreto de potássio (ARMENTEROS et al., 2012; SOUZA et al., 2013; VERMA; BANERJEE, 2013; SANTOS et al., 2014; WU et al., 2015; THIBAudeau; ROY; ST-GELAIS, 2015). Em sua grande maioria aconselham uma substituição de não mais que 50:50 de cloreto de sódio/ cloreto de potássio, dado que pode gerar um aumento significativo no gosto amargo e perda de salinidade. Nos queijos, a substituição de mais de 50%, prejudica a qualidade sensorial, desenvolvendo gostos metálicos e amargos (THIBAudeau et al.,

2015). Em carnes processadas como bacons, não mais que 40% de KCl deve ser usado (WU et al., 2015), já em embutidos uma taxa de 30-40% pode ser utilizada. Em pães, uma substituição de 20% de cloreto de sódio por cloreto de potássio garante um sabor aceitável, já 40% resulta em gostos desagradáveis (HEIDOLPH et al., 2011).

Para Brandsma (2006), em geral o cloreto de potássio pode substituir até 30% de sal na maioria dos produtos alimentares, isto é, em níveis mais elevados, o cloreto de potássio tem um sabor metálico perceptível e sabores desagradáveis perceptíveis.

A Figura 1 mostra o perfil de gosto de KCl em relação ao de NaCl, indicando gosto amargo no cloreto de potássio em concomitância com gosto salgado.

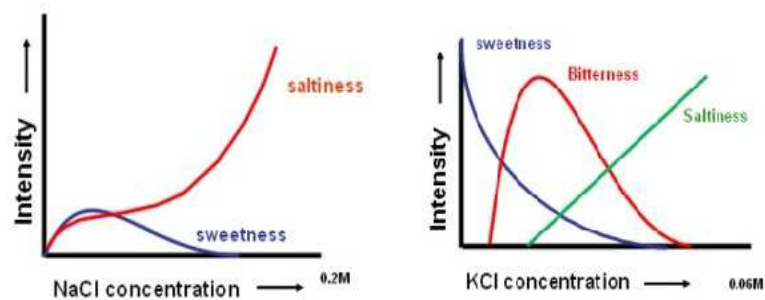


Figura 1: Perfil dos gostos de cloreto de sódio e cloreto de potássio
Fonte: (LEATHERHEAD FOOD RESEARCH, 2012).

O uso de cloreto de potássio em substituição ao cloreto de sódio é mais eficaz, em produtos com sabores fortes, posto que em alimentos com sabores suaves ou um pouco fraco, o gosto amargo e/ou metálico é observado (FOOD AND HEALTH INNOVATION SERVICE, 2012). Pesquisas atuais mostram o uso de cloreto de potássio combinado com glutamato monossódico (MSG), ou extratos de levedura para compensar a quantidade substituída de cloreto de sódio.

2.2.2 Intensificadores/Realçadores de Sabor

Outros ingredientes utilizados para melhorar a qualidade de produtos com redução de sal são os intensificadores ou realçadores de sabor. São substâncias que não possuem gosto salgado, mas aumentam o gosto salgado, quando utilizados em conjunto com cloreto de sódio (HEIDOLPH et al., 2011; LEATHERHEAD FOOD RESEARCH, 2012). Entre eles incluem-se aminoácido glutamato monossódico (MSG), extratos de leveduras, proteína vegetal hidrolisada (HVP), nucleotídeos incluindo inosina- 5'-monofosfato (IMP) e guanosina-5'-monofosfato (GMP) (BRANDSMA, 2006; DOTSCHE et al., 2009). Eles atuam na ativação dos receptores da boca e da garganta, que ajudam a compensar a redução de sal e melhorar o sabor, e alguns deles podem ser utilizados em uma ampla gama de alimentos, como exemplo, o aminoácido glutamato monossódico e outros glutamatos.

O gosto umami proveniente destes compostos, principalmente do aminoácido glutamato e um número de ribonucleótidos incluindo inosinato (CARTER; MONSIVAIS; DREWNOWSK, 2011), fazem com que o perfil de sabor geral seja reequilibrado e assim aumentando a percepção de gosto salgado por meio da interação entre o umami e o sal (MOJET; HEIDEMA; CHRISTHAZELHOF, 2004; BUSCH; YONG; GOH, 2013). Campagnol et al. (2011), em seus estudos com extrato de leveduras em salames para redução de sódio e substituição por KCl, encontrou que uma quantidade de 2% de extratos de leveduras, foi capaz de suprimir gostos desagradáveis causados por substituição de 50% do NaCl em salame por KCl. Em extrusados, o uso de proteína isolada de soja juntamente com glutamato monossódico monohidratado e 5-inosinato dissódico, proporcionou características físicas desejáveis e maior aceitabilidade sensorial (MILANI et al., 2014).

Os minerais do leite ou concentrados lácteos, são alternativas de realçadores de sal relativamente novas no mercado. São aplicáveis para a redução de sódio moderado em muitos alimentos diferentes (PAULSEN et al., 2014). Tais minerais do leite contêm além da lactose e de cálcio, naturalmente os sais de sódio, potássio, magnésio e fosfato de cálcio e contém até 5 vezes menos sódio

do que o sal comum. Os concentrados lácteos são fracionados a partir do soro de leite por meio de diferentes técnicas de isolamento, no entanto, a composição química e a concentração dos concentrados minerais de leite podem variar de acordo com o processo de fracionamento (MINASIAN, 2011). São desenvolvidos em formato granular, em que suas partículas são proporcionais ao tamanho do sal comum. Até o momento, os estudos foram realizados em pães, salsichas, fiambres e queijos (LEATHERHEAD FOOD RESEARCH, 2012). No entanto, a presença de lactose nestes sais, limitam seu uso, e ainda deve ser declarado no rótulo do produto a presença da mesma, posto que existe a intolerância á lactose (MINASIAN, 2011).

2.2.2.1 Glutamato Monossódico

O Glutamato monossódico (MSG) é uma das inúmeras formas de sal do ácido glutâmico, um aminoácido não essencial, com o benefício de aumento de sabor nos alimentos (JINAP ; HAJEB, 2010). É o realçador de sabor mais usado em alimentos, uma vez que realça os sabores salgados transmitidos por meio do ácido glutâmico, o qual ocorre naturalmente em alimentos proteicos como frutos do mar, carnes, legumes, aves (NINOMIYA, 1998; RANGAN; BARCELOUX, 2009). Algas, queijo, molho de peixe, molho de soja, feijão fermentado (alfarroba e soja) e tomate apresentam altos níveis de ácido glutâmico livre (JINAP; HAJEB, 2010). A Tabela 1 apresenta os alimentos ricos em ácido glutâmico.

Tabela 1 Ácido Glutâmico Livre em Alimentos (adaptado de Jinap e Hajeb, 2010.)

Alimentos	Ácido glutâmico livre (mg / 100 g)
Carne de Boi	10
Carne De Porco	9
Frango	22
Vieira (molusco)	140
Caranguejo da neve	19
Caranguejo azul	43
Caranguejo rei do Alaska	72
Camarão verdadeiro	20
Repolho	50
Espinafre	48
Tomate	246
Aspargos verdes	49
Milho	106
Ervilhas	106
Cebola	51
Batata	10
Cogumelo	42
Cogumelo Shiitake (fresco)	71
Molho de soja (Japão)	782
Abacate	18
Maçã	4
Uva	5
Kiwi	5
Queijo Emmental	308
Queijo Parmesão	1680
Queijo cheddar	182
Leite de Cabra	4
Leite materno humano	19
Molho de peixe (Japão)	1383
Natto / soja (Japão)	136
Daw Dawa / soja (África Ocidental)	965
Feijão Soumnara / alfarroba (África Ocidental)	1700
Feijão Douche / soja (China)	476

Embora o glutamato seja encontrado naturalmente em alimentos, ele é frequentemente adicionado em alimentos processados como intensificador de sabor. Quando agregado aos alimentos, o glutamato produz uma função flavorizante semelhante ao glutamato livre naturalmente (JINAP ; HAJEB, 2010). O Codex Alimentarius classificou o glutamato e os seus sais como intensificadores de sabor, os quais são glutamato monossódico, glutamato monopotássio, diglutamato de cálcio, glutamato monoamônio e diglutamato de magnésio (CODEX, 1989).

O glutamato monossódico apresenta o gosto umami, característica do aminoácido ácido glutâmico. O umami é considerado o quinto gosto, sendo descrito como um gosto delicioso em japonês. É muito conhecido nos países asiáticos, que conseguem distinguí-lo facilmente desde a infância, além de estar presente em vários pratos tradicionais, já nos países ocidentais, os consumidores aprenderam a discriminar o gosto umami recentemente e tem aderido e beneficiado da sua contribuição em alimentos (BELLISLE, 2008; JINAP; HAJEB, 2010).

Em geral, para cada tipo de alimento, existe uma concentração ótima de glutamato, assim o glutamato é usado de 0,1-0,8% em peso, que se assemelha a concentração de glutamato livre em tomates (BEYREUTHER et al., 2007).

Para Yamaguchi e Takahashi (1984), o glutamato funciona bem em pratos com redução de sódio e de baixo teor de gordura, podendo reduzir o sódio em 30-40%, sem influenciar a palatabilidade. No entanto, alguns alimentos não são melhorados pela adição de glutamato, como em particular, alimentos doces e em alguns alimentos amargos (JINAP ; HAJEB, 2010).

O gosto umami vindo do MSG melhora o sabor dos alimentos, incluindo aqueles com menos sódio, permitindo que sejam aceitos pelo paladar do consumidor. Ainda que o glutamato monossódico também possua sódio, sua quantidade é bem inferior ao cloreto de sódio, sendo que 1g de glutamato contem 123mg de sódio e a mesma quantidade de sal possui 388mg. Desta forma, o glutamato monossódico pode participar tranquilamente em misturas de sais de baixo teor de sódio.

Santos et al, (2014) conseguiram reduzir 68% de sódio em salaminho substituindo 75% de cloreto de sódio por cloreto de potássio e glutamato monossódico, inosinato dissódico, guanilato dissódico, lisina e taurina, mantendo a qualidade e segurança.

2.2.3 Alterações na morfologia da partícula de sal

Alternativas na modificações na forma e tamanho de cloreto de sódio tem sido estudadas. A morfologia e o tamanho da partícula de sal (cloreto de sódio) tem sido trabalhada no intuito de proporcionar maior percepção de gosto salgado, mas com menor teor de sal (KILCAST; DEN RIDDER, 2007).

Para entender melhor a aplicação desta tecnologia, é importante conhecer o mecanismo de percepção de sódio. Quando ingerimos um alimento salgado, o sódio é percebido via células receptoras localizadas perto de onde sentimos os gostos nos poros na língua. Os íons de sódio passam através de canais iônicos específicos de sódio na extremidade apical das células gustativas, chamados ENaC, levando a despolarização da célula, transdução neural por meio das vias nervosas para o núcleo do trato solitário, onde ocorre as sinapses dos neurônios na base do cérebro que chegam ao córtex frontal através do tálamo, gerando o estímulo (RAMA et al., 2013). No caso de partículas reduzidas de sal, o objetivo de reduzi-las é otimizar o fornecimento de íons sódio para o paladar, de forma a provocar a máxima estimulação destes receptores (ENaCs), sem aumentar o teor de sódio do produto (BUSCH et al., 2013).

A chave para a percepção de gosto salgado é a dissolução do sal, e a taxa de dissolução é afetada pela área de superfície, ou seja, quando utiliza um sal de partícula menor, uma maior concentração de íons sódio estará presente no local de receptor do sabor (JENSEN et al., 2008). De acordo com Rama et al. (2013), a entrega de sabor salgado na boca acontece por meio da dissolução do sal a partir da sua forma cristalina, e uma das formas de otimizar esta entrega seria pela redução do tamanho do cristal com base no aumento na área de superfície, em outras palavras, a redução da partículas de sal promove uma maior velocidade de dissolução e por isso a percepção de sal é aumentada, o que foi

comprovado por vários trabalhos (FREIRE et al., 2014; JENSEN et al., 2008; MILLER; BARRINGER, 2002; RAMA et al., 2013).

Jensen et al. (2008) mostrou em seu estudo em pipoca que o sal com um tamanho médio de partícula de 10 micrômetros atinge a maior intensidade de gosto salgado, observando que quando diminui-se o tamanho médio de partícula de sal para um peso constante, há aumento da área superficial, proporcionando assim a mesma percepção de gosto salgado com menor teor de sal. Sa-Uram (2004) em seus estudos também verificou que a redução de partícula de cloreto de sódio provoca efeito sobre a solubilidade e sobre a percepção da intensidade do gosto salgado. Ele reduziu o tamanho da partícula de 500 μm (sal comercial) para 75 μm em batata chips e assim verificou que, a percepção do gosto salgado foi aumentada, que em porcentagem esse aumento foi de aproximadamente 45%. Jensen et al., (2008) também estudaram a redução de partícula de cloreto de potássio e descobriram que uma partícula menor de cloreto de potássio é geralmente mais eficaz que uma partícula maior, para a manutenção da percepção de sal, quando combinada com uma quantidade reduzida de cloreto de sódio.

A forma da partícula de sal também foi estudada e alguns trabalhos mostram que ela possui influência à percepção de gosto salgado pelo mecanismo de reconhecimento de gostos (MILLER; BARRINGER, 2002; JENSEN et al., 2008). De acordo com Busch et al., (2013) diversas formas de sal podem ser geradas pelas condições de evaporação na obtenção de cloreto de sódio, como em forma de cubos sólidos, pirâmides quadrangulares ocas e flocos esmagados. Estudando-se estas formas, Miller e Barringer (2002) chegaram a conclusão que o sal em forma de flocos esmagados (de mesmo tamanho), se aderem melhor aos alimentos devido a sua maior área de superfície, o que faz com que a dissolução deste sal na boca seja mais rápida, proporcionando maior percepção de gosto salgado. Estudos com redução de sódio em produtos cárneos (semi-sólidos) levantaram o mesmo resultado, ou seja, o sal em forma de floco tem uma solubilidade melhor e mais rápida do que o sal granular (DESMOND, 2006).

A Figura 2 mostra uma comparação na intensidade de percepção de salga de diferentes sais. Ela mostra que o uso de sal de menor

tamanho de partícula conduz a uma maior percepção inicial de salinidade, devido a dissolução do mesmo mais rápida na boca.

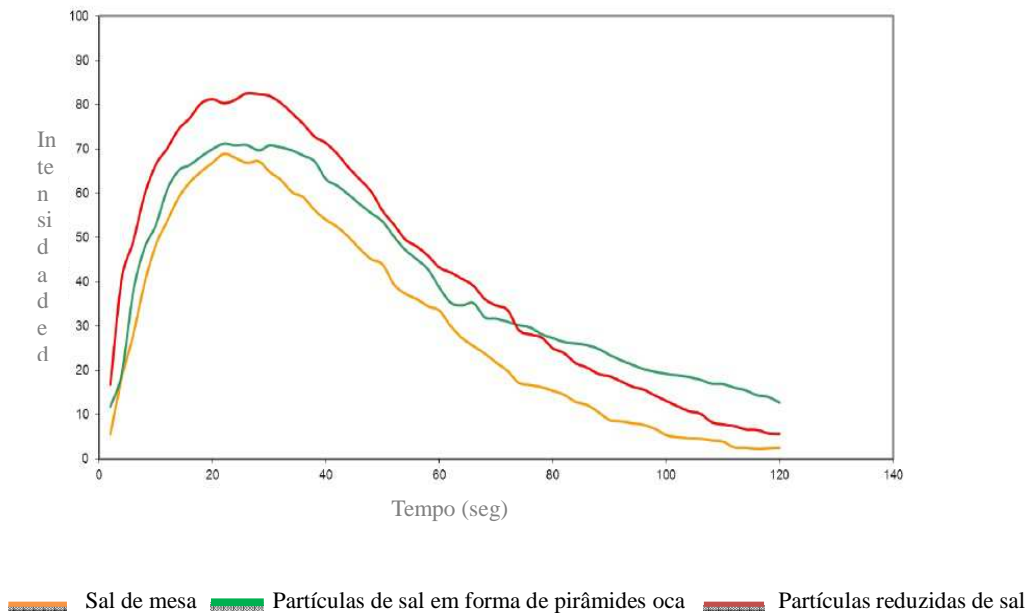


Figura 2 Intensidade da percepção de salga de diferentes sais.

Fonte: Adaptado de Leatherhead Food Research (2012).

A tecnologia de redução da partícula de cloreto de sódio é mais indicada para produtos secos ou com baixa umidade, onde se pode polvilhar o sal (DESMOND, 2006), posto que o sal reduzido não atua bem onde a solubilização completa do sal ocorre durante o processamento ou a vida-de-prateleira.

Alguns produtos com redução de partículas de sal já estão disponíveis no mercado como o Soda-Lo®, em que a fabricante Eminate indica para pães, tortas e bases para pizzas e ainda evidencia que o produto tem a capacidade de reduzir o sal em até 50% (FOOD AND HEALTH INNOVATION SERVICE, 2012).

2.2.4 Redução Gradativa de Sal

Segundo alguns estudos, a estratégia de redução de sódio mais promissora é redução gradativa de sal nos produtos, adaptando assim a preferência dos consumidores por menos sal. Há evidências que sugerem que uma redução lenta e gradual na formulação pode passar despercebida pelos consumidores, dado que o palato consegue se ajustar ao perfil sensorial melhorado quando as mudanças são pequenas em alimentos, dentro de uma categoria de produto, e de forma mais ampla possível em todos os alimentos (DOTSCH et al., 2009; GIRGIS et al., 2003). Embora esta abordagem tenha uma resposta lenta e deva ser aplicada em toda a indústria para ser eficaz, muitas indústrias já adotaram esta solução e tem conseguido resultados expressivos ao longo do tempo (DOTSCH et al., 2009).

No estudo de Girgis et al. (2003), um teor de 25% de sódio foi reduzido gradualmente em pão branco por um período de 6 semanas, sem os consumidores notarem diferença no sabor. O experimento envolveu a redução de 5% de redução a cada semana, e a avaliação dos parâmetros organolépticos do pão por participantes. Estes resultados sugerem à indústria de alimentos uma forma de cumprir as metas de redução de sódio, diminuindo gradualmente o sódio em seus produtos ao longo de poucos anos, sem perder seus consumidores (LIEM et al., 2011).

No Reino Unido esta abordagem foi adotada e tem encontrado sucesso na redução de sódio nos alimentos processados nos supermercados tendo reduzido em 20-30% em 3 anos mostrando uma redução de 1g/dia na ingestão de sal pela população até 2011 (LIEM et al., 2011). Atualmente, o Reino Unido é considerado um modelo a ser seguido pelos demais países do mundo, dado que desde que o programa se iniciou, o mesmo tem tido ao longo de 7 anos um progresso significativo na redução de sal de muitos alimentos industrializados (de 9,5 para 8,1g por dia), isto tudo graças a um conjunto de ações muito bem estruturadas, como por exemplo, a parceria entre governos e indústrias (HE; BRINSDEN; MACGREGOR, 2014).

Entre os fabricantes de alimentos conhecidos por adotar esta estratégia estão a Kellogg e a Heinz. Em seus produtos à base de milho e de arroz, a Kellogg relatou ter conseguido reduzir 30% do teor de sal. Já, as maiores contribuições da Heinz foram no feijão enlatado (40%), na sopa de macarrão enlatada (63%) e no HP Sauce (espécie de molho usado em sopas e ensopados) (51%) (FOOD AND HEALTH INNOVATION SERVICE, 2012).

O tempo necessário para conseguir reduzir o sal por este método geralmente é de pelo menos um ano. Assim, caso as metas de redução de sal para os fabricantes seja de diminuir ainda mais o sal em seus produtos, com um prazo curto para aderir, este método não é aconselhado por si só para reduzir o sal de forma eficaz em todos os produtos alimentares. Diante disso, a redução gradativa pode ser combinada com outras abordagens de reformulação de produtos para manter a salinidade, já que a redução de sódio em pequenos passos requer um tempo considerável antes que os níveis de sódio desejados sejam alcançados (BUSCH et al., 2013).

2.2.5 Uso de Aromas

Uma alternativa tecnológica possível para a redução de sal poderia ser pela adição de aroma que realça gosto salgado por um aroma de congruentes salgados. Acredita-se que a incorporação de aromas pode compensar a redução de sal em produtos alimentícios, como os aromas associados com ingredientes salinos e desta forma melhorar a percepção de sal (LAWRENCE et al., 2009; NIZAR et al., 2013). Esta inclusão de compostos de aroma em alimentos com redução de sal baseia-se na interação entre os sentidos, especificamente as interações entre gosto e aroma (BATENBURG; VELDEN, 2011). Um mecanismo conhecido como Odor induzido realçador de salinidade (OISE – sigla em inglês), que possui a capacidade de aumentar a intensidade de gosto salgado em alimentos, o que em outras palavras significa, que pode-se reduzir os níveis de sal nos produtos sem impacto sobre seu sabor e qualidade (FOOD AND HEALTH INNOVATION SERVICE, 2012). Os aromas de alimentos mais usados são aqueles em que o consumidor associa com alimentos salgados como

bacon, queijos, sardinha e soja. Alguns trabalhos tem sugerido que o gosto salgado poderia ser reforçado pelo aroma de queijo e aroma de molho de soja, pois tem demonstrado melhorar a percepção de salinidade (DJORDJEVIC; ZATORRE; JONES-GOTMAN, 2004)

Lawrence et al. (2009), demonstraram em seu trabalho um efeito significativo do aroma na intensidade de salinidade, ou seja, quanto maior a intensidade de aroma maior a salinidade. Eles usaram diferentes aromas em água pura e em água pouco salgada, de duas formas, retronasal (pela boca) e ortonasal (pelo nariz) e ambas as formas obtiveram resultados positivos. Nizar et al. (2013), encontrou resultado semelhante e ainda sugere que esta estratégia poderia ser mais vantajosa combinado com outras, como a substituição de sódio por potássio (NIZAR et al., 2013).

Na verdade, o uso de aromas podem ser usados não somente para gosto salgado, mas com outros gostos também, como o doce (LAWRENCE et al., 2009).

2.2.6 Uso de Especiarias

O uso de especiarias e ervas aromáticas tem sido aplicadas com sucesso em alguns produtos para redução de sódio, especialmente em molhos. É uma alternativa preferida ao invés do uso de sais, e ainda pode não comprometer a aceitação (LOPES et al., 2014). Elas podem ser usados em combinações com KCl, posto que o sabor picante e aroma diferente inerente destas especiarias podem suprimir ou diminuir os efeitos sensoriais causadas pelo uso de cloreto de potássio (CARRARO et al., 2012). No entanto, o uso de especiarias devem ter uma atenção especial, pois em determinados alimentos seu uso pode comprometer a qualidade sensorial negativamente, como queijo e pão. Sendo assim, as aplicações em sopas, molhos e pratos prontos são mais adequadas (LEATHERHEAD FOOD RESEARCH, 2012).

2.2.7 Encapsulação de sal em emulsões

Uma proposta ainda mais revolucionária é a microencapsulação da partícula de sal. O sal é incluído na fase aquosa de uma emulsão de água em óleo (pequenas gotículas de água em óleo) e assim dispersas ao longo das fases de água, o que faz proporcionar uma percepção de sabor mais forte em todo o produto. Os defensores desta abordagem sugerem alcançar uma capacidade de reduções ainda mais significativas de sal em alimentos. Outro benefício da emulsões duplas é que elas têm a capacidade de controlar a liberação dos ingredientes encapsulados, permitindo somente a liberação do sabor na boca, quando ingeridos (FRASCH-MELNIK ET AL., 2010).

Embora esta idéia seja extraordinária, existem problemas associados com a estabilidade e vida-útil destas partículas encapsuladas. As emulsões são difíceis de elaborar e de controlar devido elas serem termodinamicamente instáveis e ainda, técnicas de processamento complexos ou a adição de misturas de agentes tensoativos é necessária. Além disso, as emulsões podem ser afetadas pelo cisalhamento quando fabricadas em grande volume, o que pode resultar na separação das fases de água e óleo. Outro problema é a pressão osmótica nas emulsões, dado que a adição de ingredientes para as fases aquosas contínua muda a concentração de soluto e pode criar pressão osmótica no interior da emulsão (FOOD AND HEALTH INNOVATION SERVICE, 2012).

Entretanto, Frasch-Melnik et al.(2010) estudou o potencial da utilização de cristais de gordura para estabilizar emulsões (água-óleo-água) e controlar a liberação dos cristais de sal, usando cristais de gordura mono e triglicéridos, que serviam para estabilizar as gotículas de água contendo fase oleosa, que continha o sal. E concluiu que a inclusão de cristais de gordura dentro das emulsões proporcionaram ao sal encapsulado um escudo protetor deixando-o retido dentro das fases, sendo possível superar o efeito da pressão osmótica. Além disso, encontraram que a temperatura pode controlar a liberação de sal (temperaturas mais altas que o ponto de fusão dos cristais de gordura) permitindo que todo o sal seja lançado dentro de segundos.

2.3 Análise sensorial e redução de sal

A Análise Sensorial 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). Ela ocupa uma posição extremamente importante na área de alimentos, perfumaria e cosmética, associando-se cada mais vez a ciência dos consumidores.

Ao longo dos últimos 60 anos, a avaliação sensorial tem crescido a partir de uma área emergente de investigação, confinado a aplicações de controle de qualidade relativamente simples em algumas organizações de alimentos, para aquele que é considerado um componente essencial do processo de pesquisa e desenvolvimento em entidades de alimentos e não-alimentos em todo o mundo (STONE E SIDEL, 2004). Além disso, de 15 a 20 anos até o presente, o campo tem feito progressos consideráveis no desenvolvimento de novos métodos e abordagens e avanços na compreensão das respostas dos consumidores aos alimentos. A análise sensorial pode contribuir para a compreensão das respostas dos consumidores de diferentes segmentos para as tendências emergentes na produção de alimentos, processamento e consumo (TUORILA; MONTELEONE, 2009).

A importância da ciência sensorial de alimentos é baseada na relevância da percepção dos consumidores para a aceitação e sucesso comercial de alimentos e sobre a importância dos alimentos para o bem-estar e saúde do ser humano. Por isso, vários trabalhos contemplaram análises sensoriais para redução de sódio em alimentos, explorando as suas diferentes diretrizes para conseguir entender os consumidores e buscando informações que possam contribuir para a geração de melhores produtos (CRUZ et al., 2010).

As cinco qualidades gustativas são doce, provocada por açúcares indicando carboidratos em alimentos; umami, induzida por ácido glutâmico e outros aminoácidos que indicam proteínas dos alimentos; azedo, provocada por prótons que indicam alimentos ácidos; amargo, indicando alimentos tóxicos; e

salgado, provocada pelo teor de sódio de alimentos (LIEM; MIREMADI; KEAST, 2011). Não há um único ingrediente que pode substituir totalmente o efeito do cloreto de sódio em alimentos, ou seja, apenas o cloreto de sódio oferece o que é realmente reconhecido como puro sabor salgado. Isto aliado a funcionalidade que o sal exerce no processamento de determinados alimentos, exhibe a grande dificuldade em reduzir o teor de sódio nos produtos.

O sal está presente em quantidades significativas em várias categorias de produtos alimentares, incluindo sopas, queijos, pães e embutidos. Ele não só desempenha a função na proteção de alimentos contra microorganismos, como também no desenvolvimento da textura dos alimentos, sabor e aroma (GUINEE, 2004).

Embora o sabor seja uma percepção unitária, o que percebemos como um todo unitário é uma combinação de sistemas independentes sensoriais: gosto, cheiro e irritação química (parte do sentido do tato). Esta integração central de gosto, cheiro e irritação química é o que propicia a interação entre os sentidos. A remoção ou a redução de um componente de sabor, pode influenciar todo o perfil de sabor, por exemplo, a redução do sabor salgado pode ter efeitos para além da simples perda de salinidade (LIEM; MIREMADI; KEAST, 2011). Como consequência, a diminuição de sal nos alimentos pode acarretar uma diminuição na aceitação do consumidor (BRESLIN, 1996).

Além da função de salgar, o sal em concentrações baixas pode realçar a doçura, e também pode suprimir a amargura em outros alimentos (BRESLIN, 1996). O sal aumenta a sensação de densidade dos alimentos, e da sua textura, o que ajuda para que os alimentos sejam mais atrativos e saborosos.

As estratégias para redução de sódio apesar de buscar sempre a aceitação do consumidor, muitas não atingem este objetivo, por gerar algum gosto ou sabor indesejado, além de poder alterar a estrutura do alimento (DESMOND, 2006). Baseado nos conhecimentos de Análise Sensorial desenvolvidos em vários trabalhos, a estratégia que menos interfere na qualidade em geral dos alimentos e que pode ser aplicada em vários tipos é a redução

gradativa ou em pequenos passos. Embora seus resultados sejam demorados, a percepção dos consumidores em relação a este alimentos tem sido positiva (HE ET AL., 2014). Já os substitutos de cloreto de sódio de modo geral, em altas concentrações provocam gostos amargo como é o caso de KCL, assim como os cátions divalentes como Mg, Ca, são caracterizados por sabores amargos, metálicos, adstringentes e sensações irritativas, tornando a aceitabilidade do produto final baixa. No entanto se usados de forma adequada conseguem um bom resultado. Nos últimos anos, os trabalhos foram realizados para tentar eliminar os sabores amargos e metálicos indesejáveis associados com a introdução de outros sais. Mais comumente, o cloreto de potássio é combinado com glutamato monossódico (MSG), ou extratos de levedura ou outros aromas.

2.4 Batata Palha

A batata palha é um produto no qual a batata é cortada em fatias finas ou tiras de batata, fritas cruas em óleo. O processo de fritura reduz o teor de água nas batatas, proporcionando também cor e crocância desejada (JENSEN et al., 2008) . Os fatores mais importantes a serem considerados para a qualidade do produto final são: cor, teor residual de óleo, sabor, crocância e rendimento (TFOUNI et al., 2003). O sabor das batatas chips ou palha deve ser ausente de amargor ou sabores indesejáveis como o de queimado. A qualidade sensorial depende principalmente das matérias-primas (batata e óleo) e do processamento adequado. Nos Estados Unidos e Europa, a produção industrial de batata é um segmento forte e competitivo, onde o seu consumo per capita é elevado nas suas diferentes forma industrializadas: chips, palito, palha, entre outras. No Brasil, nos últimos vinte anos, as agroindústrias tem trabalhado junto aos grandes centros para abastecer o mercado de fast food de produtos como batata-palha e batata chips (RODRIGUES et al., 2010).

Segundo o estudo feito pela Anvisa para avaliar a quantidade do nutriente sódio realizados em categorias de produtos colhidos no comércio varejista, nos anos de 2010 e 2011, a batata palha aparece como o 19º produto com maior teor de sódio no Brasil com uma média de 472 mg de sódio em 100g

de produto, 250 mg até 719 mg. A diferença entre os produtos com maior e menor valor é de 2,9 vezes (ANVISA, 2012). Com isso, a redução de sódio na batata palha será de suma importância para os consumidores.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa por alternativas de redução de sódio tornou-se imprescindível, dada a urgência da solução dos problemas causados pelo alto consumo de sal. Desta forma, o desenvolvimento de produtos de reduzido teor de sódio mais palatáveis é foco para se garantir um produto aceitável pelo consumidor. Assim, os substitutos de cloreto de sódio quando usados de forma adequada, respeitando os limites em cada produto são uma estratégia eficiente, além disso, a redução da partícula de sal promete uma redução considerável de sódio. Neste ponto, a análise sensorial se faz de extrema importância para avaliar tais propostas e indicar aos fabricantes de alimentos um caminho seguro.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Teor de sódio dos alimentos processados**. 2012. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/9155f6804d19a2fb9bb8ff4031a95fac/INFORME+T%C3%89CNI+CO+2012+AGOSTO.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 5 nov. 2014.

ALBARRACÍN, W. et al. Invited review Salt in food processing ; usage and reduction: a review. **International Journal of Food Science & Technology**, Oxford, p. 1329–1336, 2011.

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

ARMENTEROS, M. et al. Biochemical and sensory changes in dry-cured ham salted with partial replacements of NaCl by other chloride salts. **Meat Science**, Oxford, v. 90, p. 361–367, 2012.

ASARIA, P. et al. Chronic disease prevention: health effects and financial costs of strategies to reduce salt intake and control tobacco use. **Lancet**, Minneapolis, v. 370, p. 2044–2053, 2007.

BATENBURG, M.; VELDEN, R. V. D. Saltiness Enhancement by Savoury Aroma Compounds. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 76, n. 5, p. 280–288, 2011.

BELLISLE, F. Experimental studies of food choices and palatability responses in European subjects exposed to the umami taste. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 17, p. 376–379, 2008.

BEUCHAT, L. R. Combined effects of water activity, solute, and temperature on the growth of *Vibrio parahaemolyticus*. **Applied Microbiology**, Washington, v. 27, n. 6, p. 1075-1080, 1974.

BEYREUTHER, K. et al. Consensus meeting. Monosodium glutamate. An update. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 61, n. 3, p. 304–313, 2007.

BIDLAS, E.; LAMBERT, R. J. W. Comparing the antimicrobial effectiveness of NaCl and KCl with a view to salt/sodium replacement. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 124, n. 1, p. 98–102, May 2008.

BOBOWSKI, N.; VICKERS, Z. Determining sequential difference thresholds for sodium chloride reduction. **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 27, n. 3, p. 168–175, June 2012.

BOZIARIS, I. S. et al. Effect of NaCl and KCl on fate and growth/no growth interfaces of *Listeria monocytogenes* Scott A at different pH and nisin concentrations. **Journal of Applied Microbiology**, Washington, v. 102, p. 796-805, 2007.

BRANDSMA, I. Reducing sodium: a European perspective. **Food Technology**, Chicago, v. 60, p. 24–29, 2006.

BRESLIN, P. A. S. Components of Flavour- Interactions among salty , sour and bitter compounds. **Trends in Food Science & Technology**, London, v. 7, p. 390–399, 1996.

BUSCH, J. L. H. C.; YONG, F. Y. S.; GOH, S. M. Sodium reduction: Optimizing product composition and structure towards increasing saltiness perception. **Trends in Food Science & Technology**, London, v. 29, n. 1, p. 21-34, 2013.

CAMPAGNOL, P. C. B. et al. Application of lysine, taurine, disodium inosinate and disodium guanylate in fermented cooked sausages with 50% replacement of NaCl by KCl. **Meat science**, Oxford, v. 87, n. 3, p. 239–43, Mar. 2011.

CAMPAGNOL, P. C. B. et al. Lysine, disodium guanylate and disodium inosinate as flavor enhancers in low-sodium fermented sausages. **Meat science**, Oxford, v. 91, n. 3, p. 334–338, July 2012.

CARRARO, C. I. et al. The effect of sodium reduction and the use of herbs and spices on the quality and safety of bologna sausage. **Food Science and Technology**, London, v. 32, n. 2, p. 289–295, 2012.

CARTER, B. E. et al. The sensory optimum of chicken broths supplemented with calcium di-glutamate: a possibility for reducing sodium while maintaining taste. **Food Quality and Preference**, Oxford, n. 22, p. 699–703, 2011.

CODEX. **Codex class names and the international numbering system for food additives**.1989.

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, 17 Aug. 2010.

DELWICHE, J. F.; HALPERN, B. P.; DESIMONE, J. A. Anion Size of Sodium salts and simple taste reaction times. **Physiology & Behavior**, Elmsford, v. 66, n. 1, p. 27–32, 1999.

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

DJORDJEVIC, J.; ZATORRE, R. J.; JONES-GOTMAN, M. Odor-induced changes in taste perception. **Experimental Brain Research**, Berlin, v. 159, n. 3, p. 405–408, 2004.

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

FELTRIN, A. C. et al. Sensory study of different sodium chloride substitutes in aqueous solution. **International Journal of Food Science & Technology**, Oxford, v. 50, p. 1–6, Sept. 2014.

FOOD AND HEALTH INNOVATION SERVICE. **Current innovations in reducing salt in food products**. 2012. Disponível em: <<http://www.foodhealthinnovation.com>>. Acesso em: 3 nov. 2014.

FRASCH-MELNIK, S.; NORTON, I. T.; SPYROPOULOS, F. Fat-crystal stabilised w / o emulsions for controlled salt release. **Journal of Food Engineering**, London, v. 98, n. 4, p. 437–442, 2010.

FREIRE, T. V. M. et al. Salting Potency and Time-Intensity Profile of Microparticulated Sodium Chloride in Shoestring Potatoes. **Journal of Sensory Studies**, Oxford, v. 30, p. 1–9, 24 dez. 2014.

GELEIJNSE, J. M.; KOK, F. J.; GROBBEE, D. E. Blood pressure response to changes in sodium and potassium intake : a metaregression analysis of randomised trials. **Journal of Human Hypertension**, Houndmills, v. 17, p. 471–480, 2003.

GIRGIS, S. et al. A one quarter reduction in the salt content of bread can be made without detection. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 57, n. 4, p. 616–620, 2003.

GOU, P. et al. Potassium Chloride , potassium lactate and Glycine as Sodium Chloride substitutes in fermented sausages and in Dry-cured Pork Loin. **Meat Science**, Oxford, v. 42, n. 1, p. 37–48, 1996.

GUÀRDIA, M. D. et al. Sensory characterisation and consumer acceptability of small calibre fermented sausages with 50% substitution of NaCl by mixtures of KCl and potassium lactate. **Meat science**, Oxford, v. 80, n. 4, p. 1225–1230, Dec. 2008.

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

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

HE, F. J.; BRINSDEN, H. C.; MACGREGOR, G. A. Salt reduction in the United Kingdom : a successful experiment in public health. **Journal of Human Hypertension**, Houndmills, v. 28, p. 345–352, 2014.

HE, F. J.; MACGREGOR, G. A. Dietary salt, high blood pressure and other harmful effects on health. In: KILCAST, D.; ANGUS, F. (Ed). **Reducing salt in foods**. Cambridge: [s. n.], 2007. p. 18–54.

HE, F. J.; MACGREGOR, G. A. Reducing Population Salt Intake Worldwide : From Evidence to Implementation. **Progress in Cardiovascular Diseases**, New York, v. 52, n. 5, p. 363–382, 2010.

HEIDOLPH, B. B. et al. Looking for my lost shaker of salt ... replacer: flavor, function, future. **Cereal Foods World**, Minneapolis, v. 56, p. 5–19, 2011.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate**. Washington: National, 2004.

JENSEN, M. et al. Seasoning and method for seasoning a food product while reducing dietary sodium intake. **US Patent 2008/0003344**. 2008.

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

JOHNSON, M. E. et al. Reduction of sodium and fat levels in natural and processed cheeses: Scientific and technological aspects. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Chicago, v. 8, p. 252–268, 2009.

KEAST, R.; DALTON, P.; BRESLIN, P. Flavor interactions at the sensory level. In: TAYLOR, A.; ROBERTS, D. (Ed.). **Flavor perception**. Oxford: Blackwell, 2004. p. 228–255.

KENTEN, C.; BOULAY, A.; ROWE, G. Salt . UK consumers' perceptions and consumption patterns q. **Appetite**, London, v. 70, p. 104–111, 2013.

- KILCAST, D.; DEN 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.
- KURLANSKY, M. **Salt: a world history**. New York: Walker and Co, 2002. 41 p.
- LAWLESS, H. T. et al. The taste of calcium and magnesium salts and anionic modifications. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 14, p. 319–325, 2003.
- LAWRENCE, G. et al. Odour: taste interactions: a way to enhance saltiness in low-salt content solutions. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 20, p. 241–248, 2009.
- LEFIER, D. et al. Sensory properties and nutritional quality of low-sodium Gruyere cheese. **Le Lait**, v. 67, p. 1987, 1987.
- LIEM, D. G.; MIREMADI, F.; KEAST, R. S. J. Reducing Sodium in foods : the effect on flavor. **Nutrients**, Basel, v. 3, n. 6, p. 694–711, 2011.
- LOPES, C. O. et al. Effect of the addition of spices on reducing the sodium content and increasing the antioxidant activity of margarine. **LWT - Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 58, n. 1, p. 63–70, 2014.
- MAILLOT, M.; MONSIVAIS, P.; DREWNOWSKI, A. Food pattern modeling shows that the 2010 Dietary Guidelines for sodium and potassium cannot be met simultaneously. **Nutrition Research**, Tarrytown, v. 3, p. 188–194, 2013.
- MAN, C. M. D. Technological functions of salt in food products. In: KILCAST, D.; ANGUS, F. **Reducing salt in foods: practical strategies**. Cambridge: Woodhead, 2007. p. 157–173.
- MILANI, T. M. G. et al. Pre-extrusion aromatization of a soy protein isolate using volatile compounds and flavor enhancers: effects on physical characteristics, volatile retention and sensory characteristics of extrudates. **Food Research International**, Chicago, v. 62, p. 375–381, 2014.
- 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, 2002.
- MINASIAN, S. Permeate can help you reduce sodium while improving flavor. **Dairy Pipeline**, Madison, v. 23, n. 2, p. 3–8, 2011.

MINIM, V. P. R.; DELLA LUCIA, S. M.; CARNEIRO, J. D. S.; REIS, R. C.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, J. C. S.; SILVA, C. H. O. **Análise sensorial – Estudo com consumidores**. 2ª ed. Viçosa: UFV. 2010, 308p.

MOJET, J.; HEIDEMA, J.; CHRIST-HAZELHOF, E. Effect of concentration on taste – taste interactions in foods for elderly and young subjects. **Chemical Senses**, Oxford, v. 29, n. 8, p. 671–681, 2004.

MURPHY, C.; CARDELLO, A. V.; BRAND, J. G. Tastes of Fifteen halide salts following Water and NaCl : anion and cation effects. **Physiology & Behavior**, Elmsford, v. 26, p. 1083–1095, 1981.

NEAL, B.; YANG, F. W.; LI, N. **The effectiveness and costs of population interventions to reduce salt consumption**. Sidney: The George Institute for International Health, 2006. p. 5–7.

NILSON, E. A. F.; JAIME, P. C.; RESENDE, D. O. Iniciativas desenvolvidas no Brasil para a redução do teor de sódio em alimentos processados. **Revista Panamericana de Salud Pública**, Washington, v. 32, n. 6, p. 287–292, 2012.

NINOMIYA, K. Natural occurrence. **Food Review International**, London, v. 14, p. 177–212, 1998.

NIZAR, N. et al. Enhancing salty taste through odour–taste–taste interactions: Influence of odour intensity and salty tastants' nature. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 28, n. 1, p. 134–140, Apr. 2013.

PANOUILLE, M. et al. Food Hydrocolloids Understanding of the influence of composition, structure and texture on salty perception in model dairy products. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 25, p. 716–723, 2011.

PAULSEN, M. T. et al. Effects of NaCl substitution on the sensory properties of sausages: temporal aspects. **Meat science**, Oxford, v. 98, n. 2, p. 164–70, Oct. 2014.

PFLAUM, T. et al. Analytical and sensory studies on the release of sodium from wheat bread crumb. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 61, n. 45, p. 6485–6494, 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**, Westport, v. 44, n. 5, p. 338–345, Oct. 2013.

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

RODRIGUES, T. T. M. S. et al. First report of *Alternaria tomatophila* and *A. grandis* causing early blight on tomato and potato in Brazil. **New Disease Reports**, Wellesbourne, v. 22, n. 1, p. 28, 2010.

SANTOS, B. A. et al. Monosodium glutamate, disodium inosinate, disodium guanylate, lysine and taurine improve the sensory quality of fermented cooked sausages with 50% and 75% replacement of NaCl with KCl. **Meat Science**, Oxford, v. 96, p. 509–513, 2014.

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

SILVA, T. L. T. et al. Equivalence salting and temporal dominance of sensations analysis for different sodium chloride substitutes in cream cheese. **International Journal of Dairy Technology**, Malden, v. 67, n. 1, p. 31–38, 2014.

SOUZA, V. R. et al. Analysis of various sweeteners in petit suisse cheese: determination of the ideal and equivalent sweetness. **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 26, n. 5, p. 339–345, 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. 2013.

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

TEICH, V.; ARAUJO, D. V. Estimativa de custo da síndrome coronariana aguda no Brasil. **Revista Brasileira de Cardiologia**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 85–94, 2011.

TFOUNI, S. A. V. et al. **Batata chips e palha**. Campinas: ITAL, 2003. 73 p.

THIBAudeau, E.; ROY, D.; ST-GELAIS, D. Production of brine-salted Mozzarella cheese with different ratios of NaCl / KCl. **International Dairy Journal**, Oxford, v. 40, p. 54–61, 2015.

TIAN, X.; FISK, I. D. Salt release from potato crisps. **Food & function**, Cambridge, v. 3, n. 4, p. 376–80, Apr. 2012.

TRIKI, M. et al. Storage stability of low-fat sodium reduced fresh merguez sausage prepared with olive oil in konjac gel matrix. **Meat Science**, Oxford, v. 94, n. 4, p. 438–446, 2013.

TUOMILEHTO, J. et al. Urinary sodium excretion and cardiovascular mortality in Finland: a prospective study. **The Lancet**, Minneapolis, v. 357, p. 848–851, 2001.

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

VERMA, A. K.; BANERJEE, R.; SHARMA, B. D. Quality characteristics of low fat chicken nuggets: effect of salt substitute blend and pea hull flour. **Journal of Food Science and Technology**, Paranaque, p. 1-8, 2013. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s13197-013-1218-1#close>>. Acesso em: 22 nov. 2014.

WHELTON, P. K.; HE, J. Potassium in preventing and treating high blood pressure. **Seminars in Nephrology**, Oxford, v. 19, p. 494–499, 1999.

WILSON, R.; KOMITOPOULOU, E.; INCLES, M. Evaluation of technological approaches to salt reduction. **Leatherhead Food Research**, Surrey, v. 44, p. 1-222, July 2012. Disponível em: <<http://www.leatherhead food.com>>. Acesso em: 3 nov. 2014.

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

WU, H. et al. Influence of partial replacement of NaCl with KCl on profiles of volatile compounds in dry-cured bacon during processing. **Food Chemistry**, London, v. 172, p. 391–399, 2015.

SEGUNDA PARTE : ARTIGO

1 **MISTURA DE SAIS MICROPARTICULADOS: UMA**
2 **ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DE SÓDIO EM BATATA**
3 **PALHA**

4 Será submetido á Journal of Sensory Studies , sendo apresentado
5 de acordo com as regras de publicação desta revista.

6
7
8 Daniela Maria Rodrigues^{*1}, Vanessa Rios de Souza², Juliana
9 Farinassi Mendes³, Cleiton Antônio Nunes⁴, Ana Carla Marques Pinheiro⁵

10

11 ¹ Departamento Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras,
12 37200-000, Lavras- MG, Brasil, dannielarodrigues@hotmail.com

13 ² Departamento Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras,
14 37200-000, Lavras- MG, Brasil, vanessardsouza@gmail.com

15 ³ Departamento Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras,
16 37200-000, Lavras- MG, Brasil, julianafarinassi@hotmail.com

17 ⁴ Departamento Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras,
18 37200-000, Lavras- MG, Brasil, cleitonqmc@gmail.com

19 ⁵ Departamento Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras,
20 37200-000, Lavras- MG, Brasil, anacarlamp@dca.ufla.br

21

22

23

24

25 *Autor correspondente: +55 35 9123 1801

26 Email: dannielarodrigues@hotmail.com (D. M. Rodrigues)

27

28 **RESUMO**

29 Várias estratégias foram estudadas no intuito de reduzir o teor de
30 sódio em alimentos, todas elas buscando minimizar ao máximo os
31 problemas que podem afetar as propriedades sensoriais dos produtos com
32 o menor teor de sódio. Desta forma, este trabalho objetivou aliar duas
33 estratégias para redução de sódio em batata palha: uso de substitutos e
34 redução do tamanho de partículas. Para isto, o estudo envolveu análises
35 de equivalência de salga por meio de escala de magnitude, Dominância
36 Temporal das Sensações (TDS) e análise de tempo-intensidade de mistura
37 de sais (cloreto de sódio, cloreto de potássio e glutamato monossódico)
38 com partículas reduzidas em batata palha. As misturas de sais de menores
39 granulometrias apresentaram mesma percepção de salga que o sal comum
40 na batata palha, no entanto utilizando menores concentrações destes sais.
41 Além do gosto salgado, foi percebido o gosto umami pela análise de TDS.
42 Com base nos resultados, a redução de sódio em batata palha pode ser
43 conseguida por meio de uma mistura de sais de 117,07 µm sem perdas de
44 qualidade sensorial e com uma redução de 68,75% no teor de sódio. Além
45 disso, representa uma estratégia potencial para redução de sódio em
46 produtos semelhantes como snacks, chips.

47

48 **APLICAÇÕES PRÁTICAS**

49 Devido às demandas globais de redução de sódio em alimentos,
50 alternativas são necessárias para torná-los mais saudáveis ao consumidor
51 e ainda garantir a qualidade sensorial. A combinação de duas estratégias:
52 uso de substitutos de cloreto de sódio e redução da partícula de sais
53 mostrou-se muito eficiente na redução de sódio de batata palha,
54 conseguindo reduzir mais sódio que as estratégias citadas em isolado.
55 Desta forma, tem-se uma alternativa eficiente com grande potencial para
56 redução de sódio em categorias de alimentos secos, como snacks, batata
57 chips.

58 **PALAVRAS-CHAVES:** substitutos de sal, partícula reduzida, sódio,
59 dominância temporal das sensações, tempo-intensidade.

60

61 **INTRODUÇÃO**

62

63 O sal desempenha um papel fundamental na qualidade e
64 propriedades dos alimentos, além de proporcionar sabor, o NaCl possui
65 várias outras funções envolvidas no processamento de alimentos
66 (Panouillé *et al.* 2011). Entre elas possui ação antimicrobiana por
67 promover redução da atividade de água (Albarracín *et al.* 2011,
68 Kurlansky, 2002). Além disso, exerce influência em várias reações
69 enzimáticas na matriz alimentar, envolvidas no desenvolvimento de
70 textura, cor, sabor e aroma em alimentos (Albarracín *et al.* 2011).

71 Embora possua esse conjunto de benefícios para a qualidade
72 sensorial dos alimentos, está comprovado que o excesso da ingestão de
73 sódio está associada á hipertensão arterial e à doenças cardiovasculares
74 (WHO, 2007). O aumento na ingestão de sal gera um desafio enorme para
75 os rins excretar grandes quantidades do mesmo, acarretando desta forma,
76 um aumento na pressão arterial, o que conseqüentemente aumenta o risco
77 de doenças cardiovasculares e renais (He and Macgregor 2010, Tuomilehto *et*
78 *al.* 2001). Para isto, a OMS recomendou um nível não superior a 5 g de
79 NaCl por dia (WHO, 2007).

80 Estima-se que pelo menos 75% da ingestão de sódio na dieta
81 provem de alimentos processados e comidas de restaurante, originados do
82 cloreto de sódio (Dolch *et al.* 2009). Desta forma, os fabricantes de
83 alimentos processados foram convocados pela OMS a reduzir o teor de
84 sódio em seus produtos. No Brasil, as indústrias de alimentos
85 conseguiram reduzir cerca de 1,295 toneladas de sódio em três produtos
86 em um ano, proposto por um acordo que se iniciou em 2007 entre o
87 Ministério da Saúde com a Associação das Indústrias de Alimentação
88 (ABIA). Em 2011, este acordo passou por uma renovação incluindo
89 outras categorias de produtos, e ainda estipulou metas de redução de
90 sódio até 2020 (Brasil, 2014).

91 Várias estratégias de redução de sódio já foram estudadas, entre
92 elas o uso de substitutos de cloreto de sódio (Desmond, 2006; Guàrdia *et*
93 *al.* 2008; Wu *et al.* 2015), a redução da partícula de cloreto de sódio
94 (Miller and Barringer, 2002, Rama *et al.* 2013, Freire *et al.* 2014) e a
95 redução gradativa de sal (Girgis *et al.* 2003; Bobowski and Vickers, 2012;
96 He *et al.* 2014). A forma mais habitual encontrada pelas indústrias de
97 alimentos é a substituição parcial de cloreto de sódio por outros sais como
98 KCl, CaCl₂, MgCl₂, lactato de potássio, fosfato de potássio (Desmond,
99 2006, Santos *et al.* 2014, Liem *et al.* 2011), e/ou em combinações com
100 intensificadores de sabor como glutamato monossódico, lisina, guanilato
101 dissódico e inosinato dissódico (Heidolph *et al.* 2011, Santos *et al.* 2014,
102 Campagnol *et al.* 2012).

103 Dentre estes substitutos, o KCl é o mais utilizado, visto que é o
104 composto mais semelhante quimicamente ao cloreto de sódio (Campagnol
105 *et al.* 2012), embora possua menor potencial de salga (Souza *et al.*, 2013).
106 Outro problema é que em altas concentrações o KCl pode proporcionar
107 sabor amargo e metálico, por isso ele tem sido usado em combinações
108 com outros sais ou intensificadores de sabor (Liem *et al.* 2011). Os
109 intensificadores de sabor são substâncias que não possuem sabor salgado,
110 mas em combinação com cloreto de sódio, intensificam a percepção do
111 gosto salgado. Atuam na ativação de receptores na boca, ajudando a
112 compensar a redução de sódio (Leatherhead Food Research, 2012). O
113 glutamato monossódico, caracterizado pela percepção do quinto gosto,
114 umami, tem sido usado como um bom intensificador de sabor em
115 produtos com NaCl, sem aumentar substancialmente o teor total de sódio
116 do produto (Liem *et al.* 2011).

117 Alguns estudos evidenciaram que a redução da partícula de cloreto
118 de sódio promove o aumento da salinidade percebida (Freire *et al.* 2014,
119 Miller and Barringer, 2002, Jensen *et al.* 2008). Tal processo ocorre

120 devido a partícula em tamanhos pequenos permitir uma maior superfície
121 de contato, podendo melhorar a interação entre as células receptoras
122 gustativas (TRCs) e o canal epitelial de sódio (ENaC), através da
123 dissolução de maior quantidade de sódio na saliva (Rama *et al.* 2013,
124 Freire *et al.* 2014). Rama *et al.* (2013) avaliaram o impacto de várias
125 frações de tamanhos de cristais de sal na entrega de sódio á saliva usando
126 batata frita e concluíram que tamanhos de partículas menores de cloreto
127 de sódio (<106 µm) aumentaram a percepção de gosto salgado. Freire *et*
128 *al.* (2014) conseguiu reduzir 51% de cloreto de sódio com partículas de
129 26 µm em batata palha, mantendo a mesma percepção de gosto salgado e
130 consequentemente a qualidade sensorial.

131 A batata palha é um dos produtos alvo para redução de sódio no
132 Brasil, sendo que um estudo feito pela Agência Nacional de Vigilância
133 Sanitária (Anvisa) para monitoramento do nutriente sódio em
134 determinadas categorias de produtos alimentícios, colocou a batata palha
135 como o 19º produto com maior teor de sódio entre os alimentos
136 processados brasileiros (Anvisa, 2012).

137 Diante do exposto, acredita-se que as estratégias de utilização de
138 substitutos e redução no tamanho de partículas podem ser combinadas e
139 utilizadas para a redução de sódio em alimentos.

140 Desta forma o objetivo deste trabalho foi determinar a
141 equivalência e a potência de salga de mistura de sais (cloreto de sódio,
142 cloreto de potássio e glutamato monossódico) em tamanhos de partículas
143 reduzidas em relação ao cloreto de sódio comercial, bem como realizar
144 testes sensoriais dinâmicos (tempo intensidade e dominância temporal das
145 sensações - TDS) para caracterização da batata palha.

146 MATERIAL E MÉTODOS

147

148 **Preparação da amostra de mistura de sais**

149

150 Foi utilizada no trabalho batata palha de marca comercial
151 Croques® fabricada em São João Del Rey-MG no Brasil, sem salga, ou
152 seja, sem cloreto de sódio. Para a salga utilizou-se cloreto de sódio
153 Clipper®, glutamato monossódico Aji-no-moto® e cloreto de potássio
154 Vetec®.

155 O cloreto de sódio, cloreto de potássio e o glutamato monossódico
156 foram moídos separadamente em liquidificador Walita Philips RI2044
157 com 600 W de potência por 15 segundos utilizando aproximadamente 100
158 g de cada. Em seguida, os respectivos sais triturados foram separados em
159 diferentes granulometrias por meio da utilização de um conjunto de
160 peneiras de 100, 200, 270 e 325 meshes em agitador de peneira Produtest,
161 com a agitação máxima das peneiras. Após a separação e obtenção de
162 cada um dos sais com diferentes tamanhos de partículas, preparou-se as
163 misturas de sais com as respectivas granulometrias (NaCl, KCl e
164 glutamato monossódico).

165 A proporção de cloreto de sódio, cloreto de potássio e glutamato
166 monossódico foi baseado no trabalho de Carrara et al. (2013), em que
167 verificou-se que um mix de baixo teor de sódio para batata palha deve
168 conter 50% de cloreto de sódio, 30% de cloreto de potássio e 20% de
169 glutamato monossódico.

170

171 **Análise Granulométrica**

172

173 A análise granulométrica do cloreto de sódio, da mistura de sais sem
174 moer e das misturas moídas obtidas pela separação nas diferentes peneiras

175 foi realizada no instrumento Malvern Mastersizer modelo 2000, por meio
176 da difração de raio laser.

177 O etanol foi utilizado como dispersante para promover a separação
178 dos aglomerados de partículas, evitando erros nas medidas de tamanho.
179 Os índices de refração foram de 1,36 para ajustar o dispersante e 1,52
180 para a amostra. A amostra foi adicionada ao dispersante até atingir uma
181 gama de obscurecimento de 10-30%. O tamanho de partícula foi medido
182 num intervalo de 0,02-2000 μm . A distribuição do tamanho de partícula
183 foi expressa como um gráfico que representa o volume (%) \times tamanho de
184 partícula (μm). Os tamanhos das partículas das amostras foram dados em
185 três parâmetros (D10, D50 e D90), determinados usando o software do
186 instrumento Mastersizer 2000. D10 é o diâmetro médio de 10% das
187 partículas, enquanto que D90 representa o diâmetro médio de 90% das
188 partículas.

189

190 **Preparo da salga de batata palha**

191

192 A salga foi realizada por peneiramento de modo uniforme sobre uma
193 quantidade de 100 g de batata palha, distribuídas uniformemente num
194 tabuleiro de 25 cm x 20 cm. Em seguida, as batatas palha salgadas foram
195 colocadas num saco de plástico estéril e misturadas manualmente durante
196 5 minutos. A fim de controlar o teor de sal para cada tratamento, o saco de
197 plástico, após a remoção da amostra com o restante de sal foi pesado. Se o
198 peso do sal (retido na embalagem) fosse superior a 5% da quantidade
199 adicionada, todo o processo de salga seria refeito (Freire *et al.* 2014).

200 **Análise Sensorial**

201

202 ***Seleção de Provadores***

203

204 Foram recrutados 35 consumidores de batata palha que estavam
205 interessados em participar da pesquisa, que possuíam disponibilidade e
206 sem restrições quanto ao consumo deste produto (Souza *et al.* 2013). Para
207 selecionar provadores com habilidade discriminativa de amostras foi
208 utilizado o método seqüencial proposto por Wald (Amerine *et al.* 1965)
209 em que é aplicada uma série de testes triangulares (Meilgaard *et al.* 1999).
210 Nos testes triangulares foram utilizadas duas amostras de batata palha
211 com diferença de 1% de significância. As amostras foram batata palha
212 com 1,0% e 1,25% de cloreto de sódio. A partir dos parâmetros definidos
213 ($P = 0,30$, $p_1 = 0,70$, $\alpha = 0,10$ e $\beta = 0,10$), o gráfico de Wald foi
214 construído e os provadores foram selecionados ou rejeitados de acordo
215 com o número de acertos analisadas no gráfico (Souza *et al.* 2011). Com
216 oito testes triangulares, foram selecionados 12 provadores. Os provadores
217 selecionados eram estudantes universitários com idade entre 20 e 30 anos.

218

219 ***Treinamento de provadores***

220

221 Os provadores selecionados foram treinados para usar escalas de
222 magnitude de acordo com Souza *et al.* (2011). Na sessão de treinamento
223 os provadores receberam três amostras de batata palha salgadas com
224 cloreto de sódio a 0,8 , 1,6 e 3,2 % respectivamente, para estimar a
225 intensidade de salga destas amostras em relação a uma amostra de
226 referência (batata palha com cloreto de sódio a 1,6%) . A concentração
227 ideal de cloreto de sódio 1,6% foi baseada no trabalho de Carrara *et al.*

228 (2003), onde esta concentração foi determinada pela teste do ideal e
229 aceitação.

230

231 **Determinação da Equivalência de Salga**

232

233 Para a determinação da potência de salga da mistura de sais sem
234 moer e das misturas de sais moídos e em diferentes granulometrias em
235 relação á 1,6% de cloreto de sódio em batata palha foi utilizado o método
236 sensorial de escala de magnitude. A Tabela 1 mostra as concentrações pré-
237 estabelecidas usadas no teste.

238 Tabela 1 Concentrações das amostras de cloreto de sódio e misturas de
239 sais para análise de equivalência de salga

Amostras	Concentrações(%)				
1	0.95	1.23	1.6	2.08	2.70
2	0.62	1.0	1.6	2.56	4.09
3	0.39	0.61	1.0	1.58	2.53
4	0.39	0.61	1.0	1.58	2.53
5	0.39	0.61	1.0	1.58	2.53
6	0.39	0.61	1.0	1.58	2.53

240 O código 1 refere-se o cloreto de sódio comercial, o 2 á mistura de sais
241 sem moer e as misturas de sais moídas e separados em diferentes gamas
242 de tamanho de malhas 100, 200, 270, 325 recebendo codificação 3, 4, 5 e
243 6 respectivamente.

244

245 Cinco concentrações de sal foram utilizadas no teste e para cada
246 teste foi realizado em três sessões. A concentração central 1,6% nas
247 amostras 1 e 2 é a concentração ideal de sal e para encontrar as demais
248 concentrações o fator de 1,3 foi utilizado, sendo baseado nos trabalhos de
249 Cardoso *et al.* (2004) e Souza *et al.* (2011). Para as misturas de sais
250 moídas, as concentrações utilizadas para salgar as batata palhas foram
251 determinadas por pré-testes.

252 Para realizar o teste com escala de magnitude foi entregue aos
253 provadores uma amostra referência R, que foi batata palha salgada com
254 1,6% de cloreto de sódio, sendo esta amostra com uma potência
255 designada por 100. Em seguida as demais amostras (5g) de batata palha
256 que foram codificadas e apresentadas de forma balanceada (Macfie *et*
257 *al.*1989), as quais estavam salgadas com concentrações estabelecidas
258 anteriormente expostas na tabela 1. Posteriormente, eles foram solicitados
259 a estimar a intensidade do gosto salgado das amostras de batata palha em
260 relação à amostra referência, sendo que cada análise foi realizada em
261 triplicata.

262 Para a análise dos dados, tal como descrito por Souza *et al.* 2013,
263 os valores de magnitude estimada de salga de cloreto de sódio, mistura de
264 sais sem moer e misturas de sais moídas foram convertidos em médias
265 geométricas, e estes valores foram ajustados para uma escala logarítmica.
266 As equações das curvas de concentração versus resposta sensorial para
267 cada mistura de sais correspondeu a uma função de potência ("Power
268 Function") com as seguintes características: $S = A.C^n$, onde S é a
269 sensação percebida, C é a concentração do estímulo, A é o antilog do
270 valor y na interceptação e n é a inclinação obtida (Moskowitz 1970;
271 Lawless e Heymann, 2010).

272 Para calcular a concentração equivalente (C) da mistura de sais em
273 diferentes granulometrias, a equação obtida para a batata palha com
274 cloreto de sódio (1,6%) foi usada, e em lugar de C (concentração do
275 cloreto de sódio), o valor de 1,6% foi atribuído, o que é a salinidade ideal
276 do cloreto de sódio para batata palha (Carrara *et al.*, 2013). Assim, o valor
277 de S (salinidade percebida de cloreto de sódio) foi estimado
278 matematicamente. O valor de S para o cloreto de sódio foi substituído nas
279 outras equações (para a mistura de sais sem moer e misturas de sais
280 moídas), determinando a concentração ótima de cada mistura de sais, em

281 relação ao equivalente de sal na batata palha com cloreto de sódio (1,6%)
282 (Souza *et al.* 2011).

283 A potência de cada uma das misturas de sais moídas foi calculada pela
284 razão entre a concentração de cloreto de sódio 1,6% e a concentração da
285 mistura de sais equivalente em sua determinada granulometria (Souza *et*
286 *al.* 2011).

287

288 **Dominância Temporal das Sensações (TDS)**

289

290 A análise de TDS foi realizada nas amostras de batata palha salgada,
291 respectivamente, com cloreto de sódio (1,6%), mistura de sais sem moer e
292 misturas de sais moídas em diferentes granulometrias com as
293 concentrações equivalentes à salga de 1,6% de cloreto de sódio, conforme
294 determinado na etapa anterior. Os 12 provadores que participaram da
295 determinação de equivalência de salga realizaram a análise, os quais
296 participaram de um treinamento para familiarização com o teste e com os
297 atributos sensoriais. O tempo total de duração foi de 20 segundos. Para a
298 aquisição de dados e geração de resultados foi utilizado o software
299 SensoMaker versão 1.8 (Nunes & Pinheiro, 2013). Os participantes foram
300 solicitados a selecionar o gosto dominante ao longo do tempo (20 s). Para
301 evitar possíveis mal-entendidos, foi claramente explicado que o gosto
302 dominante é o gosto que é percebido com maior clareza e intensidade,
303 entre outros (Souza *et al.* 2013). Em seguida, os membros do painel
304 foram convidados a colocar a toda a amostra (5g) de batata palha na boca
305 e começar imediatamente a avaliação. Os atributos avaliados no programa
306 foram doce, salgado, azedo, amargo, picante, umami, adstringente e sabor
307 desagradável baseando-se em outros trabalhos com substituição de cloreto
308 de sódio em alimentos (Freire *et al.* 2014; Feltrin *et al.* 2014; Silva *et al.*
309 2013).

310 A avaliação foi feita em apresentação monádica e balanceada em
 311 copos plásticos brancos descartáveis codificados com números de três
 312 dígitos, os avaliadores foram convidados a lavar a boca com uma solução
 313 de água com limão para limpar o gosto residual de sal da amostra anterior
 314 (Tian e Fisk, 2012) e tomar água entre cada amostra.

315 A metodologia de Pineau *et al.* (2009) foi utilizado no software
 316 SensoMaker versão 1.8 para calcular as curvas de TDS. Logo, duas linhas
 317 são desenhadas no display gráfico, TDS, a "linha do acaso" e a "linha de
 318 significância". A "linha do acaso" é a taxa de dominância que um atributo
 319 pode obter por acaso e a linha de significância' é o valor mínimo para que
 320 esta proporção seja considerada de forma significativa, maior que P0.
 321 (Pineau *et al.* 2009). É calculada utilizando o intervalo de confiança de
 322 uma proporção binomial baseado numa aproximação normal, de acordo
 323 com Pineau *et al.* (2009) (1)

$$324 \quad P_s = P_0 + 1.645 \sqrt{\frac{P_0(1 - P_0)}{n}}$$

325 Ps: menor valor de proporção significativa ($\alpha = 0,05$) em qualquer ponto
 326 no tempo para uma curva de TDS; P0: é igual a $1/p$, sendo p o número de
 327 atributos; n: número de indivíduos * repetição

328
 329

330 **Análise de Tempo Intensidade - TI**

331

332 Para a análise de tempo-intensidade, os mesmos 12 provadores,
 333 após familiarização com a análise e o programa de coleta de dados
 334 avaliaram as amostras de batata palha salgadas com a mistura de sais sem
 335 moer e com as quatro misturas de sais moídas com a mesma intensidade
 336 de salga que 1,6% de cloreto de sódio. A análise foi realizada em três
 337 repetições, de forma monádica, onde eles usaram computadores para

338 registrar a intensidade percebida do gosto salgado durante 40 segundos. A
339 aquisição e análise de dados para o teste tempo-intensidade foram obtidos
340 utilizando o programa SensoMaker, versão 1.8, UFLA, Lavras-Brasil
341 (Nunes e Pinheiro, 2013; Pinheiro *et al.* 2013).

342 Para análise estatística, os parâmetros da curva I_{max}, TI5%,
343 TD5%, TI90%, TD90%, Platô e Área foram avaliados por análise de
344 variância - ANOVA (fontes de variação: amostras, provadores e
345 interações de amostra * provadores) e as médias das amostras ($p \leq 0,05$)
346 comparadas pelo teste de Tukey. Quando uma diferença significativa foi
347 observada na interação amostra e provadores ($p \leq 0,05$), foi utilizado o
348 programa estatístico Painel Check para identificar os provadores que não
349 estavam em consenso com a equipe (Tomic *et al.* 2007). Assim, os
350 participantes que discordaram foram identificados e excluídos da análise
351 de variância e a análise foi repetida.

352 **RESULTADOS**

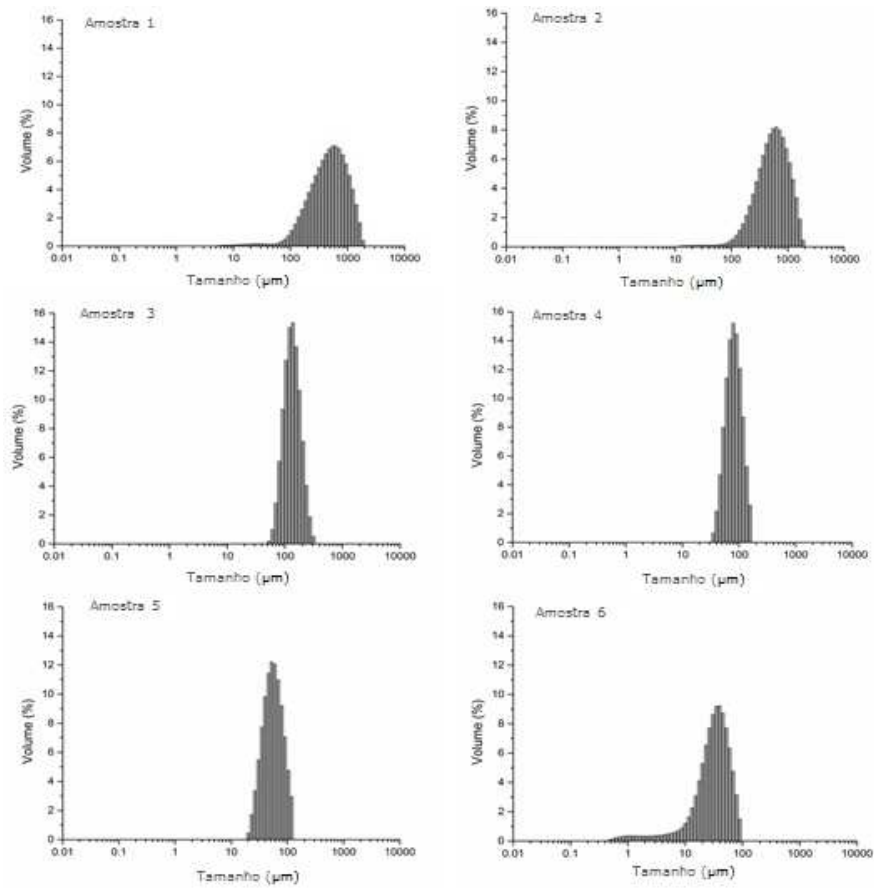
353

354 **Análise de granulometria dos sais**

355

356 A figura 1 mostra a distribuição de tamanho de partículas do sal
357 comum, mistura de sais sem moer e mistura de sais em diferentes
358 granulometrias. A análise granulométrica de espalhamento de luz laser de
359 baixo ângulo mostrou grande redução no tamanho das partículas em
360 função da moagem. Houve redução no tamanho médio $d(0,5)$ de mistura
361 de sais sem moer de 594,652 μm para 30,59 μm na mistura de sais
362 passada na peneira de malha 325, representando uma redução de 19 vezes
363 no tamanho das partículas. Os tamanhos de partícula abaixo de 10% (d_{10})
364 e 90% (d_{90}) obtidos da amostra também exibiram taxas semelhantes de
365 redução (Tabela 2).

366



367

368 **FIG. 1.** TAMANHOS DE PARTÍCULAS DE SAL COMUM
369 (AMOSTRA 1) E MISTURA DE SAIS NÃO MOÍDA (AMOSTRA 2) E
370 MOIDAS SEPARADAS POR PENEIRAS DE 100 (AMOSTRA 3), 200
371 (AMOSTRA 4), 270 (AMOSTRA 5) E 325 (AMOSTRA 6) MESH.

372 **TABELA 2** Granulometrias de amostras de sal comum e misturas de sais
 373 em partículas reduzidas

Sais	Tamanho da Peneira(mesh)	Tamanho da perfuração de peneira(μm)	D10 μm	D50 μm	D90 μm
1	-	-	171.489	521.623	1222.050
2	-	-	229.870	594.652	1279.709
3	100	150	79.845	123.711	193.448
4	200	75	48.034	75.112	117.077
5	270	53	29.560	51.196	88.188
6	325	45	10.101	30.591	59.671

374 O código 1 refere-se ao cloreto de sódio, o código 2 refere-se a mistura de
 375 sais sem moer e as partículas de mistura de sais moídas e os cristais
 376 separados em diferentes gamas de tamanhos por peneiras de malha 100,
 377 200, 270, 325 com os códigos 3, 4, 5, 6 respectivamente.

378

379

380 Comparando diferentes tamanhos de partículas de misturas de sais
 381 moídos 3, 4, 5 e 6 com o tamanho de partícula do mistura de sais sem
 382 moer pelo D90, houve redução de tamanho de aproximadamente 84,88%,
 383 90,85%, 93,10% e 95,33% respectivamente. Desta forma, percebe-se que
 384 houve uma grande redução no tamanho de partículas da mistura de sais
 385 sem moer até a mistura de sais passada pela peneira de malha 100. A
 386 partir desta peneira as reduções foram menores, de uma mistura de sais
 387 para a outra.

388

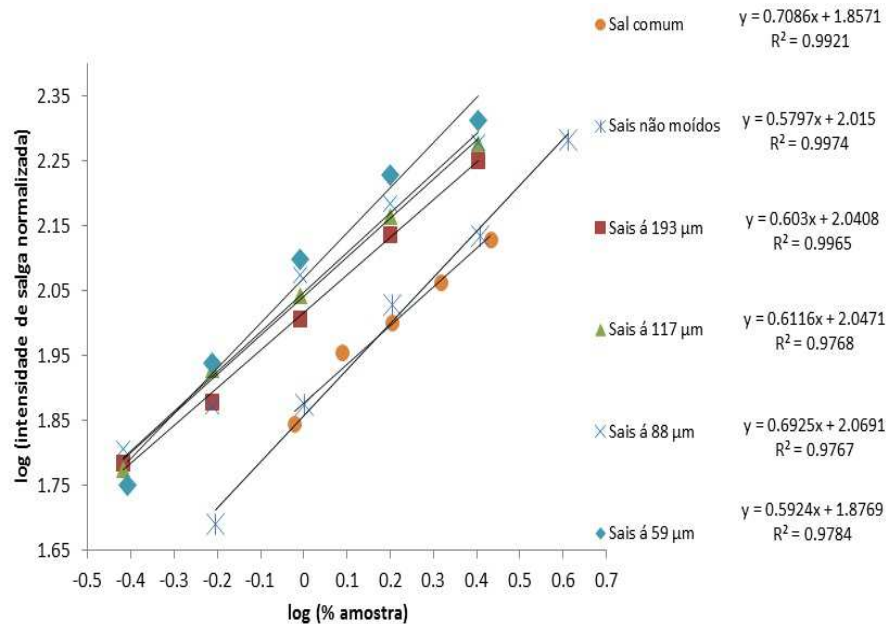
389 **Determinação de Equivalência de Salga**

390

391 A partir dos dados dos testes com escala de magnitude, os valores
 392 das concentrações (C) (eixo x) e intensidade de salga (estimados por meio
 393 da sensação percebida) (eixo y) para o cloreto de sódio, mistura de sais
 394 sem moer e mistura de sais em suas diferentes granulometrias foram
 395 normalizados e plotados em uma escala logarítmica. Uma regressão linear

396 dos pontos e uma equação linear foram obtidas para cada um deles e
 397 apresentados na Figura 2.

398



399

400

401 **FIG. 2. FUNÇÃO DE POTÊNCIA LINEARIZADA PARA A BATATA**
 402 **PALHA SALGADA COM CLORETO DE SÓDIO E MISTURAS DE**
 403 **SAIS EM DIFERENTES GRANULOMETRIAS**

404 Sal comum(NaCl – amostra 1), Sais não moído (amostra 2), Sais á 193 μm
 405 (amostra 3), Sais á 117 μm (amostra 4), Sais á 88 μm(amostra 5) e Sais á
 406 59 μm (amostra 6)

407

408 De acordo com o posicionamento das curvas pode-se perceber que

409 o cloreto de sódio (sal comum) e o mix de sais sem moer possuem

410 potências de salga semelhantes (Figura 2). Já o distanciamento das curvas

411 das amostras de misturas de sais 3(193,44 μm); 4 (117,07 μm); 5 (88,18

412 μm) e 6 (59,67μm) em relação a amostra 2 - mistura de sais não moída

413 (1279,70 μm) e ao sal comum -amostra 1 (1222 μm), demonstra que

414 quanto menor o tamanho da partícula, menor é a quantidade necessária

415 destes sais para promover a mesma intensidade de salga, ou seja, maior é

416 a potência de salga das misturas de sais em partículas reduzidas.

417 A partir das equações de cloreto de sódio, mistura de sais sem
 418 moer e as misturas de sais moídas em diferentes granulometrias, uma
 419 “Power Function” foi obtida (Tabela 2).

420

421 **TABELA 3-** Antilog do intercepto-y (a), intercepto na ordenada (n),
 422 coeficiente linear de determinação (R^2) e função de potência (Power
 423 Function) dos resultados para determinação da salinidade equivalente do
 424 mix de sais em diferentes granulometrias, em relação ao cloreto de sódio
 425 à 1,6% em batata palha.

Amostras	a	n	Power function	Concentração	Potência
1	1.8769	0.5924	$S=75.32(1.6)^{0.5924}$	-	-
2	1.8571	0.7086	$S = 71.96.C^{0.7086}$	1,58	101,2
3	2.015	0.5797	$S=103.51C^{0.577}$	0,93	172,0
4	2.0408	0.6030	$S=109.84C^{0.603}$	0,85	188,2
5	2.0471	0.6116	$S=111.45C^{0.6116}$	0,83	192,7
6	2.0691	0.6925	$S=117.24C^{0.9767}$	0,79	202,5

426 Amostra 1, cloreto de sódio não moído; Amostra 2, mistura de sais não
 427 moída; Amostra 3, mistura de sais moída á 193,45 μm ; Amostra 4,
 428 mistura de sais moída á 117,07 μm ; mistura de sais moída á 88,18 μm e
 429 mistura de sais moída 59,67 μm .

430

431 Com base na Power Function encontrada para o cloreto de sódio e
 432 para o mix de sais sem moer, foi verificado que para promover a mesma
 433 intensidade de salga que 1,6% de cloreto de sódio é necessário 1,58% da
 434 mistura de sais sem moer, ou seja, a mistura de sais sem moer possui
 435 praticamente a mesma potência que o cloreto de sódio (Tabela 2).
 436 Utilizando a mistura de sais sem moer (amostra 2) já é possível uma
 437 redução de 42% do teor de sódio da batata palha. Já para as misturas de
 438 sais em diferentes granulometrias, percebe-se que a diminuição da
 439 partícula da mistura de sais promove um aumento da potência de salga,
 440 ou seja, pode-se perceber que quanto menor as partículas dos sais que
 441 compõe a mistura de sais, menor é a concentração necessária para
 442 promover a mesma intensidade de salga de 1,6% de cloreto de sódio.

443 Neste sentido, a mistura de sais de 59,67 μm (amostra 6) praticamente
 444 possui o dobro da potência de salga que o cloreto de sódio (amostra 1),
 445 sendo assim, é possível reduzir ainda mais o teor de sódio.

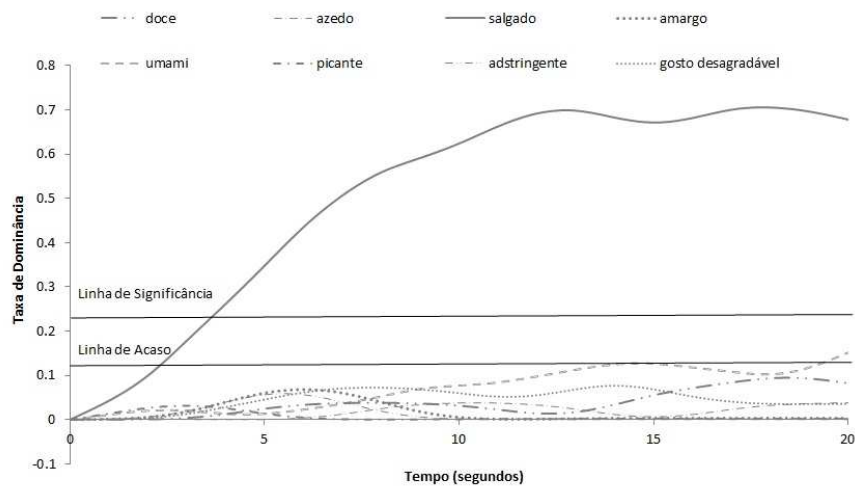
446

447 **Dominância Temporal das Sensações (TDS)**

448

449 As Figuras 3-8 mostram os perfis para o TDS das seis amostras de
 450 batatas palha salgadas com sal comum e mistura e sais com diferentes
 451 granulometria. Cada curva representa a variação da taxa de dominância
 452 dos atributos avaliados ao longo do tempo. A linha inferior corresponde a
 453 linha do acaso, abaixo dela significa que os valores foram marcados de
 454 forma aleatória e a linha superior representa a linha de significância; os
 455 resultados acima dessa linha indicam gosto/sabor percebido significativo
 456 (Pineau, 2009).

457

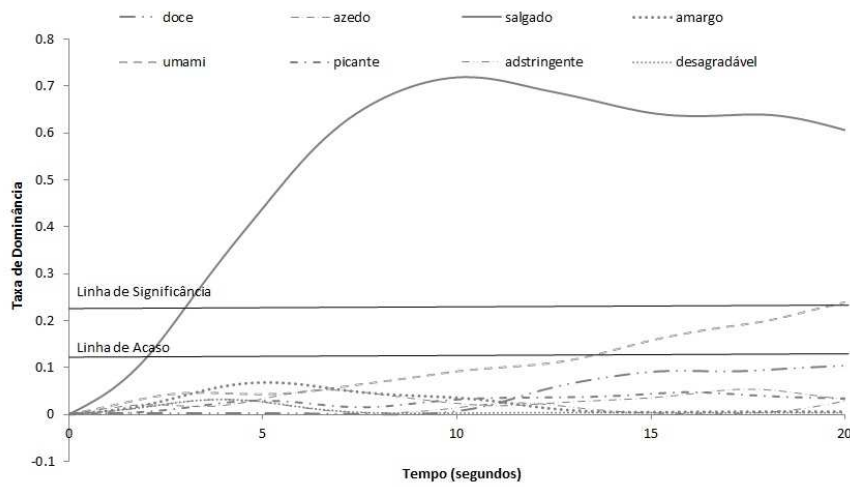


458

459 **FIG. 3. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA PARA O TDS DE BATATA**
 460 **PALHA SALGADAS COM AMOSTRA 1(CLORETO DE SÓDIO).**

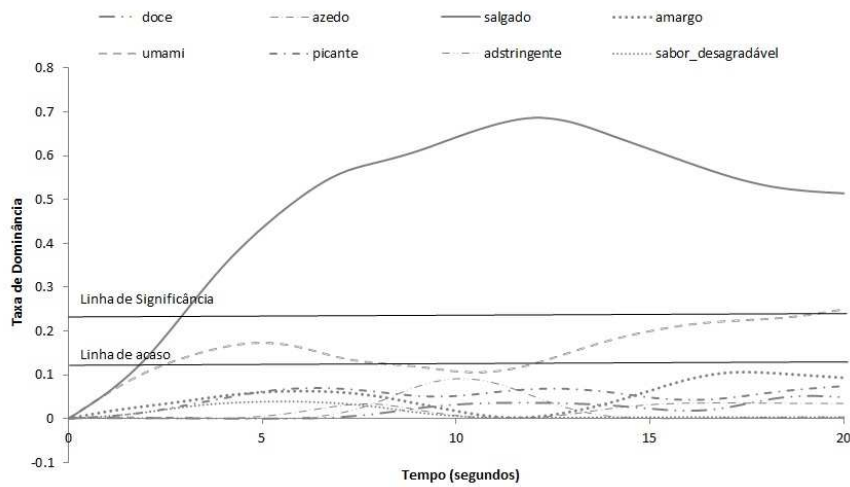
461

462



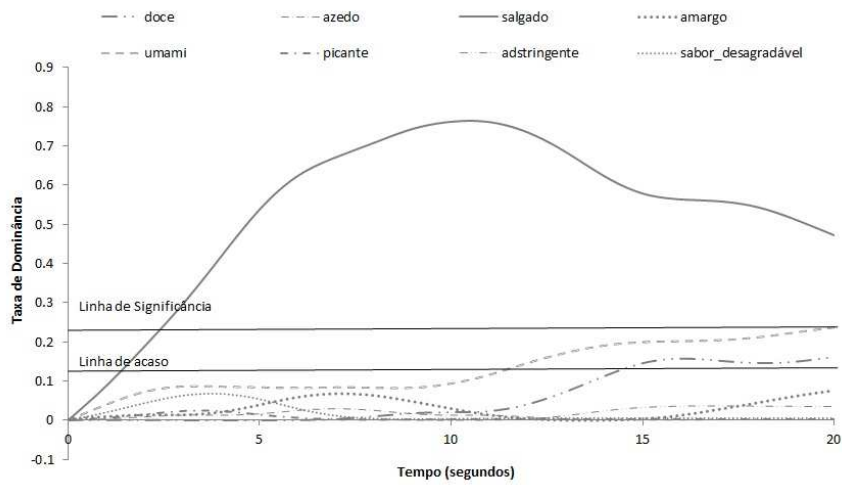
463
464
465
466
467
468
469
470

FIG. 4. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA PARA O TDS DE BATATA PALHA SALGADAS COM AMOSTRA 2 (MISTURA DE SAIS SEM MOER).

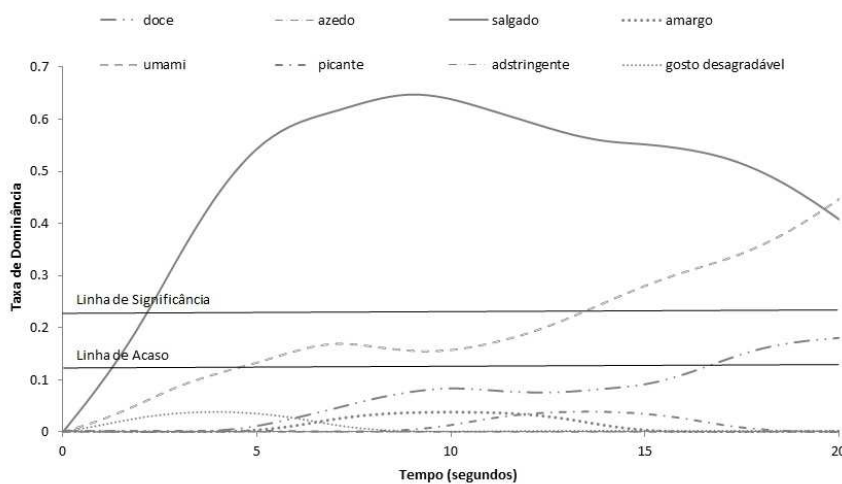


471
472
473
474
475

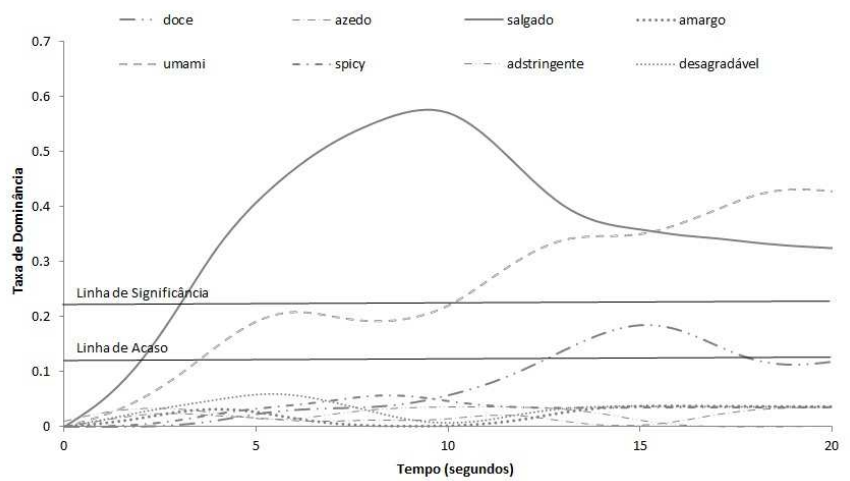
FIG.5. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA PARA O TDS DE BATATA PALHA SALGADAS COM AMOSTRA 3 (MISTURA DE SAIS À 193,45 μm).



476
 477 **FIG. 6. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA PARA O TDS DE BATATA**
 478 **PALHA SALGADAS COM AMOSTRA 4 (MISTURA DE SAIS À**
 479 **117,07 μm).**
 480



481
 482 **FIG. 7. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA PARA O TDS DE BATATA**
 483 **PALHA SALGADAS COM AMOSTRA 5 (MISTURA DE SAIS À 88,18**
 484 **μm).**
 485



486
 487 **FIG. 8. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA PARA O TDS DE BATATA**
 488 **PALHA SALGADAS COM AMOSTRA 6 (MISTURA DE SAIS À 59,67**
 489 **µm).**
 490

491 A análise mostra que em todas as amostras de batatas palha o
 492 gosto salgado foi o dominante. Na batata palha com mistura de sais em
 493 partículas reduzidas 5 e 6 (Figuras 7 e 8) o gosto salgado e o umami
 494 foram dominantes, sendo que o gosto salgado apresentou maior taxa de
 495 dominância e o umami aparece no final do tempo estabelecido para a
 496 análise. A medida que diminui a granulometria das misturas de sais o
 497 gosto umami vai aparecendo no final tornando-se dominante. Nas
 498 amostras 5 (mistura de sais moídas à 88,18 µm) e 6 (mistura de sais
 499 moídas à 59,67 µm) o gosto umami foi percebido como dominante após
 500 19 e 15 segundos respectivamente. A taxa de dominância máxima de
 501 gosto salgado foi de aproximadamente 0,7 até a amostra 4 (mistura de
 502 sais moídas à 117,07 µm), demonstrando um comportamento das curvas
 503 de gosto salgado bem semelhante entre elas. Já para as misturas de sais de
 504 granulometrias menores 5 e 6 (mistura de sais moídas à 88,18 e 59,67
 505 µm), a taxa de dominância máxima diminuiu um pouco em função da
 506 percepção significativa do umami. Nestas últimas granulometrias a taxa
 507 de dominância máxima para o gosto umami foi de aproximadamente 0,4.

508 As misturas de sais de 3 (mistura de sais moídas à 193 μm) e 4
509 (mistura de sais moídas à 117,07 μm) (Figura 5 e 6) apresentaram perfil
510 sensorial bem semelhante ao sal comum e à mistura de sais não moídos
511 (Figura 4), com dominância de gosto salgado em todo o período da
512 análises. Nota-se que com a diminuição do tamanho da partícula,
513 aumentou a percepção do gosto umami, no entanto, o gosto amargo e
514 metálico, característico de cloreto de potássio em altas concentrações
515 (Desmond, 2006) não foi notado.

516

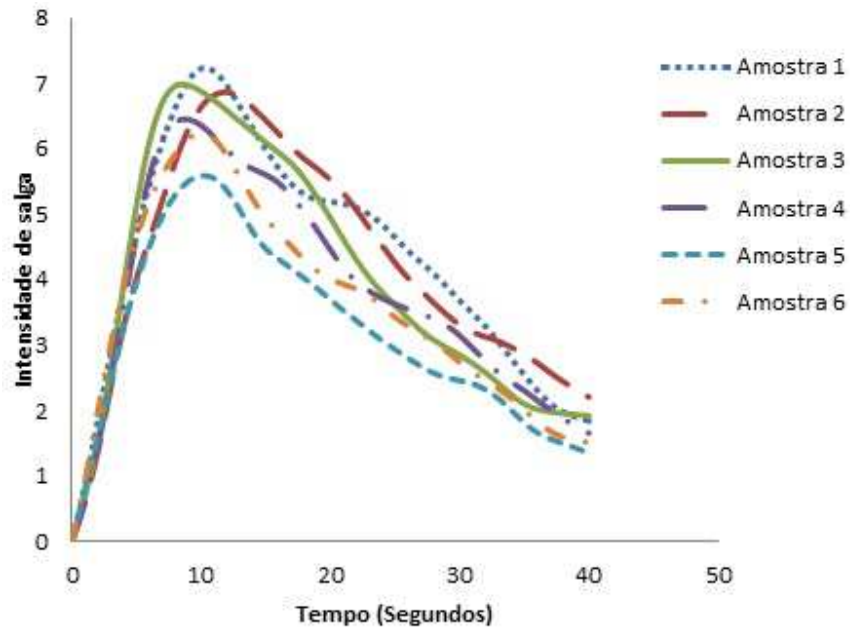
517

518 **Análise de Tempo-intensidade**

519

520 A figura 9 mostra as curvas de tempo intensidade de batatas palha
521 salgadas com cloreto de sódio e com misturas de sais em diferentes
522 granulometrias (amostras 2, 3, 4, 5 e 6) com concentrações equivalentes á
523 1,6% de cloreto de sódio. As curvas mostram um comportamento
524 semelhante de percepção de gosto salgado.

525



526

527 **FIG. 9.** CURVAS DE TEMPO-INTENSIDADE PARA BATATA PALHA
528 COM CLORETO DE SÓDIO E MISTURA DE SAIS EM DIFERENTES
529 TAMANHOS DE PARTÍCULAS.

530 Amostra 1, cloreto de sódio não moído; Amostra 2, mistura de sais não moída;
531 Amostra 3, mistura de sais moída á 193,45 μm ; Amostra 4, mistura de sais
532 moída á 117,07 μm ; Amostra 5, mistura de sais moída á 88,18 μm e Amostra 6,
533 mistura de sais moída á 59,67 μm .

534

535 A tabela 4 apresenta as médias dos parâmetros de tempo-
536 intensidade para o gosto salgado.

537 **TABELA 4** Médias dos parâmetros de tempo-intensidade para o gosto
538 salgado.

Amostras	I_{\max}	TI _{5%} (s)	TD _{5%} (s)	TI _{90%} (s)	TD _{90%} (s)	Platô 90% (s)	Área
1	7.24	0.80	40	8.00	13.20	5.20	176.19 ^a
2	6.87	0.80	40	8.80	16.00	7.20	171.84 ^{ab}
3	6.99	0.80	40	6.40	13.60	7.20	164.07 ^{ab}
4	6.45	0.80	40	6.40	12.80	6.40	155.98 ^{ab}
5	5.59	0.40	40	7.20	13.00	5.80	129.93 ^b
6	6.24	0.40	40	7.20	12.80	5.60	145.85 ^{ab}

Médias seguidas com a mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si ($p \leq 0.05$) de acordo com o teste de Tukey.

I_{\max} , intensidade máxima ; TI_{5%}, tempo quando a intensidade é 5% da I_{\max} na parte crescente da curva; TD_{5%}, tempo quando a intensidade é 5% da I_{\max} na parte decrescente da curva; TI₉₀ tempo quando a intensidade é 90% da I_{\max} na parte crescente da curva; TD_{90%}, tempo quando a intensidade é 90% da I_{\max} na parte decrescente da curva; Platô_{90%}, tempo em que o intervalo da intensidade é $\geq 90\%$ da I_{\max} ; Área, área abaixo da curva.

Amostra 1, cloreto de sódio não moído; Amostra 2, mistura de sais não moída; Amostra 3, mistura de sais moída á 193,45 μm ; Amostra 4, mistura de sais moída á 117,07 μm ; mistura de sais moída á 88,18 μm e mistura de sais moída 59,67 μm .

539

540 De acordo com a análise de variância a ($p \leq 0.05$), não houve
541 diferença significativa entre as amostras em todos os parâmetros, exceto a
542 área, em que a área da curva para a amostra 1 (cloreto de sódio)
543 apresentou-se maior que todos e a amostra 5 (mistura de sais moídas á
544 88,18 μm) a menor área da curva, já as demais amostras não diferiram
545 significativamente em relação ao cloreto de sódio. Baseando-se nos
546 resultados dos parâmetros obtidos das curvas de TI, observou-se que as
547 misturas de sais em tamanhos de partículas reduzidas obtiveram a mesma
548 percepção de salga que o cloreto de sódio, corroborando com o resultado
549 da equivalência de salga. De modo geral, o TI das misturas de sais em
550 partículas reduzidas indicou que as mesmas conseguem manter
551 comportamento semelhante de intensidade de gosto salgado que o sal
552 comum.

553 DISCUSSÃO

554

555 A equivalência e a potência de salga das misturas de sais
556 mostraram que com a diminuição das partículas dos sais aumenta a
557 percepção de salga na batata palha. Baseando em outros estudos de
558 redução de partícula de cloreto de sódio (Miller e Barringer, 2002, Rama
559 *et al.* 2013, Freire *et al.* 2014), o resultado foi semelhante, embora a
560 mistura de sais possua também cloreto de potássio e glutamato
561 monossódico. Acredita-se que tais sais comportem-se da mesma forma
562 como o cloreto de sódio com a redução da partícula, ou seja, promova
563 uma maior intensidade de gosto salgado. Desta forma o cloreto de sódio
564 juntamente com os sais substitutos em partículas reduzidas conseguiram
565 diminuir ainda mais o teor de sódio na batata palha. Para Chandrashekar
566 *et al.* (2010), existem dois canais epiteliais de sódio (ENaCs) envolvidos
567 no reconhecimento do gosto salgado, um deles é ativado em baixas
568 concentrações de sódio e é específico para sódio e o outro é ativado em
569 concentrações maiores de sódio e por outros cátions.

570 De acordo com Busch *et al.* (2013), a modificação na estrutura do
571 sal promove a otimização de íons sódio em contato com as células
572 gustativas, de forma a causar a estimulação máxima dos receptores do
573 gosto, sem, no entanto, aumentar o teor do sódio no produto. De fato, a
574 redução da partícula dos sais aplicados á batata palha promoveu a
575 estimulação máxima destes dois receptores, com o aumento da superfície
576 de contato facilitando assim a dissolução dos sais na saliva (Freire *et al.*
577 2014). Miller e Barringer, (2002) estudaram o efeito do tamanho e
578 formato de cloreto de sódio em pipoca e concluíram que partículas
579 reduzidas no mesmo formato promovem maior eficiência de salga. Sa-
580 Uram (2004), em seu trabalho sobre a aplicação de cloreto de sódio com

581 tamanho de partícula reduzida (300 μm a 75 μm) encontrou que tal
582 redução leva a um aumento na intensidade de percepção de gosto salgado.

583 A análise de TDS mostra que a medida que reduz-se o tamanho da
584 partícula das mistura de sais, além do sabor salgado, o gosto umami tende
585 a ser percebido, sendo que o maior impacto foi nas amostras 5 (mistura
586 de sais moídas à 88,18 μm) e 6 (mistura de sais moídas à 59,67 μm), de
587 menores granulometrias. O gosto umami encontrado na análise refere-se
588 ao glutamato monossódico, presente na mistura de sais. Este resultado
589 evidencia que a redução da partícula levou não somente o cloreto de sódio
590 intensificar seu gosto como também do glutamato monossódico. O
591 glutamato monossódico, entre outras características é um intensificador
592 de sabor (Jinap e Hajeb, 2010) e possui em sua composição 12% de
593 sódio. Assim, o glutamato monossódico também contribuiu para o
594 aumento de salinidade nas misturas de sais em partículas reduzidas, na
595 medida em que houve uma melhor interação com os receptores do gosto.
596 De acordo com Leatherhead Food Research (2012), o gosto umami tem
597 sido em usado em vários pratos ao redor do mundo e apresenta-se como
598 um grande potencial na redução de sódio em alimentos, compensando o
599 menor teor de sal.

600 Nas amostras de 5 e 6 de tamanhos 88,18 e 59,67 μm
601 respectivamente, que foram aquelas que mais conseguiram reduzir o teor
602 de sódio na batata palha, o gosto umami pronunciado por elas, fez-se com
603 que houvesse uma mudança do perfil descritivo temporal determinado
604 pelo TDS, em outras palavras, o gosto salgado deixou de ser percebido na
605 batata palha, dando lugar ao gosto umami. Devido a isto, a amostra 4 de
606 tamanho 117,07 μm foi a que mais atendeu a proposta de redução de
607 sódio e ainda manter o mesmo perfil sensorial de gosto salgado do cloreto
608 de sódio.

609 O perfil de intensidade de salinidade das misturas de sais em
610 partículas reduzidas, determinado pela análise de tempo-intensidade,
611 indicou ser bem semelhante á mistura de sais sem moer e ao cloreto de
612 sódio (controle). Tal resultado confirma a equivalência de salga das
613 misturas de sais em relação ao cloreto de sódio (1,6%) (amostra 1), ou
614 seja, mostra que a partícula reduzida dos sais em menores concentrações
615 conseguiu manter semelhança na percepção de gosto salgado. Alguns
616 trabalhos avaliaram o tempo-intensidade de partículas reduzidas de sódio,
617 e também notaram que em concentrações bem inferiores as
618 granulometrias menores promovem a mesma intensidade de salga que o
619 sal comum, o que evidencia sua maior potência de salga (Rama *et al.*
620 2013, Freire *et al.* 2014). Com base nos resultados da equivalência de
621 salga e do tempo-intensidade que indicaram que a mistura de sais em
622 tamanho de partículas reduzidas podem reduzir o teor de sódio em batata
623 palha e ainda manter a mesma percepção de salgado e, ainda, a partir dos
624 resultados do TDS, que mostraram as sensações dominantes nas mesmas,
625 a mistura de sais em partículas reduzidas que mantem o mesmo perfil
626 sensorial de cloreto de sódio é a amostra 4 (mistura de sais moídas à
627 117,07 μm).

628 Baseando em outras estratégias de redução de sódio, uma
629 comparação entre o presente estudo e de outros já realizados em batata
630 palha foi estabelecida na Tabela 5. Os estudos de Freire *et al.* (2014) e
631 Carrara *et al.* (2013) foram utilizados para tal comparação. Todas as
632 concentrações estabelecidas na tabela possuem a mesma potência de salga
633 que 1,6% de cloreto de sódio.

634 **TABELA 5** – Comparação do teor de sódio em amostras com redução de
 635 sódio em batata palha

Concentração de sal	Teor de sódio (mg)*	Porcentagem de sódio reduzido (%)
NaCl 1,6% (padrão)	640,0	-
Mistura de sais sem moer á 1,58% (Carrara et al. 2013)	371,9	41,9
Cloreto de sódio em partículas reduzidas (26 µm) á 0,78% (Freire et al. 2014)	312,0	51,25
Mistura de sais 4 (117,07 µm) á 0,85%	200,0	68,75

636 *Resultados obtidos por cálculo

637

638 Vemos na Tabela 5 que a mistura de sais estudada por Carrara *et*
 639 *al.* 2013 conseguiu uma redução de sódio de aproximadamente 42%, já
 640 Freire et al. 2014 com a redução da partícula de cloreto de sódio para 26
 641 µm apresentou uma redução um pouco maior, 51,25%. Entretanto, de
 642 acordo com o presente trabalho, a combinação destas duas estratégias foi
 643 ainda melhor conseguindo uma redução de 68,75% de sódio, no tamanho
 644 de partícula 117,07 µm, e além disso manteve a mesma percepção
 645 sensorial de gosto salgado na batata palha.

646 A redução de partículas de sódio e de outros sais, como foi
 647 estudada neste trabalho é indicada para produtos secos, como snacks,
 648 biscoitos, e também produtos semi-sólidos (Freire *et al.* 2014), uma vez
 649 que em tais produtos, a dissolução dos cristais de sal ocorre na boca. Em
 650 produtos onde o sal é homogeneizado juntamente com os demais
 651 ingredientes a partícula reduzida de sais não teria o mesmo efeito.

652 Os resultados de redução de sódio expressos no trabalho são
653 validos apenas para a batata palha, pois o comportamento do sal depende
654 da matriz alimentar (Freire *et al.* 2014), em outras palavras, a mesma
655 concentração ou o mesmo tamanho de partícula de sal, pode não
656 proporcionar resultado semelhante em outro produto. No entanto, o
657 estudo com mistura de sais microparticulados representa um potencial
658 para produtos semelhantes a batata palha.

659 Diante dos resultados apresentados, a combinação de duas
660 estratégias: uso de substitutos de sal e redução da partícula verificou um
661 resultado positivo na redução de sódio, conseguindo assim um efeito
662 superior ao destas estratégias em isolado, isto é, reduziu ainda mais o teor
663 de sódio. A amostra 4 com granulometria de 117,07 μm foi considerada a
664 mistura de sais que conseguiu atingir os propósitos deste estudo sem
665 alterar as características de sabor e pode ser uma alternativa viável para
666 redução de sódio em batata palha.

667

668 **CONCLUSÃO**

669

670 A redução da partícula do mix de sais composto por cloreto de
671 sódio, cloreto de potássio e glutamato monosódico, aumenta a potência de
672 salga na batata palha, sendo que a granulometria de 117,07 μm , foi a
673 considerada ideal por apresentar um perfil sensorial semelhante ao cloreto
674 de sódio. Nesta granulometria consegue-se uma redução de 68,75% de
675 sódio. Conclui-se que é viável a utilização da estratégia de redução de
676 partícula em conjunto com a substituição parcial do cloreto de sódio para
677 se conseguir uma redução de sódio ainda mais eficiente.

678 **REFERÊNCIAS**

679

680 ALBARRACÍN, W., SÁNCHEZ, I.C., GRAU, R. and BARAT, J. M.
681 2011. Salt in food processing; usage and reduction: a review. *Int. J. Food*
682 *Sci. Technol.* *46*, 1329–1336.

683

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

686

687 ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Informe Técnico n.
688 50/2012: TEOR DE SÓDIO DOS ALIMENTOS PROCESSADOS

689 Disponível em:

690 [http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/9155f6804d19a2fb9bb8ff40](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/9155f6804d19a2fb9bb8ff4031a95fac/INFORME+T%C3%89CNICO+2012+AGOSTO.pdf?MOD=AJPERES)
691 [31a95fac/INFORME+T%C3%89CNICO+2012+AGOSTO.pdf?MOD=A](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/9155f6804d19a2fb9bb8ff4031a95fac/INFORME+T%C3%89CNICO+2012+AGOSTO.pdf?MOD=AJPERES)
692 [JPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/9155f6804d19a2fb9bb8ff4031a95fac/INFORME+T%C3%89CNICO+2012+AGOSTO.pdf?MOD=AJPERES)>

693 Acesso em Novembro de 2014.

694

695 BRASIL. Ministério da Saúde. Agência nacional de Vigilância Sanitária.
696 2013. Disponível em <[http://www.brasil.gov.br/saude/2013/11/ministerio-](http://www.brasil.gov.br/saude/2013/11/ministerio-da-saude-e-abia-fecham-acordo-para-reduzir-teor-de-sodio-em-carnes-e-laticinios)
697 [da-saude-e-abia-fecham-acordo-para-reduzir-teor-de-sodio-em-carnes-e-](http://www.brasil.gov.br/saude/2013/11/ministerio-da-saude-e-abia-fecham-acordo-para-reduzir-teor-de-sodio-em-carnes-e-laticinios)
698 [laticinios.](http://www.brasil.gov.br/saude/2013/11/ministerio-da-saude-e-abia-fecham-acordo-para-reduzir-teor-de-sodio-em-carnes-e-laticinios)> Acesso em Novembro de 2014.

699

700 BOBOWSKI, N. and VICKERS, Z. 2012. Determining sequential
701 difference thresholds for sodium chloride reduction. *J. Sensory Stud.* *27*,
702 168-175.

703 BUSCH, J. L. H. C.; YONG, F. Y. S.; GOH, S. M. 2013. Sodium
704 reduction: Optimizing product composition and structure towards
705 increasing saltiness perception. *Trends Food Sci. Technol.* *29*, p. 21–34.

706 CAMPAGNOL, P. C. B.; SANTOS, B. A.; TERRA, N. N.; POLLONIO,
707 M. A. R. 2012. Lysine, disodium guanylate and disodium inosinate as
708 flavor enhancers in low-sodium fermented sausages. *Meat Sci.* *91*, p.
709 334–338.

710 CARDOSO, J.M.P.;BATTOCHIO, J.R.;CARDELLO, H.M.A.B. 2004.
711 Equivalência de dulçor e poder edulcorante de edulcorantes em função da
712 temperatura de consumo em bebidas preparadas. *Ciência e Tecnologia de*
713 *Alimentos.* *24*, 448–452.

714 CARRARA, H. P. Concentração ideal de sal em batata palha e otimização
715 de misturas substitutos de sais para utilização em batata palha, 2013. 42p.

- 716 Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de
717 Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2013.
- 718 CHANDRASHEKAR, J.; KUHN, C., O, Y.; YARMOLINSKY, D. A;
719 HUMMLER, E.;RYBA, N. J. P. and ZUKER, C.S. 2010. The cells and
720 peripheral representation of sodium taste in mice. *Nature*. *464*, 297–301.
- 721 DESMOND, R. 2006. Reducing salt: A challenge for the meat industry.
722 *Meat Sci*. *74*, 188–196
723
- 724 DOTSCH, M.; BUSCH, J.; BATENBURG, M.; LIEM, G.; TAREILUS,
725 E.; MUELLER, R.; MEIJER, G. 2009. Strategies to reduce sodium
726 consumption: A food industry perspective. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*. *49*,
727 841–851.
728
- 729 FELTRIN, A. C., SOUZA, V. R., SARAIVA, C. G., NUNES, C. A., &
730 PINHEIRO, A. C. M. 2014. Sensory study of different sodium chloride
731 substitutes in aqueous solution. *Int. J. Food Sci. Technol*. *1*,1–6.
732
- 733 FLOURY, J.; CAMIER, B.; ROUSSEAU, F.; LOPEZ, C.; TISSIER, J.;
734 FAMELART, M. 2009. Factors affecting the manufacture of model
735 cheese systems and their structure – texture relationships. *LWT - Food*
736 *Sci. and Technol*. *42*, 1611–1620.
- 737 FREIRE, T.V.M.; FREIRE, D.O.; SOUZA, V.R.; GONÇALVES, C.S.;
738 CARNEIRO, J.D.S.; NUNES, C.A. and PINHEIRO, A.C.M. 2014.
739 Salting Potency and Time-Intensity Profile of Microparticulated Sodium
740 Chloride in Shoestring Potatoes. *J Sensory Stud*. *24*, 1–9.
- 741 GIRGIS, S.; NEAL, B.; PRESCOTT, J.; DUMBELLS, S.; TURNER,C.
742 & WOODWARD, M. (2003). A one quarter reduction in the salt content
743 of bread can be made without detection. *European Journal of Clinical*
744 *Nutrition*, *57*, 616–620.
- 745 GOU, P., GUERRERO, L., GELABERT, J. and ARNAU, J. 1996.
746 Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride
747 substitutes in fermented sausages and in dry-cured pork loin. *Meat Sci*.
748 *42*, 37-48.
749
- 750 HE, F. J.; MACGREGOR, G. A. 2010. Reducing Population Salt Intake
751 Worldwide: From Evidence to Implementation. *Progress in*
752 *Cardiovascular Diseases*. *52*, 363–382.
753

- 754 HE, F. J.; BRINSDEN, H. C. and MACGREGOR, G. A. 2014. Salt
755 reduction in the United Kingdom : a successful experiment in public
756 health. *Journal of Human Hypertension*. 28, p. 345–352.
757
- 758 HEIDOLPH, B. B.; RAY, D.K.; ROLLER, S. KOEHLER, P.; WEBER, J.;
759 SLOCUM,S. and NOORT, M. W. J. 2011. Looking for My Lost Shaker of
760 Salt ... Replacer : Flavor , Function , Future. *Cereal Foods World*. 56, 5–
761 19.
762
- 763 JENSEN, M., SMITH, G., FEAR, S., SCHILMOELLER, L., and
764 JOHNSON, C. 2008. Seasoning and method for seasoning a food product
765 while reducing dietary sodium intake. US Patent 2008/0003344.
- 766 JINAP, S. and HAJEB, P. 2010. Glutamate. Its applications in food and
767 contribution to health. *Appetite*. 55, 1–10.
- 768 KURLANSKY, M. 2002. *Salt: A World History*. New York: Walker and
769 Co.
- 770 LAWLESS, H.T. and HEYMANN, H. 2010. *Sensory Evaluation of Food:*
771 *Principles and Practices*. 2 ed., Springer.
- 772 LIEM, D. G.; MIREMADI, F.; KEAST, R. S. J. 2011. Reducing Sodium
773 in Foods : The Effect on Flavor. *Nutrients*. 3, 694–711.
- 774 LEATHERHEAD FOOD RESEARCH. 2012. Evaluation of
775 Technological Approaches to Salt Reduction. www.leatherheadfood.com.
776
- 777 MACFIE, H.J., BRATCHELL, N., GREENHOFF, K. and VALLIS, L.V.
778 1989. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order
779 carry-over effects in hall tests. *J. Sensory Stud*. 4, 129–148.
780
- 781 MEILGAARD, M., CIVILLE, G.V. and CARR, B.T. 1999. *Sensory*
782 *Evaluation Techniques*, 3rd ed. CRC Press, Boca Raton, FL
783
- 784 MILLER, M.J. and BARRINGER, S.A. 2002.Effect of Sodium Chloride
785 Particle Size and Shape on Nonelectrostatic and Electrostatic Coating of
786 Popcorn. *J. food sci*. 67,198-201.
787
- 788 MOSKOWITZ, H.R. 1970. Ratio scales of sugar sweetness. *Percept.*
789 *Psychophys*. 7, 315–320.
790

- 791 NUNES, C.A. and PINHEIRO, A.C.M. 2013. SensoMaker, version 1.8.
792 UFLA, Lavras.
793
794 PANELCHECK software (2006). Nofima Mat. A° s, Norway.
795
- 796 PANOUILLE, M.; SAINT-EVE, A.; LOUBENS,C.; DÉLÉRIS, I.;
797 SOUCHON, I. 2011. Food Hydrocolloids Understanding of the influence
798 of composition, structure and texture on salty perception in model dairy
799 products. *Food Hydrocolloids*. 25, 716–723.
- 800
801 PINHEIRO, A.C.M., NUNES, C.A. and VIETORIS, V. 2013.
802 SensoMaker: a tool for sensorial characterization of food products. *Cienc.*
803 *agrotec*. 37, 199-201.
804
- 805 RAMA, R., CHIU, N., DA SILVA, M.C., HEWSON, L., HORT, J. and
806 FISK, I.D. 2013. Impact of salt crystal size on in-mouth delivery of
807 sodium and saltiness perception from snack foods. *J. texture stud.* 44,
808 338-345.
809
- 810 SANTOS, B.A.; CAMPAGNOL, P.C.B.; MORGANO, M.A.;
811 POLLONIO, M.A.R. 2014. Monosodium glutamate, disodium inosinate,
812 disodium guanylate, lysine and taurine improve the sensory quality of
813 fermented cooked sausages with 50% and 75% replacement of NaCl with
814 KCl. *Meat Sci.* 96, 509–513.
815
- 816 SA-URAM, T. 2004. Influence of seasoning particle sizes on coating
817 properties and sensory perceptions of fried flat potato chips, 112 p.
818 (Degree of Master Science in Food Technology), Silpakorn University:
819 Department of Food Technology.
820
- 821 SILVA, T.L.T, SOUZA, V.R., PINHEIRO, A.C.M., NUNES, C.A. and
822 FREIRE, T.V.M. 2013. Equivalence salting and temporal dominance of
823 sensations analysis for different sodium chloride substitutes in cream
824 cheese. *Int. j. dairy technol.* 66, 1-8.
825
- 826 SOUZA, V.R., MARQUES, T.V., GONCALVES, C.S., CARNEIRO,
827 J.D.S., PINHEIRO, A.C.M. and NUNES, C.A. 2013. Salt equivalence
828 and temporal dominance of sensations of different sodium chloride
829 substitutes in butter. *J. Dairy Res.* 80, 319–325.
830

- 831 SOUZA, V.R., PINHEIRO, A.C.M., CARNEIRO, J.D.S., PINTO, S.M.,
832 ABREU, L.R., MENEZES, C.C. 2011. Analysis of various sweeteners in
833 petit Suisse cheese: Determination of the ideal and equivalent sweetness.
834 *J. Sensory Stud.* 26, 339-345.
- 835
836 TIAN, X. e FISK, I. D. 2012. Salt release from potato crisps. *Food &*
837 *function.* 3, 376–380.
- 838
839 TOMIC, O., NILSEN, A.N., MARTENS, M. and NÆS, T. 2007.
840 Visualization of sensory profiling data for performance monitoring, *Food*
841 *sci. technol.* 40, 262–269.
- 842
843 TUOMILEHTO, J. JOUSILAHTI, P.; RASTENYTE, D.;
844 MOLTCHANOV, V.; TANSKANEN, A.; PIETINEN, P.; NISSINEN, A.
845 2001. Urinary sodium excretion and cardiovascular mortality in Finland:
846 a prospective study. *Lancet.* 357, 848–851.
- 847
848 WHO - World Health Organization. 2007. Reducing salt intake in
849 populations. Report of a WHO forum and technical meeting. Geneva:
850 WHO Document Production Services.
- 851
852 WU, H.; ZHUANG, H.; ZHANG, Y.; TANG, J.; YU, X.; LONG, M.;
853 WANG, J.; ZHANG, J. 2015. Influence of partial replacement of NaCl
854 with KCl on profiles of volatile compounds in dry-cured bacon during
855 processing. *Food Chemistry.* 172, 391–39.