

Influência do uso de cloreto de potássio e preparado enzimático nas características físicas de biscoito com teor de sódio reduzido¹

Influence of the use of potassium chloride and enzyme preparation on the physical characteristics of crackers with reduced sodium content

Influencia del uso de cloruro de potasio y preparados enzimáticos sobre las características físicas de las galletas con contenido reducido de sódio

Recebido: 02/12/2020 | Revisado: 02/12/2020 | Aceito: 07/12/2020 | Publicado: 10/12/2020

Cirila Ionara Almeida Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1333-3512>

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

E-mail: ionaracirila@yahoo.com.br

Laudiane Justo Sant'anna

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6296-0777>

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

E-mail: laudianejusto@gmail.com

Eduardo da Silva Moreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1548-8566>

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

E-mail: edumoasilva@gmail.com

Lara Lima Cornejo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2650-9839>

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

E-mail: lara.cornejo@hotmail.com

Matheus Custódio de Paula

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7103-8186>

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

E-mail: matheuscustodiop95@gmail.com

¹ Trabalho apresentado no CBCP 2020 - Congresso on-line Brasileiro de Tecnologia de Cereais e Panificação, selecionado para publicação na forma de artigo completo

Suzana Maria Della Lucia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0322-7684>

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

E-mail: smdlucia@yahoo.com.br

Raquel Viera de Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7329-9750>

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

E-mail: raquelvcarvalho@hotmail.com

Tarcísio Lima Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2794-5544>

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

E-mail: tarcisiolimaf@yahoo.com.br

Resumo

O consumo excessivo de sódio é um problema de saúde pública mundial. O grande desafio é realizar reduções no teor de sódio sem afetar as características físicas e tecnológicas e a aceitação sensorial dos alimentos. Nesse contexto, objetivou-se avaliar a influência da adição de cloreto de potássio e preparado enzimático com transglutaminase nas características físicas de biscoito tipo salgado com teor reduzido de sódio. A amostra controle continha apenas cloreto de sódio (1,81% m/m), a partir dela foram elaboradas outras 10 formulações, reduzindo o teor de cloreto de sódio e adicionando cloreto de potássio e preparado enzimático (de 0 a 1,80%). A massa (g), espessura (cm) e comprimento (cm) dos biscoitos foram mensurados antes e após o forneamento. A perda de massa (g), volume específico ($\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$) e textura instrumental (dureza e fraturabilidade) dos biscoitos também foram avaliados após o assamento. Após o assamento, as espessuras de todos os biscoitos aumentaram numericamente. O valor de fraturabilidade foi menor que o valor de dureza para todos os tratamentos, demonstrando que os biscoitos não estavam quebradiços. Para a maioria das formulações, a substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio e preparado enzimático resultou em aumento dos valores de comprimento do biscoito assado, da dureza e da fraturabilidade; e redução nos valores de volume específico e de perda de massa ao assar. Portanto, a redução de cloreto de sódio e adição de cloreto de potássio e de preparado enzimático alteraram as características tecnológicas de biscoitos salgado.

Palavras-chave: Textura; Redução de sódio; Enzima transglutaminase; Cloreto de potássio.

Abstract

Excessive sodium consumption is a worldwide public health problem. The big challenge is to make reductions in sodium content without affecting the physical and technological characteristics and the sensory acceptance of food. The objective of this study was to evaluate the influence of the addition of potassium chloride and enzymatic preparation with transglutaminase on the physical characteristics of cracker with reduced sodium content. The control sample contained only sodium chloride (1.81% w/w), from which 10 other formulations were prepared, reducing the sodium chloride content and adding potassium chloride and enzymatic preparation (from 0 to 1.80% w/w). The mass (g), thickness (cm) and length (cm) of the crackers were measured before and after baking. The loss of mass (g), specific volume ($\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$) and instrumental texture (hardness and fracturability) of the crackers were also evaluated after baking. After baking, the thickness of all crackers increased numerically. The fracturability value was lower than the hardness value for all treatments, demonstrating that the crackers were not brittle. For most of the formulations, the substitution of sodium chloride for potassium chloride and enzymatic preparation resulted in an increase in the values of the length, the hardness and the fracturability of the baked cracker; and reduction in the values of specific volume and loss of mass when baking. Therefore, the reduction of sodium chloride and the addition of potassium chloride and enzyme preparation altered the technological characteristics of crackers.

Keywords: Texture; Sodium reduction; Transglutaminase enzyme; Potassium chloride.

Resumen

El consumo excesivo de sodio es un problema de salud pública mundial. El gran desafío es hacer reducciones en el contenido de sodio sin afectar las características físicas y tecnológicas y la aceptación sensorial de los alimentos. El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de la adición de cloruro de potasio y preparación enzimática con transglutaminasa sobre las características físicas de galleta baja en sodio. La muestra de control contenía solo cloruro de sodio (1.81% p / p), a partir del cual se hicieron otras 10 formulaciones, reduciendo el contenido de cloruro de sodio y agregando cloruro de potasio y preparación enzimática (de 0 a 1.80%). La masa (g), el espesor (cm) y la longitud (cm) de las galletas se midieron antes y después de hornear. También se evaluó la pérdida de masa (g), volumen específico (cm^3 / g) y textura instrumental (dureza y fracturabilidad) de las galletas después del horneado. Después de hornear, el grosor de todas las galletas aumentó numéricamente. El valor de fracturabilidad fue menor que el valor de dureza para todos los tratamientos, lo que demuestra que las

galletas no eran quebradizas. Para la mayoría de las formulaciones, la sustitución de cloruro de sodio por cloruro de potasio y la preparación enzimática resultó en un aumento en los valores de la longitud, la dureza y la fracturabilidad de la galleta horneada; y reducción de los valores de volumen específico y pérdida de masa al hornear. Por lo tanto, la reducción de cloruro de sodio y la adición de cloruro de potasio y preparación enzimática alteraron las características tecnológicas de las galletas saladas.

Palabras clave: Textura; Reducción de sodio; Enzima transglutaminasa; Cloruro de potasio.

1. Introdução

Nas últimas décadas, observa-se um aumento na prevalência de doenças crônicas não-transmissíveis em todo o mundo. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (World Health Organization – WHO, 2013a), essas enfermidades matam mais de 36 milhões de pessoas a cada ano, ou seja, são responsáveis por mais de 65% das mortes notificadas no mundo. Quase metade de todas essas mortes é atribuída às doenças cardiovasculares. O consumo excessivo de sódio é um dos responsáveis por essas doenças, uma vez que pode ocasionar em aumento da pressão arterial, resultando em maiores riscos de doenças cardiovasculares, como acidente vascular cerebral e ataque cardíaco (Alburto et al., 2013; Mozaffarian et al., 2014; WHO, 2014).

O sal de cozinha (cloreto de sódio, contém aproximadamente 39% de sódio) é a fonte primária de sódio na alimentação. A WHO recomenda que a ingestão diária de sódio não ultrapasse 2 g para indivíduos adultos, ou seja, 5 g de sal de cozinha (WHO, 2013b). Entretanto, o consumo de sal pela população é cerca de duas vezes maior que o recomendado (9 g a 12 g) (WHO, 2014). Diante deste contexto, países membros da WHO concordaram em reduzir, até 2025, 30% da ingestão de sal pela população global, com o objetivo de alcançar uma meta de ingestão menor que 5 g de sal por dia. Estima-se que 2,5 milhões de mortes podem ser evitadas todos os anos se o consumo global de sal for reduzido para o nível recomendado (WHO, 2014).

Em 2007, o Ministério da Saúde e a ABIA (Associação Brasileira de Indústria de Alimentos) assinaram um acordo que propunha a colaboração das empresas para promover uma dieta saudável e adequada, sendo seu foco a redução de açúcar, sódio, gorduras saturadas e ácidos graxos nos alimentos industrializados (Brasil, 2007). A partir de 2011, o Ministério da Saúde do Brasil e diversas associações de indústrias de alimentos (ABIA, ABIMA, ABITRIGO, ABIPECS, entre outras) assinaram vários acordos estabelecendo metas para

redução gradativa de sódio de diversos alimentos industrializados, entre eles o biscoito salgado (Brasil; 2011a, 2011b, 2012, 2013).

O consumo elevado de sódio está relacionado ao consumo de alimentos processados como pizza, carnes processadas, pratos prontos para consumo e biscoitos salgados (Newson et al., 2013; WHO, 2014; Zandstra, Lion & Newson, 2016). O biscoito salgado, por exemplo, possui elevada concentração de sódio e é um alimento muito consumido no mundo, devido a sua praticidade e sabor, resultando no aumento do consumo de sódio pela população (Brasil, 2011a, 2015; Nielsen, 2014; ABIMAPI, 2017). Portanto, com a redução da concentração de sódio desses alimentos, o consumo de sódio pela população diminuiria e, conseqüentemente, menor seria a incidência de doenças cardiovasculares. Em termos de alimentos comerciais, o desafio é realizar reduções no teor de sódio sem afetar as características sensoriais e tecnológicas dos alimentos.

Além de conferir gosto salgado, contribuindo para a aceitação sensorial do produto, o cloreto de sódio exerce outras funções na elaboração de produtos panificados, como fortalecimento da rede de glúten, controla a fermentação biológica, auxilia na retenção de umidade e colabora na coloração externa e na textura dos produtos (Belz, Ryan & Arendt, 2011; Cauvain, 2019). Neste contexto, tem sido proposto a substituição do cloreto de sódio por outros sais inorgânicos.

O cloreto de potássio (KCl) está entre um dos substitutos de cloreto de sódio (NaCl) mais utilizados, por apresentar características semelhantes. No entanto, o uso de altas concentrações de KCl pode originar alguns problemas tecnológicos, como alteração na cor e na textura em alimentos (Ignácio et al., 2013).

A utilização de enzimas melhoradoras é uma alternativa para minimizar as alterações nas características tecnológicas causadas pela redução de cloreto de sódio e adição do cloreto de potássio na formulação de produtos panificados. A enzima transglutaminase (TG) é utilizada como melhorador de firmeza, viscosidade, elasticidade e capacidade de ligação à água dos produtos alimentares e, por isso, tem sido aplicada em vários processos alimentícios na indústria (Babin & Dickinson, 2001; Kieliszek & Misiewicz, 2014). A utilização de transglutaminase pode solucionar vários problemas tecnológicos relacionados à eficiência de produção e textura de alimentos (Kieliszek & Misiewicz, 2014).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência da adição de cloreto de potássio e preparado enzimático, com transglutaminase, nas características físicas de biscoito tipo salgado com teor reduzido de sódio.

2. Metodologia

Foi realizada uma pesquisa experimental laboratorial. A elaboração e as análises dos biscoitos foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos do Departamento de Engenharia de Alimentos (DEAL) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

2.1 Preparo dos biscoitos

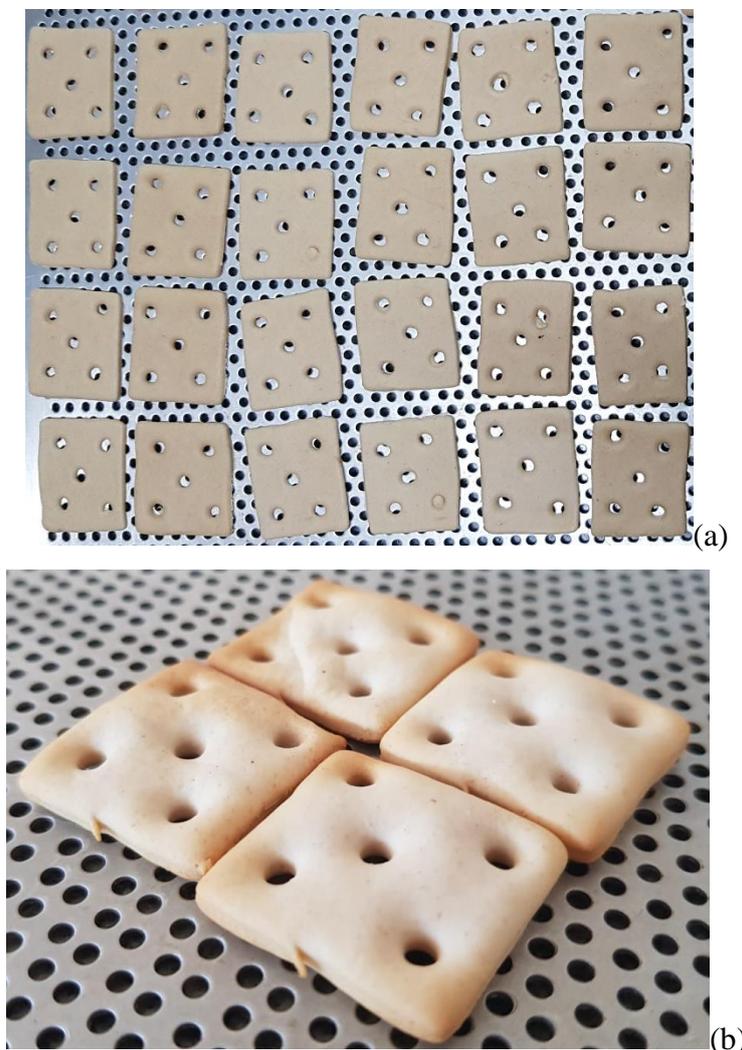
Todos os ingredientes utilizados na produção dos biscoitos foram adquiridos no comércio local da cidade de Alegre-ES, em lojas especializadas em produtos panificados e por meio de doação de empresa. A enzima protease foi doada pela empresa Palsgaard Candon S/A e o preparado enzimático com transglutaminase (Activa STG-F) foi doado pela Ajinomoto Brasil.

A formulação dos biscoitos foi adaptada de Davidson (2018). Foram utilizados 100 g de farinha de trigo (Boa Sorte[®]), 2,85 % de açúcar cristal (sacarose, marca Paineiras[®]), 2,00 % de açúcar invertido (Art Alimentos[®]), 6,02 % de extrato de malte (Art Alimentos[®]), 11,66 % de óleo de soja (Soya[®]), 0,20 % de lecitina de soja (Art Alimentos[®]), 1,84 % de fermento químico bicarbonato de amônio (Art Alimentos[®]) 2,16 % de bicarbonato de sódio, fosfato monocálcio, carbonato de cálcio (fermento químico Pó Royal[®]), 0,01 % de enzima protease (Bio lab[®]), 30 % de água e, variando a concentração entre as amostras em estudo, sal (cloreto de sódio, contendo 39% de sódio, marca Globo[®]), cloreto de potássio (Labsynth[®]) e preparado enzimático com transglutaminase (PE) (Activa STG-F) (Ajinomoto[®]) (variando de 0,0 a 1,80%).

Inicialmente, realizou-se a mistura dos ingredientes secos (farinha de trigo, açúcar cristal, lecitina de soja, extrato de malte e enzima protease) por dois minutos, exceto fermentos e os sais (NaCl, KCl). Em seguida, foram adicionados os ingredientes líquidos (óleo de soja, açúcar invertido e parte da água) e misturados por cinco minutos. A massa foi processada em misturadora marca Arke, modelo MMX5X1. Após a segunda mistura, foram adicionados os fermentos químicos, sal amoníaco, bicarbonato de sódio, fosfato monocálcio e carbonato de cálcio, em segundo momento, os sais e preparado enzimático com transglutaminase dissolvidos em água, o que permitiu maior homogeneização desses ingredientes na massa. Depois da adição desses ingredientes, a massa foi misturada por mais 3 minutos e, posteriormente, foi levada a fermentação por 2,5 horas em estufa a 35° C.

Após a fermentação, foi feita a laminação com espessura de 3 mm, em laminador marca Arke, modelo MMX5X1. Os biscoitos foram modelados manualmente utilizando um molde quadrado com lado de 3 cm e assados em forno com convecção de ar (marca Prática Technipan, modelo MINICONV VP) à 180°C por, aproximadamente, seis minutos. Posteriormente, os biscoitos foram resfriados em temperatura ambiente (25° C) e armazenados, em embalagens plásticas de polietileno vedadas, até o momento das análises. Na Figura 1 é possível visualizar os biscoitos antes e após o assamento, é possível verificar o aumento da espessura dos biscoitos após a etapa de assamento.

Figura 1 – Imagens dos biscoitos antes do assamento (a) e após o assamento (b).



Fonte: Autores.

2.2 Delineamento experimental

A concentração de cloreto de sódio da amostra controle (1,81% de NaCl), foi determinada com base na quantidade de cloreto de sódio encontrada em biscoitos presentes no mercado (Tabela 1). Na amostra controle foi adicionado apenas cloreto de sódio, não sendo adicionado cloreto de potássio e preparado enzimático.

As concentrações de cloreto de sódio, cloreto de potássio e preparado enzimático das demais amostras foram determinadas de acordo com o delineamento de misturas (Tabela 1), a partir da concentração de cloreto de sódio da amostra controle. No delineamento de misturas, foi estipulado o limite inferior de 0% e o limite superior de 1,80% para as concentrações dos componentes. No delineamento de misturas a soma das proporções dos componentes de mistura são sempre 100%, portanto, o somatório das concentrações dos três componentes foi sempre igual a 1,80% (valor máximo fixado).

No delineamento de misturas foi utilizado o planejamento simplex-centroide com pontos internos, totalizando 10 tratamentos. Ajustou-se o modelo de regressão cúbico completo, como descrito na Equação 1.

$$Y = b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{123}X_1X_2X_3 \quad \text{Equação 1}$$

Na Tabela 1 é possível verificar as concentrações de NaCl, KCl e preparado enzimático da amostra controle e dos 10 tratamentos determinados por meio do delineamento de misturas, assim como a codificação das variáveis utilizada no delineamento.

Tabela 1 – Formulação controle (C), variáveis codificadas e concentrações de NaCl (X1), KCl (X2) e preparado enzimático - PE (X3) determinados pelo delineamento de misturas.

Formulação	Variáveis codificadas			Concentrações (% m/m)		
	X1	X2	X3	NaCl	KCl	PE
C	-	-	-	1,81	0,00	0,00
1	1	0	0	1,80	0,00	0,00
2	0	1	0	0,00	1,80	0,00
3	0	0	1	0,00	0,00	1,80
4	1/2	1/2	0	0,90	0,90	0,00
5	1/2	0	1/2	0,90	0,00	0,90
6	0	1/2	1/2	0,00	0,90	0,90
7	2/3	1/6	1/6	1,20	0,30	0,30
8	1/6	2/3	1/6	0,30	1,20	0,30
9	1/6	1/6	2/3	0,30	0,30	1,20
10	1/3	1/3	1/3	0,60	0,60	0,60

Fonte: Autores.

2.3 Análises físicas e de textura

Os biscoitos tiveram massa (g), espessura (cm) e comprimento (cm) mensurados, antes e após forneamento, conforme procedimentos da AACC (2001). As medidas foram realizadas com um paquímetro digital com precisão de 0,05 mm, utilizando cinco biscoitos (cinco replicatas) escolhidos de forma aleatória antes e depois do forneamento.

O volume aparente dos biscoitos foi medido após o forneamento pelo deslocamento de sementes (painço) utilizando uma proveta graduada. Foram calculados a perda de massa (g) (Peso cru - peso assado) e o volume específico ($\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$) (volume aparente/peso), segundo AACC (2001).

As propriedades de textura dos biscoitos foram avaliadas utilizando o Analisador de Textura Brookfield® (Texture Analyzer, modelo CT3), segundo metodologia utilizada por Maret, Grossmann & Benassi (2010), com modificações. Cada amostra foi disposta numa plataforma e cortada ao meio utilizando uma “probe” tipo faca HDP/BSK, *blade set with knife*, com medida de força em compressão. Os parâmetros utilizados nos testes foram: velocidade de pré-teste e pós-teste de 5,0 mm/s, velocidade de teste de 3,0 mm/s, força do trigger de 0,20 N e 5,0 mm de distância. Determinou-se a dureza e fraturabilidade para cada

formulação, em três amostras selecionadas de forma aleatória (triplicatas). Foi realizada a análise descritiva dos dados e os resultados foram apresentados em forma de média \pm desvio padrão.

3. Resultados e Discussão

Análises físicas são usualmente realizadas em produtos panificados, pois permitem a padronização de produtos e o acondicionamento nas embalagens (Santana et al., 2020). Além disso, as análises físicas permitem investigar a influência da substituição ou redução de ingredientes nos produtos, quando comparadas com a uma formulação controle.

Na Tabela 2 é possível verificar os resultados (média \pm desvio padrão) das análises físicas nos biscoitos. Ao avaliar os dados das espessuras percebe-se que, após o assamento, as espessuras de todos os biscoitos aumentaram numericamente (Tabela 2). A maior porcentagem de crescimento da espessura (52%) foi da formulação 5, superior à da amostra com teor tradicional de cloreto de sódio (36%). Em relação ao comprimento, apenas as formulações 1 e 9 não reduziram de tamanho após o assamento, ambas amostras apresentaram mesmo comprimento de antes do assamento. Segundo Manohar & Rao (2002), a medida do diâmetro (comprimento) de biscoitos é um dos parâmetros de qualidade mais importantes, onde a redução de tamanho após ao assamento está relacionado a firmeza da massa ou ao maior desenvolvimento da rede de glúten. De acordo com Bauer et al., (2003), a adição da enzima transglutaminase diminui a extensibilidade do glúten, elevando a sua resistência. Esse fato pode ter influenciado na redução de comprimento das amostras após o assamento.

Tabela 2 – Resultados (média ± desvio padrão) das análises físicas nos biscoitos.

F	NaCl (%)	KCl (%)	PE (%)	EC	CC	EA	CA	VE	PM
C	1,81	0,00	0,00	0,28±0,04	2,92±0,03	0,64±0,05	2,72±0,03	2,59±0,26	0,65±0,02
1	1,80	0,00	0,00	0,28±0,04	2,82±0,04	0,70±0,00	2,82±0,06	2,41±0,49	0,64±0,01
2	1,20	0,30	0,30	0,20±0,00	2,83±0,09	0,68±0,04	2,80±0,04	2,39±0,99	0,56±0,02
3	0,90	0,90	0,00	0,26±0,05	2,87±0,02	0,72±0,04	2,84±0,06	2,30±0,82	0,68±0,03
4	0,90	0,00	0,90	0,20±0,00	2,86±0,04	0,66±0,09	2,85±0,06	2,87±0,91	0,71±0,28
5	0,60	0,60	0,60	0,22±0,04	2,87±0,03	0,74±0,11	2,86±0,02	1,60±0,71	0,57±0,04
6	0,30	1,20	0,30	0,22±0,04	2,91±0,02	0,70±0,07	2,83±0,03	2,34±0,77	0,63±0,63
7	0,30	0,30	1,20	0,22±0,04	2,89±0,04	0,68±0,08	2,81±0,04	1,86±0,45	0,69±0,17
8	0,00	1,80	0,00	0,24±0,05	2,88±0,03	0,64±0,09	2,81±0,04	2,39±1,14	0,62±0,04
9	0,00	0,90	0,90	0,22±0,04	2,89±0,02	0,62±0,07	2,89±0,02	1,82±0,61	0,56±0,06
10	0,00	0,00	1,80	0,20±0,00	2,90±0,00	0,68±0,04	2,85±0,03	2,72±0,30	0,58±0,04

F: formulação; C: amostra controle; PE: preparado enzimático; EC: espessura média do biscoito cru (cm); CC: comprimento médio do biscoito cru (cm); EA: espessura média biscoito assado (cm); CA: comprimento médio biscoito assado (cm); VE: volume específico (cm³.g⁻¹); PM: perda de massa (g).
 Fonte: Autores.

Quanto ao volume específico, numericamente, a formulação 5 apresentou o menor volume (1,60 cm³.g⁻¹) e a formulação 4 o maior volume (2,87 cm³.g⁻¹) (Tabela 2). A formulação 4 apenas continha NaCl e PE (0,9% de cada), demonstrando que essa combinação pode favorecer um maior volume específico (volume aparente/peso) do produto. De acordo com Amante, Fante & Pires (2020), a elevação do volume é uma das vantagens ocasionadas pelo uso da enzima transglutaminase em produtos panificados.

Numericamente, as formulações 2, 5 e 9 tiveram as menores perdas de massa, todas elas continham preparado enzimático com transglutaminase (Tabela 2). A perda de massa ao assar é uma medida que demonstra a capacidade da massa em reter água (Evangelho *et al.*, 2012). A adição de transglutaminase a massa de biscoito pode aumentar sua capacidade de ligação à água e, conseqüentemente, o teor de água (Koh & Ng, 2008).

Na Tabela 3 pode-se verificar os resultados (média ± desvio padrão) dos parâmetros de textura dureza e fraturabilidade para as diferentes formulações de biscoito em estudo. Para a característica de dureza (N), os valores variaram de 20 N a 29 N (Tabela 3). Os resultados obtidos foram próximos aos encontrados por Pieta (2016), que encontrou valores de dureza variando entre 22 N e 27 N, para biscoitos tipo aperitivo com reduzido teor de sódio. Segundo

Santana et al. (2020), a dureza consiste na força necessária para produzir certa deformação, podendo ser relacionada à mastigação humana como sendo a força para comprimir uma amostra entre os dentes ou entre a língua e o palato.

A fraturabilidade é a força pela qual o material fratura, desintegra ou se quebra em pedaços. A formulação 5 apresentou a maior fraturabilidade (26,36 N), comparado com a amostra controle, com teor tradicional de cloreto de sódio (7,08 N). De forma geral, o valor de fraturabilidade foi menor que o valor de dureza para todas as formulações, demonstrando que os biscoitos não estavam quebradiços. De acordo com Assis et al. (2009), a dureza é um dos fatores que influenciam na aceitação do alimento pelo consumidor, bem como a fraturabilidade, é desejável que seus valores sejam baixos.

Tabela 3 – Resultados dos parâmetros de textura, DU(N) e FR(N) para as diferentes formulações de biscoitos (média \pm desvio padrão).

F	NaCl (%)	KCl (%)	PE (%)	DU (N)	FR (N)
C	1,81	0,00	0,00	21,13 \pm 3,92	7,08 \pm 2,79
1	1,80	0,00	0,00	26,34 \pm 7,62	11,71 \pm 9,39
2	1,20	0,30	0,30	22,74 \pm 8,07	17,9 \pm 10,56
3	0,90	0,90	0,00	29,10 \pm 2,52	26,36 \pm 5,74
4	0,90	0,00	0,90	25,80 \pm 0,81	21,63 \pm 2,46
5	0,60	0,60	0,60	20,34 \pm 7,58	15,32 \pm 5,68
6	0,30	1,20	0,30	22,83 \pm 4,51	12,69 \pm 4,21
7	0,30	0,30	1,20	27,65 \pm 2,00	20,94 \pm 9,82
8	0,00	1,80	0,00	20,87 \pm 5,87	17,64 \pm 5,60
9	0,00	0,90	0,90	28,90 \pm 1,50	24,03 \pm 4,74
10	0,00	0,00	1,80	23,47 \pm 6,28	17,44 \pm 2,45

F: formulação; C: amostra controle; PE: Preparado enzimático; DU: dureza; FR: fraturabilidade.
Fonte: Autores.

4. Conclusão

Para a maioria das formulações, a substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio e preparado enzimático resultou em aumento dos valores de comprimento do biscoito assado, da dureza e da fraturabilidade e redução nos valores de volume específico e de perda de massa ao assar. Portanto, de modo geral, a redução de cloreto de sódio e adição de cloreto

de potássio e de preparado enzimático alteraram as características tecnológicas de biscoitos salgados.

Para trabalhos futuros, recomenda-se a realização de análise sensorial para verificar como que tais alterações na formulação dos alimentos afetam as características sensoriais e a aceitação pelo consumidor.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo suporte financeiro, e à Ajinomoto Brasil, pela doação do preparado enzimático de transglutaminase (activa stg-f).

Referências

AACC. American Association Of Cereal Chemists (2001). *Approved Methods of the AACC* (9a ed). Sant Paul: American Association of Cereal Chemists.

ABIMAPI (Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados). *Anuário ABIMPAI 2017/2018 - Biscoitos*. 2017. Recuperado de <https://www.abimapi.com.br/anuario/pdf/Cap2.pdf>

Alburto, N. J., Ziolkovska, A., Hooper, L., Elliot, P., Cappuccio, F. P., & Meerpohl, J. J. (2013). Effect of lower sodium intake on health: Systematic review and meta-analyses. *British Medical Journal*, 346, f1326. doi:10.1136/bmj.f1326

Amante, P. R., Fante, C. A., & Pires, R. L. (2020). Use of Transglutaminase in Bakery Products. *Journal of Culinary Science & Technology*, 18(6), 549-559. doi: 10.1080/15428052.2019.1681045

Assis, L. M., Zavareze, E. R., Radunz, A. L., Dias, A. R. G., Gutkoski, L. C., & Elias, M. C. (2009). Propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de biscoitos com substituição de farinha de trigo por farinha de aveia ou farinha de arroz parboilizado. *Alimentos e Nutrição*, 20(1), 15-25.

Babin, H., & Dickinson, E. (2001). Influence of transglutaminase treatment on the thermoreversible gelation of gelatin. *Food Hydrocolloids*, 15(3), 271–276. doi:10.1016/S0268-005X(01)00025-X

Bauer, N., Koehler, P., Wieser, H., & Schieberle, P. (2003). Studies on effects of microbial transglutaminase on gluten proteins of wheat. II. Rheological properties. *Cereal Chemistry*, 80(6), 787-790. doi:10.1094/CCHEM.2003.80.6.787

Belz, M. C. E., Ryan, L. A. M., & Arendt, E. K. (2012). The impact of salt reduction in bread: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52(6), 514-524. doi:10.1080/10408398.2010.502265

Brasil. (2007). Ministério da Saúde. *Acordo de cooperação entre Ministério da Saúde e a ABIA, de 29 de novembro de 2007*. Recuperado de http://189.28.128.100/nutricao/docs/gera1/acordodecooperacaoabia_ms.pdf

Brasil. (2015). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Teor de sódio nos alimentos processados*. Informe técnico n. 65/2015. Recuperado de <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/388729/Informe+T%C3%A9cnico+n%C2%BA+69+de+2015/85d1d8f0-5761-4195-9aee-e992abd29b3e>

Brasil. (2011a). Termo de compromisso nº 004/2011, de 7 de abril de 2011. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Ministério da Saúde. Brasília, DF, 8 abr. 2011. Recuperado de http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/documentos/termo_abia_abip_abima_abitriigo_2011.pdf

Brasil. (2011b). Termo de compromisso nº 34 e nº 35, de 13 de novembro de 2011. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Ministério da Saúde. Brasília, DF, 26 dez. 2011. Recuperado de http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/documentos/termo_5_dez_2011.pdf

Brasil. (2012). *Termo de compromisso de 6 de agosto de 2012*. Ministério da Saúde. Recuperado de http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/documentos/termo_6_ago_2012.pdf

Brasil. (2013). Termo de compromisso de 5 de novembro de 2013. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Ministério da Saúde. Brasília, DF. 13 dez. 2013. Recuperado de http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/documentos/termo_nov_2013.pdf

Cauvain, S. P. (2019) Reduced salt in bread and other baked products. In: C. Beeren, K. Groves, & P. M. Titoria (Orgs). *Reducing Salt in Foods: Practical strategies*. (2a ed., Cap. 9, pp. 213-229). Cambridge: Woodhead Publishin. doi:10.1016/B978-0-08-100890-4.00009-3.

Davidson, I. (2018) *Biscuit, cookie and cracker production: process, production and packaging equipment*. Academic Press. doi:10.1016/C2017-0-03385-2

Evangelho, J. M., Pinto, V. Z., Zavoreze, E. R., & Barbosa, L. M. P. (2012). Propriedades tecnológicas e nutricionais de pães preparados com diferentes proporções de farinha de arroz e farinha de arroz extrusada. *Revista Brasileira Agrociência*, 18(4), 264-282.

Ignácio, A. K. F., Rodrigues, J. T. de D., Niizu, P. Y., Chang, Y. K., & Stell, C. J. (2013). Efeito da substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio em pão francês. *Brazilian Journal of Food Technology*, 16(1), 01–11. doi:10.1590/s1981-67232013005000010

Kieliszek, M., & Misiewicz, A. (2014). Microbial transglutaminase and its application in the food industry. A review. *Folia microbiologica*, 59(3), 241–250. doi:10.1007/s12223-013-0287-x

Koh, B.-K., & Ng, P. K. (2008). Effects of phenolic acids and transglutaminase on soft wheat flour dough and baked products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(10), 1832–1836. doi:10.1002/jsfa.3287

Manohar, R. S., & Rao, P. H. (2002). Interrelationship between rheological characteristics of dough and quality of biscuits; use of elastic recovery of dough to predict biscuit quality. *Food Research International*, 35(9), 807-813. doi:10.1016/S0963-9969(02)00083-2Get

Mareti, M. C., Grossmann, M. V. E., & Benassi, M. de T. (2010). Características físicas e sensoriais de biscoitos com farinha de soja e farelo de aveia. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 30(4), 878–883. doi:10.1590/S0101-20612010000400007

Mozaffarian, D., Fahimi, S., Singh, G. M., Micha, R., Khatibzadeh, S., Engell, R. E., Powles, J. Global burden of diseases nutrition and chronic diseases expert group. (2014). Global sodium consumption and death from cardiovascular causes. *The New England Journal of Medicine*, 371(7), 624–634. doi:10.1056/NEJMoa1304127

Newson, R. S., Elmadfa, I., Biro, G., Cheng, Y., Prakash, V, Rust, P., Feunekes, G. I. J. et al. (2013). Barriers for progress in salt reduction in the general population: An international study. *Appetite*, 71, 22-31. doi:10.1016/j.appet.2013.07.003

Nielsen. Snack attack - What consumers are reaching for around the world. 2014. Recuperado de <http://www.nielsen.com/content/dam/nielsen-global/kr/docs/global-report/2014/Nielsen%20Global%20Snacking%20Report%20September%202014.pdf>

Pieta, F. (2016). *Redução do teor de sódio em biscoito salgado tipo aperitivo* (Dissertação de mestrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, PR, Brasil. Recuperado de https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1904/1/LD_PPGTAL_M_Pieta%2C%20Fabiana_2016.pdf

Santana, R. D. C. S., Ribeiro, G. O., Camilloto, G. P., & Cruz, R. S. (2020). Caracterização física e textural de biscoitos de farinha de banana verde. *Brazilian Journal of Development*, 6(10), 81311-81319. doi:10.34117/bjdv6n10-523

World Health Organization – WHO. (2013a). *Noncommunicable diseases*. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs355/en/>

World Health Organization – WHO. (2013b). *WHO issues new guidance on dietary salt and potassium*. Recuperado de http://www.who.int/mediacentre/news/notes/2013/salt_potassium_20130131/en/

World Health Organization – WHO. (2014). *Salt reduction*. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs393/en/>

Zandstra, E. H., Lion, R. & Newson, R. S. (2016). Salt reduction: Moving from consumer awareness to action. *Food Quality and Preference*, 48(Part B), 376-381. doi:10.1016/j.foodqual.2015.03.005

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Cirila Ionara Almeida Araújo - 20%

Laudiane Justo Sant'anna – 15%

Eduardo da Silva Moreira – 11%

Lara Lima Cornejo – 9%

Matheus Custódio de Paula – 9%

Suzana Maria Della Lucia – 9%

Raquel Viera de Carvalho – 12%

Tarcísio Lima Filho – 15%