

## **Efeito da substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio em pão francês** *Effect of the substitution of sodium chloride by potassium chloride in French rolls*

### **Autores | Authors**

**Ana Karoline Ferreira IGNÁCIO**  
**José Tarcísio de**  
**Domenico RODRIGUES**  
**Patrícia Yuasa NIIZU**  
**Yoon Kil CHANG**

*Universidade Estadual  
de Campinas (UNICAMP)  
Faculdade de Engenharia  
de Alimentos (FEA)  
Departamento de Tecnologia de Alimentos  
Campinas/SP - Brasil  
e-mail: anakarolineneig@gmail.com  
jtrodrique@uol.com.br  
patricia.niizu@gmail.com  
yokic@fea.unicamp.br*

### **✉ Caroline Joy STEEL**

*Universidade Estadual de Campinas  
(UNICAMP)  
Faculdade de Engenharia  
de Alimentos (FEA)  
Departamento de Tecnologia de Alimentos  
Rua Monteiro Lobato, 80  
Cidade Universitária Zeferino Vaz  
Caixa Postal: 6121  
CEP: 13083-862  
Campinas/SP - Brasil  
e-mail: steel@fea.unicamp.br*

✉ Autor Correspondente | Corresponding Author

Recebido | Received: 18/11/2010  
Aprovado | Approved: 07/02/2013  
Publicado | Published: mar./2013

### **Resumo**

Há uma tendência mundial de redução de sódio nos alimentos industrializados, em função da sua relação com o aumento da pressão arterial. Na medida em que o pão francês é um dos alimentos que mais contribuem para a ingestão de sódio pela população brasileira, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a substituição do cloreto de sódio (NaCl) por cloreto de potássio (KCl) neste produto, como forma de atender a essa tendência. Foram avaliadas quatro formulações: a padrão (FP) com 2% de NaCl e a substituição desta porcentagem por KCl em 30% (F1) e 50% (F2), além de uma formulação com 0% de cloreto de sódio (F3), equivalendo os valores de sódio a 307, 234, 176,5 e 4,5 mg em uma unidade de 50 g de pão francês, respectivamente. Todas as reduções atendem à previsão recomendada pela ANVISA para 2014. A farinha de trigo utilizada foi caracterizada por composição centesimal, com determinação dos teores e índice de glúten, extensografia e farinografia, comprovando ser adequada para panificação. As características reológicas da massa com soluções salinas nas mesmas concentrações das formulações foram avaliadas usando-se extensógrafo. Os pães foram avaliados pelos parâmetros de volume específico e teores de sódio e potássio, além de serem submetidos a teste de aceitação com 53 consumidores de pães. A redução da dosagem do sódio não alterou significativamente o volume específico dos pães. Na análise sensorial, até a redução de 30% do sal em relação ao padrão de 2%, não foi possível diferenciar os pães pelos atributos avaliados. Já a formulação com 50% de substituição apresentou pior sabor em relação ao padrão, mas obteve uma nota de aceitação equivalente a "gostei ligeiramente". A formulação sem adição de cloreto de sódio diferiu significativamente de todas as demais no quesito sabor, o que ocasionou a pior aceitação. Os resultados comprovaram a viabilidade tecnológica de se produzir pão francês com até 30% de redução de sal (1,4% na formulação comercial), o que proporcionaria pães com a quantidade de sódio proposta para atender aos limites estabelecidos (234 mg.50 g<sup>-1</sup>), em relação a uma formulação padrão de 2% de sal (base farinha).

**Palavras-chave:** Hipertensão; Prevenção; Cloreto de potássio; Saúde.

## ■ Summary

There is a worldwide trend to reduce sodium in industrialized food products due to its relationship with high blood pressure. Since French rolls are one of the food products most contributing towards the ingestion of sodium by the Brazilian population, the objective of this research was to evaluate the substitution of sodium chloride (NaCl) by potassium chloride (KCl) in this product, as a way of complying with this tendency. Four formulations were evaluated, standard (FP) with 2% NaCl, the substitution of 30% (F1) and 50% (F2) of this percentage by KCl, and F3 with no sodium chloride addition, equivalent to 307, 234, 176.5 and 4.5 mg sodium per French roll (50 g), respectively. All the reductions conformed with the recommendations made by ANVISA for 2014. The wheat flour used was characterized from its proximate composition, gluten content and index and the extensigraphic and farinographic analyses, being found adequate for breadmaking. The rheological characteristics of doughs prepared with saline solutions of the same concentrations as the formulations, were obtained using the extensigraph. The rolls were evaluated for specific volume and their sodium and potassium contents, and also submitted to an acceptance test with 53 bread consumers. The reduction in sodium content did not significantly alter their specific volumes. In the sensory analysis, it was not possible to differentiate up to 30% salt reduction in relation to the 2% salt standard, for all the attributes evaluated. However the formulation with 50% substitution was significantly less accepted for taste than the standard, its average acceptance score being equivalent to "I liked it slightly". The formulation with no added sodium chloride differed significantly from all the other formulations for the attribute of taste, resulting in the lowest acceptance score. The results showed the technological viability of producing French rolls with up to 30% reduction in sodium chloride (1.4% in the commercial formulation), providing rolls with the amount of sodium proposed to comply with the established limits (234 mg.50 g<sup>-1</sup>), when compared to the standard formulation with 2% salt (flour basis).

**Key words:** *Hypertension; Prevention; Potassium chloride; Health.*

## Efeito da substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio em pão francês

IGNÁCIO, A. K. F. et al.

### 1 Introdução

Os consumidores estão se tornando cada vez mais conscientes do valor nutricional dos alimentos. Existem fortes evidências de que o consumo de alimentos está relacionado à saúde e que altos níveis de sódio podem ser cruciais para o desenvolvimento de hipertensão, problema considerado típico de uma sociedade moderna (McCARTY, 2004). Nos países desenvolvidos, que contam com estimativas confiáveis sobre o consumo de sódio, a ingestão desse mineral tende a ultrapassar o limite máximo de 2 g (ou 5 g de sal) por pessoa por dia, recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (WHO, 2003), e a maior parte deste sódio provém de alimentos industrializados.

São várias as evidências que relacionam o consumo excessivo de sal ao desenvolvimento de doenças crônicas (HE e MacGREGOR, 2007). Estima-se que, entre 25 e 55 anos de idade, uma diminuição de apenas 1,3 g na quantidade de sódio consumida diariamente se traduziria em uma redução de 20% na prevalência de hipertensão arterial. Além disso, haveria também substanciais reduções na mortalidade por acidentes vasculares cerebrais (14%) e por doença coronariana (9%), representando 150 mil vidas salvas anualmente em todo o mundo (DICKINSON e HAVAS, 2007).

A principal fonte de sal na dieta são os alimentos processados, com cerca de 70 a 75% do consumo total. Os cereais e produtos derivados contribuem com 30% do consumo global (FSAI, 2005). O pão francês é um produto de consumo diário do brasileiro que apresenta elevadas quantidades de sódio. Uma unidade de pão francês (50 g) pode conter 300,65 mg de sódio, o que representa 15% da ingestão diária recomendada (IDR) pela Organização Mundial da Saúde, de 2.000 mg de sódio (PHILIPPI et al., 1996).

O consumo de pão francês no Brasil corresponde a 53% do consumo total de pães, segundo dados da ABIP (2011). O que atrai o consumidor são as características sensoriais de um produto recém-produzido, que impulsionaram o crescimento do número de padarias, totalizando 63 mil em todo o Brasil. Atualmente, o pão francês é responsável por 20% a 30% do lucro bruto destes estabelecimentos.

O regulamento técnico de identidade e qualidade define pão francês como produto fermentado, preparado, obrigatoriamente, com farinha de trigo, sal (cloreto de sódio) e água, que apresenta casca crocante de cor uniforme castanho-dourada e miolo de cor branco-creme, de textura e granulação fina não uniforme (BRASIL, 2000). Contudo, a legislação não especifica o teor mínimo ou máximo de sal na formulação do pão francês, sendo este determinado pelas panificadoras.

Segundo a tradição, a proporção de ingredientes de uma fórmula de pão é sempre estabelecida sobre a porcentagem da farinha.

O sal é um ingrediente comum em produtos de panificação, contribuindo para o sabor, além de influir nas propriedades tecnológicas. As principais funções tecnológicas do sal em produtos de panificação, de acordo com Cauvain (2007) e Calvel (1987), são o favorecimento do desenvolvimento da rede de glúten e o reforço das propriedades viscoelásticas da massa, assim como a inibição da atividade da levedura na fermentação e o controle da atividade de água no pão cozido. Além disso, sais neutros, como o cloreto de sódio, influenciam nas interações hidrofóbicas, pois induzem a mudanças conformacionais dos biopolímeros da massa (PRESTON, 1989). O sal aumenta o tempo de desenvolvimento da massa (GALAL et al., 1978) e a sua resistência (SALOVAARA, 1982a). Estudos realizados por Larsson (2002) mostraram que o cloreto de sódio (NaCl), em concentrações de até 2% (0,5; 1 e 2%), aumentou o módulo de elasticidade da farinha de trigo.

A substituição parcial de cloreto de sódio (NaCl) por outro sal, em vez da simples redução de NaCl na formulação, oferece a oportunidade de manter a concentração de eletrólitos e, assim, auxiliar na conservação das características tecnológicas da massa (SALOVAARA, 1982a). Na produção de pães, a substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio parece não prejudicar significativamente o seu processamento. O impacto do cloreto de potássio sobre a atividade do fermento e as propriedades reológicas da massa é semelhante ao do sal de sódio. Ainda assim, é preciso considerar o impacto negativo sobre o sabor, uma vez que o cloreto de potássio confere sabor amargo e adstringente, que não é facilmente dissimulado (CAUVAIN, 2007).

Salovaara (1982b) avaliou, na Finlândia, as características sensoriais de pães com diferentes níveis de substituição de cloreto de sódio (5, 10, 20 e 40%) por cloreto de potássio e sais de magnésio. A formulação controle (2% de NaCl base farinha) apresentou semelhança à de pão francês. Em testes triangulares, observou-se que, com 20% de substituição por cloreto de potássio, não houve alterações no sabor; porém, com 40% de substituição deste sal, o painel sensorial detectou sabor amargo.

Braschi et al. (2009) elaboraram pães brancos em que a formulação padrão com 1,8% de NaCl foi substituída por sais de potássio, como cloreto de potássio, citrato de potássio monohidratado, hidrogenocarbonato de potássio e gluconato de potássio, em níveis de substituição que variaram de 20 a 75% do peso de NaCl. Estes autores avaliaram a aceitabilidade dos pães e a biodisponibilidade dos sais de potássio adicionados e concluíram que níveis

## Efeito da substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio em pão francês

IGNÁCIO, A. K. F. et al.

de até 30% de substituição proporcionaram escores de aceitação semelhantes à formulação padrão.

Lynch et al. (2009) avaliaram o impacto da redução do sal sobre as características reológicas e sensoriais do pão branco em níveis reduzidos de 1,2% para 0,6%, 0,3% e 0,0%.

Silva et al. (2003) relataram que foram obtidos bons escores de aceitação sensorial na fabricação de pão francês sem adição de sal em condições semelhantes às domésticas.

Sarno et al. (2008) informam que o consumo de sódio no Brasil excede largamente a recomendação para este mineral, apontando para a pertinência das recomendações dos órgãos de saúde sobre a importância de se reduzir a quantidade e ajustar o teor de sal nos alimentos.

Entretanto, não pode ser esquecido que o sal tem influência sobre a qualidade do pão, que, por sua vez, depende da qualidade da farinha. Cada tipo de produto de panificação ou à base de farinha de trigo (pães, bolos, biscoitos e massas alimentícias) requer uma farinha com características tecnológicas específicas para a sua elaboração e essa qualidade é avaliada por um conjunto de métodos instrumentais (BIONDI, 2003).

A farinha de trigo pode ser classificada, quanto à qualidade do glúten para panificação, em: muito boa (Índice de Glúten > 90), boa (90 > Índice de Glúten > 60), média (60 > Índice de Glúten > 40) e fraca (Índice de Glúten < 40) (BIONDI, 2003).

A farinografia avalia a qualidade de uma farinha em relação à sua resistência durante as etapas de mistura e amassamento no processamento, fornecendo informações como a absorção de água pela farinha, o tempo de desenvolvimento e a estabilidade da massa (COSTA et al., 2008).

A extensografia fornece informações sobre o comportamento viscoelástico da massa durante as etapas de descanso e fermentação (resistência à extensão ou elasticidade e extensibilidade), com influência sobre a expansão e a retenção de gás pela massa e, conseqüentemente, sobre o volume do pão.

As interações hidrofóbicas e eletrostáticas entre as proteínas podem ser influenciadas por íons como os de cloreto de sódio e de potássio, e desempenham um papel muito importante na determinação das propriedades físicas da massa de farinha de trigo, sendo que as características extensográficas auxiliam na compreensão de tais interações. Porém, deve-se ressaltar que há outras interações das proteínas, seja com lipídios ou outros componentes da farinha (PRESTON, 1989), que podem influenciar nas características viscoelásticas da massa.

Considerando-se a importância tecnológica e sensorial do sal no processo de fabricação de produtos de

panificação, esta pesquisa avaliou o efeito da substituição do cloreto de sódio por cloreto de potássio e seus efeitos sobre a qualidade e a aceitação do pão francês, produto comumente consumido no Brasil, comparando-o com uma formulação com 2% de NaCl (padrão) e outra sem sal.

## 2 Material e métodos

### 2.1 Material

Foram utilizados os seguintes ingredientes: farinha de trigo especial Suprema Pão Francês, cedida pela empresa Bunge Alimentos S/A (Tatuí-SP, Brasil); cloreto de sódio Cisne (Cabo Frio-RJ, Brasil); cloreto de potássio Abrequim Química (São Paulo-SP, Brasil); fermento biológico (levedura *Saccharomyces cerevisiae*) seco instantâneo Fleischmann (AB Brasil, Jundiaí-SP), e açúcar refinado Cometa (Catanduva-SP, Brasil).

### 2.2 Caracterização da farinha de trigo utilizada

#### 2.2.1 Composição centesimal aproximada

O teor de umidade foi determinado segundo o método nº 44-15A da AACC (1995). O nitrogênio total foi determinado segundo o método nº 46-13 da AACC (1995), utilizando-se fator de 5,7 para a conversão de nitrogênio em proteína. A determinação do extrato etéreo foi realizada em extrator Soxhlet (GURR, 1984). A porcentagem de cinza foi determinada, segundo o método nº 08-01 da AACC (1995). O teor de fibras totais foi determinado pelo método ADF (*Acid Detergent Fibre*) (IAL, 2005). Os teores de carboidratos foram estimados por diferença e incluem o teor de fibra bruta. Todas estas análises foram realizadas em triplicata.

#### 2.2.2 Teores e índice de glúten

Foi utilizado o equipamento Glutomatic (Perten Instruments, Mod. 2200, Suécia) para a determinação da quantidade e da qualidade do glúten na farinha de trigo, segundo o método nº 38-12 da AACC (1995). Foi determinado o teor de glúten úmido, que corresponde ao peso (%) da massa viscoelástica desenvolvida a partir de 10 g de farinha e 4,8 mL de solução salina (NaCl a 2%), depois de lavada com esta mesma solução para a retirada do amido, das proteínas solúveis, das fibras e dos minerais. Em seguida, foi determinado o teor de glúten seco, correspondente ao peso (%) da massa lavada após sua secagem entre duas placas aquecidas do secador Glutork (Perten Instruments, Mod. 2020, Suécia), a 150 °C por 4 minutos. Também foi determinado o Índice de Glúten, que corresponde ao percentual de glúten úmido que permanece na peneira, parte do equipamento, após a centrifugação.

## Efeito da substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio em pão francês

IGNÁCIO, A. K. F. et al.

### 2.2.3 Características farinográficas

As características farinográficas da farinha de trigo utilizada no experimento foram avaliadas de acordo com o método nº 54-21 da AACC (1995), utilizando-se farinógrafo Brabender. A partir do farinograma, foram analisados os seguintes parâmetros: absorção de água (ABS); tempo de chegada (TC); tempo de desenvolvimento (TD); tempo de saída (TS); estabilidade (EST), e índice de tolerância à mistura (ITM).

### 2.2.4 Características extensográficas

As características extensográficas da farinha de trigo foram determinadas segundo o método nº 54-10 da AACC (1995), utilizando-se o extensógrafo Brabender. A partir do extensograma, foram analisados, em triplicata, os seguintes parâmetros: resistência à extensão ou elasticidade (R); resistência máxima (Rm); extensibilidade (E), e número proporcional (D). As análises foram realizadas após 45, 90 e 135 minutos de descanso. Os diferentes tempos de descanso permitem ter uma ideia do que ocorre com a massa durante as etapas de descanso e fermentação no processo de panificação (BIONDI, 2003).

## 2.3 Características extensográficas da farinha de trigo com as diferentes soluções salinas

O extensógrafo Brabender foi também utilizado para estudar o efeito do cloreto de sódio e do cloreto de potássio, e de suas concentrações sobre a extensibilidade e a resistência à extensão das massas. Utilizou-se o método nº 54-10 da AACC (1995). Usualmente, utiliza-se como padrão uma solução salina (cloreto de sódio) com uma concentração de 2%; porém, neste caso, além deste ensaio padrão, foram realizados outros ensaios com soluções salinas diferenciadas, sendo uma com 1,4% de NaCl e 0,6% de KCl, outra com 1% de NaCl e 1% de KCl, e, por último, utilizando-se somente água. A partir dos extensogramas, foram analisados os mesmos parâmetros citados no item 2.2.4 (*Características extensográficas*).

## 2.4 Produção dos pães

Os pães foram produzidos empregando-se como formulação padrão aquela com 2% de cloreto de sódio. Os

níveis de substituição de cloreto de potássio por cloreto de sódio nas demais formulações foram fundamentados nos trabalhos de Salovaara (1982b), Lynch et al. (2009), Braschi et al. (2009) e Silva et al. (2003). As formulações dos pães são apresentadas na Tabela 1.

Foi utilizada uma amassadeira automática espiral (Suprema, mod. HAE10, Sumaré-SP, Brasil), na qual os ingredientes secos das formulações foram homogeneizados. Em seguida, a água foi acrescentada e misturada aos demais ingredientes por cerca de 4 minutos na velocidade lenta e, por aproximadamente 2 minutos, em alta velocidade, até o completo desenvolvimento do glúten. Após a mistura, a massa descansou por 10 minutos e, então, foi dividida manualmente em pedaços de 25 a 30 g (minipães), para facilitar a análise sensorial, e moldada com o auxílio de uma modeladora (Hypo, mod HM2, Juiz de Fora-MG, Brasil). As massas moldadas foram colocadas em câmara fermentadora à temperatura de 35 °C e umidade relativa entre 70 e 80% por uma hora. Em seguida, as massas fermentadas sofreram um corte realizado manualmente com uma lâmina para abertura da *pestana* e foram assadas a 210 °C (Forno Haas, mod. IP4/80, Curitiba-PR, Brasil), durante aproximadamente 17 minutos, até o completo desenvolvimento dos atributos sensoriais do pão, com injeção de vapor de água no início do forneamento. Neste estudo, foi considerado padrão o pão francês comumente comercializado e elaborado com 2% de cloreto de sódio, base farinha (SILVA et al., 2003).

## 2.5 Avaliação dos pães

Os pães foram avaliados quanto ao volume específico e à aceitação sensorial, após 120 minutos de resfriamento, conforme descrito por Lynch et al. (2009). Também foram avaliados os teores de sódio e potássio, um dia após o processamento.

### 2.5.1 Volume específico

Os pães foram pesados e seus volumes determinados por deslocamento de sementes de painço, em recipiente de volume previamente conhecido, em triplicata. O volume específico foi calculado relacionando-se o volume e a massa dos pães (EL-DASH, 1978).

**Tabela 1.** Ingredientes das formulações expressos em porcentagem base farinha para a formulação padrão com 2% de cloreto de sódio (padrão) e com substituição por cloreto de potássio em 30 e 50%, e formulação sem adição de sal.

| Ingredientes                        | Formulações |           |           |           |  |
|-------------------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|--|
|                                     | 2,0% NaCl   | 1,4% NaCl | 1,0% NaCl | 0,0% NaCl |  |
|                                     | 0,0% KCl    | 0,6% KCl  | 1,0% KCl  | 0,0% KCl  |  |
| Farinha de trigo                    | 100         | 100       | 100       | 100       |  |
| Água                                | 67,4        | 67,4      | 67,4      | 68,8      |  |
| Fermento biológico seco instantâneo | 1,3         | 1,3       | 1,3       | 1,3       |  |
| NaCl                                | 2           | 1,4       | 1         | 0         |  |
| KCl                                 | 0           | 0,6       | 1         | 0         |  |
| Açúcar                              | 1           | 1         | 1         | 1         |  |

## Efeito da substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio em pão francês

IGNÁCIO, A. K. F. et al.

### 2.5.2 Determinação dos teores de sódio e potássio

Foram determinados os teores de sódio e potássio de todas as formulações, em triplicata, de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005).

### 2.5.3 Análise sensorial

A análise sensorial, devidamente aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (Parecer do Projeto CEP N° 953/2009), foi realizada com as quatro formulações de pão francês, submetidas ao teste de aceitação, utilizando-se uma escala hedônica estruturada de 9 pontos (1 = desgostei muitíssimo a 9 = gostei muitíssimo), para avaliar aparência, aroma, sabor, textura e aceitação global. Utilizou-se também uma escala estruturada de 1 a 5 pontos, para avaliar a intenção de compra (1 = certamente não compraria a 5 = certamente compraria).

O painel sensorial foi composto por 53 provadores não treinados, recrutados entre alunos e funcionários da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP, com faixa etária variando entre 18 e 45 anos. Os testes foram conduzidos em cabines individuais e as amostras foram apresentadas de forma monádica e com códigos de três números aleatórios. Foram selecionados apenas provadores habituados ao consumo de pão francês e que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que explicava a pesquisa realizada.

## 2.6 Análise dos resultados

Foi realizada análise estatística por meio de análise de variância (ANOVA). As médias foram submetidas ao teste de Tukey, em nível de 5% de significância.

## 3 Resultados e discussão

### 3.1 Caracterização da farinha de trigo utilizada

Os resultados de caracterização da farinha de trigo utilizada nos experimentos estão apresentados na Tabela 2.

Os resultados dos teores de umidade, cinza e proteínas estão em acordo com a Instrução Normativa n° 8 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2005), a qual cita que a farinha de trigo Tipo 1 deve conter no máximo 15 g.100 g<sup>-1</sup> de umidade, 0,8 g.100 g<sup>-1</sup> de cinza e, no mínimo, 7,5 g.100 g<sup>-1</sup> de proteína.

As proteínas do glúten desempenham papel essencial na determinação da qualidade da farinha de trigo para panificação, conferindo coesividade, elasticidade e capacidade de absorção de água à massa (WIESIR, 2007). Os resultados (Tabela 2) demonstram que a farinha de trigo utilizada pode ser considerada adequada para panificação, uma vez que apresentou Índice de Glúten de 83 e estabilidade de 14,7 minutos.

Segundo He et al. (1992), uma farinha com glúten forte permite desenvolver pães com maior volume e a adição de sal faz com que a massa apresente características apropriadas para a panificação. O cloreto de sódio (NaCl) aumenta a força da massa e sua estabilidade, como resultado das alterações nas interações entre as proteínas do glúten (UKAI et al., 2008). O efeito dos eletrólitos provenientes de sais nas propriedades reológicas da massa explica-se pela agregação de tais proteínas. Os íons, como os

**Tabela 2.** Características físico-químicas e reológicas da farinha de trigo utilizada nos experimentos.

|                                  | Análises                                   | Resultados** |
|----------------------------------|--|--------------|
| Composição centesimal (b.u.****) | Umidade (%)                                | 13,28 ± 0,06 |
|                                  | Cinza (%)                                  | 0,46 ± 0,01  |
|                                  | Proteínas (%)                              | 10,48 ± 0,07 |
|                                  | Lipídios (%)                               | 1,22 ± 0,09  |
|                                  | Carboidratos totais (%)***                 | 74,56        |
|                                  | Fibra bruta (%)                            | 0,4 ± 0,1    |
| Parâmetros farinográficos        | Absorção de água (ABS) (%)                 | 63,20        |
|                                  | Tempo de chegada (TC) (minutos)            | 1,50 ± 0,01  |
|                                  | Tempo de desenvolvimento (TD) (minutos)    | 10,0 ± 0,4   |
|                                  | Tempo de saída (TS) (minutos)              | 16,2 ± 0,2   |
|                                  | Estabilidade (EST) (minutos)               | 14,7         |
| Teores e índice de glúten        | Índice de tolerância à mistura (ITM) (UF)* | 20,00 ± 0,00 |
|                                  | Glúten úmido (%)                           | 27,8 ± 0,9   |
|                                  | Glúten seco (%)                            | 9,2 ± 0,1    |
|                                  | Índice de Glúten                           | 83 ± 5       |

\*UF: unidades farinográficas; \*\*Valores expressos como médias ± desvio padrão de três repetições; \*\*\*Incluem o percentual de fibra bruta; \*\*\*\*b.u.: base úmida.

## Efeito da substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio em pão francês

IGNÁCIO, A. K. F. et al.

provenientes do NaCl, aumentam a associação entre as mesmas (SALOVAARA, 1982a).

Analisando-se as características da farinha de trigo utilizada (Tabela 2) e tendo por critérios os citados por Biondi (2003), observam-se características intermediárias entre uma farinha forte e muito forte, comprovadas pela absorção de água superior a 58%, pelo baixo índice de tolerância à mistura (20 UF), pela alta estabilidade (14,7 minutos) e pelo tempo de desenvolvimento da massa (10 minutos).

### 3.2 Efeitos da substituição e concentração salina nas características extensográficas da farinha de trigo

As características extensográficas das massas obtidas sem sal, com a concentração padrão de 2% e com substituições progressivas com cloreto de potássio até 1%, nos três tempos de descanso (45, 90 e 135 minutos), são apresentadas na Tabela 3.

A resistência da massa de pão à extensão corresponde à medida da energia necessária para esticar a massa. Os valores de resistência à extensão variaram de 303 a 533 unidades extensográficas (UE), até a medição final de 135 minutos. Os valores de resistência máxima variaram de 360 a 643 unidades extensográficas (UE). Foram encontrados maiores valores de resistência máxima em todos os tempos avaliados para a formulação padrão (2% de sal); contudo, a mesma diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) da formulação sem adição de sal, somente no tempo de 90 minutos.

Os maiores valores de resistência máxima encontrados para a formulação padrão com 2% de cloreto de sódio concordam com os resultados obtidos por Preston (1989), que constatou que concentrações crescentes de NaCl aumentam a altura e a área do

gráfico obtido na análise de extensografia. Lynch et al. (2009) também encontraram uma redução na resistência da massa na ausência de sal ao comparar esta com sua formulação padrão de pão, com 1,2% de NaCl.

A extensibilidade da massa é a medida da distância que uma porção da massa pode ser esticada antes de se romper. A extensibilidade variou entre 117 e 157 mm. O menor valor (117 mm) ocorreu para a formulação sem sal no tempo de 135 minutos, não diferindo significativamente ( $p > 0,05$ ) da formulação padrão (2% de NaCl) e das intermediárias com 1,4% de NaCl e 0,6% de KCl, e com 1% de NaCl e 1% de KCl. O maior valor (157 mm) ocorreu para a formulação padrão (2% de NaCl) no tempo de 45 minutos, diferindo significativamente ( $p < 0,05$ ) da formulação sem sal.

É comum, em laudos de análise de farinha, apresentarem-se apenas os resultados do último tempo (135 minutos). Entretanto, a análise dos três tempos, especialmente em um trabalho de pesquisa, mostra a evolução destes parâmetros no tempo, o que pode simular o que ocorre nos tempos de descanso e fermentação em um processo de panificação.

Observou-se, para todas as formulações, que, com o aumento do tempo de descanso, houve aumento da resistência à extensão e redução da extensibilidade, provavelmente em razão do fortalecimento da rede de glúten durante este período, pelo favorecimento à formação de ligações e pela acomodação da rede formada.

Para a farinha selecionada, a substituição do cloreto de sódio por cloreto de potássio não afetou as propriedades de extensão da massa.

Esse resultado encontra apoio na afirmação de Salovaara (1982a), que avaliou as propriedades reológicas da massa de farinha de trigo características

**Tabela 3.** Características extensográficas da massa com diferentes soluções salinas em três tempos de descanso.

| Tempo de descanso | Parâmetro extensográfico | 2,0% NaCl              | 1,4% NaCl              | 1,0% NaCl              | 0,0% NaCl              |
|-------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                   |                          | 0,0% KCl               | 0,6% KCl               | 1,0% KCl               | 0,0% KCl               |
| 45 minutos        | R (UE)**                 | 363 <sup>a</sup> ± 67  | 390 <sup>a</sup> ± 10  | 333 <sup>a</sup> ± 40  | 303 <sup>a</sup> ± 68  |
|                   | Rm (UE)**                | 510 <sup>a</sup> ± 69  | 490 <sup>a</sup> ± 69  | 473 <sup>a</sup> ± 15  | 360 <sup>a</sup> ± 62  |
|                   | E (mm)**                 | 157 <sup>a</sup> ± 14  | 155 <sup>ab</sup> ± 13 | 153 <sup>ab</sup> ± 3  | 129 <sup>b</sup> ± 6   |
|                   | D (UE/mm)**              | 2,4 <sup>a</sup> ± 0,6 | 2,5 <sup>a</sup> ± 0,2 | 2,2 <sup>a</sup> ± 0,2 | 2,4 <sup>a</sup> ± 0,6 |
| 90 minutos        | R (UE)                   | 460 <sup>a</sup> ± 72  | 427 <sup>a</sup> ± 42  | 427 <sup>a</sup> ± 70  | 363 <sup>a</sup> ± 106 |
|                   | Rm (UE)                  | 643 <sup>a</sup> ± 64  | 590 <sup>ab</sup> ± 52 | 553 <sup>ab</sup> ± 21 | 423 <sup>b</sup> ± 106 |
|                   | E (mm)                   | 139 <sup>ab</sup> ± 7  | 145 <sup>a</sup> ± 9   | 142 <sup>ab</sup> ± 9  | 123 <sup>b</sup> ± 7   |
|                   | D (UE/mm)                | 3,3 <sup>a</sup> ± 0,7 | 2,9 <sup>a</sup> ± 0,2 | 3,0 <sup>a</sup> ± 0,7 | 3,0 <sup>a</sup> ± 0,9 |
| 135 minutos       | R (UE)                   | 477 <sup>a</sup> ± 64  | 533 <sup>a</sup> ± 142 | 430 <sup>a</sup> ± 17  | 433 <sup>a</sup> ± 133 |
|                   | Rm (UE)                  | 643 <sup>a</sup> ± 51  | 640 <sup>a</sup> ± 147 | 587 <sup>a</sup> ± 6   | 497 <sup>a</sup> ± 106 |
|                   | E (mm)                   | 135 <sup>a</sup> ± 5   | 138 <sup>a</sup> ± 15  | 136 <sup>a</sup> ± 4   | 117 <sup>a</sup> ± 17  |
|                   | D (UE/mm)                | 3,6 <sup>a</sup> ± 0,6 | 4,0 <sup>a</sup> ± 1   | 3,2 <sup>a</sup> ± 0,2 | 4,0 <sup>a</sup> ± 2   |

\*\*R (resistência à extensão); Rm (resistência máxima); E (extensibilidade); D (número proporcional); UE (unidades extensográficas). Valores expressos como média ± desvio padrão de três repetições; médias seguidas da mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente ( $p > 0,05$ ) pelo teste de médias de Tukey.

## Efeito da substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio em pão francês

IGNÁCIO, A. K. F. et al.

desta farinha quando 20, 40 e 100% do cloreto de sódio (2% base farinha) foram substituídos por quantidades equivalentes de outros sais, dentre os quais o cloreto de potássio e o acetato de magnésio. Os resultados mostraram que estes sais não afetaram significativamente as propriedades reológicas da massa em níveis de até 40% de substituição. O autor ainda cita que os íons potássio e sódio possuem semelhanças físicas e químicas, o que justificaria a semelhança de comportamento na reologia da massa.

### 3.3 Avaliação dos pães

#### 3.3.1 Volume específico

A Tabela 4 apresenta o volume específico dos pães em função dos graus de substituição do cloreto de sódio.

O volume específico de pão francês pode variar bastante, chegando até 10 mL.g<sup>-1</sup>, dependendo da farinha, dos aditivos e do processo utilizado. O volume específico encontrado foi relativamente baixo, sendo característico dos ingredientes utilizados, uma vez que não foram utilizados aditivos e coadjuvantes que pudessem influir no volume do pão, tais como os oxidantes e os emulsificantes, que atuam sobre o glúten, fortalecendo-o e a enzima alfa-amilase que favorece a produção de substratos (açúcares) para o fermento, e conseqüentemente aumentam o volume dos pães.

Os valores da Tabela 4 mostram que o volume específico não diferiu estatisticamente ( $p > 0,05$ ) para

**Tabela 4.** Volume específico dos pães da formulação padrão com 2% de cloreto de sódio, com substituição por cloreto de potássio em 30 e 50%, e formulação sem adição de sal.

| Formulações | Teores dos sais        | Volume específico (mL.g <sup>-1</sup> ) |
|-------------|------------------------|---|
| FP          | (2,0% NaCl ± 0,0% KCl) | 4,1 <sup>a</sup> ± 0,7                  |
| F1          | (1,4% NaCl ± 0,6% KCl) | 3,4 <sup>a</sup> ± 0,2                  |
| F2          | (1,0% NaCl ± 1,0% KCl) | 3,6 <sup>a</sup> ± 0,4                  |
| F3          | (0,0% NaCl ± 0,0% KCl) | 3,2 <sup>a</sup> ± 0,3                  |

Valores expressos como média ± desvio padrão de três repetições; médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente ( $p > 0,05$ ) pelo teste de médias de Tukey.

**Tabela 5.** Teores de sódio e de potássio para a formulação padrão com 2% de cloreto de sódio, com substituição por cloreto de potássio em 30 e 50%, e formulação sem adição de sal.

| Formulações | Teores dos sais        | Teores dos minerais             |                                    |
|-------------|------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
|             |                        | Sódio (mg.100 g <sup>-1</sup> ) | Potássio (mg.100 g <sup>-1</sup> ) |
| FP          | (2,0% NaCl + 0,0% KCl) | 614 <sup>a</sup> ± 6            | 156 <sup>c</sup> ± 5               |
| F1          | (1,4% NaCl + 0,6% KCl) | 468 <sup>b</sup> ± 4            | 414 <sup>b</sup> ± 9               |
| F2          | (1,0% NaCl + 1,0% KCl) | 353 <sup>c</sup> ± 10           | 549 <sup>a</sup> ± 13              |
| F3          | (0,0% NaCl + 0,0% KCl) | 9 <sup>d</sup> ± 1              | 158,8 <sup>c</sup> ± 0,4           |

Valores expressos como média ± desvio padrão de três repetições; médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente ( $p > 0,05$ ) pelo teste de médias de Tukey.

as quatro formulações, apesar de variar de 3,22 a 4,06 mL.g<sup>-1</sup>, o mesmo ocorrendo com o aspecto externo. Lynch et al. (2009) também não encontraram diferenças significativas no volume específico dos pães com diferentes concentrações de cloreto de sódio, assim como Salovaara (1982a), que encontrou valores de volume específico muito semelhantes entre pães com 2% de cloreto de sódio (referência) e com 40% de substituição por cloreto de potássio.

#### 3.3.2 Teores de sódio e de potássio nos pães

A Tabela 5 apresenta os teores de sódio e de potássio nos pães um dia após o seu processamento. A variação foi de 8,87 a 613,87 mg.100 g<sup>-1</sup> para sódio e de 156,20 a 548,72 mg.100 g<sup>-1</sup> para potássio. Como era de se esperar, o conteúdo de sódio diminuiu com a porcentagem de substituição. A formulação com 1,4% de NaCl e 0,6% de KCl proporcionou uma redução de 24% de sódio em relação à formulação padrão com 2,0%, o que significaria que um pãozinho de 50 g passaria de 306,94 mg para 234 mg de sódio.

Segundo o Guia de Boas Práticas Nutricionais para Pão Francês da ANVISA (BRASIL, 2012), acordou-se que a adição de sal ao produto seja progressivamente reduzida de 2% para 1,8% até o final de 2014, o que representará uma redução de 10% na quantidade de sódio no produto. Assim, uma unidade de pão francês (50 g) que, em 2011, tinha em média 320 mg de sódio, terá 304 mg em 2012 e 289 mg em 2014.

A presença de sódio e potássio na formulação sem sal pode ser explicada, em parte, pela composição de minerais da farinha de trigo, que possui uma quantidade de sódio próxima a 1 mg.100 g<sup>-1</sup> e de potássio próxima a 151 mg.100 g<sup>-1</sup> (UNICAMP, 2006).

#### 3.3.3 Análise sensorial

A Tabela 6 apresenta as médias de aceitação dos pães em relação aos atributos sensoriais aparência, aroma, sabor, textura e aceitação global, além das notas para a intenção de compra. Observa-se que os valores médios para os atributos sensoriais situaram-se entre 6,02 e 7,32 para os pães com até 1% de cloreto de



## Efeito da substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio em pão francês

IGNÁCIO, A. K. F. et al.

**Tabela 6.** Valores médios obtidos no teste de aceitação com 53 provadores não treinados para a formulação padrão com 2% de cloreto de sódio, com substituição por cloreto de potássio em 30 e 50%, e formulação sem adição de sal.

| Atributos          | 2,0% NaCl          | 1,4% NaCl           | 1,0% NaCl          | 0,0% NaCl          |
|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
|                    | 0,0% KCl           | 0,6% KCl            | 1,0% KCl           | 0,0% KCl           |
| Aparência          | 7 <sup>a</sup> ± 1 | 7 <sup>a</sup> ± 1  | 7 <sup>a</sup> ± 1 | 7 <sup>a</sup> ± 2 |
| Aroma              | 7 <sup>a</sup> ± 1 | 7 <sup>a</sup> ± 2  | 7 <sup>a</sup> ± 1 | 6 <sup>a</sup> ± 2 |
| Sabor              | 7 <sup>a</sup> ± 1 | 7 <sup>ab</sup> ± 2 | 6 <sup>b</sup> ± 2 | 4 <sup>c</sup> ± 2 |
| Textura            | 6 <sup>a</sup> ± 2 | 6 <sup>a</sup> ± 2  | 7 <sup>a</sup> ± 1 | 6 <sup>a</sup> ± 2 |
| Impressão global   | 7 <sup>a</sup> ± 1 | 6 <sup>a</sup> ± 2  | 6 <sup>a</sup> ± 2 | 5 <sup>b</sup> ± 2 |
| Intenção de compra | 4 <sup>a</sup> ± 1 | 4 <sup>a</sup> ± 1  | 3 <sup>a</sup> ± 1 | 2 <sup>b</sup> ± 1 |

Valores expressos como média ± desvio padrão; médias seguidas da mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente ( $p > 0,05$ ) pelo teste de médias de Tukey.

sódio, ou seja, os provadores classificaram estes pães como “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”. Apenas a formulação sem sal não foi tão bem aceita.

A formulação sem adição de sal foi a que apresentou pior aceitação no atributo sabor (“desgostei ligeiramente”), diferindo significativamente ( $p < 0,05$ ) de todas as demais formulações. Também em relação à aceitação global e intenção de compra, esta formulação, sem adição de sal, obteve as menores notas, diferindo significativamente ( $p < 0,05$ ) das demais. Estes resultados demonstram que o consumidor espera o sabor salgado em pão francês.

Analisando-se os dados obtidos na Tabela 6, verifica-se que o grau de substituição do cloreto de sódio por cloreto de potássio ou mesmo a remoção completa do sal nas formulações não causaram diferenças significativas na aparência, aroma e textura dos pães, apenas influíram no sabor e, este parâmetro, na impressão global e na intenção de compra.

As amostras com 2% e 1,4% de cloreto de sódio foram preferidas pelo consumidor com relação ao sabor, sendo a amostra sem sal a amostra com pior aceitação de sabor e impressão global, diferindo significativamente ( $p < 0,05$ ) das demais amostras.

Em relação à intenção de compra, as amostras com 2%, 1,4% e 1% de cloreto de sódio não diferiram significativamente ( $p > 0,05$ ), sendo classificadas entre “tenho dúvidas se compraria” e “provavelmente compraria”. Já a formulação sem adição de sal diferiu significativamente das demais, sendo classificada em “provavelmente não compraria”.

## 4 Conclusões

Os resultados da pesquisa mostraram que não houve dificuldades tecnológicas na redução de sódio máxima testada (1% cloreto de sódio + 1% cloreto de potássio) para o tipo de farinha e a técnica de panificação selecionados, pois os mesmos não afetaram significativamente as propriedades reológicas da massa,

os parâmetros de processamento dos pães e o seu volume específico.

Sensorialmente, a substituição de 0,6% do cloreto de sódio por cloreto de potássio mostrou-se adequada ao paladar dos provadores, não diferindo do padrão em todos os atributos avaliados.

Pode-se destacar ainda que, na formulação com 1,4% de cloreto de sódio e 0,6% de cloreto de potássio, viável tecnológica e aceitável sensorialmente, foi possível uma redução de 24% de sódio em relação à formulação padrão com 2% de NaCl (um pãozinho de 50 g passaria de 306,94 mg de sódio para 234 mg de sódio), o que demonstra também um perfil nutricional adequado para atender às atuais necessidades e aos desejos dos consumidores.

## Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer aos funcionários da Padaria da Faculdade de Engenharia de Alimentos, pelo auxílio na produção dos pães; à técnica e à estagiária do Laboratório de Cereais do DTA-FEA-UNICAMP, pelo auxílio nas análises de caracterização da farinha; aos fornecedores Abrequim Química Ltda. e Bunge Alimentos S/A, pela doação do cloreto de potássio e da farinha de trigo utilizados neste estudo; ao Laboratório Central da empresa BRF, pelas determinações dos teores de sódio e potássio nos pães, e ao CNPq, Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento pela Bolsa de Mestrado da autora Ana Karoline Ferreira Ignácio (Processo 830529/1999-3).

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA - ABIP. **A Importância do Pão do Dia (Tipo Francês) Para o Segmento de Panificação no Brasil**. Brasília: ABIP, 2011. 11 p. (Encarte Técnico. ABIP/SEBRAE). Disponível em: <<http://www.abip.org.br/imagens/file/encarte6.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2011.

**Efeito da substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio em pão francês**

IGNÁCIO, A. K. F. et al.

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS - AACC. **Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists**. 9. ed. Saint Paul: AACC, 1995. v. 2.
- BIONDI, S. H. S. **Qualidade da Farinha de Trigo: Conceito, Fatores Determinantes e Parâmetros de Avaliação de Controle**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2003. p. 41-62.
- BRASCHI, A.; GILL, L.; NAISMITH, D. J. Partial substitution of sodium with potassium in white bread: feasibility and bioavailability. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, Londres, v. 60, n. 6, p. 507-521, 2009. PMID:18608540. <http://dx.doi.org/10.1080/09637480701782118>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Instrução Normativa nº 8, de 02 de junho de 2005. Aprova o Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 jun. 2005. Seção 1, p. 14. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/sislegis>>. Acesso em: 01 nov. 2009.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. RDC nº 90, de 18 de outubro de 2000. Aprova o Regulamento técnico de identidade e qualidade de pão. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 20 out. 2000. Seção 1. Disponível em:<<http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 01 nov. 2009.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **Guia de Boas Práticas Nutricionais para Pão Francês**. Brasília: ANVISA, 2012. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/9806518049af6bb196eab66dcbdb9c63c/Guia+de+Boas+Pr%C3%A1ticas+Nutricionais+para+p%C3%A3o+franc%C3%AAs.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 01 mar. 2012.
- CALVEL, R. **O Pão Francês e os Produtos Correlatos: Tecnologia e Prática da Panificação**. Fortaleza: J. Macedo S.A. Comércio, Administração e Participações, 1987. 287 p.
- CAUVAIN, S. P. Reduced salt in bread and other baked products. In: KILCAST, D.; ANGUS, F. **Reducing Salt in Foods**. Boca Raton: CRC Press LLC, 2007. part 3, p. 283-295.
- COSTA, M. G.; SOUZA, E. L.; STAMFORD, T. L. M.; ANDRADE, S. A. C. Qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 220-225, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000100031>
- DICKINSON, B. D.; HAVAS, S. Reducing the population burden of cardiovascular disease by reducing sodium intake. **Archives of Internal Medicine**, Chicago, v. 167, n. 14, p. 1460-1468, 2007. PMID:17646599. <http://dx.doi.org/10.1001/archinte.167.14.1460>
- EL-DASH, A. A. Standardized mixing and fermentation procedure for experimental baking test. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 55, n. 4, p. 436-446, 1978.
- FOOD SAFETY AUTHORITY OF IRELAND - FSAI. **Salt and Health: Review of the Scientific Evidence and Recommendations for Public Policy in Ireland**. Abbey Dublin: Court, 2005. 32 p.
- GALAL, A. M.; VARRIANO-MARSTON, E.; JOHNSON, J. A. Rheological dough properties as affected by organic acids and salt. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 55, n. 5, p. 683-691, 1978.
- GURR, M. I. **Role of Fats in Food and Nutrition**. London: Elsevier Applied Science, 1984. 170 p.
- HE, F. J.; MacGREGOR, G. A. Dietary salt, high blood pressure and other harmful effects on health. In: KILCAST, D.; ANGUS, F. **Reducing Salt in Foods**. Boca Raton: CRC Press LLC, 2007. part 1, p. 18-46.
- HE, H.; ROACH, R. R.; HOSENEY, R. C. Effect of nonchaotropic salts on flour bread-making properties. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 69, n. 4, p. 366-371, 1992.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. v. 1, 1018 p.
- LARSSON, H. Effect of pH and sodium chloride on wheat flour dough properties: ultracentrifugation and rheological measurements. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 79, n. 4, p. 544-545, 2002.
- LYNCH, E. J.; BELLO, F. D.; SHEEHAN, E. M.; CASHMAN, K. D.; ARENDT, E. K. Fundamental studies on the reduction of salt on dough and bread characteristics. **Food Research International**, Toronto, v. 42, p. 885-891, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2009.03.014>
- McCARTY, M. F. Should we restrict chloride rather than sodium? **Medical Hypothesis**, San Diego, v. 63, p. 138-148, 2004. PMID:15193367. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mehy.2003.11.005>
- PHILIPPI, S. T.; SZARFARC, S. C.; LATTERZA, A. R. **Virtual Nutri Software**. v 1.0 for Windows. São Paulo: Departamento de Nutrição, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 1996.
- PRESTON, K. R. Effects of neutral salts of the lyotropic series on the physical dough properties of a Canadian red spring wheat flour. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 66, n. 3, p. 144-148, 1989.
- SALOVAARA, H. Effect of partial sodium-chloride replacement by other salts on wheat dough rheology and breadmaking. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 59, n. 5, p. 422-426, 1982a.
- SALOVAARA, H. Sensory limitations to replacement of sodium with potassium and magnesium in bread. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 59, n. 5, p. 427-430, 1982b.

## Efeito da substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio em pão francês

IGNÁCIO, A. K. F. et al.

- SARNO, F.; CLARO, R. M.; LEVY, R. B.; BANDONI, D. H.; FERREIRA, S. R. G.; MONTEIRO, C. A. Estimativa de consumo de sódio pela população brasileira 2002-2003. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 219-225, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102009005000002>
- SILVA, M. E. M. P.; YONAMINE, G. H.; MITSUIKI, L. Desenvolvimento e avaliação de pão francês caseiro sem sal. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 229-236, 2003.
- UKAI, T.; MATSUMURA, Y.; URADE, R. Disaggregation and reaggregation of gluten proteins by sodium chloride. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 56, n. 3, p. 1122-1130, 2008. PMID:18181570. <http://dx.doi.org/10.1021/jf0725676>
- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO**. versão 2. 2. ed. Campinas: UNICAMP/NEPA, 2006. 113 p.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO; FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. **Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases**. Geneva: World Health Organization, 2003. WHO Technical Report Series, n. 916. Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/005/AC911E/AC911E00.HTM>>. Acesso em: 01 nov. 2011.
- WIESIR, H. Chemistry of gluten proteins. **Food Microbiology**, Garching, v. 24, n. 2, p. 115-119, 2007.