

Redução de sódio em alimentos: panorama atual e impactos tecnológicos, sensoriais e de saúde pública

Sodium reduction in foods: current perspective and technological, sensory and public health impacts

ABSTRACT

Sodium plays an essential role in health and in the production and palatability of foods, but the current recommendations of sodium intake have been exceeded in many countries. The reduction of its intake is necessary because of public health problems, such as hypertension. Many are the available techniques and studies already developed on sodium reduction in foods; however, a single and low cost method that does not modify the consumers' acceptance to different food products has not been identified. This paper presents a general perspective regarding the functions of sodium in health and foods, the current intake scenario and recommendations in Brazil and other countries, and also some aspects regarding consumer perception when sodium is reduced in different foods.

Keywords: Salt. Sodium. Technology. Health.

RESUMO

O sódio tem papel fundamental na saúde e na produção e palatabilidade dos alimentos, porém as recomendações atuais do consumo diário de sódio são ultrapassadas em muitos países. A diminuição de sua ingestão se faz necessária devido a problemas de saúde pública, como a hipertensão. Muitas são as técnicas disponíveis e os estudos já realizados para a diminuição de sódio nos alimentos, todavia, ainda não se identificou um método único, de baixo custo e que não altere a aceitação dos consumidores e suas propriedades tecnológicas nos diversos produtos alimentícios. O presente trabalho apresenta um panorama geral sobre as funções do sódio na saúde e nos alimentos, cenário atual de consumo no Brasil e no mundo, recomendações em termos de redução de sódio, além de aspectos relacionados à percepção do consumidor ao se reduzir o sódio em diferentes alimentos.

Palavras-chave: Sal. Sódio. Tecnologia. Saúde.

Gisele Cristina Maziero de Campos Bannwart^{1*}, Maria Elisabeth Machado Pinto e Silva¹, Gisele Vidal²

¹Departamento de Saúde Pública, Faculdade de Nutrição, Universidade de São Paulo – USP, São Paulo-SP, Brasil

²Departamento de Nutrição e Planejamento Alimentar, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas-SP, Brasil

*Dados para correspondência:

Gisele Cristina Maziero de Campos Bannwart
Departamento de Saúde Pública, Faculdade de Nutrição, Universidade de São Paulo – USP, Av. Dr. Arnaldo, 715, 2º andar, CEP 01246-904, São Paulo-SP, Brasil
E-mail: gisele.bannwart@gmail.com

INTRODUÇÃO

O cloreto de sódio (NaCl), popularmente conhecido como *sal de cozinha* ou simplesmente *sal*, é a maior fonte de sódio na dieta (aproximadamente 90%) e, embora os termos *sal* e *sódio* sejam muitas vezes utilizados como sinônimos, o sal é composto por 40% de sódio e 60% de cloreto, em massa. O sódio é o nutriente presente no sal que contribui efetivamente para os efeitos na saúde humana, portanto, quando se trata da redução do sódio na alimentação com foco em saúde pública, a redução de NaCl normalmente é o alvo principal.¹ No presente trabalho, o termo sal será utilizado em referência ao cloreto de sódio.

A unidades normalmente utilizadas para expressar as quantidades de sal e sódio são gramas (g), miligramas (mg) ou milimoles (mmol), sendo que 1g de NaCl corresponde a 0,4g ou 17mmol de sódio.⁶

A ingestão diária de quantidades elevadas de sódio tem se mostrado um importante fator de risco para a hipertensão e, conseqüentemente, para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, ao lado de outros fatores como obesidade, fumo e sedentarismo.²⁻⁷ O sódio tem sido, portanto, um dos nutrientes-chave para os quais níveis máximos de ingestão têm sido estudados e estabelecidos nos últimos anos, sobretudo porque, mundialmente, o seu consumo, além de variável em muitos países, encontra-se consideravelmente acima do recomendado.^{2,8,9}

A redução de sal tem sido fortemente recomendada pela OMS – Organização Mundial da Saúde, dos níveis atuais (em torno de 9-12 gramas/dia, dependendo do país) para o nível máximo de 5 gramas/dia, no caso de adultos, e para níveis ainda menores, no caso de crianças, para as quais a recomendação é que a ingestão seja ajustada conforme seus requerimentos de energia.¹⁰ A redução do teor de sal nos alimentos, assim como o de açúcar e de gordura, é, entretanto, um grande desafio do ponto de vista tecnológico e sensorial, uma vez que resulta não apenas em redução do gosto salgado e aceitabilidade, mas também pode impactar as importantes funções que este ingrediente desempenha na produção e conservação de muitos alimentos.^{3,5,11,12}

Diversos compostos têm sido estudados para a compensação dos impactos sensoriais obtidos ao se reduzir o teor de sal de diferentes produtos, assim como as vantagens e desvantagens de cada um deles. As rotas mais exploradas têm sido o uso de substitutos de sal, realçadores de sabor, compostos proteicos, além de ervas, especiarias e aromas, que auxiliem no rebalço das formulações reduzidas em sódio, de maneira a manter a aceitação dos consumidores.^{3,11-13} Até o presente, entretanto, não se alcançou uma solução completa ou ideal para todos os tipos de alimentos, devido à exclusividade do sódio como estímulo para o gosto salgado, além das implicações de custo em produtos finais.

Grandes esforços têm sido feitos pela indústria e pela comunidade científica, no sentido de esclarecer completamente os mecanismos de percepção do gosto salgado. Sabe-se que a percepção a esse gosto pode sofrer alterações ao longo da vida de cada indivíduo, além de ser distinta entre diferentes populações.¹⁴⁻¹⁶ Desta forma, a redução de sódio em um determinado produto ou categoria de produtos pode resultar em diferenças bastante relevantes para alguns grupos e consumidores.

A indústria tem papel fundamental no sentido de estimular a exposição do consumidor a produtos com teor de sódio reduzido e, com isso, atuar na mudança de hábitos de consumo e adaptação a esses níveis. Além disso, tem o papel de informar claramente os benefícios e riscos associados a este nutriente. Uma vez que grande parte do sódio ingerido pela população em geral encontra-se oculto nos mais diversos tipos de alimentos processados, o nível de sal adicionado a tais produtos requer reduções progressivas. No caso da América Latina, propostas neste sentido já se encontram em andamento, a exemplo do Brasil, Argentina e Colômbia.

OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo reunir informações já existentes e apresentar os principais impactos, desafios e estratégias em torno do tema de redução de sódio em alimentos, dada a grande importância deste tema em termos de saúde pública e para a indústria de alimentos.

MÉTODOS

O levantamento das informações abordadas neste trabalho foi efetuado utilizando-se as seguintes bases de dados: Food Science Technology Abstracts (FSTA), CAB Abstracts, Foodline Science Sight, Medline and Analytical Abstracts. A busca foi efetuada em trabalhos a partir da década de 1980, tendo-se dado maior ênfase para os trabalhos publicados nos últimos 10 anos, período em que o tema da redução de sódio adquiriu maior relevância.

REVISÃO

FUNÇÕES DO SÓDIO NA SAÚDE HUMANA E DO SAL NOS ALIMENTOS

O sódio possui papel fundamental na saúde, assim como seu sal cloreto de sódio na produção e conservação dos alimentos, conforme apresentado a seguir.

FUNÇÕES DO SÓDIO NA SAÚDE

A necessidade fisiológica mínima de sódio para o funcionamento adequado do organismo humano adulto ainda não foi totalmente definida, mas é estimada em cerca de 200 a 500mg/dia.¹⁰ O adequado equilíbrio dos níveis de sódio em qualquer parte do corpo humano é de vital importância, sendo que o papel deste nutriente no organismo humano envolve principalmente: regulação do volume extracelular, manutenção do equilíbrio ácido-base, transmissão neural, função renal, vazão cardíaca e contração miocítica, afetando a pressão sanguínea de múltiplas formas.^{3,17,18}

Diversos estudos epidemiológicos demonstraram a associação entre o consumo excessivo de sódio e o aumento da pressão sanguínea, a maior causa de doenças cardiovasculares. Outros efeitos adversos à saúde associados à elevada ingestão de sódio incluem câncer gástrico, osteoporose, catarata, cálculos renais, redução na densidade óssea, diabetes e possivelmente obesidade.^{4,6,19-23}

A evidência científica em relação à ligação entre a ingestão de sódio e a elevação da pressão arterial é atualmente apontada como o mais forte entre todos os fatores relacionados à dieta e

associados a doenças cardiovasculares.^{9,24} Estima-se que 62% dos casos de acidente vascular cerebral e 49% das doenças coronarianas sejam causados pela elevada pressão sanguínea.⁶

A hipertensão, geralmente definida em termos da pressão sanguínea diastólica acima de 139mm ou sistólica acima de 89mm, é cientificamente reconhecida como fator de risco para doenças cardiovasculares e está geralmente associada a outros fatores de risco, como obesidade, resistência insulínica e elevação dos níveis de lipídios sanguíneos, condição denominada síndrome metabólica. Correlações entre ingestão de sódio, doenças cardiovasculares e mortalidade, entretanto, são difíceis de se estabelecer, uma vez que tais doenças se desenvolvem ao longo de anos e são afetadas por diversos outros fatores associados à dieta e ao estilo de vida.⁵

Os mecanismos pelos quais o sódio afeta a pressão sanguínea ainda não estão completamente elucidados. Sugere-se que, em resposta a uma elevada ingestão de sal, indivíduos sensíveis a este ingrediente não excretam adequadamente o sódio na urina e a elevação do seu teor no sêrum leva à expansão do volume do plasma e da vazão cardíaca, com consequente aumento na resistência vascular sistêmica. A resposta à elevada ingestão de sal na pressão sanguínea difere entre as pessoas sensíveis ou não ao sal, e a vasodilatação não ocorre da mesma forma, verificando-se então o aumento da pressão arterial em determinados indivíduos.²⁵

O entendimento dos efeitos da redução da ingestão de sódio a longo prazo sobre as doenças cardiovasculares e a mortalidade associada podem ser ainda aprofundados por estudos adicionais aos já efetuados; entretanto, as evidências científicas já disponíveis são fortes o suficiente para justificar iniciativas globais no sentido de reduzir o consumo deste nutriente.^{3,24}

FUNÇÕES DO SAL NOS ALIMENTOS

Durante milhões de anos, os ancestrais dos seres humanos ingeriram uma dieta contendo menos de 0,25g de sal por dia. Há cerca de 5000 anos, os chineses descobriram que o sal poderia ser utilizado na conservação de alimentos, permitindo sua preservação e facilitando a fixação

de comunidades. O sal foi sendo então utilizado com este fim, apresentando um pico nos anos 1870 e declinando com a invenção e adoção do uso dos refrigeradores e freezers. Contudo, com o aumento do consumo de alimentos processados e adicionados de sal, sua ingestão voltou a aumentar mundialmente, atingindo os níveis já mencionados, ao redor de 9-12g/dia ou acima.^{26,27}

O sal exerce importante papel na história da culinária²⁸, sendo utilizado em alimentos principalmente para fins de conservação, textura e palatabilidade.^{11,29} Desta forma, quando se reduz significativamente a quantidade deste ingrediente em um determinado alimento, normalmente sua aceitação pelos consumidores também diminui.³⁰

As principais funções do sal nos alimentos, conforme discutido por diversos autores, são apresentadas no Quadro 1.^{1,3,5,11,12,31-33}

RECOMENDAÇÃO E CONSUMO DE SÓDIO

Em seus relatórios mais recentes, a Organização Mundial da Saúde (OMS) chama a atenção para os efeitos adversos do consumo excessivo de sódio à saúde, particularmente com relação à elevação da pressão sanguínea, o que pode acarretar doenças

cardiovasculares^{9,10}, conforme apresentado no item 1.1.

A ingestão de sódio em diferentes países ou culturas varia consideravelmente em função de seus distintos hábitos de consumo de alimentos, porém, de forma geral, encontra-se acima do recomendado pelas autoridades e organismos mundiais da área de saúde.² A recomendação da OMS, no sentido de prevenir as doenças crônicas decorrentes do consumo de sódio, é que sua ingestão não ultrapasse o limite de 87mmol/dia (equivalente a 2000mg de sódio ou 5 gramas de sal/dia).¹⁰ Em muitos países, a recomendação para a ingestão diária máxima de sódio é de 2400mg/dia, muito mais em termos tecnológicos do que de saúde, já que o sódio exerce importante funções nos alimentos quanto a sabor, textura e processamento, além de ser um dos componente de mais baixo custo nas formulações.^{22,32} Todavia, há evidências que sugerem que a ingestão de sódio deveria ser ainda menor, considerando seus impactos para a saúde, em torno de 1200-1500mg/dia.³

Na Figura 1, são apresentados alguns exemplos do consumo médio diário de sódio em diferentes localidades.^{2,9,34-37}

Quadro 1. Principais funções do sal nos alimentos.

Gosto Salgado	O gosto salgado é um dos cinco gostos básicos percebidos pelo ser humano e é conferido exclusivamente pelo sódio. A exclusividade do sódio como estímulo à percepção do gosto salgado pode ser explicada pelo seu também exclusivo mecanismo de transdução envolvendo canais epiteliais de sódio.
Sabor Global	Compostos à base de sódio, como o cloreto de sódio e o glutamato monossódico, possuem a propriedade de realçar o sabor de determinados ingredientes nos alimentos. O sal possui também a propriedade de mascarar o gosto amargo de determinados compostos.
Textura Processamento	O sal contribui para a hidratação de determinadas proteínas e potencializa sua ligação entre si e com gorduras, conferindo estabilidade a emulsões cárnicas e promovendo o desenvolvimento da rede do glúten em pães. Em produtos de panificação, o sal é também necessário para que as leveduras possam atuar de maneira adequada, o que também contribui para que a rede de glúten possa ser desenvolvida; a concentração ótima de sal estabiliza o glúten e evita a pegajosidade da massa. Na produção de queijos, a solubilidade das proteínas e o teor de água disponível são também afetados pelo sal, com impacto sobre as propriedades reológicas e alterações que ocorrem durante o cozimento e que são determinantes da textura final.
Conservação	A adição de sal tem sido utilizada há muitos séculos a fim de reduzir a atividade de água (Aw) de carnes, peixes, vegetais e frutas, de forma a preservar suas características. A água livre é um fator crítico que afeta o crescimento microbiano em alimentos. Em produtos como molhos, carnes processadas e peixes, o sal é um fator essencial à sua conservação, por meio da inibição do crescimento microbiano.

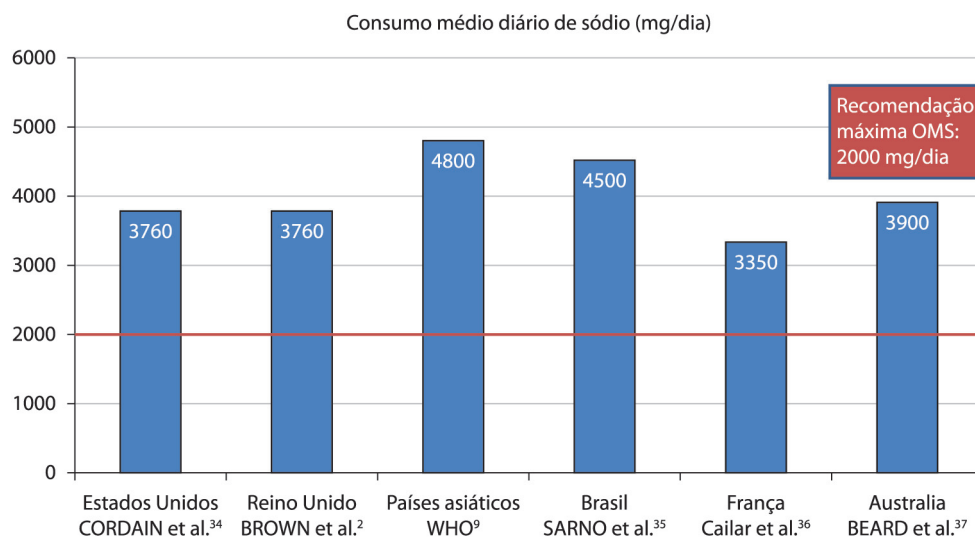


Figura 1. Consumo médio diário de sódio em diferentes localidades.

Diversos outros dados de consumo de sódio em diversos países e por distintas faixas etárias foram compilados e apresentados por Brown et al.², mostrando que o consumo deste nutriente vem se mostrando acima do recomendado em todas as partes do mundo, já há vários anos, apesar das diferenças culturais e hábitos de consumo. Importantes estudos têm sido efetuados com relação ao consumo de sódio em distintos países e grupos específicos da população, a exemplo do *Canadian Community Health Survey* (CCHS), INTERSALT e INTERMAP.

O CCHS é uma pesquisa anual que tem por objetivo coletar informações relacionadas às condições de saúde da população do Canadá; inclui um grande número de entrevistados (cerca de 65.000 pessoas, homens e mulheres acima de 12 anos, de 110 regiões) e proporciona, desta forma, estimativas confiáveis sobre os temas pesquisados. As pesquisas mais recentes mostraram um consumo médio muito elevado de sódio e pouco entendimento de seus impactos à saúde pela população canadense.³⁸ O INTERSALT é um estudo epidemiológico de larga escala, que abrange homens e mulheres adultos de diversos países e relaciona a pressão sanguínea com a excreção de sódio nas últimas 24 horas. De maneira geral, o estudo tem demonstrado que o consumo elevado de sódio é quantitativamente uma das formas de exposição mais significativas

à hipertensão e, conseqüentemente, às doenças cardiovasculares.^{26,39}

O INTERMAP é também um estudo que engloba um grande número de participantes, 4.680 homens e mulheres adultos de populações distintas da China, Japão, UK e Estados Unidos e tem por objetivo geral esclarecer a influência de diversos nutrientes, entre eles o sódio, sobre a pressão sanguínea. Para isso, avaliam-se a ingestão de 76 nutrientes em diário de 24 horas, excreção urinária de alguns deles, incluindo sódio, além da medida da pressão sistólica e diastólica. No estudo, levam-se em conta fatores como consumo de álcool e cigarros, educação, ocupação, diabetes e outros.^{40,41} Verificou-se, por exemplo, que os fumantes em geral apresentam uma dieta menos saudável que os não fumantes; da mesma forma, observou-se que as pessoas com menor grau de educação apresentam maiores efeitos adversos à pressão sanguínea, em decorrência de maiores índices de massa corporal, além de diversos fatores relacionados à dieta.^{42,43}

Mundialmente, programas de redução gradual de sódio nas diversas categorias de alimentos têm sido estabelecidos pelos órgãos públicos e autoridades, em conjunto com as indústrias de alimentos e formadores de opinião, em diversos países, a exemplo da Itália (*Gaining Health*), Bélgica (*Federal Nutrition Plan for Nutrition & Health*), Suécia, Dinamarca, Polônia (*National Strategy for Sodium Reduction*), Hungria (*Hungarian Salt*

Reduction Program), Canadá (*Health Canada Multi Stakeholder Working Group on Sodium Reduction*)⁴⁴, Turquia e África do Sul (*Use Salt Sparing*), que já possuem atualmente planos de redução de sódio estruturados. Em outros países, como Rússia, Indonésia, Austrália, Nova Zelândia e Romênia, por outro lado, é também crescente o interesse em se iniciar planos de redução de sódio, mas ainda não existem programas estabelecidos.⁴⁵⁻⁵⁰

No Brasil, um acordo voluntário denominado *Plano de Redução do Sódio em Alimentos Processados*, que é parte do Plano de Redução do Consumo de Sal pela População Brasileira, foi firmado pelas indústrias de alimentos e o Ministério da Saúde, com o objetivo de reduzir o conteúdo máximo de sódio em diferentes categorias de alimentos, de forma gradual e sustentável, até 2020. Para as categorias de alimentos prioritárias, como é o caso de pães, caldos e temperos, embutidos, maioneses e margarinas, entre outros, os limites de sódio já foram estabelecidos, enquanto para determinadas outras estes limites ainda se encontram em discussão. No Brasil, as estratégias de redução do consumo de sódio têm como pilares a promoção da alimentação saudável, ações educativas para profissionais de saúde, fabricantes de alimentos e a população, bem como a reformulação dos alimentos processados.^{51,52}

Nos demais países da América Latina, existem também iniciativas no sentido de se reduzir o consumo de sódio. No Chile, por exemplo, tem-se uma estratégia de redução de sódio focada principalmente em pães⁵³, além de um projeto de lei chamado “Ley super 8/ Ley 20.606”⁵⁴, que busca rotular os alimentos com elevados teores de calorias, açúcar, sódio e gorduras. Em outros países, como Argentina, México e Colômbia, estratégias estão sendo também discutidas entre

os setores públicos e privados, no sentido de se reduzir o conteúdo de sal em diferentes categorias de alimentos ao longo dos próximos anos.

Além das iniciativas do governo nos diferentes países, as indústrias, sobretudo as de maior porte, já possuem metas próprias de redução de sódio bem estabelecidas, no sentido de se alinharem tanto às políticas públicas existentes e em discussão, como à recomendação da OMS em termos de consumo máximo diário de sódio.

CONTRIBUINTES DE SÓDIO NA DIETA

O sódio naturalmente presente nos alimentos contribui com apenas cerca de 10% da ingestão diária deste nutriente, sendo a maior parte originada pelo consumo de sal. Este, por sua vez, é consumido tanto pela adição aos alimentos preparados nas residências, restaurantes e afins, como também por meio dos alimentos processados ou industrializados, sendo que a distribuição do consumo varia conforme os hábitos de cada população.⁵

Nos países de hábitos ocidentais, aproximadamente 75% do sódio presente na dieta tem como origem os alimentos processados e os consumidos fora de casa.⁵⁵ Todavia, é importante ressaltar que, em algumas regiões e países, o consumo de sódio provém principalmente de alimentos preparados em casa ou sal adicionado à mesa. Em países asiáticos, o molho de soja, missô, vegetais, frutas e peixes em salmoura são os alimentos que contribuem significativamente para a ingestão de sódio nesses países.²

Na Tabela 1, são exemplificados alguns hábitos de ingestão de sódio em diferentes localidades do mundo.

Tabela 1. Contribuição da ingestão de sódio em diferentes regiões e países.

Região/ País	Consumo de sódio durante o preparo dos alimentos ou adição a mesa	Consumo de sódio provindo de alimentos processados, in natura ou alimentação fora do lar	Referências
Europa/Estados Unidos	5-10%	75-90%	Mattes ³⁰ , Mattes e Donnelly ⁵⁶ , Kilcast ⁵⁷
Países asiáticos	72-76%	26-28%	Brown et al. ²
Brasil	76,2%	23,8%	Sarno et al. ³⁵

No Brasil, dados obtidos por meio da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), realizada entre 2002 e 2003 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mostraram que, aproximadamente, três quartos do sódio consumido provinham do sal de cozinha (71,5%) ou de condimentos à base de sal (4,7%), sendo o restante originado de alimentos processados com adição de sal (15,8%), alimentos in natura ou processados sem adição de sal (6,6%) e de refeições prontas (1,4%). A contribuição do sal de cozinha e de condimentos à base de sal, embora majoritária em todas as faixas de renda, decresceu linearmente com o aumento da renda.³⁵

A adição de sal aos alimentos durante seu processamento tem impactos de conservação, sabor, textura e processo, resultando, muitas vezes, em níveis de sódio bastante elevados ao final, como é o caso de alguns tipos de queijos (que podem conter cerca de 1300mg de sódio/100g ou mais), peixes e carnes defumadas (com quantidades de sódio ao redor de 2000mg/100g), além de alimentos enlatados, embutidos, produtos cárneos, sopas, temperos e outros.¹²

Além do teor de sódio presente nos alimentos, as quantidades diárias consumidas de cada alimento são outro importante fator que afeta a ingestão diária total deste nutriente. Pães, biscoitos, cereais matinais e outros produtos à base de cereais são exemplos de alimentos com teor de sal relativamente não muito elevado, porém geralmente consumidos em grandes quantidades, o que faz com que sua contribuição à ingestão diária total de sódio seja considerável, podendo chegar a 35%-50% em determinados países.⁵⁸⁻⁶⁰ No caso do Brasil, a seleção das categorias de alimentos prioritárias para o pacto de redução gradual de sódio foi baseada na contribuição destas categorias para a ingestão de sódio pela população, associando-se o consumo total do produto e o teor médio de sódio. Além disto, foram selecionados alimentos mais frequentemente consumidos por crianças e adolescentes.⁵²

PERCEPÇÃO E PREFERÊNCIA PELO GOSTO SALGADO EM ALIMENTOS

A percepção do gosto como um todo é desenvolvida para detectar tanto nutrientes quanto toxinas em alimentos; para tanto, conta com diferentes gostos básicos: *doce*, veiculado

por açúcares e indicador de carboidratos em alimentos; *ácido*, propiciado por prótons e indicador de alimentos ácidos; *amargo*, muitas vezes associado a alimentos tóxicos; *salgado*, em decorrência do conteúdo de sódio em alimentos; e ainda o *umami*, conferido pelo ácido glutâmico e outros aminoácidos e indicador de proteínas em alimentos.⁶¹

A exclusividade do sódio como estímulo para o sabor salgado pode ser explicada pelo seu mecanismo de transdução específico, envolvendo canais epiteliais de sódio nas células receptoras do gosto.⁶² A identificação real do gosto salgado ocorre quando a concentração de sódio é suficiente não somente para ativar os receptores do gosto, mas para produzir impulsos elétricos, que podem ser carregados via neurônios sensoriais até o cérebro, no qual são decodificados e o gosto específico pode então ser identificado.^{26,40}

Quando dois compostos com diferentes características de gosto são combinados, diversas alterações podem ocorrer. Em alimentos, sais de sódio podem influenciar outros aspectos do gosto, independentemente de sua concentração, a exemplo do gosto amargo, que pode ser mascarado pela presença de sódio e do gosto doce, realçado pelo sódio em baixas concentrações. A mistura dos gostos salgado e ácido também resulta em interação entre estes, em que um pode realçar ou mascarar o outro, conforme a intensidade de cada um.⁶³⁻⁶⁶ Assim como os demais gostos, o salgado pode ser afetado e alterado tanto pelas propriedades dos alimentos quanto pelas condições da boca no ato de seu consumo.¹¹

Tanto as variações na percepção do gosto salgado quanto sua preferência são muito mais afetadas pelo hábito individual em relação à ingestão de sal do que pela genética, podendo variar ao longo da vida de cada indivíduo.^{11,67} Os consumidores podem se adaptar tanto a dietas de alto quanto de baixo conteúdo de sódio¹⁴, sendo que a exposição repetida a dietas baixas em sódio resulta em maior sensibilidade ao gosto salgado.^{15,16} Sugere-se que, para a adaptação, a redução de sódio deve ser de 5% a 10% por ano conforme o produto. A sensibilidade de um indivíduo ao gosto salgado não está associada à aceitação ou ao consumo de alimentos salgados, porém a intensidade do gosto salgado percebido está associada à preferência. O ambiente e o

contexto em que tais propriedades são avaliadas podem influenciar estes resultados. Além disso, a aceitação de um determinado alimento difere quando avaliado isoladamente ou como parte de uma refeição.⁶⁸

Em estudo efetuado por Bertino, Beauchamp e Engelman⁶⁹, indivíduos foram submetidos a uma dieta mais rica em sal por algumas semanas e, em seguida, avaliaram amostras de sopas com diferentes concentrações de sal. Os autores observaram um aumento na concentração de sal preferida, mesmo após a retirada da suplementação de sal na dieta. Os resultados, segundo os autores, indicam uma predisposição dos seres humanos ao desenvolvimento da preferência pelo gosto salgado, que é mais facilmente manipulada no sentido do aumento que da redução. Em estudo anterior, Bertino et al.⁷⁰ haviam verificado que a redução da concentração de sódio na dieta durante menos de um mês resultou em alteração na percepção do gosto salgado, tanto em termos da intensidade percebida como da sensação agradável proporcionada.

Karanja et al.⁷¹ avaliaram a aceitação de três dietas contendo distintos níveis diários de sódio: 3500, 2300 e 1200mg de sódio/dia, em pacientes com pré-hipertensão. Apesar da pequena diferença em termos de aceitação encontrada entre as três dietas, a de nível intermediário de sódio (normalmente considerado como limite máximo de segurança para o consumo deste nutriente) foi ligeiramente mais aceita que as demais, sendo que a de nível de sódio mais baixo (geralmente apontado como alvo para evitar os efeitos adversos do consumo de sódio) também apresentou aceitação satisfatória pelos participantes do estudo. Segundo os autores, os resultados obtidos sugerem uma propensão por parte dos indivíduos adultos no sentido de reduzir sua ingestão diária de sódio.

Alguns estudos mostraram também que o consumo de sódio ativa diferentes emoções durante o consumo, sendo que a percepção varia entre homens e mulheres. Robin et al.⁷², por exemplo, utilizaram soluções para representar os gostos básicos: doce, salgado, ácido e amargo e verificaram que o gosto doce está mais associado com felicidade e surpresa e o amargo com raiva e desgosto. As soluções salgadas e ácidas apresentaram-se associadas a todas as emoções testadas. Em outro estudo, Robin et al.⁷³ estudaram

também a influência do sexo quanto às repostas emocionais dos gostos básicos e, de maneira geral, para os gostos doce e amargo, não houve diferença na percepção entre mulheres e homens, enquanto o gosto salgado evocou as 5 emoções básicas (felicidade, surpresa, aversão, tristeza e medo), sendo que o sentimento de felicidade e aversão estiveram mais presentes nas mulheres. Nos homens, o sentimento de felicidade não foi induzido nenhuma vez e a emoção de surpresa esteve mais presente quando comparada à avaliação das mulheres.

Em alimentos industrializados com teor de sódio reduzido, os dizeres da embalagem podem também afetar, positivamente ou negativamente, a percepção dos consumidores, principalmente quando estes têm a oportunidade de comparar as versões regular e reduzida em sódio de um mesmo produto. Enfatizar a redução de sódio por meio de alegações na parte frontal das embalagens, como por exemplo, “produto reduzido em sódio”, pode fazer com que os consumidores tenham uma expectativa negativa com relação ao sabor, podendo inclusive adicionar mais sal aos produtos. Por outro lado, o uso de logotipos ou selos de associações ligadas à saúde, pode fazer com que os consumidores não tenham expectativa quanto à intensidade de sabor, mas, ainda assim, sejam informados de que se trata de um produto saudável.⁷⁴

ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DE SAL EM ALIMENTOS

A redução de sal em alimentos não é uma tarefa fácil e nem tampouco existem regras exatas para se cumprí-la, uma vez que este ingrediente não está relacionado apenas ao gosto salgado, mas também exerce outras importantes funções^{75,76}, conforme já abordado anteriormente.

O sabor constitui um fator crítico que influencia a aceitação dos alimentos pelos consumidores e, desta forma, a redução de sal pode impactá-la diretamente e de forma negativa, já que este ingrediente está intimamente relacionado ao sabor global dos alimentos do qual faz parte.⁷⁷

Diferentes técnicas existem no sentido de se reduzir o sal e, conseqüentemente, o sódio em diferentes alimentos. O grau de redução que pode ser alcançado sem a percepção do consumidor varia conforme o tipo de alimento e o teor inicial de sal. Em geral, reduções mais drásticas podem

Tabela 2. Vantagens, Desvantagens e Limitações das principais técnicas de redução de sódio.

Técnica	Vantagens	Desvantagens	Limitações
Simplex redução: Diminuição do sódio de maneira gradual. ^{1,3,11,12,57,71,77-79}	Simplex execução, sendo necessário somente rebalanceamento de fórmulas. Quando a redução de sal é gradual, a percepção dos atributos sensoriais do alimento envolvido pelos consumidores, parece não se alterar, uma vez que seu paladar se ajusta ao menor nível de sal ao longo do tempo.	Reduções muito drásticas em um curto espaço de tempo, geralmente, resultam em um alto risco de migração dos consumidores para produtos mais ricos em sal. Usualmente há um acréscimo de preço do produto pela substituição do sal. Apesar de eficiente, a redução gradativa do conteúdo de sal é uma estratégia que pode demandar um tempo considerável para adaptação, 5% a 10% por ano, conforme o produto. ¹¹	A amplitude da redução e o tempo entre uma etapa e outra dependem do alimento em questão e da frequência de consumo; assim, esta abordagem é muito mais efetiva quando feita de forma massiva pela indústria, ou seja, de maneira que um alimento ou categoria de alimentos tenha seu teor de sal reduzido em todo o mercado. Em muitos casos, há limitação quanto ao grau de redução máximo a ser alcançado, em muitos casos algo como máximo 15% de redução, conforme o alimento.
Uso de outros sais: cloreto de potássio, lactato de potássio, cloreto de cálcio, cloreto de magnésio, sulfato de magnésio e combinações destes compostos. ^{1,3,11-13,17,80-83}	Pode permitir a redução de sódio em cerca de até 30% de uma só vez.	Tais compostos normalmente exibem notas amargas e metálicas que, além de conferirem aos alimentos a conotação de substâncias químicas, podem torná-los menos atrativos ao consumidor. Geralmente há um acréscimo de custo do produto com a utilização destes componentes.	O cloreto de potássio (KCl), por exemplo, pode substituir aproximadamente até 30% do sal em muitos alimentos, acima desta proporção o sabor torna-se impalatável. As notas indesejáveis do KCl podem ser mascaradas pelo sódio remanescente, mas apenas quando o grau de substituição não é muito elevado.
Ácidos: cítrico, succínico, málico, tartárico, adípico, acético e láctico. ^{1,2,64,84}	Em baixas concentrações, podem ser eficientes para realçar o gosto salgado conferido pelo sódio em alguns alimentos, como pães e produtos à base de tomate. Podem ser combinados com outros sais, para potencializar seu efeito.	Em alimentos que não possuem naturalmente notas ácidas, o uso destes ingredientes em grandes quantidades pode conferir um sabor não característico ao produto.	Esta técnica funciona principalmente em produtos que tenham o gosto ácido como uma de suas características inerentes, mesmo que não predominante, o que limita sua aplicação a apenas determinadas categorias de alimentos.

Tabela 2. Continuação...

Técnica	Vantagens	Desvantagens	Limitações
<p>Aminoácidos: arginina e sua combinação com aspartato, alguns peptídeos e hidrolisados proteicos, além do glutamato monossódico (MSG), inosinato dissódico e determinados ribonucleotídeos.^{77,85-89}</p>	<p>Interações entre sal e MSG podem proporcionar a otimização do sabor global característico dos alimentos e, com isso, contribuir para a manutenção da palatabilidade do alimento reduzido em sal. O gosto umami realça os gostos salgado e doce, além de mascarar o gosto amargo, o que contribui para a redução de sódio e manutenção da aceitação em muitos alimentos, como sopas.⁸⁷</p>	<p>Há um acréscimo de custo ao produto com a utilização destes componentes.</p>	<p>É importante ressaltar que o MSG e outros ribonucleotídeos são fontes de sódio devendo ser utilizados com moderação, pois também contribuem para o teor de sódio final do produto.</p>
<p>Adição de aromas, ervas e especiarias: cebola, alho, limão, vinagre, pimenta, salsa e outros.^{1,3,11-13,80,88,90,91}</p>	<p>A percepção de naturalidade que apresentam muitos destes ingredientes pode também ser conferida às formulações em que são aplicados, auxiliando a compensar a reedução de sal e ressaltando os aspectos sensoriais do produto. Determinados odores podem também afetar a percepção do sabor salgado, sobretudo aqueles associados ao sal, como bacon, amendoim, embutidos e pescados, podendo ser utilizados para compensar as alterações de sabor decorrentes da redução de sódio nos alimentos.</p>	<p>Geralmente há acréscimo de custo ao produto com a utilização destes componentes.</p>	<p>Geralmente proporciona no máximo uma redução de 20% de sódio.</p>
<p>Substitutos de sal ou Salt Replacers/Boosters: compostos que não contêm sódio, porém realçam o gosto salgado. Podem aumentar a sensibilidade dos receptores de sódio, por exemplo, por meio de ensaios com receptores celulares.^{1,3,11}</p>	<p>Diversos produtos comerciais já se encontram disponíveis no mercado por diferentes fabricantes: Salt Print (Firmenich), Impaq (Givaudan), SaltPro (Danisco), Sub4Salt (Jungbunzlauer), Pensalt (Oriola Ou), entre outros. Tais compostos são constituídos por diferentes combinações de moléculas, derivadas de proteínas/peptídeos, produtos lácteos, compostos de fermentação e aromas. Geralmente proporcionam redução de sódio acima de 30%, podendo chegar a até 50%.^{1,11}</p>	<p>Há um acréscimo, muitas vezes considerável, no custo do produto, o que pode inviabilizar a utilização. O uso é geralmente limitado por notas amargas e metálicas indesejáveis, muitas vezes exigindo o uso concomitante de aromas ou outros compostos que possam mascará-las.¹¹</p>	<p>Estas iniciativas, mais recentes e inovadoras ainda estão sendo pesquisadas por fabricantes especializados na área; quanto à aplicabilidade em diferentes produtos, nem sempre são viáveis economicamente e, muitas vezes, os compostos envolvidos são percebidos como artificiais pelos consumidores.³</p>

Tabela 2. Continuação...

Técnica	Vantagens	Desvantagens	Limitações
<p>Otimização da distribuição do sal no alimento: contraste de elementos com teores altos e baixos de sal em um mesmo produto; uso de processos físicos que alteram a distribuição das partículas de sal.^{1,3}</p>	<p>Manutenção dos ingredientes normalmente presentes nas fórmulas (não acréscimo de novos aditivos ao produto e ao rótulo): pode-se formular, por exemplo, uma sopa com baixo teor de sal, contendo particulados de carne com maior teor deste ingrediente, de forma que o teor final de sódio seja reduzido. Neste caso, o contraste é percebido no momento do consumo do produto, sendo que, durante a mastigação dos elementos mais ricos em sal, o gosto salgado é liberado e seu tempo de residência na boca é ampliado.</p> <p>Conforme a aplicação e as combinações utilizadas, pode-se alcançar até cerca de 50% de redução do sódio.</p>	<p>Os custos envolvidos neste tipo de tecnologia podem tornar os custos de formulação mais elevados que os normais.</p>	<p>Só pode ser utilizado para produtos que tenham diferentes fases e tipos de pedaços.</p>
<p>Alteração na dosagem dos alimentos: realização de campanhas educacionais para a diminuição da dosagem de produtos industrializados.^{1,3,50}</p>	<p>Não envolve alterações de fórmula dos produtos, uma vez que o que será alterado é a recomendação de dosagem de aplicação do produto, ou seja, uma quantidade menor de temperos/produtos industrializados deverá ser recomendado por kg de alimento.</p>	<p>Exige esforços de comunicação com o público e mudança de hábitos por parte dos consumidores.</p>	<p>É aplicável somente a uma pequena parcela de produtos, por exemplo, temperos industrializados.</p> <p>Tal como no caso de redução simples de sódio, há uma limitação desta dosagem.</p>

ser mais facilmente efetuadas em alimentos com elevado conteúdo inicial de sal.¹¹ Na Tabela 2, são apresentadas as principais técnicas normalmente utilizadas para redução de sódio, suas vantagens, desvantagens e limitações.

É importante ressaltar que cada uma destas técnicas possui uma diferente funcionalidade quanto à redução de sódio, distintos níveis de complexidade de implementação, sem contar as diferenças entre distintas matrizes de alimentos e os custos envolvidos. A maioria dos autores citados estudou o efeito de cada técnica em separado, o que mostra a importância de novos estudos combinando estas técnicas em diferentes matrizes alimentares.

METODOLOGIAS SENSORIAIS PARA AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO DE SÓDIO

Diante das necessidades atuais no sentido de reduzir o sódio nos alimentos, as indústrias têm grande preocupação quanto à manutenção da qualidade e da aceitação destes produtos por seus consumidores. São citados a seguir alguns dos estudos disponíveis na literatura, sendo que entre os principais métodos sensoriais aplicados atualmente estão testes de aceitação e testes discriminativos (triangular, comparação pareada, análise descritiva quantitativa).

Amostras de suco de tomate com diferentes níveis de sal e ácido cítrico foram avaliadas quanto à percepção da intensidade do sabor salgado, utilizando padrões de referência e escala de 10cm, e à preferência, utilizando escala de 10cm ancorada nas extremidades. Os resultados indicaram que a intensidade de sabor salgado percebido e a preferência foram ambos fortemente afetados pela adição de sal e ácido, sendo que, com a simples adição do ácido, a percepção do sal aumentou em todos os níveis de sal avaliados.⁸⁴ Os efeitos da redução de sal (20%, 40% e 60%) sobre as propriedades sensoriais de embutidos de carne (*frankfurters*) foram investigados, utilizando escala hedônica de 9 pontos e incluindo avaliação simultânea de cor, textura, sabor e aceitação global. Observou-se que a redução de sal a partir de 20% afetou todos os parâmetros sensoriais avaliados (cor, textura, sabor e odor), além do rendimento e estabilidade da emulsão e da vida útil do produto estudado.³¹

A redução de 25% no conteúdo de sal em pães foi efetuada ao longo de 6 semanas, em que os consumidores do grupo teste receberam o controle na primeira semana e amostras com reduções sucessivas de 5% de sal a cada semana, enquanto o grupo controle recebeu amostras controle durante as 6 semanas de estudo. Escalas visuais de 100mm foram utilizadas em cada etapa do estudo. Os autores concluíram que a redução de um quarto do teor de sal pode ser feita no pão branco avaliado no estudo, mantendo-se a aceitação pelos consumidores.⁷⁸

Três categorias de produtos típicos da dieta ocidental (molho para salada, sopa e carne suína frita) foram avaliadas quanto à redução de sal, compensada pela adição de molho de soja. Duas sessões de avaliação ao longo de 1 semana foram efetuadas para cada categoria, em laboratório de análise sensorial e envolvendo testes de escolha forçada (*forced choice tests*), comparação pareada com amostras padrão e medidas de intensidade de determinados atributos sensoriais. Os resultados obtidos sugeriram ser possível a substituição do sal por meio de adição de molho de soja, sem redução da intensidade global de sabor e da aceitação.⁸⁹

Refeições prontas para consumo reduzidas em sal foram avaliadas utilizando testes sensoriais de comparação pareada, triangular, preferência e ordenação (*ranking*). Os autores estudaram tanto a redução gradual de sal quanto a adição de extrato de levedura, com resultados positivos em termos de diferença e preferência.⁵⁷ Em outro estudo, os mesmos autores avaliaram o impacto da redução de sal sobre as características sensoriais de sopa de vegetais, utilizando análise de perfil sensorial (*sensory profiling analysis*), com 12 descritores e escala de 15cm, ancorada nas extremidades, além de análises instrumentais e puderam obter correlações entre as medidas sensoriais e instrumentais, para versões com diferentes teores de sal.⁹²

Além das metodologias sensoriais já bastante conhecidas e citadas anteriormente, outras novas possuem a possibilidade de aplicação no processo de redução de sódio. Entre elas, destaca-se a análise das emoções associadas ao consumo de determinados alimentos, podendo proporcionar um maior entendimento dos parâmetros e motivadores de preferência de um determinado produto.

Um questionário para medir as emoções associadas ao consumo de diferentes tipos de alimentos (pizza, sorvete, frango frito, chocolate e batatas) foi desenvolvido e validado com consumidores. Segundo os autores do estudo, esta metodologia representa um grande avanço em termos de testes com consumidores, uma vez que proporciona informações que normalmente não são capturadas em testes usuais de aceitação e diferenças, podendo ser um importante instrumento para entender em mais profundidade os diferentes alimentos e seus impactos ao consumidor.⁹³ Outro estudo comprovou a relação entre alimentos normalmente associados à sensação de conforto (*comfort foods*), como sopa, com as relações afetivas dos consumidores.⁹⁴ A relação entre sabores conhecidos e desconhecidos e as emoções causadas aos consumidores foi também investigada e comprovada, confirmando que as emoções exercem papel fundamental na preferência dos alimentos.⁹⁵

A realização de estudos que associem metodologias tradicionais de aceitação e diferença às novas metodologias de avaliação de emoções pode, portanto, ajudar a compreender com mais profundidade os efeitos da redução de sal e a eficiência e aplicabilidade das distintas ferramentas para substituição deste ingrediente nos diferentes tipos de alimentos.

COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

Apesar da demanda mundial crescente em termos de redução de sódio na dieta, ainda são restritas as informações disponíveis na literatura quanto ao impacto desta redução sobre as características sensoriais de matrizes complexas que são os alimentos processados. Além disto, a maioria das opções de ingredientes para substituição de sódio disponíveis no mercado normalmente incrementam consideravelmente o custo das formulações, muitas vezes, inviabilizando-as. Além disso, tais compostos muitas vezes causam alterações indesejáveis nos produtos, como sabor amargo e metálico, além da impressão de artificialidade, que muitos deles causam ao consumidor. Por outro lado, as principais metodologias sensoriais até então utilizadas para medir o impacto da redução de sódio baseiam-se somente na caracterização

sensorial dos produtos e na medida de aceitação pelos consumidores, não identificando os aspectos emocionais e os reais motivadores relacionados ao consumo desses produtos.

Existe, portanto, um espaço considerável para novas pesquisas na área, por meio de estudos de novos ingredientes e otimização dos já utilizados, bem como o melhor entendimento dos motivos pelos quais a redução de sódio resulta, muitas vezes, em diminuição da aceitação pelos consumidores. Além disso, a maioria dos estudos já disponíveis na literatura avalia as técnicas de redução de sódio em separado, mas não as testam em conjunto. Outro aspecto importante ainda pouco explorado é a adaptação do paladar com relação à redução gradual de sódio, uma vez que poucos estudos existem sobre este tema, que é fundamental para nortear as iniciativas de redução de sódio propostas em muitos países.

Convém ressaltar, também, a importância da movimentação do mercado no sentido de se educar o consumidor ao menor consumo de sódio, por meio de alimentos que possam atender às suas necessidades sensoriais e, ao mesmo tempo, prover conteúdos de sódio que sejam favoráveis à manutenção de sua saúde. Conforme apresentado neste trabalho, as recomendações atuais de consumo máximo diário de sódio, disponibilizadas mundialmente pelas autoridades de saúde, são ultrapassadas por praticamente todos os países para os quais existem estimativas do consumo real deste nutriente pela população. Desta maneira, se estas recomendações forem futuramente ainda menores, conforme já previsto, o desafio para a indústria e para os próprios consumidores será ainda muito maior.

Deve-se levar em conta, também, que os diversos países encontram-se atualmente em diferentes fases quanto aos hábitos de consumo de sal: o uso à mesa e no preparo de alimentos no lar ainda é muito elevado em determinadas localidades, sendo necessário educar os consumidores quanto à dosagem do sal no preparo e consumo dos alimentos. No caso dos países mais desenvolvidos, são necessárias políticas cada vez mais fortes de redução de sódio nos produtos industrializados. Adicionalmente, é essencial a análise dos distintos grupos de alimentos quanto ao teor de sódio

consumido por porção versus a frequência de consumo, já que muitos deles são normalmente condenados quanto ao seu conteúdo de sódio,

enquanto alimentos comumente consumidos no dia a dia são os que mais contribuem para o total diário consumido.

REFERÊNCIAS

1. Busch J, Feunekes G, Hauer B, Den Hoed W. Salt reduction and the consumer perspective. *New Food Magazine*. 2010;2:36-9.
2. Brown I, Tzoulaki I, Candias V, Elliot P. Salt intake worldwide: implications for public health. *Int J Epidemiol*. 2009;38(3):791-813. PMID:19351697. <http://dx.doi.org/10.1093/ije/dyp139>
3. Dotsh M, Busch J, Batenburg M, Liem G, Tareilus E, Mueller R, et al. Strategies to reduce sodium consumption: a food industry perspective. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2009;49:841-51. PMID:19960392. <http://dx.doi.org/10.1080/10408390903044297>
4. He FJ, MacGregor GA. A comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmes. *J Hum Hypertens*. 2009;23:363-84. PMID:19110538. <http://dx.doi.org/10.1038/jhh.2008.144>
5. Doyle ME, Glass KA. Sodium reduction and its effect on food safety, food quality, and human health. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2010;9:44-56. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00096.x>
6. He F, MacGregor GA. Reducing population salt intake worldwide: from evidence to implementation. *Prog Cardiovasc Dis*. 2010;52:363-82. PMID:20226955. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pcad.2009.12.006>
7. Karpanen H, Karpanen P, Mervaala E. Why and how to implement sodium, potassium, calcium and magnesium changes in food items and diets. *J Hum Hypertens*. 2005;19:S10-9. PMID:16302005. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.jhh.1001955>
8. He FJ, MacGregor GA. Universal salt reduction. *Hypertension*. 2004;43:e12-3. PMID:14732726. <http://dx.doi.org/10.1161/01.HYP.0000115923.42167.30>
9. World Health Organization - WHO. Reducing Salt Intake in Populations. Report of a WHO Forum and Technical Meeting. Geneva: WHO Document Production Services; 2007.
10. World Health Organization - WHO. Guideline: Sodium intake for adults and children. Geneva: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data; 2012.
11. Cobcroft M, Tikellis K, Busch JLHC. Salt reduction: a technical overview. *Food Australia*. 2008;60(3):83-6.
12. Liem DG, Miremadi F, Keast RSJ. Reducing sodium in foods: the effect on flavour. *Nutrients*. 2011;3:694-711. PMID:22254117 PMID:PMCid:PMC3257639. <http://dx.doi.org/10.3390/nu3060694>
13. Reddy KA, Marth EH. Reducing the sodium content of foods: a review. *J Food Prot*. 1991;54(2):138-50.
14. Blais CA, Pangborn RM, Borhani NO, Ferrell MF, Prineas RJ, Laing B. Effect of dietary sodium restriction on taste responses to sodium chloride: A longitudinal study. *Am J Clin Nutr*. 1986;44:232-43. PMID:3728360.
15. Bertino M, Beauchamp GK, Engelman K. Long-term reduction in dietary sodium alters the taste of salt. *Am J Clin Nutr*. 1982;36:1134-44.
16. Shepherd R, Farleigh CA, Land DG. Preference and sensitivity to salt taste as determinants of salt-intake. *Appetite*. 1984;5:187-97. [http://dx.doi.org/10.1016/S0195-6663\(84\)80014-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0195-6663(84)80014-8)
17. Vieira Neto OMM, Moysés Neto MM. Distúrbios do equilíbrio hidroeletrólítico. *Medicina*. 2003;36:325-37.
18. Deloof S, Seze CD, Montel V. Atrial natriuretic peptide and aldosterone secretions, and atrial natriuretic peptide-binding sites in kidneys and adrenal glands of pregnant and fetal rats in late gestation in response to a high-salt diet. *Eur J Endocrinol*. 2000;142:524-32. PMID:10802533. <http://dx.doi.org/10.1530/eje.0.1420524>
19. Devine A, Criddle R, Dick I, Kerr D, Prince R. A longitudinal study of the effect of sodium and calcium intakes on regional bone density in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr*. 1995;62:740-5. PMID:7572702.
20. Capuccio FP, MacGregor GA. Dietary salt restriction: benefits for cardiovascular disease and beyond. *Curr Opin Nephrol Hypertension*. 1997;6:477-82. <http://dx.doi.org/10.1097/00041552-199709000-00012>
21. Capuccio FP, Kalaitzidis R, Duneclift S, Eastwood JB. Unravelling the links between calcium excretion, salt intake, hypertension, kidney stones and bone metabolism. *J Nephrol*. 2000;13:169-77.
22. He FJ, MacGregor GA. How far should salt intake be reduced? *Hypertension*. 2003;42:1093-9.

- PMid:14610100. <http://dx.doi.org/10.1161/01.HYP.0000102864.05174.E8>
23. Tsugane S, Sasazuki S, Kobayashi M, Sasaki S. Salt and salted food intake and subsequent risk of gastric cancer among middle-aged Japanese men and women. *Br J Cancer*. 2004;90:128-34. PMid:14710219 PMCID:PMC2395341. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.bjc.6601511>
 24. Kotchen TA, Cowley AW, Frohlic ED. Salt in health and disease: a delicate balance. *N Engl J Med*. 2013;368(13):1229-37. PMid:23534562. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMra1212606>
 25. Schmidlin O, Forman A, Sebastian A, Morris RC. What initiates the pressor effect of salt in sensitive humans? Observations in normosensitive blacks. *Hypertension*. 2007;49:1032-9. PMid:17372035 PMCID:PMC2765792. <http://dx.doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.106.084640>
 26. Intersalt Cooperative Research Group. Intersalt: an international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24 h urinary sodium and potassium excretion. *BMJ*. 1988;297:319-28. PMid:3416162 PMCID:PMC1834069. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.297.6644.319>
 27. Henderson L, Irving K, Gregory J, Bates CJ, Prentice A, Perks J. Urinary analysis. In: *National diet & nutrition survey: adults aged 19-64*. London: TSO; 2003. vol. 3, p. 127-36.
 28. Beauchamp GK. The human preference for excess salt. *Am Sci*. 1987;75:27-33.
 29. Breslin PA, Beauchamp GK. Salt enhances flavour by suppressing bitterness. *Nature*. 1997;387:563. PMid:9177340. <http://dx.doi.org/10.1038/42388>
 30. Mattes RD. The taste for salt in humans. *Am J Clin Nutr*. 1997;69:2S692-7.
 31. Sofos JN. Effects of reduced salt (NaCl) levels on sensory and instrumental evaluation of frankfurters. *J Food Sci*. 1983;48:1692-9. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1983.tb05062.x>
 32. Hutton T. Technological functions of salt in the manufacturing of food and drink products. *Br Food J*. 2002;104(2):126-52. <http://dx.doi.org/10.1108/00070700210423635>
 33. Man CMD. Technological functions of salt in food products. In: Kilcast D, Angus F, editors. *Reducing Salt in Foods: Practical Strategies*. Cambridge: Woodhead; 2007. p. 157-73. PMid:19326729. <http://dx.doi.org/10.1533/9781845693046.2.157>
 34. Cordain L, Eaton SB, Sebastian A, Mann N, Lindeberg S, Watkins BA, et al. Origins and evolution of the Western diet: health implications for the 21st century. *Am J Clin Nutr*. 2005;81(2):341-54. PMid:15699220.
 35. Sarno F, Claro RM, Levy RB, Bandoni DH, Ferreira SRG, Monteiro CA. Estimativa de consumo de sódio pela população brasileira, 2002-2003. *Rev Saude Publica*. 2009;43(2):219-25. PMid:19225699. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102009005000002>
 36. Cailar G, Mimran A, Fesler P, Ribstein J, Blacher J, Safar ME. Dietary sodium and pulse pressure in normosensitive and essential hypersensitive subjects. *J Hypertens*. 2004;22:697-703. PMid:15126910. <http://dx.doi.org/10.1097/00004872-200404000-00011>
 37. Beard TC, Blizzard L, O'Brien DJ, Dwyer T. Association between blood pressure and dietary factors and the dietary and nutritional survey of British adults. *Arch Intern Med*. 1997;157:234-8. PMid:9009983. <http://dx.doi.org/10.1001/archinte.1997.00440230114015>
 38. Health Canada [internet]. Sodium in Canada - [cited 2013 Dec 10]. Available from: <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/nutrition/sodium/index-eng.php>.
 39. Stamler J. The INTERSALT study: background, methods, findings, and implications. *Am J Clin Nutr*. 1997;65(Suppl):626S-42S. PMid:9022559.
 40. Stamler J, Elliot P, Dennis B, Dyer AR, Kesteloot H, Liu K, et al. INTERMAP: background, aims, design, methods, and descriptive statistics (nondietary). *J Hum Hypertens*. 2003;17:591-608. PMid:13679950. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.jhh.1001603>
 41. Dennis B, Stamler J, Buzzard M, Conway R, Elliot P, Moag-Stahlberg A, et al. INTERMAP: the dietary data - process and quality control. *J Hum Hypertens*. 2003;17:609-22. PMid:13679951. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.jhh.1001604>
 42. Dyer AR, Elliot P, Stamler J, Chan Q, Ueshima H, Zhou BF. Dietary intake in male and female smokers, ex-smokers, and never smokers: the INTERMAP study. *J Hum Hypertens*. 2003;17:641-54. PMid:13679954. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.jhh.1001607>
 43. Stamler J, Elliot P, Appel L, Chan Q, Buzzard M, Dennis B, et al. Higher blood pressure in middle-aged American adults with less education - role of multiple dietary factors: The INTERMAP study. *J*

- Hum Hypertens. 2003;17:655-64. PMID:13679955. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.jhh.1001608>
44. Barr, SI. Reducing dietary sodium intake: the Canadian context. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2010;35:1-8. PMID:20130659. <http://dx.doi.org/10.1139/H09-126>
 45. Centro Nazionale per la Prevenzione e il Controllo delle Malattie - Ministero della Salute [internet]. Gaining Health [cited 2013 Dec 10]. Available from: http://www.ccm-network.it/en_Gaining_Health.
 46. Belgian Federal Minister of Public Health [internet]. The National Food and Health Plan in Belgium [cited 2013 Dec 10]. Available from: http://www2.spi.pt/fahre/docslibrary/belgium_nationalFoodandHealthPlan.pdf.
 47. World Health Organization - WHO. Mapping salt reduction initiatives in the WHO European Region. Geneva: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data; 2013.
 48. Health Canada [internet]. Multi-Stakeholder Working Group on Sodium Reduction [cited 2013 Dec 10]. Available from: <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/nutrition/sodium/related-info-connexes/strateg/index-eng.php>.
 49. Wentzel-Viljoen E, Steyn K, Ketterer E, Charlton KE. "Use salt and foods high in salt sparingly": a food-based dietary guideline for South Africa. *South Africa Journal of Clinical Nutrition*. 2013;26(3 Suppl):S105-13.
 50. Appel LJ, Angell SY, Cobb LK, Limper HM, Nelson DE, Samet JM, et al. Population-wide sodium reduction: the bumpy road from evidence to policy. *AEP*. 2012;22(6):417-425. PMID:22626000.
 51. Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação - ABIA. Acordo para redução de sódio inclui novos alimentos [internet] [cited 2013 Dec 10]. Available from: <http://www.abia.org.br/vst/Acordoparareducaodesodioincluinovosalimentos.html>.
 52. Nilson EAF, Jaime PC, Resende DO. Iniciativas desenvolvidas no Brasil para a redução do teor de sódio em alimentos processados. *Rev Panam Salud Publica*. 2012;34(4):287-92. <http://dx.doi.org/10.1590/S1020-49892012001000007>
 53. Ministerio de Salud - Gobierno de Chile [internet]. Estrategia de Reducción de SAL/SODIO en los Alimentos [cited 2013 Dec 10]. Available from: http://web.minsal.cl/estr_reduccion_sal.
 54. Biblioteca Del Congreso Nacional de Chile [internet]. Sobre Composición Nutricional de los Alimentos y su Publicidad [cited 2013 Dec 10]. Available from: <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1041570>.
 55. James WP, Ralph A, Sanchez-Castilho C. The dominance of salt in manufactured food in the sodium intake of affluent societies. *Lancet*. 1987;329:426-9. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(87\)90127-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(87)90127-9)
 56. Mattes RD, Donnelly D. Relative contributions of dietary-sodium sources. *J Am Coll Nutr*. 1991;10:383-393. <http://dx.doi.org/10.1080/07315724.1991.10718167>
 57. Kilcast D. Salt reduction. *World of ingredients*. 2004;9:31-4.
 58. Cotton PA, Subar AF, Friday JE, Cook A. Dietary sources of nutrients among US adults, 1994 to 1996. *J Am Diet Assoc*. 2004;104:921-30. PMID:15175590. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jada.2004.03.019>
 59. Beer-Borst S, Constanza MC, Pechere-Bertschi A, Morabia A. Twelve-year trends and correlates of dietary salt intakes for the general adult population of Geneva, Switzerland. *Eur J Clin Nutr*. 2009;63:155-64. PMID:17928805. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602922>
 60. Thomson BM. Nutritional modelling: distributions of salt intake from processed foods in New Zealand. *Br J Nutr*. 2009;102(5):757-65. PMID:19296874. <http://dx.doi.org/10.1017/S000711450928901X>
 61. Keast R, Roper J. A complex relationship among concentration, detection threshold, and suprathreshold intensity of bitter compounds. *Chem Senses*. 2007;32:245-53. PMID:17220518. <http://dx.doi.org/10.1093/chemse/bjl052>
 62. Chandrashekar J, Kuhn C, Oka Y, Yarmolinsky DA, Hummler E, Ryba NJ, et al. The cells and peripheral representation of sodium taste in mice. *Nature*. 2010;464: 297-301. PMID:20107438 PMID:PMC2849629. <http://dx.doi.org/10.1038/nature08783>
 63. Keast RSJ, Breslin PAS. Cross adaptation and bitter inhibition of L-tryptophan, L-phenylethylamine and urea: Further support for shared peripheral physiology. *Chem Senses*. 2002;27:123-31. <http://dx.doi.org/10.1093/chemse/27.2.123>
 64. Helleman U. Perceived taste of NaCl and acid mixtures in water and bread. *Int J Food Sci Technol*. 1992;27:201-11. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1992.tb01196.x>

65. Keast RSJ, Breslin PAS. An overview of binary taste-taste interactions. *Food Qual Prefer.* 2002;14(2):111-24. [http://dx.doi.org/10.1016/S0950-3293\(02\)00110-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0950-3293(02)00110-6)
66. Keast RSJ, Breslin PAS. Modifying the bitterness of selected oral pharmaceuticals with cation and anion series of salts. *Pharmacol Res.* 2002;19:1019-26. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1016474607993>
67. Wise PM, Hansen JL, Reed DR, Breslin PA. Twin study of the heritability of recognition thresholds for sour and salty taste. *Chem Senses.* 2007;32:749-54. PMID:17623712 PMCID:PMC2085364. <http://dx.doi.org/10.1093/chemse/bjm042>
68. Lucas L, Ridell L, Liem G, Whitelock S, Keast R. The influence of sodium on liking and consumption of salty food. *J Food Sci.* 2011;76(1):S72-6. PMID:21535718. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01939.x>
69. Bertino M, Beauchamp GK, Engelman K. Increasing dietary salt alters salt taste preference. *Physiol Behav.* 1986;38:203-13. [http://dx.doi.org/10.1016/0031-9384\(86\)90155-1](http://dx.doi.org/10.1016/0031-9384(86)90155-1)
70. Bertino M, Beauchamp GK, Risky DR, Elgelman K. Taste perception in three individuals on a low sodium diet. *Appetite.* 1981;2:67-73. [http://dx.doi.org/10.1016/S0195-6663\(81\)80037-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0195-6663(81)80037-2)
71. Karanja N, Lancaster KJ, Vollmer WM, Lin PH, Most MM, Ard JD, et al. Acceptability of low-reduced research diets, including the dietary approaches to stop hypertension diet, among adults with prehypertension and stage 1 hypertension. *J Am Diet Assoc.* 2007;107(9):1530-8. PMID:17761230 PMCID:PMC3219218. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jada.2007.06.013>
72. Robin O, Rousmans S, Dittmar A, Vernet-Maury E. Autonomic estimated basic emotions induced by primary tastes. *Eur J Clin Nutr.* 2000;54:S1415.
73. Robin O, Rousman S, Dittmar A, Vernet-Maury E. Gender influence on emotional responses to primary taste. *Physiol Behav.* 2003;78:385-93. [http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9384\(02\)00981-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9384(02)00981-2)
74. Liem DG, Miremadi F, Zandstra EH, Keast RSJ. Health labeling can influence taste perception and use of table salt for reduced-sodium products. *Public Health Nutr.* 2012;15(12):2340-7. PMID:22397811. <http://dx.doi.org/10.1017/S136898001200064X>
75. Kilcast D, Den Ridder C. Sensory issues in reducing salt in food products. In: Kilcast D, Angus F, editors. *Reducing Salt in Foods*. Boca Raton: CRC Press; 2007. p. 201-20. <http://dx.doi.org/10.1533/9781845693046.2.201>
76. Taormina PJ. Implications of salt and sodium reduction on microbial food safety. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2010;50:209-27. PMID:20301012. <http://dx.doi.org/10.1080/10408391003626207>
77. Mitchell M, Brunton NP, Wilkinson MG. Current salt reduction strategies and their effect on sensory acceptability: a study with reduced salt ready-meals. *Eur Food Res Technol.* 2011;232:529-39. <http://dx.doi.org/10.1007/s00217-010-1420-6>
78. Girgis S, Neal B, Prescott J, Prendergast J, Dumbrell S, Turner C, et al. A one-quarter reduction in the salt content of bread can be made without detection. *Eur J Clin Nutr.* 2003;57:616-20. PMID:12700625. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601583>
79. Busch JLHC, Tournier CA, Knoop JA, Kooyman G, Smit G. Temporal contrast of salt delivery in mouth increases salt perception. *Chem Senses.* 2009;34:341-8. PMID:19273461. <http://dx.doi.org/10.1093/chemse/bjp007>
80. Gillette M. Flavour effects of sodium chloride. *Food Technol.* 1985;39(6):47-56.
81. Charlton KE, MacGregor E, Vorster NH, Levitt NS, Steyn K. Partial replacement of NaCl can be achieved with potassium, magnesium and calcium salts in brown bread. *Int J Food Sci Nutr.* 2009;58:508-21. PMID:17852502. <http://dx.doi.org/10.1080/09637480701331148>
82. Park JN, Hwang KT, Kim SB, Kim SZ. Partial replacement of NaCl by KCl in salted mackerel (*Scomber japonicus*) fillet products: effect on sensory acceptance and lipid oxidation. *Int J Food Sci Technol.* 2009;44:1572-8. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01841.x>
83. Horita CN, Morgano MA, Celeghini RMS, Pollonio MAR. Physico-chemical and sensory properties of reduced-fat mortadella prepared with blends of calcium, magnesium and potassium chloride as partial substitutes for sodium chloride. *Meat Science.* 2011;89(4):426-33. PMID:21645975. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.05.010>
84. Little AC, Brinner L. Taste responses to saltiness of experimentally prepared tomato juice samples. *J Am Diet Assoc.* 1982;84:1022-7.
85. Yamaguchi S, Takahashi C. Interactions of monosodium glutamate and sodium chloride on saltiness and palatability of a clear soup. *J Food Sci.* 1984;49:82-5. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1984.tb13675.x>

86. Fukem S, Konosu S. Taste-active components in some foods: a review of Japanese research. *Physiol Behav.* 1991;49:863-8. [http://dx.doi.org/10.1016/0031-9384\(91\)90195-T](http://dx.doi.org/10.1016/0031-9384(91)90195-T)
87. Marcus JB. Culinary applications of umami. *Food Technol.* 2005;59(5):24-30.
88. Chi SP, Chen TC. Predicting optimum monosodium glutamate and sodium chloride concentrations in chicken broth as affected by spice addition. *J Food Process Preserv.* 1992;16:313-26. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-4549.1992.tb00212.x>
89. Kremer S, Mojet J, Shimojo R. Salt reduction in foods using naturally brewed soy sauce. *J Food Sci.* 2009;74(6):S255-62. PMID:19723231. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01232.x>
90. Noble AC. Taste-aroma interactions. *Trends Food Sci Technol.* 1996;7:439-44. [http://dx.doi.org/10.1016/S0924-2244\(96\)10044-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0924-2244(96)10044-3)
91. Lawrence G, Salles C, Septier C, Busch J, Thomas-Danguin T. Odour-Taste interactions: a way to enhance saltiness in low-salt content solutions. *Food Qual Prefer.* 2009;20:241-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2008.10.004>
92. Mitchell M, Brunton NP, Wilkinson MG. Impact of salt reduction on the instrumental and sensory profile of vegetable soup. *Food Res Int.* 2011;44:1036-43. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.007>
93. King SC, Meiselman HL. Development of a method to measure consumer emotions associated with foods. *Food Qual Prefer.* 2010;21:168-77. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.02.005>
94. Troisi JD, Gabriel S. Chicken soup really is good for the soul: "comfort food" fulfills the need to belong. *Psychol Sci.* 2011;22(6):747-53. PMID:21537054. <http://dx.doi.org/10.1177/0956797611407931>
95. Kuenzel J, Zandstra EH, Lion R, Blanchette I, Thomas A, El-Deredy W. Conditioning unfamiliar and familiar flavours to specific positive emotions. *Food Qual Prefer.* 2010;21:1105-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2010.09.003>

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Silva MEMP: Professora Doutora, USP.

Bannwart GCMC: Doutora, USP.

Vidal G: Mestranda no Curso de Engenharia de Alimentos, UNICAMP.

Recebido: Jul. 08, 2013

Aprovado: Mar. 23, 2014