

REDUÇÃO PARCIAL DE SÓDIO EM PÃO DE FORMA

VALERIA HARTMANN¹
JOSEMERE BOTH²
STÉFANI WERLANG³
ANA LUISA SANT'ANNA ALVES⁴
TELMA ELITA BERTOLIN²
LUIZ CARLOS GUTKOSKI²

O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização do Low Salt (LS) como substituto parcial de NaCl, bem como comportamento tecnológico de pão de forma com redução de sódio. Foram utilizados 5 tratamentos distintos, em que a formulação padrão utilizada foi de 2% de NaCl sem adição de LS. As demais combinações de LS e NaCl foram com 1% de LS + 1% de NaCl; 0,5% de LS + 1% de NaCl; 0,25% de LS + 1% de NaCl. Uma formulação apresentou 1% de LS sem adição de NaCl. As características físico-químicas e reológicas da farinha de trigo apresentaram qualidade para a elaboração de pão de forma. A avaliação das características tecnológicas dos pães pelo escore de pontos permitiu obter duas respostas distintas, em que os resultados entre as formulações não considerando os quesitos específicos em cada avaliação demonstraram pouca variação entre os tratamentos, enquanto que o escore total de pontos variou entre 82,3 a 96,0 pontos não sendo significativas as variações entre as formulações, exceto na formulação com 1% de LS. Os valores de firmeza nos pães de forma variaram significativamente ($p \leq 0,05$), sendo observado menores valores na utilização de 1% de NaCl e 0,25% de LS, proporcionando uma distribuição uniforme dos alvéolos. A utilização do LS possibilitou a redução de 0,8% de NaCl em relação a uma formulação padrão de 2% (base de farinha), mantendo as características aceitáveis para panificação e desta forma auxilia na redução da ingestão de sódio durante as refeições.

PALAVRAS-CHAVE: TRITICUM AESTIVUM. LOW SALT. ESCORE DE PONTOS.

¹Nutricionista, Mestra em Bioexperimentação, Programa de Pós-Graduação em Bioexperimentação, Universidade de Passo Fundo, Campus I, Bairro São José. 99052-900 Passo Fundo, RS, Brasil (e-mail:vhartmann@upf.br).

²Química, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil (e-mail:meribot@hotmail.com).

²Engenheiro Agrônomo, Professor Titular 3 do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil (e-mail:gutkoski@upf.br).

²Bióloga, Professora Titular 3 do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil (e-mail:telma@upf.br).

³Graduanda do Curso de Engenharia de Alimentos, Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil (e-mail:teh_werla@hotmail.com).

⁴Nutricionista, Docente do Curso de Nutrição, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil (e-mail:alves.als@upf.br).

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com a qualidade de vida e a prevenção de doenças decorrentes da alimentação inadequada está em constante discussão na academia e na indústria de alimentos. A redução do consumo de cloreto de sódio (NaCl), em especial do sódio é uma forma de promover uma alimentação mais saudável. Evidências clínicas relacionam a ingestão excessiva de sódio ao desenvolvimento de doenças crônicas como hipertensão, cardíacas e renais (BRASIL, 2012). Estas evidências embasam instituições como Sociedade Brasileira de Hipertensão (SBH), *Food Standards Agency* (Reino Unido), *Institute of Medicine* e *National Academy of Science* (Estados Unidos) a recomendarem a ingestão diária de 6 gramas de cloreto de sódio, o equivalente a 2400 mg diários de sódio (SBH, 2010). O limite máximo recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) é de 2000 mg de sódio por dia (WHO, 2006).

O Brasil, baseado em experiências internacionais bem sucedidas desenvolveu o plano de redução do sódio em alimentos processados, visando diminuir o consumo de cloreto de sódio em 10%. O plano foi proposto pelo Ministério da Saúde em 2010 para ser implementado a partir de 2014, abrangendo as indústrias de massas, panificação e indústrias que elaboram produtos a base de farinha de trigo (BRASIL, 2012).

Apesar da necessidade nutricional de ingestão de sódio ser de 500 mg por dia para o indivíduo adulto, no Brasil se estima um consumo de 4800 mg, equivalente a 12 gramas de cloreto de sódio (SBH, 2011; BRASIL, 2012), estando 9 vezes acima da necessidade nutricional e representa mais que o dobro do recomendado pela OMS.

A redução do cloreto de sódio afeta propriedades tecnológicas, reológicas, funcionais e sensoriais dos produtos de panificação. Estudos realizados por Beck et al. (2012) e Mccann et al. (2013) mostraram que a redução de NaCl em massa alterou a estrutura e a formação da rede proteica, principalmente as frações gliadina e glutenina, resultando em estruturas mais alongadas e filamentos menos conectados. Estes efeitos estão associados à diminuição da hidratação das proteínas do glúten que ocorre na fase inicial da incorporação da água, prejudicando a interação das proteínas, consequentemente a formação e o desenvolvimento da rede de glúten. Estas alterações interferem nas características internas, externas e no volume do pão de forma. As modificações nas características sensoriais são mais perceptíveis ao consumidor, pois o mesmo possui paladar sensível e exigente, sendo este um parâmetro decisivo na compra e consumo do produto.

Para minimizar os efeitos da redução de NaCl em produtos de panificação a indústria tem proposto ingredientes alternativos com teor reduzido de sódio. O Cloreto de Potássio (KCl) foi bastante estudado por apresentar características similares ao NaCl (SALOVAARA, 1982; BRASCHI et al., 2009). IGNÁCIO e colaboradores (2013) elaboraram pão francês com redução de 0,8% de NaCl pela substituição parcial por KCl.

O Low Salt (LS), ingrediente recentemente desenvolvido pela indústria alimentícia, se caracteriza por ser puramente mineral, sem a presença de anti-aglutinantes ou aditivos tecnológicos e contém em sua composição 20% de NaCl e 18,5% de KCl. Este composto apresenta características que permitem sua utilização como ingrediente substituto ao NaCl na indústria de panificação.

As alterações tecnológicas com o emprego de LS na elaboração de pão de forma ainda não foram estudadas. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a utilização do Low Salt como substituto parcial de NaCl e o comportamento tecnológico de pão de forma com redução de sódio.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAL

A farinha de trigo foi obtida em moinho processador de trigo da região, com características próprias para a elaboração de pão de forma, sem adição de Ferro e Ácido Fólico.

O composto Low Salt (LS) foi fornecido pela empresa Prozyn (São Paulo, Brasil) que é caracterizado como um produto puramente mineral, sem anti-aglutinantes e outros aditivos tecnológicos e que contém em sua composição 20% de Cloreto de Sódio e 18,5% de Cloreto de Potássio (PROZIN, 2012).

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, utilizando o LS como substituto para o NaCl de forma isolada e combinada, resultando em 5 tratamentos. Os tratamentos envolveram as seguintes formulações: 1% de LS + 1% de NaCl; 0,5% de LS + 1% de NaCl; 0,25% de LS + 1% de NaCl e 1% de LS sem adição de NaCl. A formulação padrão utilizou 2% de NaCl.

2.2 METODOLOGIA ANALÍTICA

2.2.1 Caracterização da farinha de trigo

A caracterização físico-química e reológicas da farinha foi realizada de acordo com as metodologias da AACC (2010), em que a determinação do teor de umidade, cinzas e proteína foram realizados de acordo com os métodos 44-15.02, 08-12.01 e 46-13 respectivamente, utilizando o fator 5,7 para conversão em proteína.

A determinação de glúten úmido, seco e índice de glúten foi determinado em sistema Glutomatic, (Perten Instruments, Suécia) de acordo com o método 38-12.02 (AACC, 2012). As características viscoelásticas da farinha de trigo foram determinadas em alveógrafo modelo NG (Chopin, França) de acordo com o método 54-30.02 (AACC, 2010). Os parâmetros considerados foram tenacidade (P), extensibilidade (L), e energia de formação da massa (W). As características de mistura da farinha de trigo foram determinadas de acordo com o método 54-21.02 (AACC, 2010) em equipamento Promylograph, modelo T6-E (Labortechnik GmbH, Alemanha). Os parâmetros farinográficos avaliados foram absorção de água, tempo de desenvolvimento, índice de tolerância a mistura e estabilidade da massa.

A atividade da enzima α -amilase foi determinado em aparelho *Falling Number*, modelo FN 1700 (Perten Instruments, Suécia), de acordo com o método 56-81.03 (AACC), utilizando sete gramas de amostra, corrigidas para 14% de umidade.

2.2.2 Formulação de pão de forma

O preparo dos pães de forma foi realizado de acordo com o método proposto por Gutkoski e Jacobsen Neto (2002). Para a elaboração dos pães de forma foram utilizados 1000g de farinha de trigo, 58% de água, 5% de açúcar, 3% de gordura hidrogenada, 0,01% de ácido ascórbico, 3% de fermento biológico úmido, variando as concentrações de NaCl e LS, gerando 5 tratamentos distintos. A formulação padrão utilizou 2% de NaCl sem adição de LS. As demais combinações de LS e NaCl foram com 1% de LS + 1% de NaCl; 0,5% de LS + 1% de NaCl; 0,25% de LS + 1% de NaCl. Uma formulação apresentou 1% de LS sem adição de NaCl.

Os ingredientes foram misturados em misturadora marca Kitchen Aid® (modelo K5SSWH2, EUA), com velocidade média por sete minutos. O fermento biológico foi adicionado e realizada a mistura por mais seis minutos. A massa foi retirada da misturadora e dividida em porções de 350g para formas de tamanho padrão. Após a modelagem a massa foi deixada em descanso por dez minutos. A fermentação foi realizada na câmara (marca Multipão®, Brasil), regulada na temperatura de $30 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de 80%. O cozimento foi realizado no forno marca Labor Instruments® (modelo QA 226, Hungria), regulado na temperatura de 220°C por 18 minutos e após uma hora de arrefecimento foram realizadas as análises nos pães tipo forma.

2.2.3 Avaliação do pão de forma

A avaliação do volume dos pães foi determinada em aparelho (marca Vondel®, Brasil), pelo deslocamento de sementes de canola e o volume específico calculado pela relação entre o volume do pão assado e a sua massa, obtida por pesagem em balança eletrônica Mark® (modelo 3100, EUA), com precisão de 0,01g. A determinação do volume específico foi realizada uma hora após o

cozimento dos pães, com três repetições e os resultados expressos em $\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$.

A avaliação do escore de pontos dos pães foi realizada por quatro provadores treinados empregando escala de pontos proposta por El-Dash (1978). As características externas e internas avaliadas foram cor da crosta, forma e simetria, características da crosta, aspectos de quebra da crosta, textura do miolo, cor do miolo, aroma e gosto, conferindo-lhes um valor (escore de pontos) com pontuação máxima de 100 pontos (Tabela 1), sendo a classificação de acordo com a nota obtida: ruim (até 79 pontos), razoável (de 80 a 84 pontos), bom (de 85 a 93 pontos) e excelente (de 94 a 100 pontos).

A análise de firmeza dos pães foi realizada em acordo com o método 74-09 da AACC (2010), com utilização de texturômetro, modelo TA.XT.plus (Stable Micro Systems, Inglaterra), com probe cilíndrico de alumínio P/36R (raio de 36 mm), velocidade pré-teste = $1,0 \text{ mm.s}^{-1}$; velocidade de teste = $1,7 \text{ mm.s}^{-1}$; velocidade de pós-teste = $10,0 \text{ mm.s}^{-1}$ e força de compressão de 40%.

A cor das amostras da crosta e do miolo do pão de forma foram determinadas em aparelho espectrofotômetro marca HunterLab®, (modelo ColorQuest II Sphere, Inglaterra), com sensor óptico geométrico de esfera. O aparelho foi calibrado com cerâmica e realizada a leitura por reflexão e ângulo de observação de 2° , iluminante principal D75 e iluminante secundário D65. No sistema Hunter de cor, corrigido pela CIELAB (International Commission on Illumination), os valores L^* (luminosidade) variam entre zero (preto) e 100 (branco), $-a^*$ (verde) até $+a^*$ (vermelho), e $-b^*$ (azul) até $+b^*$ (amarelo).

TABELA 1 – ESCORE DE PONTOS DA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PÃES DE FORMA.

Avaliação da qualidade de pães de forma	Pontos máximos
I. Características externas	
1. Volume (volume específico x 3,33)	20
2. Cor da crosta (fatores indesejáveis: não uniforme, opaco, muito escura)	10
3. Quebra (fatores indesejáveis: muito pequena, áspera, desigual)	5
4. Simetria (fatores indesejáveis: laterais, pontas e parte superior desiguais)	5
Subtotal	40
II. Características internas	
1. Característica da crosta (fatores indesejáveis: borrachenta, quebradiça, dura, muito grossa, muito fina)	5
2. Cor do miolo (fatores indesejáveis: cinza, opaca, desigual, escura)	10
3. Estrutura da célula do miolo (fatores indesejáveis: falta de uniformidade, buracos muito abertos ou fechados)	10
4. Textura do miolo (fatores indesejáveis: falta de uniformidade, áspera, compacta, seca)	10
Subtotal	35
III. Aroma e gosto	
1. Aroma (fatores indesejáveis: falta de aroma, aroma desagradável, estranho, muito fraco ou forte)	10
2. Gosto (fatores indesejáveis: ácido, estranho, goma, massa, gosto remanescente)	15
Subtotal	25
Total	100

Metodologia proposta por El-Dash (1978).

2.3 ASPECTOS ÉTICOS

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade de Passo Fundo, parecer nº 289.680 de 31 de maio de 2013.

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A significância dos dados foi testada pela análise de variância (Anova) a 0,05 de probabilidade de erro e, nos modelos significativos, as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 95% de intervalo de confiança.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE TRIGO

Os constituintes físico-químicos analisados estão em acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 2005) para farinha de trigo Tipo 1 (Tabela 2). O teor máximo permitido para umidade e cinzas é 15% e 0,8% respectivamente, com mínimo de 7,5% de proteínas. Estas características físico-químicas estão adequadas para a elaboração de pão de forma devido ao processo eficaz de moagem, com obtenção de farinha de trigo para panificação.

TABELA 2 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E REOLÓGICA DA FARINHA DE TRIGO UTILIZADA NA ELABORAÇÃO DE PÃO DE FORMA.

	Análises	Resultados
Constituintes (%)	Umidade	14,03 ± 0,04
	Proteínas	9,25 ± 0,005
	Cinzas	0,53 ± 0,005
Teor de glúten (%)	Glúten úmido	22,22 ± 0,719
	Glúten Seco	7,92 ± 0,554
	Índice de glúten	97,86 ± 0,828
Características alveográficas	Tenacidade (P) (mmHg)	113
	Extensibilidade (L) (mm)	57
	Relação P/L	1,98
	Força de glúten (10 ⁻⁴ J)	243
	Absorção de água (%)	58,85 ± 1,05
Características farinográficas	Tempo de desenvolvimento (min)	9,00 ± 0,07
	Estabilidade (min)	13,5 ± 0,26
	Índice de tolerância à mistura (UF)	30,00 ± 11,39
Atividade amilolítica	Número de queda (seg)	273,25 ± 1,48

Valores expressos como média ± desvio padrão de três repetições.

O teor de proteínas se correlacionou com os parâmetros força de glúten e estabilidade, avaliados pelos testes reológicos da farinha de trigo. Para a elaboração de pão de forma o teor de proteínas deve ser superior a 9%, contendo as frações gliadina e glutenina responsáveis pelas características viscoelásticas da massa (DONG et al., 2009).

O glúten avaliado através das determinações das quantidades de úmido e seco e sua qualidade pelo índice de glúten representam melhor as propriedades da massa. O índice de glúten da farinha de

trigo utilizada indicou ser adequada para panificação (HADNADEV et al., 2013), sendo classificada em muito boa, pois o valor está acima de 90% (BIONDI, 2003). Considerando a quantidade e a qualidade da rede de glúten na farinha utilizada, o índice de 97,8% corresponde a fração gliadina, responsável pela extensibilidade da massa e glutenina, que confere elasticidade à massa (DONG et al., 2009).

A alveografia é um teste reológico que avalia as propriedades viscoelásticas da massa, através da deformação biaxial obtendo os parâmetros força de glúten, tenacidade e extensibilidade. A força de glúten da farinha apresentou valor entre 220 e 299 x 10⁻⁴ J⁹, que permite classificar como pão (BRASIL, 2010). A tenacidade (P) indica a resistência ao trabalho de deformação, estando relacionada com a capacidade de absorção de água da farinha e a extensibilidade (L) demonstra a capacidade que a massa oferece ao ser esticada e se relaciona com o volume específico do pão (ORO, 2013; ZARDO, 2010). A relação entre os valores de tenacidade e extensibilidade (P/L) foram de 1,98, o que permite classifica-los como glúten tenaz (HADNAVED et al., 2013).

As características de mistura da massa foram avaliadas pela farinografia, sendo a estabilidade o parâmetro mais importante para definir o uso da farinha, pois é um indicador primário de qualidade. O valor de estabilidade (Tabela 2) apresentou-se compatível com os parâmetros utilizados na classificação do trigo (BRASIL, 2010) para a elaboração de pão, que variam de 10 a 13,9 min. A farinha utilizada apresentou valores de 13,5 min. O valor da estabilidade da massa fornece uma previsão do ITM (FARONI et al., 2002), pois quanto mais tolerante à ação mecânica, menor é a tolerância à mistura. O ITM é um parâmetro utilizado pela indústria para a indicação de uso da farinha de trigo.

O resultado de atividade enzimática permitiu classificar a farinha de trigo como ótima (BRASIL, 2010). Este valor proporciona elaboração de pão com miolo firme e volumoso, textura macia (ATWELL, 2001). A disponibilidade de açúcares para a fermentação da massa pelas leveduras ocorre através da quebra do amido pelas enzimas amilolíticas, determinada pelo aparelho *Falling Number*, correspondendo ao tempo de liquefação do amido gelatinizado (SCHEUER et al., 2011).

Os resultados das características físico-químicas e reológicas da farinha de trigo forneceu uma dimensão tecnológica de sua aplicação. Na elaboração de pão de forma a farinha de trigo deve apresentar características específicas, determinantes para a qualidade final. As características tecnológicas da farinha de trigo utilizada neste trabalho (Tabela 2) estão de acordo com os critérios apresentados por Biondi (2003) e Gutkoski et al. (2010), o que permite indicar para a elaboração de pão de forma.

3.2 CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DOS PÃES DE FORMA

Na Tabela 3 está apresentado o escore de pontos dos pães de forma em que foi avaliado volume específico, características internas, características externas, aroma e sabor.

O volume específico das formulações de pão de forma variou significativamente ($p \leq 0,05$), sendo superior com o emprego de 1% de LS e ausência de NaCl. Nas formulações com uso combinado de NaCl, o volume específico dos pães foi inversamente proporcional à adição de LS. O menor volume específico foi observado na formulação com 1% de NaCl e 1% de LS. Porém, deve ser enfatizado que os pães apresentaram elevados volumes específicos, valores próximos ao máximo da escala de pontos (EL-DASH, 1978).

A redução de NaCl na massa altera o comportamento da formação da rede de glúten (LYNCH et al., 2009), conferindo menor tenacidade e maior extensibilidade. Isto explica os valores obtidos no presente estudo, em que na formulação padrão o volume específico foi significativamente inferior em relação ao uso de 1% de LS. A presença de NaCl alterou a velocidade de fermentação da massa diminuindo a atividade das leveduras e a produção de gás, conseqüentemente o volume específico do pão. Isto ocorre devido à pressão osmótica e a ação de íons de sódio e de cloreto sobre a membrana semipermeável das células de levedura (HUTTON, 2002). Estes resultados confirmam o que foi relatado por outros autores em que ocorre redução no volume específico de pão com elevação da quantidade de NaCl na formulação (BECK et al., 2012; LYNCH et al., 2009). Outra razão do elevado volume específico dos pães pode estar associado às características tecnológicas da farinha de trigo utilizada neste estudo.

**TABELA 3 – AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PÃES DE FORMA
PELO ESCORE DE PONTOS.**

Parâmetros	2% NaCl	1% NaCl 1% LS	1% NaCl 0,5% LS	1% NaCl 0,25% LS	0% NaCl 1% LS
Volume específico (cm ³ .g ⁻¹)	17,7 ± 0,1 ^d	16,5 ± 0,1 ^e	18,7 ± 0,1 ^c	19,4 ± 0,4 ^b	19,9 ± 0,1 ^a
Características internas	33,8 ± 1,5 ^a	32,7 ± 2,6 ^a	33,5 ± 1,7 ^a	32,0 ± 3,8 ^a	27,8 ± 4,3 ^a
Características externas	19,5 ± 0,4 ^{ab}	18,7 ± 0,5 ^b	19,0 ± 0,5 ^b	20,0 ± 0,0 ^a	17,1 ± 0,7 ^c
Aroma e sabor	25,0 ± 0,0 ^a	22,7 ± 2,2 ^a	23,8 ± 1,0 ^a	21,3 ± 2,9 ^{ab}	17,5 ± 2,5 ^b
Escore de pontos	96,0 ± 1,7 ^a	90,7 ± 1,1 ^{ab}	95,0 ± 3,3 ^a	92,7 ± 5,6 ^a	82,3 ± 6,7 ^b

Valores médios na mesma linha seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes ($p \leq 0,05$). Resultados expressos como média de três determinações ± desvio padrão.

As características internas dos pães de forma não apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$), em que foi avaliado cor do miolo, textura e estrutura da célula do miolo. Para características externas o maior valor foi atribuído para a formulação com 1% de NaCl e 0,25% de LS, sem diferir do padrão. A formulação com 1% de LS foi significativamente inferior aos demais tratamentos, devido a ocorrência de quebra e simetria dos pães. Estes quesitos observados podem ser devido ao enfraquecimento da rede de glúten na ausência do NaCl.

A adição de NaCl em combinação com LS permitiu identificar dois efeitos na qualidade tecnológica dos pães. O LS propiciou condição favorável para a fermentação da massa e a ausência do NaCl afetou as características externas do pão, ocorrendo defeito por quebra da crosta. Neste sentido, o NaCl auxilia na sustentação da rede de glúten quando ocorreu o salto de forno durante o cozimento da massa de pão. Uma das causas que pode ocasionar quebra é a fermentação imprópria da massa (EL-DASH, 1978), originando menor volume específico e alterações das características externas do produto.

O NaCl é usado utilizado na panificação por ressaltar o aroma e sabor dos produtos e por melhorar as características tecnológicas (CAUVAIN et al., 2007). Os resultados de aroma e sabor não apresentaram diferenças significativas entre as formulações estudadas, exceto na ausência de NaCl. Nesta formulação o sabor foi prejudicado pela ausência da percepção salina conferida pelo NaCl e que realça outros sabores dos ingredientes empregados, principalmente a farinha de trigo.

Os resultados de aroma e sabor estão relacionados com as sensações bucais causadas na ingestão de alimentos. Pode-se afirmar que o sabor é uma experiência mista, mas unitária de sensações olfativas, gustativas e táteis percebidas durante a gustação (MEILGAARD et al., 1999). O LS pode ter contribuído para a menor pontuação neste quesito, pois em sua composição está presente o cloreto de potássio. Na composição de LS tem 18% de cloreto de potássio, podendo conferir sabor amargo quando utilizado em alimentos (CAUVAIN et al., 2007). Este provavelmente é um limitante do produto e por isso devem ser realizados estudos definindo a dosagem ótima a ser empregada no pão de forma.

As concentrações de NaCl e LS nas formulações de pão de forma em proporções 1:1 possivelmente não afetam de forma significativa o aroma e o sabor. Neste trabalho se observou um possível mascaramento do sabor residual do cloreto de potássio presente no LS, pelo uso de 1% de NaCl na formulação, permitindo resultados similares ao padrão, não descaracterizando o produto.

A relação dos quesitos de avaliação do escore de pontos permitiu obter duas respostas distintas. Os resultados entre as formulações não consideraram os quesitos específicos em cada avaliação, demonstrando pouca variação entre os tratamentos. Já o escore total de pontos classificou os pães considerando aspectos individuais de cada quesito. Neste sentido, a avaliação das características dos pães pelo escore de pontos variou entre 82,3 a 96,0 pontos, não sendo verificados diferenças significativas entre as formulações com a presença de NaCl, exceto na formulação com 1% de LS.

O menor valor apresentado no tratamento com 1% de LS foi devido a influência negativa das características externas, aroma e sabor. As combinações de 1,0% de NaCl com LS foram similares ao padrão, com valores próximos a pontuação máxima da escala. A formulação com 0,5% de LS e 1% de NaCl apresentou o resultado de escores de pontos mais próximo ao padrão. A substituição total de NaCl por LS na elaboração do pão de forma apresentou desvantagens quando considerado o escore de pontos. Por outro lado, a combinação de LS e NaCl mantiveram as características de panificação, resultando em um produto de qualidade aceitável e com reduzido teor de sódio.

A firmeza dos pães de forma variou significativamente ($p \leq 0,05$) entre as formulações estudadas, sendo observado menores valores na utilização de 1% de NaCl e 0,25% de LS (Figura 1). As formulações com 1% NaCl e quantidades de LS 0,5 e 0,25%, apresentaram os menores valores de firmeza, indicando produtos de maior maciez, o que pode estar relacionado ao volume específico dos produtos. Nos pães com substituição de NaCl por LS foi verificado maior volume específico (Tabela 3), proporcionando distribuição uniforme dos alvéolos e em produto de menor firmeza.

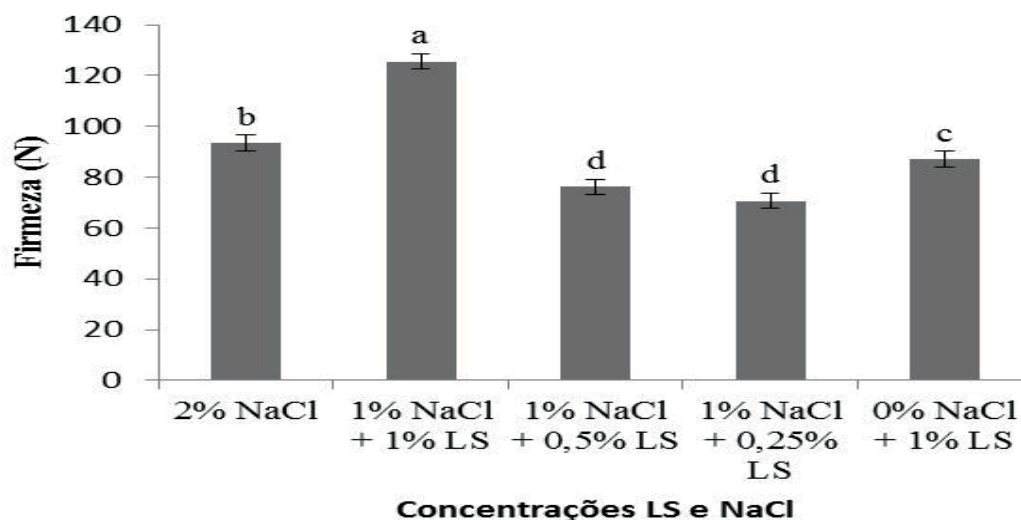


FIGURA 1. FIRMEZA DE PÃES DE FORMA ELABORADOS COM REDUÇÃO DE SÓDIO.

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Valores expressos como média \pm desvio padrão.

A luminosidade (L^*) do miolo não variou significativamente entre as amostras, exceto para a formulação de 1% de NaCl e 0,25% de LS (Figura 2). A cromaticidade a^* foi superior na formulação padrão. Os valores de cromaticidade b^* variaram entre 17,1 e 18,5, sendo diferentes significativamente.

Os valores da intensidade de luminosidade e das cromaticidades a^* e b^* de cor da crosta de pães de forma apresentaram diferenças significativas. A intensidade de L^* representa característica

referente o quão claro (mais próximo de 100) ou escuro (próximo a zero) se encontram os pães, sendo que os valores para esta coordenada variaram entre 56,7 e 61,4. A formulação com 1% de LS apresentou o maior valor, o que indica que a utilização do LS influenciou na intensidade de L*.

A cor da crosta se deve à reação de Maillard, bastante desejada na etapa de cozimento do pão. A massa de pão é submetida a altas temperaturas, ocorrendo reações entre os grupos carbonilo de açúcares redutores e grupos amino de aminoácidos livres, levando a formação de melanoidinas de coloração marrom (FILHO e VASCONCELOS, 2011). A reação de Maillard é responsável pelo escurecimento na superfície do pão de forma e a intensidade de variação foi avaliada pelos valores de L*. De acordo com Nabeshima et al. (2005) a cor da crosta do pão pode indicar falhas de processo, percebida na variação de coloração, o que afeta a aparência externa do produto.

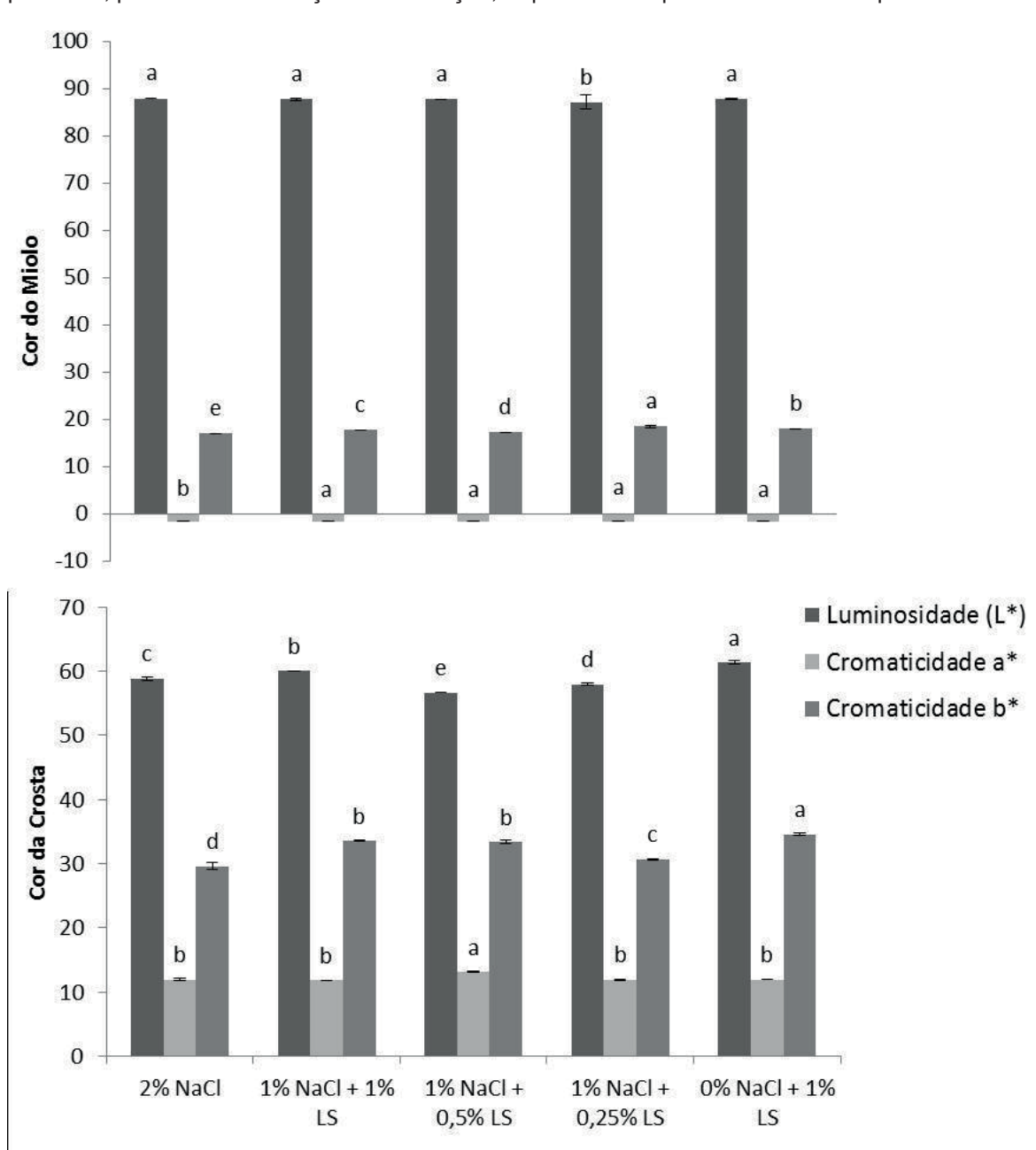


FIGURA 2. INTENSIDADE DE LUMINOSIDADE E CROMATICIDADES DE COR DA CROSTA E DO MIOLO DE PÃES DE FORMA ELABORADOS COM REDUÇÃO PARCIAL DE SÓDIO.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Valores expressos como média ± desvio padrão.

As coordenadas de cromaticidade a^* , tendência de verde (- 60) a vermelho (+ 60) e b^* , tendência de azul (-60) a amarelo (+60) das formulações da crosta variaram entre 11,8 e 13,1 para a^* e entre 29,6 e 34,6 para b^* . A coloração da crosta dos pães teve tendência ao vermelho (a^*) e amarelo (b^*). Maiores valores de a^* indicam coloração mais escura para a crosta, o que está de acordo com Esteller e Lannes (2005), mais característico para pão de forma. Os autores encontraram para pão de forma valor médio para cromaticidade a^* de 17,1.

Os pães de forma elaborados com redução de sódio e avaliados através dos parâmetros firmeza, cor da crosta e cor do miolo não apresentaram aspectos negativos devido à adição de LS.

CONCLUSÕES

O Low Salt pode ser utilizado como um substituto parcial do NaCl na elaboração de pão de forma, em que possibilita a redução da ingestão de sódio, pois o mesmo apresentou boa avaliação no escore de pontos nas concentrações de 1, 0,5 e 0,25% de LS em 1% de NaCl. A formulação de 0,5% LS apresentou melhor desempenho global possibilitando a redução de 0,8% de NaCl em relação a uma formulação padrão de 2% (base de farinha), mantendo as características aceitáveis para panificação.

A inclusão de produtos de panificação com teor reduzido de sódio pode auxiliar na prevenção de doenças crônicas, além disso, pode atender a população que busca alternativas para diminuir o consumo deste mineral e atender as recomendações de ingestão diária melhorando a qualidade de vida.

ABSTRACT

PARCIAL REDUCTION OF SODIUM IN PAN BREAD

The objective of this study was to evaluate the use of Low Salt (LS) as a partial replacement of NaCl, and technological behavior of pan bread with reduced sodium. Were used five different treatments, wherein the standard formulation used was 2% NaCl solution without addition of LS. The other combinations were LS NaCl with 1% LS + 1% NaCl; LS + 0.5% 1% NaCl; 0.25% LS + 1% NaCl. A formulation showed 1% of NaCl e no added of LS. The physicochemical characteristics and rheological of wheat flour showed quality for the preparation of pan bread. Evaluation of the technological characteristics of the loaves by the scoring points allowed get two distinct answers, on what the results between the formulations, without considering the specific questions in each evaluation, demonstrated little variation between treatments, while the total scoring of points ranged from 82,3 until 96.0 points, being not significant variations between the formulations except the formulation with 1% LS. The firmness values in the pan bread varied significantly ($p \leq 0.05$), being observed, lower values in the use of 1% NaCl and 0.25% LS, providing a uniform distribution of the alveoli. The use of LS allowed to reduce 0.8% of NaCl compared to a standard formulation of 2% (flour basis), maintaining acceptable characteristics for baking and thus assists in reducing sodium intake at meals.

PALAVRAS-CHAVE: TRITICUM AESTIVUM, LOW SALT, SCORING POINTS

REFERÊNCIAS

- 1 AACC - AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved Methods of Analysis**,. 11ª.ed., 2010. AACC International, St. Paul, MN, U.S.A.
- 2 ATWELL, W.A. Wheat Flour. Eagen Press Handbook Series. **American Association of Cereal Chemists**. St. Paul, 2001.

- 3 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.
- 4 BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010. Regulamento técnico do trigo. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 29, p. 2, 1 dez. 2010.
- 5 BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Guia de boas práticas nutricionais, 2012. Disponível em: < portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/.../Boas+praticas+nutricionais.pdf >. Acesso em: 20 de outubro de 2012.
- 6 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**, v. 60, n. 6, p. 507-521, 2009.
- 7 BECK, M.; JEKLE, M.; BECKER, T. Impact of sodium chloride on wheat flour dough for yeast-leavened products. I. Rheological attributes. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, n. 3, p. 585-592, 2012.
- 8 BIONDI, S.H.S. Qualidade da Farinha de Trigo: Conceito, Fatores Determinantes e Parâmetros de Avaliação de Controle. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, p. 41-62, 2003.
- 9 CAUVAIN, S. P.; KILCAST, D. ANGUS, F. S. P. Reduced salt in bread and other baked products. **Reducing salt in foods: Practical strategies**, p. 283-295, 2007.
- 10 DONG, K.; HAO, C.; WANG, A.; CAI, M.; YAN, Y. Characterization of HMW glutenin subunits in bread and tetraploid wheats by reversed-phase high-performance liquid chromatography. **Cereal Research Communications**, v. 37, n. 1, p. 65-73, 2009.
- 11 El-Dash AA. Standardized mixing and fermentation procedures for experiments baking test. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, 1978: 55(336), 436-46.
- 12 ESTELLER, M.S.; LANNES, S.C.S. Parâmetros complementares para fixação de identidade e qualidade de produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 802-806, 2005.
- 13 FARONI, L. R.; BERBERT, P. A.; MARTINAZZO, A. P.; COELHO, E. M. Qualidade da farinha obtida de grãos de trigo fumigados com dióxido de carbono e fosfina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 354-357, 2002.
- 14 FILHO, A. B de M.; VASCONCELOS, M. A. da S. Produção alimentícia. Química de alimentos. Brasil, 2011.
- 15 GUTKOSKI, L.C.; JACOBSEN NETO, R. Procedimento para teste laboratorial de panificação: pão tipo forma. **Ciência rural**, v. 32, n. 5, p. 873-879, 2002.
- 16 GUTKOSKI, L.C.; DURIGON, A.; MAZZUTTI, S.; CEZARE, K. Efeito do extrato de malte de aveia nas características físicas de pão de fôrma. **Brazilian Journal of food technology**, 2010.
- 17 HADNAĐEV, M.; DAPCEVIĆ DADNAĐEV T.; SIMURINA, O; FILIPCEV, B. Empirical and fundamental rheological properties of wheat flour dough as affected by different climatic conditions. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 15, p. 1381-1391, 2013.
- 18 HUTTON, T. Sodium technological functions of salt in the manufacturing of food and drink products. **British Food Journal**, v. 104, p. 126-152, 2002.
- 19 IGNÁCIO, A.K.; RODRIGUES, J.T.D.; NIIZU, P.Y.; CHANG, Y.K.; STEEL, C.J. Efeito da substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio em pão francês. **Brazilian Journal of food technology**, v. 16, n. 1, p. 1, 2013.
- 20 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**, v. 42, n. 7, p. 885-891, 2009.
- 21 MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 3 ed. New York: CRC, 1999.
- 22 NABESHIMA, E.H.; ORMENESE, R.C.S.C.; MONTENEGRO, F.M.; TODA, E.; SADAHIRA, M.S. Propriedades tecnológicas e sensoriais de pães fortificados com ferro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. 506-511, 2005.
- 23 ORO, T. Adaptação de métodos para avaliação da qualidade tecnológica de farinha de trigo integral. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.
- 24 PROZYN. Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil STAB – set/out. 2012.
- 25 SALOVAARA H. Sensory limitations to replacement of sodium with potassium and magnesium in bread. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, 1982; 59(5): 427-430.
- 26 SCHEUER, P.M.; FRANCISCO, A.; MIRANDA, M.Z.; LIMBERGER, V.M. Trigo: características e utilização na panificação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n.2, p.211-222, 2011.

- 27 Sociedade Brasileira de Hipertensão (SBH). VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. Arq Bras Cardiol 2010; 95(1): 1-51.
- 28 MCCANN, T.H.; DAY, L. Effect of sodium chloride on gluten network formation, dough microstructure and rheology in relation to breadmaking. **Journal of Cereal Science**, v. 57, p. 444–452, 2013.
- 29 WIESER, H. Chemistry of gluten proteins. **Food microbiology**, v. 24, n. 2, p. 115-119, 2007.
- 30 World Health Organization (WHO). Forum on Reducing Salt Intake in Populations. Reducing salt intake in populations: report of a WHO forum and technical meeting, 2006. October 5-7, Paris. Disponível em: < http://www.who.int/dietphysicalactivity/Salt_Report_VC_april07.pdf >. Acesso em 01 de março de 2013.
- 31 ZARDO, F.P. Análises Laboratoriais para o controle de qualidade da farinha de trigo. 2010. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso- Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves, 2010.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPERGS pelo apoio financeiro, Edital 001/2013 - PQG e fornecimento de bolsa de pós-graduação e a empresa Prozyn pelo fornecimento de material experimental.