



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos

**IMPACTOS TECNOLÓGICOS E SENSORIAIS NOS
PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO COM REDUÇÃO DE
SÓDIO E ENRIQUECIMENTO NUTRICIONAL**

CRISLAYNE TEODORO VASQUES

**IMPACTOS TECNOLÓGICOS E SENSORIAIS NOS
PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO COM REDUÇÃO DE
SÓDIO E ENRIQUECIMENTO NUTRICIONAL**

Tese apresentada à Universidade Estadual de Maringá (UEM), como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, para obtenção do grau de Doutor em Ciência de Alimentos

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

V335i

Vasques, Crislayne Teodoro

Impactos tecnológicos e sensoriais nos produtos de panificação com redução de sódio e enriquecimento nutricional / Crislayne Teodoro Vasques. -- Maringá, PR, 2023.
51 f.: il. color., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Roberto Giriboni Monteiro.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências Agrônômicas, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, 2023.

1. Redução de sódio. 2. Enriquecimento nutricional. 3. Produtos de panificação. 4. Sal encapsulado. 5. Farinha de bambu. I. Monteiro, Antonio Roberto Giriboni, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Ciências Agrônômicas. Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos. III. Título.

CDD 23.ed. 664

CRISLAYNE TEODORO VASQUES

**“IMPACTOS TECNOLÓGICOS E SENSORIAIS NOS PRODUTOS DE
PANIFICAÇÃO COM REDUÇÃO DE SÓDIO E ENRIQUECIMENTO
NUTRICIONAL”**

Tese apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, para obtenção do grau de Doutor em Ciência de Alimentos.

Maiara Mendes

Prof. Dra. Maiara Pereira Mendes

Diego Rodrigues Marques

Prof. Dr. Diego Rodrigues Marques

Carlos Eduardo Barão

Prof. Dr. Carlos Eduardo Barão

Silvio Claudio da Costa

Prof. Dr. Silvio Claudio da Costa

Antonio Roberto Giriboni Monteiro

Prof. Dr. Antonio Roberto Giriboni Monteiro
Orientador

Maringá – 2022

Orientador

Antonio Roberto Giriboni Monteiro

BIOGRAFIA

Crislayne Teodoro Vasques, nasceu em 16 de junho de 1988, na cidade de Engenheiro Beltrão, Paraná.

Mestre em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Maringá (2018). Especialista em Controle de Qualidade e Processamento em Alimentos pela Universidade Estadual de Maringá (2014). Graduada em Nutrição pelo Centro Universitário de Maringá (2009). Atuou como gerente de unidade em uma empresa multinacional, com experiência na área de gestão e controle de qualidade em Unidade de Alimentação e Nutrição - UAN.

Atualmente é nutricionista e consultora em serviços de alimentação comandando a sua empresa Otimize Consultoria em Serviços de Alimentação, além de docente nos cursos técnicos de Estética e de Saúde Bucal, ambos no Colégio Estadual Santa Maria Goretti e ainda docente nos curso de graduação em Nutrição e de Gastronomia, ambos do Centro Universitário de Maringá (UNICESUMAR).

Dedico

Às pessoas mais importantes da minha vida: ao meu marido que de forma especial e carinhosa me deu força e coragem, me apoiou em todos os momentos desta trajetória. À minha mãe Maria, por suas orações, cuidado e apoio constante me deram forças para que aqui eu chegasse. Aos meus irmãos Chayane e Junior que me apoiaram e nunca deixaram de torcer pelo meu sucesso. Ao meu pai Edvalcir que sempre me apoiou em todas as minhas escolhas e decisões. A vocês minha eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que iluminou o meu caminho, me deu saúde e perseverança para superar as dificuldades e vencer mais esta etapa.

Ao meu orientador Antonio Roberto Giriboni Monteiro pelos ensinamentos, incentivo, paciência, confiança e orientação a mim dedicados, que possibilitaram a conclusão deste trabalho.

Agradeço a todos do grupo de pesquisa do professor Antonio, em especial a Maiara, Denise e Ghiovani por compartilhar seus conhecimentos, suas experiências no qual colaboraram para a pesquisa e pelo incentivo e apoio constante.

Agradeço a Universidade Estadual de Maringá, aos membros do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, em especial a Marilda pela competência, eficiência e por muitas vezes nos aconselhar.

A todos os profissionais da Universidade Estadual de Maringá que me ajudaram com as minhas análises.

A todos que contribuíram de alguma maneira para a realização deste trabalho e conquista, os meus mais sinceros agradecimentos.

APRESENTAÇÃO

Esta tese de doutorado é composta de quatro artigos científicos de autoria da doutoranda, os quais estão denominados:

- 1 VASQUES, C. T.; MENDES, M. P.; SILVA, D. M.B.; MONTEIRO, C. C. F.; MONTEIRO, A. R. G. Characterisation of bamboo (*Bambusa tuldoidea*) culm flour and its use in cookies. *Czech Journal of Food Sciences*, n 40, v 05, p. 345–351, 2022.
- 2 VASQUES, C. T.; SILVA, D. M. B.; MONTEIRO, A. R. G. Aplicação de cobertura comestível como uma estratégia de redução de sal em massa de pizza. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 10, 2022.
- 3 VASQUES, C. T.; SILVA, D. M. B.; MONTEIRO, A. R. G. Impactos tecnológicos e sensoriais nos produtos de panificação com redução de sódio e enriquecimento nutricional. Submetido para *Research, Society and Development*.
- 4 VASQUES, C. T.; MENDES, M. P.; SILVA, D. M. B.; MONTEIRO, A. R. G. Redução de cloreto de sódio em pão de forma com uso de sal encapsulado. Submetido para *Revista Ciência Agronômica – RCA*.

GENERAL ABSTRACT

INTRODUCTION

Wheat (*Triticum aestivum* L.) originates from the Middle East (Asia) and has been cultivated in Brazil since 1534 by the Portuguese. This cereal is widely consumed in the human diet, corresponding to approximately 20% of an individual's total daily calories. Wheat is the raw material for bread, pasta, cake, pizza dough and biscuits, giving texture and elasticity to the dough.

During the processing of wheat to obtain white flour, the shaft and germ of wheat grain are eliminated, thus decreasing its nutritional value due to loss of vitamins and minerals. Therefore, enrichment in nutrients in products such as breads and biscuits become necessary to reduce the nutritional deficiencies of these products.

Breads produced with wheat flour, together with other bakery products, represent one of the main sources of sodium chloride in the western diet and considering the excess sodium in the preparations, many initiatives have been aimed at reducing sodium intake, mainly by reducing sodium content in baked products.

Product innovation aimed at meeting consumer demand for foods that increasingly promote health and well-being has been the key to the survival of food industries. The addition of mixed flours and sodium reduction strategies in the development of new products or in improving existing products is a strategy to add value to products and may also have an important positive impact on human health. Currently, several types of regional fruit flours or even wholemeal flours that can contribute to fiber and protein content, or that have some functional component, are commonly used in the bakery industry to obtain a differentiated product.

Multiple strategies to reduce the dietary sodium content have been researched, including the method of sodium encapsulated through non-homogeneous distribution that reduces the perception of taste receptors through gustatory contrasts and allows a reduction in salt levels in bread, maintaining flavor intensity. However, the reduction of sodium content in processed foods is still a major technological and sensory challenge, since it results not only in reduced salty taste and acceptability but can also impact on the functions that this ingredient plays in production such as texture and preservation.

OBJECTIVES

The present thesis aims to demonstrate the importance of nutritional enrichment, as well as the need for sodium reduction methods in baked products. It also aims to present some technological and sensory impacts that could be verified through research and empirical studies conducted with baked products. Finally, it is expected that in the future this thesis can contribute to the development of new products, as well as to the readjustment of existing products to promote more health benefits.

MATERIAL AND METHODS

For the different studies, the materials and methods used are:

Characterization of young bamboo stem flour (*Bambusa tuldooides*) and its application in a cookie type biscuit.

Bamboo was acquired in the region of Maringá-PR, which was used for the production of bamboo stem flour (BSF). Three formulations were made to elaborate cookies: 0%

(standard), 15% and 30% replacement of wheat flour with bamboo stem flour (BSF). The ingredients were homogenized, then the dough was molded, and the cookies were baked at 150°C for 25 minutes. Centesimal composition and color analysis were performed in the BSF sample and in the cookies. In the BSF, the water absorption index (WAI) and the water solubility index (WSI) were analyzed. Sensory analysis, cookie hardness, acceptance and purchase intent were also evaluated.

APPLICATION OF EDIBLE TOPPING AS A STRATEGY TO REDUCE SODIUM IN PIZZA DOUGH.

The ingredients used for the formulations were purchased in supermarkets in the municipality of Maringá/PR. Three formulations of pizza dough were elaborated, formulation 1 (F1) standard, Formulation 2 (F2) 30% less sodium in the dough, and Formulation 3 (F3) no sodium, which was later added in a topping. The ingredients were homogenized in the dough except salt, which was later added. After a rest period the doughs were passed through a cylinder until thickness of 7 mm, then baked for 10 min at 180°C. Pizza doughs were evaluated for sodium content and sensory analysis.

TECHNOLOGICAL AND SENSORY IMPACTS ON BAKING PRODUCTS WITH REDUCED SODIUM AND NUTRITIONAL ENRICHMENT.

A systematic review was carried out through national and international scientific literature on wheat products that were enriched organically and reduced in sodium, with the help of the databases: Capes (Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel), Scielo (Scientific Electronic Library Online) and Google Scholar.

REDUCTION OF SODIUM CHLORIDE IN BREAD WITH THE USE OF ENCAPSULATED SALT

The ingredients used for the formulations were purchased in supermarkets in the municipality of Maringá/PR. Three formulations of bread were elaborated, Formulation 1 (F1) standard, Formulation 2 (F2) 30% less sodium and Formulation 3 (F3) 50% less sodium, applying sodium encapsulated by xanthan gum in F2 and F3. The breads were baked for 35min at 180°C, then evaluated for moisture content, pH, water activity, specific volume, and color. The sensory analysis was performed as an unstructured scale of 7 cm to evaluate sodium intensity in each sample.

RESULTS AND DISCUSSION

CHARACTERIZATION OF YOUNG BAMBOO STEM FLOUR (*Bambusa tuldooides*) AND ITS APPLICATION IN A COOKIE TYPE BISCUIT

BSF (bamboo stem flour) was a good source of protein, with low lipid content and high fiber content, having great potential to be added to several foods. For cookies, hardness, sensory analysis of acceptance and purchase intention were also analyzed. Regarding the sensory analysis of acceptability, the samples that presented the best acceptance were the standard formulation and the 15% replacement. The 30% replacement sample showed lowest acceptance due to the high concentration of BSF making the cookie harder. Thus, it was possible to conclude that the use of BSF is a viable option to nutritionally enrich baked products.

APPLICATION OF EDIBLE TOPPING AS A STRATEGY TO REDUCE SODIUM IN PIZZA DOUGH.

The results of salt content showed significant difference between samples. Regarding the sensory analysis, F1 and F3 did not present statistical differences in relation to sodium content, while F2 was different from the others. With this, it was possible to conclude that a sodium topping can be an alternative for sodium reduction without decreasing perception of salty taste.

TECHNOLOGICAL AND SENSORY IMPACTS ON BAKING PRODUCTS WITH REDUCED SODIUM AND NUTRITIONAL ENRICHMENT.

The results of the studies showed that the addition of linseed flour, quinoa, and other by-products in bakery products, improved the nutritional quality of these products. Regarding the technique of sodium reduction by flavor contrast this is a method that enhances salty taste, allowing the reduction of its quantity without sensory affecting perception.

REDUCTION OF SODIUM CHLORIDE IN BREAD WITH THE USE OF ENCAPSULATED SALT

The results showed that formulation 1 (F1) standard and F2 did not present statistical differences in relation to sodium content, while F3 was different from the others. With this, it is possible to conclude that reducing 30% sodium by encapsulation in xanthan gum can be a viable alternative for sodium reduction without reducing flavor perception.

CONCLUSIONS

Through the studies conducted we conclude that nutritional enhancement of wheat products, such as the reduction of wheat flour and addition of bamboo stem flour, has great potential in food applications, mainly due to its low lipid content, high protein and fiber content. Another advantage of BSF is that the fibers do not compromise flavor and color of the product, thus being ideal for food products, presenting itself as another option for consumers who dislike traditional whole wheat doughs.

The results also confirmed that the non-homogeneous distribution of salt can be used to increase product salinity allowing a reduction of sodium without taste loss. Thus, the method of sodium topping, and encapsulated sodium can be considered as good strategies for reducing sodium in pizza and bread dough without compromising the perception of flavor by consumers. However, further studies are needed to verify the applicability of this methodology in other products and on larger production scale.

Keywords: sensory, non-homogeneous distribution, baked, nutritional value.

RESUMO GERAL

INTRODUÇÃO.

O trigo (*Triticum aestivum L.*) é originário do Oriente Médio (Ásia) e tem sido cultivado no Brasil desde 1534 pelos portugueses. Este cereal é bastante consumido na dieta humana, correspondendo a aproximadamente 20% do total de calorias diárias de um indivíduo. O trigo é matéria-prima para a elaboração de pão, macarrão, bolo, massas de pizzas e biscoitos, o qual promove texturas e elasticidade às massas.

Durante o processamento do trigo para obtenção da farinha branca, a casca e o gérmen do grão de trigo são eliminados, diminuindo assim o seu valor nutricional devido a perda de vitaminas e minerais. Logo, o enriquecimento em nutrientes nos produtos como pães e biscoitos, torna-se necessário para reduzir as deficiências nutricionais desses produtos.

Os Pães produzidos com a farinha de trigo, juntamente com outros produtos de panificação, representam uma das principais fontes de cloreto de sódio na dieta ocidental diária e considerando o excesso de sódio nas preparações, muitas iniciativas têm sido voltadas para se reduzir a ingestão de sal, concentrando-se principalmente na redução do teor de sal em produtos de panificação.

A inovação de produtos que visam atender a demanda dos consumidores por alimentos que promovam cada vez mais saúde e bem-estar, tem sido a chave para a sobrevivência das indústrias alimentícias. A adição de farinhas mistas e estratégias de redução de sódio na elaboração de novos produtos ou em produtos existentes é uma forma de agregar valor aos produtos podendo também apresentar um importante impacto positivo na saúde da sociedade. Atualmente, diversos tipos de farinhas de frutos regionais ou mesmo farinhas integrais que possam contribuir com os teores de fibras e proteínas, ou que possuam algum componente funcional, são comumente utilizadas na indústria de panificação como forma de se obter um produto diferenciado.

Várias estratégias para reduzir o teor de sódio alimentar vêm sendo pesquisadas, incluindo o método de sódio encapsulado através da distribuição não homogênea que reduz a percepção dos receptores gustativos através de contrastes gustativos e permite uma redução dos níveis de sal no pão, mantendo a intensidade do sabor. Contudo, a redução do teor de sal nos alimentos processados, ainda é um grande desafio do ponto de vista tecnológico e sensorial, uma vez que resulta não apenas em redução do gosto salgado e a aceitabilidade, mas também pode impactar nas funções que este ingrediente desempenha na produção como por exemplo textura e conservação.

OBJETIVOS

A presente tese tem como objetivo específico demonstrar a importância do enriquecimento nutricional, bem como, da necessidade de métodos de redução de sódio, ambos ocorrendo em produtos de panificação. Também visa apresentar alguns impactos tecnológicos e sensoriais que puderam ser constatados por meio pesquisas e estudos empíricos realizados com produtos de panificação. Por fim, espera-se que no futuro essa tese possa contribuir com o desenvolvimento de novos produtos, bem como para a readequação de produtos já existentes, para tais produtos possam promover cada vez mais saúde e bem-estar para a população.

MATERIAL E METODOS

Considerando as diferentes pesquisas, apresenta-se na sequência os materiais e métodos utilizados em cada uma:

CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE COLMO DE BAMBU JOVEM (*Bambusa tuldooides*) E SUA APLICAÇÃO EM BISCOITO TIPO COOKIE

O bambu foi adquirido na região de Maringá-PR, o qual foi utilizado para produção da farinha de colmo de bambu (FCB). Para elaboração dos biscoitos tipo cookie foram realizadas três formulações: 0% (padrão), 15% e 30% de substituição de farinha de trigo (FT) por farinha do colmo de bambu (FCB). Os ingredientes foram homogeneizados, em seguida, a massa foi moldada e os cookies foram assados a 150°C por 25 minutos. A composição centesimal foi realizada na amostra FCB e nos cookies. A análise de cor foi realizada na amostra FCB e nos cookies. Na FCB também foi analisado o índice de absorção de água (IAA) e o índice de solubilidade em água (ISA). A dureza dos cookies e análise sensorial de aceitação e o teste de intenção de compra.

APLICAÇÃO DE COBERTURA COMESTÍVEL COMO UMA ESTRATÉGIA DE REDUÇÃO DE SAL EM MASSA DE PIZZA.

Os ingredientes utilizados para as formulações foram adquiridos em supermercados do município de Maringá/PR. Foram elaboradas 3 formulações de massas de pizzas sendo a Formulação 1 (F1) a padrão, Formulação 2 (F2) com redução de 30% de sal na massa, e, Formulação 3 (F3) sem adição de sódio na massa, o qual foi adicionado posteriormente por meio de cobertura salgada. Os ingredientes foram homogeneizados na masseira exceto o sal, que foi adicionado posteriormente. Após um período de descanso as massas foram cilindradas até obter espessura de 7 mm foi assada por 10 min a 180°C. As massas de pizzas foram avaliadas quanto ao teor de sódio e a análise sensorial.

IMPACTOS TECNOLÓGICOS E SENSORIAIS NOS PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO COM REDUÇÃO DE SÓDIO E ENRIQUECIMENTO NUTRICIONAL.

A revisão sistemática foi realizada por meio de literatura científica nacional e internacional sobre o tema de produtos derivados do trigo que foram enriquecidos nutricionalmente e reduzido em sódio, com o auxílio das bases de dados: Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), Scielo (Scientific Eletronic Library Online) e Google acadêmico.

REDUÇÃO DE CLORETO DE SÓDIO EM PÃO DE FORMA COM USO DE SAL ENCAPSULADO

Os ingredientes utilizados para as formulações foram adquiridos em supermercados do município de Maringá/PR. Foram elaboradas 3 formulações de pão de forma sendo a Formulação 1 (F1) a padrão, e, Formulação 2 (F2) Redução de 30% de sódio e Formulação 3 (F3) com redução de 50% de sódio, aplicando-se metodologias de sal encapsulado por goma xantana na F2 e F3. Os pães foram forneados por 35min a 180°C. Os pães foram avaliados quanto ao teor de umidade, pH, atividade de água, volume específico e cor. A análise sensorial foi realizada uma escala não estruturada de 7cm, cuja finalidade é avaliar a intensidade de sal em cada amostra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE COLMO DE BAMBU JOVEM (*Bambusa tuldooides*) E SUA APLICAÇÃO EM BISCOITO TIPO COOKIE

A FCB (farinha de colmo de bambu) mostrou uma boa fonte de proteína, com baixo teor de

lipídeos e elevado teor de fibras, tendo grande potencial de ser inserida em diversos alimentos. Para os cookies também foram analisados dureza, análise sensorial de aceitação e a intenção de compra. Quanto à análise sensorial de aceitabilidade, as amostras que apresentaram maior aceitação foram a da formulação padrão e o cookie 15%. Já a amostra de 30% de substituição apresentou baixa aceitação devido a alta concentração de FCB tornando o biscoito mais rígido. Assim, foi possível concluir que a utilização da FCB é considerada uma boa opção para enriquecer nutricionalmente diversos produtos.

APLICAÇÃO DE COBERTURA COMESTÍVEL COMO UMA ESTRATÉGIA DE REDUÇÃO DE SAL EM MASSA DE PIZZA.

Os resultados de teor de sal apresentaram diferenças significativas entre as amostras. Com relação a análise sensorial resultou que F1 e F3 não apresentaram diferenças estatísticas com relação ao teor de sódio, já F2 apresentou diferença entre as demais. Com isso, foi possível concluir que a metodologia de revestimento por cobertura salgada, pode ser uma alternativa para redução de sal sem reduzir a percepção do gosto salgado.

IMPACTOS TECNOLÓGICOS E SENSORIAIS NOS PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO COM REDUÇÃO DE SÓDIO E ENRIQUECIMENTO NUTRICIONAL.

Os resultados dos estudos mostraram que a adição de farinha de linhaça, quinoa e subprodutos em produtos de panificação, melhoraram a qualidade nutricional destes produtos, já com relação a redução de sódio a técnica de contraste de sabor é um método que potencializa o gosto salgado, permitindo a redução de sua quantidade sem afetar sensorialmente a percepção do consumidor.

REDUÇÃO DE CLORETO DE SÓDIO EM PÃO DE FORMA COM USO DE SAL ENCAPSULADO

Os resultados demonstraram que a formulação 1 (F1) padrão e F2 não apresentaram diferenças estatísticas com relação ao teor de sódio, já F3 apresentou diferença entre as demais. Com isso, foi possível concluir que a metodologia de redução de 30% de sódio encapsulamento em goma xantana, pode ser uma boa alternativa para redução de sal sem reduzir a percepção do sabor.

CONCLUSÕES

Por meio dos estudos realizados conclui-se que o enriquecimento nutricional de produtos derivados do trigo, como por exemplo com a redução da farinha de trigo e adição de farinha de colmo de bambu FCB, mostrou ter um grande potencial em aplicações alimentícias, principalmente pelo seu baixo teor de lipídeos e alto teor de proteínas e fibras. Outra vantagem da FCB é que as fibras não comprometem o sabor e a coloração do produto, sendo assim ideal para os produtos alimentícios, apresentando-se como mais uma opção para consumidores que tenham rejeição por massas integrais tradicionais.

Os resultados também confirmaram que a distribuição não homogênea de sal pode ser usada para aumentar a salinidade de um produto, permitindo que haja no mesmo uma redução de sódio sem a perda do seu gosto. Assim, o método de revestimento por cobertura salgada e sal encapsulado pode ser considerado como uma boa estratégia para a redução de sal em massa de pizza e pão de forma sem comprometer a percepção do sabor por parte dos consumidores. Contudo, ainda se faz necessários novos estudos para verificar a aplicabilidade desta metodologia em outros produtos e em maior escala de produção.

Palavras chaves: sensorial, distribuição não-homogênea, panificação, valor nutricional.

<https://doi.org/10.17221/23/2022-CJFS>

Characterisation of bamboo (*Bambusa tuldoidea*) culm flour and its use in cookies

Crislayne Teodoro Vasques¹ *; Maiara Pereira Mendes¹,
Denise de Moraes Batista da Silva¹, Claudia Cirineo Ferreira Monteiro²,
Antonio Roberto Giriboni Monteiro¹

¹Food Engineering Department, State University of Maringá (UEM), Maringá, Brazil

²Design Department, State University of Maringá (UEM), Cianorte, Brazil

*Corresponding author: crislayne_vasques@hotmail.com

Citation: Vasques C.T., Mendes M.P., Silva D.M.B., Monteiro C.C.F., Monteiro A.R.G. (2022): Characterisation of bamboo (*Bambusa tuldoidea*) culm flour and its use in cookies. Czech J. Food Sci., 40: 345–351.

Abstract: This study aimed to develop a bamboo culm flour (BCF) to be used in the formulation of cookies, replacing 15% and 30% of wheat flour (WF). The parameters analysed for bamboo flour and cookies were moisture, ash, protein, fat, fibre and carbohydrates. For the flour, the water absorption index (WAI) and water solubility index (WSI) were also determined. BCF is a good source of protein, with a low lipid content and high fibre content, presenting the potential to be used in several food products. For the cookies produced, hardness, sensory analysis and purchase intent were analysed. In the sensory analysis of acceptability, the samples that showed better acceptance were the control formulation and the 15% BCF cookie; in the same sample, crude fibre increased from 5.92 g (100 g)⁻¹ to 11.64 g (100 g)⁻¹ compared to the control, and the intention to purchase the 15% sample was worse than for the control but still good: the majority of tasters said they certainly or maybe would buy. Thus, it is possible to conclude that the use of BCF is considered an excellent option to enrich cookies while keeping them acceptable nutritionally.

Keywords: dietary fibre; centesimal composition; sensory analysis; high nutritional value; unconventional foods

Product innovation to meet increasing consumer demand for foods that promote health and well-being has been the key to the survival of certain food industries. The addition of mixed flours in new products is a strategy to add value to products already on the market. Currently, various types of regional fruit flours or whole flours, which can contribute to the fibre and protein content, or have functional components, are commonly used in the baking industry to obtain innovative products (Oliveira and Marinho 2010; Ktenioudaki et al. 2015; Moro et al. 2018).

Bamboo, in addition to its many applications in construction and crafts, has huge potential to be introduced into food as it is rich in vitamins, minerals, amino acids and fibre; however, it has been little explored as an ingredient (Nongdam and Tikendra 2014).

With the increasing search for foods with natural appeal and functional benefits, bamboo shoot is gaining evidence because it is considered a functional food due to its antioxidant capacity (it contains phenolic compounds) and high fibre content, thus generating certain health benefits. Bamboo flour is an ingredient that can

Supported by the Brazilian National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) through the research Project No. 303597/2018-6 and the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES/Brazil).

be used in various products such as bread, pasta, meat products, cheese and yoghurt, thereby increasing the fibre content (Sarangthem and Singh 2003; Nirmala et al.

2007; Chongtham et al. 2011; Choudhury et al. 2012).

Given its benefits, a young bamboo culm can be evaluated as a raw material alternative to meet market demands. *Bambusa tuldooides* is a medium-sized bamboo species, being well suited to a wide variety of climates and having high nutritional value (Choudhury et al. 2012).

Despite that, bamboo is rarely used industrially because of a lack of knowledge of varieties, characteristics and properties associated with its application.

Thus, evaluation of the chemical composition of bamboo flour, as well as technological characterisation, may help considerably its use in future food products.

The objective of this study was to develop a flour using young bamboo culm, analyse its physicochemical and functional characteristics and, in addition, use it in cookie formulations as a partial substitute for wheat flour (WF) with the purpose of increasing the cookies' nutritional value and then evaluate their physicochemical characteristics and product acceptability by sensory evaluation and purchase intention.

MATERIAL AND METHODS

The bamboo was purchased in the region of Maringa, Parana, Brazil and used for the production of bamboo culm flour (BCF). Other ingredients used for the preparation of cookies were purchased locally. All analyses were carried out in the Department of Food Engineering at the State University of Maringa, Parana, Brazil.

The bamboo species *B. tuldooides*, with an approximate age of 36 months, was collected in March 2018. The first 30 cm of bamboo from the ground up was discarded. Each young culm was cut into four equal 8 cm by 3 cm parts, from the base to the top of the culm, and then oven-dried at 50 °C for 3 days (MA-70; Marconi, Brazil). After drying, the material was processed in a hammer mill (TRF80; Trapp, Brazil) to reduce the size and then in a knife mill (TE340; Marconi, Brazil). The material was placed in plastic containers, sealed tightly and stored at room temperature until analysed.

Cookies preparation. To prepare the cookies, three formulations were elaborated: 0 (control), 15, and 30% substitution of WF with BCF. The ingredients used for the three formulations are shown in Table 1.

Cookies were made according to the method of Rigo et al. (2017); to prepare the dough, the dry ingredients were manually blended, and then the eggs, vanilla essence and melted butter were added. The dough was

Table 1. Ingredients used in cookies made with different amounts of BCF (g)

Ingredients	WF replaced with BCF		
	0% (control)	15%	30%
WF	375.00	318.75	262.50
BCF	0.00	56.25	112.50
Biological yeast	6.6	6.6	6.6
Unsalted butter	187.5	187.5	187.5
Crystal sugar	195	195	195
Brown sugar	60	60	60
Vanilla essence	7	7	7
Egg	75	75	75

WF – wheat flour; BCF – bamboo culm flour

homogenised for 5 min at a fast velocity in a mixer (MES 25; Gastromaq, Brazil). Then, cookies were weighed and moulded manually and cooked in a gas oven (FTT 240G; Tedesco, Brazil) at 150 °C for 25 min. After cooling, cookies were packed in sealed containers and kept at room temperature until further analyses. All analyses were done in triplicate.

Product characterisation. The centesimal composition was determined for BCF samples and cookies. Moisture, ash, and protein content were determined according to the AOAC (2005), respectively methods 930.15, 950.46, and 990.03. Lipid analysis was performed using the cold extraction method according to the methodology described by Bligh and Dyer (1959). The fibre content was determined using the methodology described by Cecchi (2003). Carbohydrates were estimated by difference, subtracting from 100 the sum of proteins, lipids, ash, fibre, and moisture.

Colour analysis was performed for BCF samples and cookies, using a Minolta CR-400 colourimeter (Japan), analysing the colour components L^* , a^* , and b^* (Bible and Singha 1993).

For BCF, the water absorption index (WAI) and water solubility index (WSI) were also analysed according to the method described by Leach et al. (1959).

The hardness of the cookies was determined by the three break-point test according to Gaines (1991), using a texture profile analyser (TA-XT plus, Stable Microsystems, United Kingdom) with a 10 mm diameter acrylic cylindrical probe, load cell of 5 kg, 1.0 mm s⁻¹ pre-test velocity, 3.0 mm s⁻¹ test velocity, 10.0 mm s⁻¹ post-test velocity, 5 mm distance and 50 g firing force.

Sensory analysis for cookie acceptance was held at the Sensory Analysis Laboratory of the Department of Food Engineering, at the State University of Maringa

<https://doi.org/10.17221/23/2022-CJFS>

(Brazil), using the methodology used by Basso et al. (2015) to determine preferences between samples. The attributes of flavour, aroma, texture, colour, and appearance were analysed. There were 94 untrained panellists (18 to 34 years old) who received a portion of each sample (approximately 3 g), and each sample was coded with a random three-digit number using a 9-point hedonic scale.

A purchase intention questionnaire was applied to each of the samples using a 3-point scale: 1 – would certainly buy, 2 – maybe would buy/maybe would not buy, and 3 – certainly would not buy (Meilgaard et al. 2006). Sensory analysis and intention to purchase were carried out with the approval of the Research Ethics Committee of the State University of Maringá (Brazil) (CAAE 18718013.3.0000.0104).

The data were evaluated by analysis of variance (ANOVA) and mean comparison by the Tukey test, using Sisvar 5.6 software (Ferreira 2014).

RESULTS AND DISCUSSION

BCF is rich in fibre, being more than half of its chemical composition at $53.45 \text{ g (100 g)}^{-1}$, indicating that it is a valuable raw material for food enrichment or partial replacement of white flour since white WF contains about $0.30 \text{ g (100 g)}^{-1}$ of fibre (Mustafa et al. 2016).

The fibre in food has many health benefits, like blood pressure, hypertension and obesity control, and protection against coronary heart disease and potential carcinogens (George et al. 1982; Nongdam and Tikendra 2014).

Humidity is an important factor to be analysed in food products, because of its relation to microbial growth, chemical reactions and enzymes that can influence product integrity and quality (Gutkoski and Jacobsen Neto 2002; Felisberto et al. 2017a). The moisture content of BCF was $7.48 \text{ g (100 g)}^{-1}$; similar results were obtained by Felisberto et al. (2019): when evaluating starch in young *B. tuldoidea* culm, the authors observed $7.56 \text{ g (100 g)}^{-1}$ average moisture. Both results are in accordance with Brazilian law for cereal flours, which allows maximum humidity of $15 \text{ g (100 g)}^{-1}$ (MAPA 2005).

The BCF presented mineral content of $1.5 \text{ g (100 g)}^{-1}$. The mineral content of bamboo shoot flour can range from $0.02 \text{ g (100 g)}^{-1}$ to $1.4 \text{ g (100 g)}^{-1}$ (Bhargava et al. 1996) and that of white WF is $1.30 \text{ g (100 g)}^{-1}$ (Mustafa et al. 2016). According to a study done by Felisberto et al. (2017b), similar results were observed for ash content, $0.80 \text{ g (100 g)}^{-1}$ to $2.77 \text{ g (100 g)}^{-1}$ in young BCF from three varieties, *Dendrocalamus asper*, *B. tul-*

doidea and *Bambusa vulgaris*. Nongdam and Tikendra (2014), in characterising bamboo ash, observed that it consists of potassium, phosphorus, sodium, calcium, magnesium and iron.

The protein content of BCF is $4.37 \text{ g (100 g)}^{-1}$ and the lipid content is $1.13 \text{ g (100 g)}^{-1}$, therefore making it a good source of protein and food with a low lipid content which makes it an ideal raw material that can provide healthy nutrition for people with diabetes and cardiovascular diseases (Nongdam and Tikendra 2014). On the other hand, WF has a higher protein content than BCF, so the total protein content in cookies should be lower than that produced only with WF but they could still be characterised as a protein source product.

In the WAI and WSI analyses, results of 14.25 g g^{-1} and 15.24% were found, respectively. These values are much higher than those found by Felisberto et al. (2017b) in their study with bamboo culm starch that presented WAI of 4.10 g g^{-1} and WSI of 7.54% ; these differences were caused by bamboo fibres being more hydrophobic than starches. Santana et al. (2017), when studying the technological characteristics of commercial flour, found WAI values of 1.15% and WSI of approximately 8% for WF.

Centesimal composition results for the cookies formulated are set out in Table 2. For moisture, the averages obtained are in the range of $4.59 \text{ g (100 g)}^{-1}$ to $5.46 \text{ g (100 g)}^{-1}$, demonstrating that when substituting WF by BCF, a reduction in this parameter occurs. Low moisture content can make the cookies more stable and it is expected to increase shelf life (Cheng and Bhat 2016).

The values for lipids showed no significant difference between samples; this is due to the use of standardised formulations during the study and the low lipid content of BCF.

When looking at protein content results we noticed that the data ranged from $6.92 \text{ g (100 g)}^{-1}$ to $9.05 \text{ g (100 g)}^{-1}$. There were no significant differences between the control sample and the 15% substitution cookies, with these two samples having the highest average protein. The reduction in the percentage of protein in the 30% sample could be related to the reduction in the amount of WF added to the formulation, and also a significant increase in the amount of fibre in this sample.

The mean obtained as a result of ash analysis shows that BCF increases the ash content of the cookies. On the other hand, carbohydrates decreased as BCF was added.

Table 2. Centesimal composition of cookies (%) (mean \pm SD; $n = 3$)

Content	Formulation		
	0% (control)	15%	30%
Moisture	5.46 \pm 0.07 ^a	4.77 \pm 0.06 ^b	4.59 \pm 0.28 ^b
Protein	9.05 \pm 0.46 ^a	8.28 \pm 0.25 ^a	6.92 \pm 0.24 ^b
Lipid	22.25 \pm 0.01 ^a	21.61 \pm 0.01 ^a	23.78 \pm 0.02 ^a
Crude fibre	5.92 \pm 0.72 ^c	11.64 \pm 0.30 ^b	13.45 \pm 0.64 ^a
Ash	0.42 \pm 0.04 ^a	0.48 \pm 0.04 ^a	0.68 \pm 0.11 ^b
Carbohydrate	56.90 \pm 1.13 ^a	53.22 \pm 0.53 ^{ab}	51.21 \pm 3.38 ^b

^{a-c}Means followed by equal letters in the same row do not differ significantly ($P > 0.05$)

The results of fibre analysis show that there were significant differences between samples, the values varying between 5.92 g (100 g)⁻¹ and 12.79 g (100 g)⁻¹; the samples that had WF replaced by BCF presented the highest average fibre content, as a result of the centesimal composition of BCF. Data on the centesimal composition of cookies presented in this work are similar to those presented by Cheng and Bhat (2016) when developing cookies with leguminous flour (*Pithecellobium jiringa* Jack), and also those for the supplementation of cookies with mung bean flour present in the research of Noor Aziah et al. (2012).

For colour analysis of BCF, a high value for luminosity was observed, the average being 75.09. For chroma a^* , an average of -1.94 was observed, allowing the conclusion that there is a predominance of green over red colour. The average observed for chroma b^* was 27.80, evidencing the predominance of yellow over blue.

Table 3 shows the colour of cookies, which is one of the main attributes that influence cookie acceptability (Baumgartner et al. 2018). Hadiyanto et al. (2007) say that the colour of cookies is attributed mainly to the Maillard reaction between reducing sugars and amino acids promoted by high temperature during cooking, as caramelisation has been achieved above 150 °C.

When comparing the results obtained (Table 3), it can be seen that the luminosity (L) of the 15% BCF

sample presented a significant difference when compared with the control and the 30% sample; this difference could come from small differences in oven temperatures. The values ranged from 59.82 to 63.39, representing a typical colour of baked products, made by the Maillard reaction and caramelisation. For chroma a , the mean presented significant differences, with values ranging from 3.34 to 4.99; one can observe a predominance of red over green, which could be the result of baking since the samples had a different composition in terms of carbohydrates and proteins.

The variation observed for chroma b^* in the different treatments was from 36.39 to 38.16, evidencing the predominance of yellow over blue. The treatments presented no significant difference. The mean values presented in this study are similar to those found by Baumgartner et al. (2018) who worked with cookies made from leguminous flour.

The hardness of cookies increased with a greater degree of BCF substitution in the formulation. In the cookie break-point analysis, it was noticed that for 15% and 30% bamboo flour substitutions, greater effort was required to break the sample, probably due to the increased amount of long fibres from the BCF, as happened in the study of Monteiro et al. (2021). It is possible to correlate break-point with the texture parameters in sensory analysis, where 15% and 30% of samples had

Table 3. Instrumental hardness and colour analysis of cookies (mean \pm SD; $n = 10$)

Attributes	Treatments		
	0% (control)	15%	30%
L^*	62.34 \pm 1.45 ^a	59.82 \pm 1.75 ^b	63.39 \pm 1.05 ^a
a^*	4.99 \pm 0.53 ^a	4.83 \pm 0.40 ^a	3.34 \pm 0.32 ^b
b^*	38.16 \pm 0.98 ^a	36.39 \pm 3.48 ^a	37.82 \pm 0.70 ^a
Hardness (kgf)	8.27 \pm 1.07 ^c	16.75 \pm 2.95 ^b	25.31 \pm 6.12 ^a

kgf – kilogram-force

^{a-c}Means followed by the same letters in the same row do not differ significantly ($P > 0.05$)

<https://doi.org/10.17221/23/2022-CJFS>

Table 4. Sensory analysis of cookies

Attributes	Treatments		
	0% (control)	15%	30%
Colour	6.73 ^a	6.21 ^{ab}	5.82 ^b
Aroma	7.17 ^a	6.83 ^a	2.24 ^b
Flavour	7.22 ^a	6.70 ^a	5.99 ^b
Texture	6.57 ^a	4.87 ^b	3.59 ^c
Overall appearance	6.78 ^a	5.89 ^a	5.08 ^c

^{a-c}Means followed by the same letters in the same row do not differ significantly ($P > 0.05$)

averages between 4.87 and 3.59 points on the hedonic scale, ranging from 'like moderately' to 'like slightly', probably because of the great effort required to break the cookie samples. Table 4 shows the data obtained from sensory analysis of the cookies.

Comparing the 15% and 30% samples with the control cookies, there was a significant reduction in the sensory score for the texture of cookies containing BCF.

It can be appreciated that the sensory data obtained for the control sample are higher in all parameters, always presenting a significant difference with respect to the 30% BCF substitution.

For aroma, the averages were between 'like moderately' and 'dislike very much'; the highest averages were the control sample and the 15% sample. Looking at the 30% sample, it is noticeable that the highest score that this sample received was for the flavour attribute, most likely because BCF is a product without a pronounced flavour that can interfere with other evaluated attributes. The averages obtained for texture and overall appearance showed significant differences between all samples developed in this study.

The samples that received the highest averages in sensory analysis remained those that tasters would proba-

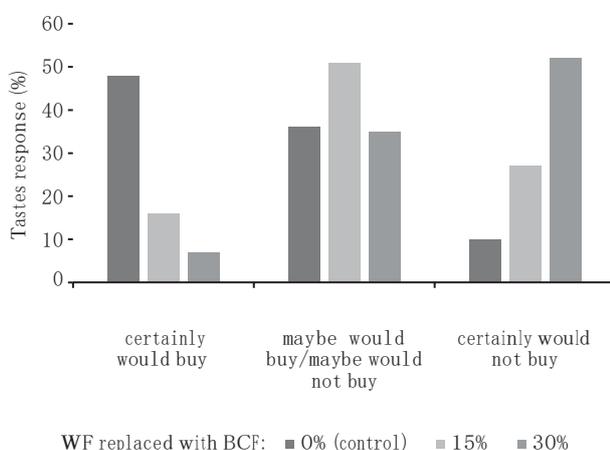


Figure 1. Purchase intention

WF – wheat flour; BCF – bamboo culm flour

bly buy. For samples with BCF, it can be seen in Figure 1 that the control showed the best purchase intention, but it is possible to see that 15% BCF had a slightly lower purchase intent, but still good. The 30% sample had the least purchase intention by tasters; this may be the result of the decrease in flavour and aroma, as shown in Table 4, and of texture: due to the high concentration of bamboo flour, the sample became too hard.

CONCLUSION

Considering the results found in the present research, BCF shows great potential in food applications, mainly due to its low lipid content, and fibre content. Another advantage of the 15% substitution of WF by BCF is that its fibres do not impair the flavour and colour of the final product, making it ideal for food products, since some consumers may reject traditional whole grain products, due to a normally darker colour and differentiated flavour. In relation to consumer acceptance, the partial replacement of WF by BCF in cookies at the proportion of 15% presented the closest values to those of the control sample; however, it is suggested that an alternative product is prepared using BCF in proportions up to 15%, which should minimise the results in cookie depreciation. The 30% sample presented the least intention to purchase by tasters, due to the texture of this cookie, since the high concentration of bamboo flour made the cookies too hard, while at the same time there was a significant decrease in aroma and flavour.

REFERENCES

- AOAC (2005): Official Methods of Analysis of the AOAC International. 18th Ed. Gaithersburg, USA, Association of Official Analytical Chemists (AOAC): 209–212.
- Baumgartner B., Ozkayal B., Saka I., Ozkaya H. (2018): Functional and physical properties of cookies enriched with dephytinized oat bran. *Journal of Cereal Science*, 80: 24–30.
- Basso F.M., Mangolim C.S., Aguiar M.F.A., Monteiro A.R.G., Peralta R.M., Matioli G. (2015): Potential use of cyclodextrin-glycosyltransferase enzyme in bread-making and the development of gluten-free breads with pinion and corn flours. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 66: 275–281.
- Bhargava A., Kumbhare V., Srivastava A., Sahai A. (1996): Bamboo parts and seeds for additional source of nutrition. *Journal of Food Science and Technology*, 33: 145–146.
- Bible B.B., Singha S. (1993): Canopy position influences CIELAB coordinates of peach color. *HortScience*, 28: 992–993.

- Bligh E.G., Dyer W.J. (1959): A rapid method for total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37: 911–917.
- Cecchi H.M. (2003): Theoretical and Practical Foundations in Food Analysis (Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos). 2nd Ed. Campinas, Brazil, Ed. Unicamp: 74–79. (in Portuguese)
- Cheng Y.F., Bhat R. (2016): Functional, physicochemical and sensory properties of novel cookies produced by utilizing underutilized jering (*Pithecellobium jiringa* Jack.) legume flour. *Food Bioscience*, 14: 54–61.
- Chongtham N., Bisht M.S., Haorongbam S. (2011): Nutritional properties of bamboo shoots: Potential and prospects for utilization as a health food. *Food Science and Food Safety*, 10: 153–169.
- Choudhury D., Sahu J.K., Sharma G.D. (2012): Value addition to bamboo shoots: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 49: 407–414.
- Felisberto M.H.F., Beraldo A.L., Clerici M.T.P.S. (2017a): Young bamboo culm flour of *Dendrocalamus asper*: Technological properties for food applications. *LWT – Food Science and Technology*, 76: 230–235.
- Felisberto M.H.F., Beraldo A.L., Costa M.S., Boas F.V., Franco C.M.L., Clerici M.T.P.S. (2019): Physicochemical and structural properties of starch from young bamboo culm of *Bambusa tuldooides*. *Food Hydrocolloids*, 87: 101–107.
- Felisberto M.H.F., Miyake P.S.E., Beraldo A.L., Clerici M.T.P.S. (2017b): Young bamboo stem: Potential food as source of fiber and starch. *Food Research International*, 101: 96–102.
- Ferreira D.F. (2014): Sisvar: A guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, 38: 109–112.
- Gaines C. (1991): Objective measurements of the hardness of cookies and crackers. *Cereal Foods World*, 36: 991–994.
- George K.G., Noordhoff M.G., Slangen J. (1982): Dietary fiber used in the management of hypertension and obesity. *Journal of the Science of Food and Cantwell Agriculture*, 32: 494–497.
- Gutkoski L.C., Jacobsen Neto R. (2002): Procedure for laboratory testing of bakery: Bread type (Procedimento para teste laboratorial de panificação: Pão tipo forma). *Ciência Rural*, 32: 873–879. (in Portuguese)
- Hadiyanto H., Asselman A., van Straten G., Boom R.M., Esveld D.C., van Boxtel A.J.B. (2007): Quality prediction of bakery products in the initial phase of process design. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8: 285–298.
- Ktenioudaki A., Jubete L.A., Smyth T.J., Kilcawley K., Rai D.K., Gallagher E. (2015): Application of bioprocessing techniques (sourdough fermentation and technological aids) for brewer's spent grain breads. *Food Research International*, 73: 107–116.
- Leach H.W., Cowen L.D., Schoch T.J. (1959): Structure of the starch granule. I. Swelling and solubility patterns of various starches. *Cereal Chemistry*, 36: 534–544.
- MAPA (2005): Normative Instruction No. 8, of July 2, 2005. Technical Regulation on Identity and Quality of Wheat Flour (Instrução Normativa N° 8, de 2 de julho de 2005. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Farinha de Trigo). Ministry of Agriculture, Livestock, and Food Supply (MAPA), Brazil. Available at <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=803790937> (accessed June 27, 2020). (in Portuguese)
- Meilgaard M.C., Carr B.T., Civille G.V. (2006): *Sensory Evaluation Techniques*. 4th Ed. Boca Raton, USA, CRC Press: 120–121.
- Monteiro C.C.F., Sarache G., Januario J.G.B., Berwig K.P., Raniero G.Z., Monteiro A.R.G., Silva F.M. (2021) Biopolymer based on brewing waste and extruded maize: Characterization and application. *Chemical Engineering Transactions*, 87: 319–325.
- Moro T.M.A., Celegatti C.M., Pereira A.P.A., Lopes A.S., Barbin D.F., Pastore G.M., Clerici M.T.P.S. (2018): Use of burdock root flour as a prebiotic ingredient in cookies. *LWT – Food Science and Technology*, 90: 540–546.
- Mustafa U., Naeem N., Masood S., Farooq Z. (2016): Effect of bamboo powder supplementation on physicochemical and organoleptic characteristics of fortified cookies. *Food Science and Technology*, 4: 7–13.
- Nirmala C., David E., Sharma M.L. (2007): Changes in nutrient components during ageing of emerging juvenile bamboo shoots. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58: 612–618.
- Nongdam P., Tikendra L. (2014): The nutritional facts of bamboo shoots and their usage as important traditional foods of Northeast India. *International Scholarly Research Notices*, 2014: 679073.
- Noor Aziah A.A., Mohamad Noor A.Y., Ho L. (2012): Physicochemical and organoleptic properties of cookies incorporated with legume flour. *International Food Research Journal*, 19: 1539–1543.
- Oliveira A.M.M.M., Marinho H.A. (2010): Development of panettone based on peach palm flour (*Bactris gasipaes* Kunth) [Desenvolvimento de panetone à base de farinha de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth)]. *Alimentos Nutrição*, 21: 595–605. (in Portuguese)
- Rigo M., Bezerra J.R.M.V., Rodrigues D.D., Teixeira A.M. (2017): Physicochemical and sensory evaluation of cookies added with malt waste flour as a source of fiber (Avaliação físico-química e sensorial de biscoitos tipo cookie adicionados de farinha de bagaço de malte como fonte de fibra). *Ambiência Guarapuava*, 13: 47–57. (in Portuguese)

<https://doi.org/10.17221/23/2022-CJFS>

Santana G.S., Oliveira Filho J.G., Egea M.B. (2017): Technological characteristics of commercial vegetable flours (Características tecnológicas de farinhas vegetais comerciais). *Revista de Agricultura Neotropical*, 4: 88–95. (in Portuguese)

Sarangthem K., Singh T.N. (2003): Microbial bioconversion of metabolites from fermented succulent bamboo shoots into phytosterols. *Current Science*, 84: 1544–1547.

Received: February 1, 2022

Accepted: August 25, 2022

Published online: September 20, 2022

Aplicação de cobertura comestível como uma estratégia de redução de sal em massa de pizza

Application of edible topping as a salt reduction strategy in pizza pasta

Aplicación de cobertura comestible como estrategia de reducción de sal en la masa de pizza

Recebido: 29/05/2022 | Revisado: 16/06/2022 | Aceito: 02/08/2022 | Publicado: 10/08/2022

Crislayne Teodoro Vasques

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9821-0035>

Universidade Estadual de Maringá, Brasil

E-mail: crislayne_vasques@hotmail.com

Denise de Moraes Batista da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5698-3654>

Universidade Estadual de Maringá, Brasil

E-mail: denise_mbsilva@hotmail.com

Antonio Roberto Giriboni Monteiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1894-0765>

Universidade Estadual de Maringá, Brasil

E-mail: antoniorgm@gmail.com

Resumo

A redução de sal tem sido fortemente recomendada pela Organização Mundial de Saúde (OMS), uma vez que a ingestão média diária de sal tem ficado muito acima do nível recomendado pela OMS. O objetivo dessa pesquisa foi reduzir o teor de sódio em massa de pizzas, utilizando uma metodologia de cobertura salgada que proporcionou uma distribuição não homogênea de sal, de forma que não fosse alterada a percepção do gosto salgado, mantendo as características sensoriais do produto. Para isso, foram elaboradas e avaliadas 3 formulações de massas de pizzas, sendo a Formulação 1 (F1) a padrão, Formulação 2 (F2) com redução de 30% de sal na massa toda, e, Formulação 3 (F3) sem adição de sal na massa, o qual foi adicionado posteriormente por meio de cobertura salgada. Foram realizadas análises físico-químicas com relação a intensidade de sal nas 3 formulações de massas de pizzas. Também foi realizada análise sensorial através da escala não estruturada de 7cm, ancoradas nos extremos com termos de intensidade, com finalidade de avaliar e comparar a intensidade de sal das 3 formulações de massa de pizza. Os resultados de teor de sal apresentaram diferenças significativas entre as amostras. Com relação a análise sensorial resultou que F1 e F3 não apresentaram diferenças estatísticas com relação ao teor de sódio, já F2 apresentou diferença entre as demais. Com isso, foi possível concluir que a metodologia de revestimento por cobertura salgada, pode ser uma alternativa para redução de sal sem reduzir a percepção do gosto salgado.

Palavras-chave: Análises físico-químicas; Formulações; Redução de sódio.

Abstract

Reducing salt has been strongly recommended by the World Health Organization (WHO), as the average daily intake of salt has been far above the level recommended by the WHO. The objective of this research was to reduce the sodium content in pizza dough, using a salty coating methodology that provided a non-homogeneous distribution of salt, so that the perception of salty taste was not altered, maintaining the sensory characteristics of the product. For this, 3 pizza dough formulations were elaborated and evaluated, being Formulation 1 (F1) the standard, Formulation 2 (F2) with a 30% reduction of salt in the whole dough, and, Formulation 3 (F3) without addition of salt in the dough, which was later added by means of salt topping. Physicochemical analyzes were performed regarding the salt intensity in the 3 pizza dough formulations. Sensory analysis was also performed using the 7cm unstructured scale, anchored at the extremes with terms of intensity, in order to evaluate and compare the salt intensity of the 3 pizza dough formulations. The salt content results showed significant differences between the samples. Regarding the sensory analysis, it was found that F1 and F3 did not show statistical differences in terms of sodium content, whereas F2 showed a difference between the others. With this, it was possible to conclude that the salt coating methodology can be an alternative for salt reduction without reducing the perception of salty taste.

Keywords: Physicochemical analysis; Formulations; Sodium reduction.

Resumen

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha recomendado enfáticamente reducir la sal, ya que la ingesta diaria promedio de sal ha estado muy por encima del nivel recomendado por la OMS. El objetivo de esta investigación fue reducir el contenido de sodio en la masa de pizza, utilizando una metodología de recubrimiento salado que

proporcionó una distribución no homogénea de la sal, de manera que no se alteró la percepción del sabor salado, manteniendo las características sensoriales del producto. Para ello se elaboraron y evaluaron 3 formulaciones de masa para pizza, siendo la Formulación 1 (F1) la estándar, la Formulación 2 (F2) con un 30% de reducción de sal en toda la masa, y la Formulación 3 (F3) sin adición de sal en la masa, la masa, que luego se añadía mediante un topping de sal. Se realizaron análisis fisicoquímicos con respecto a la intensidad de la sal en las 3 formulaciones de masa para pizza. También se realizó un análisis sensorial utilizando la escala no estructurada de 7 cm, anclada en los extremos con términos de intensidad, para evaluar y comparar la intensidad de la sal de las 3 formulaciones de masa para pizza. Los resultados del contenido de sal mostraron diferencias significativas entre las muestras. En cuanto al análisis sensorial, se encontró que F1 y F3 no presentaron diferencias estadísticas en cuanto al contenido de sodio, mientras que F2 sí mostró diferencia entre los demás. Con esto, fue posible concluir que la metodología de recubrimiento con sal puede ser una alternativa para la reducción de sal sin reducir la percepción del sabor salado.

Palabras clave: Análisis fisicoquímico; Formulaciones; Reducción de sodio.

1. Introdução

A nível mundial, a ingestão média diária de sal é muito superior ao nível recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS). A redução de sal tem sido fortemente recomendada pela OMS, a média atual de consumo diário de sal dos brasileiros é de 9-12g por pessoa. O limite considerado pela OMS não passa de 5g por pessoa, ou seja, está sendo consumido mais que o dobro da recomendação máxima. (Kloss, et al., 2015)

No entanto, o consumo excessivo de sódio tem sido associado a efeitos negativos para a saúde, é um dos principais contribuintes para hipertensão e doenças cardiovasculares (Hendriksen, et al., 2014; Kloss, et al., 2015). Além da hipertensão, o consumo excessivo de sal também predispõe a outras comorbidades, incluindo a doença renal crônica, a hipertrofia ventricular, o acidente vascular cerebral e até a obesidade (Choi, et al., 2016; Sarno, et al., 2013; Kim, et al., 2014).

Estima-se que pelo menos 75% da ingestão de sódio são provenientes de alimentos industrializados. As cinco principais fontes de sódio na dieta dos EUA são pães, produtos de carne, pizza, aves e sopas. Dentre os produtos de panificações mais difundidos do mundo, tem-se a pizza, na qual foi introduzida no Brasil pela cultura italiana no final do século XX, sendo considerada um alimento de baixo custo, de preparo relativamente fácil e que possui diversos sabores disponíveis no mercado (Campos et al., 2014; Sousa et al., 2016).

A utilização de sal nos produtos de panificação é importante, pois além de interferir no sabor ele contribui como desenvolvimento da rede de glúten, aumenta a elasticidade da massa, controla a atividade da levedura na fermentação e faz a manutenção da concentração de água na massa (Cauvain, 2007).

No entanto a redução do teor de sal nos alimentos, é um grande desafio do ponto de vista tecnológico e sensorial por contribuir com a textura e estrutura dos produtos; e por atuar na conservação dos alimentos contra a ação de micro-organismos, uma vez que resulta não apenas em redução do gosto salgado e na aceitabilidade, mas também pode impactar nas funções que este ingrediente desempenha na produção e conservação de muitos alimentos. Logo, a redução na ingestão de sal requer mudanças na indústria de alimentos e no comportamento do consumidor (Antúnez, et al., 2016).

A preocupação dos consumidores relacionados aos efeitos prejudiciais à saúde, associada ao consumo excessivo de sódio, exigirá das indústrias alimentícias uma contínua redução do uso de sal nos alimentos. A busca de alternativas para redução do uso de sal, sem prejuízos para qualidade sensorial dos produtos, constitui o desafio a ser enfrentado pela indústria, visando ainda manter a aceitação do produto.

Várias estratégias para reduzir o teor de sódio alimentar vêm sendo pesquisadas, incluindo o método de sódio encapsulado através da distribuição não homogênea que reduz a percepção dos receptores gustativos através de contrastes gustativos e permite uma redução dos níveis de sal no pão, mantendo a intensidade do sabor (Noort, et al., 2012; Noort, et al., 2015; Lim, et al., 2015; Israr, et al., 2016).

Tendo em vista que as diversas metodologias para cobertura comestível, a única que se apresentou eficaz para ser aplicada em cereais, é a cobertura com polissacarídeos. Neste trabalho, será utilizado o amido de milho por razão de suas

características, por formar películas resistentes e transparentes que proporcionam eficientes barreiras aos gases do processo de transformação. Diante disso, os demais métodos encontrados, tratam de coberturas comestíveis para frutas com o objetivo de aumentar o tempo de vida e melhorar o aspecto visual do produto (Luvielmo et al., 2012).

Este trabalho visa contribuir para a redução de sódio em massa de pizza utilizando um método de cobertura comestível que proporcione uma distribuição não homogênea de sal, de forma que não seja alterada a percepção do gosto salgado, mantendo assim o sabor, estabilidade e textura, ou seja, sem afetar as características sensoriais e tecnológicas do produto. Assim, o objetivo foi desenvolver duas formulações de massa de pizzas com redução de 30% de sal, sendo uma com redução na massa e outra por meio de cobertura e ao final compará-las com a formulação padrão por meio de análise físico-químicas e sensorial.

2. Metodologia

Os ingredientes utilizados para as formulações foram adquiridos em supermercados do município de Maringá/PR. O preparo dos produtos foi realizado no laboratório de cereais no bloco de engenharia de alimentos da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Foram elaboradas 3 formulações de massas de pizzas sendo a Formulação 1 (F1) a padrão, Formulação 2 (F2) com redução de 30% de sal na massa, e, Formulação 3 (F3) sem adição de sódio na massa, o qual foi adicionado posteriormente por meio de cobertura salgada. Os ingredientes e quantidades utilizados para as formulações das massas de pizzas estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Ingredientes utilizados para elaboração das massas de pizzas.

Ingredientes (g)	F1	F2	F3
<i>Etapa 1</i>			
Farinha de Trigo	500	500	500
Óleo de Soja	35	35	35
Fermento Biológico	5	5	5
Sal	6	4,2	**
Açúcar	6	6	6
Água	250	250	250

F1= formulação padrão; F2= Redução de 30% de sódio na massa; F3= Redução de 30% de sódio por meio de cobertura; ***= ausência de NaCl. Fonte: Autores.

Os ingredientes foram pesados em balança analítica e misturados na masseira por 2 min na velocidade lento e depois mais 2 min na velocidade rápido, exceto o sal, que foi adicionado posteriormente. Em seguida, a massa foi amassada à mão por 5 min e dividida em pedaços de aproximadamente 185 gr. Após um período de descanso de 10 min, as massas foram cilindradas até obter espessura de 7 mm e reservada para descanso por mais 20 min e por último por 10 min a 180°C.

Foto 1 – Massas de pizzas.



Fonte: Foto dos autores.

A cobertura foi produzida com os seguintes ingredientes e proporções: 6,0gr de amido de milho; 22,4gr de sal e 71,6ml de água. O amido de milho foi dissolvido em água fria, logo em seguida, foi adicionado o sal e logo após foi aquecido em banho maria sob agitação. Quando a solução atingiu uma temperatura de 80°C, foi cronometrado 1 minuto, e, em seguida a solução foi esfriada e foi espalhada com o auxílio de um pincel.

Foram realizados testes com corantes comestíveis para verificar se a cobertura estava sendo espalhada sobre a massa de pizza de maneira uniforme. As massas de pizzas foram avaliadas quanto ao teor de sódio pelo método (J AOAC, 1966).

A análise sensorial foi realizada uma escala não estruturada de 7 cm, cuja finalidade é avaliar a intensidade de sal em cada amostra. Os julgadores receberam uma porção de cada amostra (aproximadamente 45g), foi codificada com números de três dígitos aleatórios. Os provadores classificaram as amostras em ordem crescente de sabor salgado, sendo da menos salgada para a mais salgada (Monteiro & Cestari, 2013).

Os dados foram avaliados pela análise de variância ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey, utilizando o software Sisvar 5.6 (Ferreira, 2014).

3. Resultados e Discussão

Todas as formulações elaboradas a partir da formulação padrão, tiveram redução de sódio conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2 – Teor de Sódio nas formulações de massa de pizzas.

Formulações	Na(mg/100g) Média desvio padrão	Na reduzido na massa de pizza (%)
F1	584,6 ^a	0
F2	409,2 ^b	30
F3	400,7 ^c	31

*Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$). Pelo teste de Tukey. Fonte: Autores.

É importante ainda destacar que nas formulações F2 e F3 pode ser utilizado o termo “Reduzido em Sódio” na rotulagem do produto, justificando-se pela redução de mais de 25% de Na, conforme estabelecido pela legislação brasileira na RDC nº54, de 12 de novembro de 2012 (Brasil,2012).

Os resultados de teor de sal apresentaram diferenças significativas entre as amostras. Em F2 verificou-se uma redução de sal de 30% e a F3 verificou-se uma redução de sal de 31%, ambas formulações apresentaram diferença significativa com relação a F1.

Tendo em vista a redução de NaCl em F2 e F3, em relação à F1, realizou-se uma análise sensorial com 58 provadores não treinados, com o intuito de comparar a percepção de sal entre as amostras. Os provadores classificaram as amostras em ordem crescente de sabor salgado, sendo da menos salgada para a mais salgada.

Os resultados obtidos na análise sensorial foram os seguintes: em F1 ($3,78^a \pm 0,88$) e F3($3,93^a \pm 0,97$) não apresentaram diferença estatística ($p < 0,05$) de percepção, já em F2 ($1,88^b \pm 0,89$) apresentou diferença com relação as demais sendo essa a que teve redução de 30% de sal no produto como um todo.

Através desse resultado, podemos destacar que F3, onde foi obtido uma redução de 30% de NaCl, não apresentou diferença com F1, demonstrando que a metodologia de revestimento por uma cobertura salgada foi eficaz na redução de sal sem que houvesse uma percepção de sal diferente de F2.

Existem vários estudos que mostram que a distribuição não homogênea de sal, desempenha um papel importante na percepção do gosto salgado nos alimentos (Noort et al., 2012; Busch et al., 2013; Brown et al., 2009). No estudo de Noort *et al.* (2010) relata que a distribuição não homogênea de sal pode ser usada para aumentar a intensidade de salinidade permitindo uma redução de sal sem perda da percepção do mesmo.

4. Conclusão

Em comparação com outros estudos de redução de sódio, a presente pesquisa propôs uma metodologia diferente para a redução de sal em massa de pizza, por meio de cobertura salgada, na qual foi possível observar resultados satisfatórios, pois obteve uma redução de sal de 30% em relação à formulação padrão, não apresentando diferença significativa com relação à percepção de sal por meio dos provadores.

Os resultados desta pesquisa confirmaram que a distribuição não homogênea de sal pode ser usada para aumentar a salinidade de um produto, permitindo que haja no mesmo uma redução de sódio sem a perda do seu gosto. Por se encontrar de forma superficial na massa de pizza, a cobertura pode contribuir para melhorar a interação do sal com os receptores gustativos sem reduzir a percepção de sabor da massa de pizza.

Assim, o método de revestimento por cobertura salgada, pode ser considerado como uma boa estratégia para a redução de sal em massa de pizza, sem comprometer a percepção do sabor por parte dos consumidores resultando num produto em conformidade com o que preconiza a Organização Mundial de Saúde. Todavia, ainda se faz necessários novos estudos para verificar a aplicabilidade desta metodologia em outros produtos

Referências

- Antúñez, L.; Giménez, A. & Ares, G. A (2016). consumer-based approach to salt reduction: Case study with bread. *Food Research International*, 90, 66-72.
- AOAC. (1966). Official Methods of Analysis. Arlington. Association of Official Analytical Chemists - AOAC.
- Brasil (2012): Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar.
- Brown, I. J.; Tzoulaki, I.; Candeias, V. & Elliott, P (2009): Salt intakes around the world: implications for public health. *International journal of epidemiology*, 38, 791 – 819.

ARTICLE 02

Research, Society and Development, v. 11, n. 10, e566111031112, 2022
(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i10.31112>

- Busch, J. L. H. C. & Goh, Y. S. M (2013): Sodium reduction: Optimizing product composition and structure towards increasing saltiness perception. *Food Science & Technology*, 29 (1), 21-34.
- Campos, G. C. M.; Elisabeth, B. M.; Silva, M. P. & Vidal, G (2014). Redução de sódio em alimentos: panorama atual e impactos tecnológicos, sensoriais e de saúde pública. *Revista Nutrire*, 30 (03), 348-365.
- Cauvain, S. P (2007). Reduced salt in bread and other baked products. *Reducing Salt in Foods*, 3 (1), 283-295.
- Campelo, D. A. V.; Souza, M. L. R.; Moura, L. B.; Xavier, T. O.; Yoshida, G. M.; Goes, E. S. R. & Mikcha, J. M. G (2017). Addition of different tuna meal levels to pizza dough. *Braz. J. Food Technol.*, 20 (1), 1-8.
- Choi Y., Lee J. E., Chang Y., Kim M. K., Sung E., & Shin H. Ryu (2016). Dietary sodium and potassium intake in relation to non-alcoholic fatty liver disease. *Br J Nutr.* 116 (8), 1447-56.
- Ferreira, D. F (2014): Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, 38 (2), 109-112.
- Hendriksen, M. A. H.; Hoogenveen, R. T. Hoekstra, J.; Geleijnse, J.M.; Boshuizen, H. C. & Raaij, J. M. A (2014). Potential effect of salt reduction in processed foods on health. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 99, 446-453.
- Israr, T.; Rakha, A.; Sohail, M.; Rashid, S. & Shehzad (2016). A. Salt reduction in baked products: Strategies and constraints. *Trends in Food Science & Technology*, 51 (1), 98-105.
- Kim YC, Koo HS, Kim S, & Chin HJ (2014). Estimation of daily salt intake through a 24- hour urine collection in Pohang, Korea. *J Korean Med Sci.*, 29 (1), 87-90.
- Kloss, L.; Meyer, J. D.; Graeve, L. & Vetter, W (2015). Sodium intake and its reduction by food reformulation in the European Union – A review. *NFS Journal*, 1, 9-19.
- Lim SS, Vos T.; Flaxman A. D.; Danaei G.; Shibuya K.; Adair Rohani h & et al (2015). A comparative risk assessment of burden disease and injury attributable to 67 risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic review for the Global Burden of Disease Study 2010. *National Library of Medicine*, 12 (1), 66-68.
- Luvielmo, M. M. & Lamas, S. V (2012). Revestimentos comestíveis em frutas. *Tecnológicos em Engenharia*, 8 (1), 8-15.
- Monteiro, A. R. G. & Cestari, L. A (2013). *Análise Sensorial de Alimentos: testes afetivos discriminativos e descritivos*. Editora EDUEM.
- Noort, M. W. J.; Bult, J.H.F; Stieger, M.; Hamer, R. J. Ma Y, F.E. F.J. & McGregor G. A (2015). High Salt Intake. Independent Risk Factor for Obesity? *Library of Medicine*, 66 (4), 843-9.
- Noort, M. W.; Bult, J.H. F. & Stieger, M (2012). Saltiness enhancement by taste contrast in bread prepared. *Journal of Cereal Science*, 55 (1), 218-225.
- Sarno, F.; Claro, R.M.; Levy, R.B.; Bandoni, D.H. & Monteiro C.A (2013). Estimativa de consumo de sódio pela população brasileira, 2008-2009. *Rev. Saúde Pública*, 47 (3), 571-8.
- Sousa, J. R. P. S. et al (2016). Elaboração de massa de pizza com teor de sódio reduzido e enriquecida com farinha de aveia. *Rev. Verde Agroecol. Desenvolv. Sustent.*, 11 (2), 9-13.
- World Health Organization (2012). *Guideline: Sodium intake for adults and children [Internet]*. Geneva: World Health Organization

ARTIGO 03

Impactos tecnológicos e sensoriais nos produtos de panificação com redução de sódio e enriquecimento nutricional

Technological and sensory impacts on bakery products with sodium reduction and nutritional enrichment

Impactos tecnológicos y sensoriales en productos de panadería con reducción de sodio y enriquecimiento nutricional

Recebido: 25/11/2022 | Revisado:02/12/2022 | Aceitado: 00/01/2022 | Publicado: 00/01/2022

Crislayne Teodoro Vasques

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9821-0035>

Universidade Estadual de Maringá (UEM), Brasil

E-mail: crislayne_vasques@hotmail.com

Antonio Roberto Giriboni Monteiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1894-0765>

Universidade Estadual de Maringá (UEM), Brasil

E-mail: argmonteiro@uem.br

Resumo

O trigo é matéria-prima na elaboração de diversos produtos, porém, durante o processamento para transformação em farinha branca, o valor nutricional do trigo é reduzido, perdendo algumas vitaminas e minerais. Logo, o enriquecimento em nutrientes nos produtos como pães e biscoitos, torna-se necessário para reduzir as deficiências nutricionais, assim como a redução de sódio em produtos de panificação também é de extrema importância. Consumidores preocupados com os efeitos prejudiciais à saúde quanto ao consumo excessivo de sódio, exigem das indústrias alimentícias uma contínua redução do uso de sal nos alimentos. No entanto, essa limitação ainda é um grande desafio no segmento de panificação, pois além de prover a palatabilidade, o sódio é responsável por diversas propriedades funcionais nos alimentos. Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo a elaboração de uma revisão bibliográfica acerca de produtos derivados do trigo enriquecidos nutricionalmente e reduzido em sódio, no intuito de verificar o melhor método de redução de sódio em relação a aceitabilidade nesse tipo de produto. A revisão sistemática foi realizada com o auxílio das bases de dados: Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), Scielo (Scientific Electronic Library Online) e Google acadêmico. Por fim, os resultados dos estudos mostraram que a adição de farinha de linhaça, quinoa e subprodutos, melhoraram a qualidade nutricional de alguns produtos, demonstrando também que a técnica de contraste de sabor é um método que potencializa o gosto salgado, permitindo redução da quantidade de sódio adicionada ao alimento sem afetar sensorialmente a percepção do consumidor.

Palavras-chave: Panificação; Sódio; Valor Nutricional.

Abstract

Wheat is a raw material in the preparation of several products, however, during processing for transformation into white flour, the nutritional value of wheat is reduced, losing some vitamins and minerals. Therefore, nutrient enrichment in products such as bread and biscuits becomes necessary to reduce nutritional deficiencies, as well as sodium reduction in bakery products is also extremely important. Consumers concerned about the detrimental health effects of excessive sodium consumption are demanding that the food industry continuously reduce the use of salt in food. However, this limitation is still a major challenge in the bakery segment, because in addition to providing palatability, sodium is responsible for several functional properties in foods. Therefore, the present study aims to elaborate a bibliographical review about products derived from wheat nutritionally enriched and reduced in sodium, in order to verify the best method of sodium reduction in relation to the acceptability of this type of product. The systematic review was carried out using the following databases: Capes (Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel), Scielo (Scientific Electronic Library Online) and Google Scholar. Finally, the results of the studies showed that the addition of flaxseed flour, quinoa and by-products improved the nutritional quality of some products, also demonstrating that the flavor contrast technique is a method that enhances the salty taste, allowing a reduction in the amount of sodium added to the food without sensorially affecting the consumer's perception.

Keywords: Bakery; Sodium; Nutritional Value.

Resumen

El trigo es materia prima en la elaboración de varios productos, sin embargo, durante el procesamiento para su transformación en harina blanca, el valor nutritivo del trigo se reduce, perdiendo algunas vitaminas y minerales. Por lo tanto, el enriquecimiento de nutrientes en productos como el pan y las galletas se vuelve necesario para reducir las deficiencias nutricionales, así como la reducción de sodio en los productos de panadería también es extremadamente importante. Los consumidores preocupados por los efectos perjudiciales para la salud del consumo excesivo de sodio exigen que la industria alimentaria reduzca continuamente el uso de sal en los alimentos. Sin embargo, esta limitación sigue siendo

un gran desafío en el segmento de panadería, ya que además de brindar palatabilidad, el sodio es responsable de varias propiedades funcionales en los alimentos. Por lo tanto, el presente estudio tiene como objetivo elaborar una revisión bibliográfica sobre productos derivados del trigo nutricionalmente enriquecidos y reducidos en sodio, con el fin de verificar el mejor método de reducción de sodio en relación a la aceptabilidad de este tipo de producto. La revisión sistemática se realizó utilizando las siguientes bases de datos: Capes (Coordinación para el Perfeccionamiento del Personal de Educación Superior), Scielo (Biblioteca Científica Electrónica en Línea) y Google Scholar. Finalmente, los resultados de los estudios demostraron que la adición de harina de linaza, quinua y subproductos mejoró la calidad nutricional de algunos productos, demostrando además que la técnica de contraste de sabor es un método que realza el sabor salado, permitiendo reducir la cantidad de sodio añadido al alimento sin afectar sensorialmente la percepción del consumidor.

Palabras clave: Panadería; sodio; valor nutricional.

1. Introdução

O trigo (*Triticum aestivum L.*) é originário do Oriente Médio (Ásia) e tem sido cultivado no Brasil desde 1534 pelos portugueses. Este cereal é bastante consumido na dieta humana, sendo aproximadamente 20% do total de calorias diárias. Seus derivados imediatos consistem de farinha branca e integral (Scheuer et al., 2011).

O trigo é matéria-prima para a elaboração de pães, macarrão, bolos e biscoitos, conferindo elasticidade às massas, além de fornecer proteínas de alto valor biológico (com exceção de lisina) e carboidratos complexos (amido e fibras), bem como vitaminas do complexo B e ferro (Scheuer et al., 2011).

Durante o processamento da farinha branca, a casca e o gérmen do grão de trigo são eliminados, diminuindo seu valor nutricional, devido à remoção de algumas vitaminas e minerais (Scheuer et al., 2011).

A inovação de produtos visando atender a demanda dos consumidores por alimentos que promovam cada vez mais saúde e bem-estar, tem sido a chave para a sobrevivência das indústrias alimentícias. A adição de farinhas mistas para elaboração de novos produtos é uma estratégia de agregar valor aos produtos já existentes no mercado. Atualmente, diversos tipos de farinhas de frutos regionais ou mesmo farinhas integrais que possam contribuir com os teores de fibras e proteínas, ou que possuam algum componente funcional, são comumente utilizadas na indústria de panificação como forma de se obter um produto diferenciado (Ktenioudaki et al., 2015; Moro et al., 2018).

O pão, especialmente aqueles feitos de farinha de trigo, é um dos alimentos mais consumidos em todo o mundo. Por isso, vários estudos têm sido realizados a fim de melhorar seu valor nutritivo, suprimindo necessidades nutricionais diárias, reduzindo e substituindo o sódio e disponibilizando substâncias com alegações de propriedades funcionais (Borges et al., 2011).

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.

A redução do teor de sal nos alimentos processados, é um grande desafio do ponto de vista tecnológico e sensorial, uma vez que resulta não apenas em redução do gosto salgado e a aceitabilidade, mas também pode impactar nas funções que este ingrediente desempenha na produção como textura e conservação (Campos, et al., 2014; Lynch et al., 2009; Silow, et al., 2016; Diler, et al., 2016; Zandstra et al., 2016; Noort, et al., 2012; Israr, et al., 2016).

Globalmente, a ingestão média diária de sal é muito superior ao nível recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), a média atual de consumo por pessoa é de 9-12g por dia. O limite considerado pela OMS não passa de 5g por pessoa, ou seja, está sendo consumido mais que o dobro da recomendação máxima (OMS, 2012). Logo, o consumo excessivo de sódio tem sido associado a efeitos negativos para a saúde, uma vez que o sódio é um dos principais contribuintes para hipertensão e doenças cardiovasculares (Hendriksen, et al., 2014; Kloss, et al., 2015)

O biscoito ou bolacha se tornou comum aos lares dos brasileiros, impulsionado pelo fato de ser barato, prático, facilmente encontrado no mercado e saciar a fome, porém normalmente com teor nutricional baixo. O enriquecimento deste tipo de alimento é importante para melhorar o valor nutricional de um alimento amplamente consumido pela população (Possamai et al., 2019).

Um dos maiores problemas da população mundial na atualidade é a deficiência de nutrientes. Déficits de nutrientes são definidos quando estes não são fornecidos pela dieta ao organismo durante um longo período de tempo, desenvolvendo-se o estado

de deficiência. Este problema afeta tanto a população dos países menos desenvolvidos, no qual há escassez de alimentos e a alimentação é menos variada, quanto em países mais industrializados onde o consumo de alimentos muito calóricos, porém nem sempre ricos em minerais e em vitaminas vem aumentando.

Conhecida como fome oculta (hidden hunger), a deficiência de nutrientes atinge mais de 2 bilhões de pessoas. No Brasil, a maior parte da população apresenta deficiência de pelo menos um nutriente. Essa deficiência nutricional de vitaminas e minerais, prejudica o desenvolvimento intelectual, cognitivo e físico, causando doenças e mortes prematuras. O custo dos produtos alimentícios, disponibilidade dos alimentos, tradição, falta de conhecimento nutricional, preferências sensoriais, são alguns fatores que acarretam essa deficiência. Desta forma, o grande desafio do mundo moderno não é mais alimentar a população mundial, mas sim nutrir essa população (Soccol et. al., 2021).

Dentro deste contexto, a situação requer uma intervenção coerente a partir da melhoria no cardápio alimentar da população, sem interferir de maneira abrupta sobre a diversidade de alimentos que o compõe, mas sim, sobre a qualidade nutricional dos mesmos. Pois, somente com uma alimentação balanceada, pode-se garantir o máximo crescimento, desenvolvimento e manutenção do indivíduo.

Uma alternativa que tem mostrado viabilidade tecnológica e econômica é o enriquecimento de produtos de alta aceitação e consumo dentro da população, como os pães e biscoitos, de modo a reduzir as deficiências nutricionais decorrentes da mudança no padrão da alimentação (Burger et. al., 2014).

Segundo a Portaria nº 31, de 13 de janeiro de 1998 da ANVISA (BRASIL, 1998), um alimento enriquecido ou simplesmente adicionado de nutrientes é todo alimento ao qual for adicionado um ou mais nutrientes essenciais contidos naturalmente ou não no alimento, objetivando reforçar o seu valor nutritivo, prevenir ou corrigir deficiência(s) demonstrada(s) em um ou mais nutrientes e repor os nutrientes reduzido(s) durante o processamento e ou armazenamento do alimento.

Atualmente, a busca por alimentos mais nutritivos e reduzido em sódio, gordura saturada e açúcares adicionados e que tragam benefícios à saúde vem aumentando cada vez mais, haja vista que os consumidores estão mais conscientes de suas escolhas alimentares. Para isso, o desenvolvimento de novos produtos se faz necessário para que sigam estas tendências (Bick et. al., 2014).

Por isso, continua sendo um desafio reduzir o teor de sódio mantendo a qualidade nos produtos de panificações. Pois, além da sua contribuição para o sabor, o sódio desempenha um importante papel tecnológico no processo de fabricação desses produtos (Noort, et al., 2012).

De acordo com Campos, et al., 2012 as diferentes técnicas existem no sentido de se reduzir o sal e, conseqüentemente, o sódio em diferentes alimentos. O grau de redução que pode ser alcançado sem a percepção do consumidor varia conforme o tipo de alimento e o teor inicial de sal.

Conforme pudemos verificar, os autores apresentaram as principais técnicas normalmente utilizadas para a redução de sódio, suas vantagens, desvantagens e limitações. É importante ressaltar que cada uma das técnicas possui uma diferente funcionalidade quanto à redução de sódio.

Diante do exposto, o presente estudo objetivou a elaboração de uma revisão bibliográfica acerca de produtos derivados do trigo enriquecidos nutricionalmente e reduzido em sódio, no intuito de verificar o melhor método de redução de sódio em relação a aceitabilidade nesse tipo de produto.

2. Metodologia

Neste trabalho, realizou-se uma revisão sistemática da literatura científica nacional e internacional sobre o tema de produtos derivados do trigo que foram enriquecidos nutricionalmente e reduzido em sódio. Esse tipo de revisão utiliza como fonte de dados a literatura sobre determinados temas para integrar informações de um conjunto de estudos realizados separadamente sobre determinada terapêutica/intervenção, que podem apresentar resultados conflitantes e/ou coincidentes (SAMPAIO; MANCINI, 2007).

A revisão abrangeu artigos científicos, monografias, teses e dissertações publicados e disponíveis nas bases de dados: Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), Scielo (Scientific Eletronic Library Online) e

Google acadêmico. Descartou-se estudos que não apresentavam o resumo, e não abordavam a temática em estudo, bem como artigos opinativos que não estavam apoiados em dados de pesquisa ou que não apresentavam suporte de uma coleta sistemática de dados.

Nos descritores de assunto foram utilizadas as seguintes expressões: “enriquecimento nutricional de pães”, “enriquecimento nutricional de biscoitos”, “trigo”, “produtos derivados do trigo enriquecidos nutricionalmente”, “métodos de substituição de sódio”, “redução de sódio em produtos de panificação” e “redução de sódio”, considerando-se publicações a partir de 2012.

3. Resultados e Discussão

De acordo com o estudo de Borges et al. (2012) utilizaram a farinha de quinoa (FQ) em substituição parcial à farinha de trigo (FT) na formulação de pão de forma. O valor biológico de sua proteína, seus minerais e outros componentes bioativos favorecem a aplicação da farinha de quinoa na elaboração de pães objetivando melhorias na qualidade nutricional. Este estudo avaliou a qualidade nutricional de pães de forma com substituição da FT por FQ nas proporções de 100:00, 90:10 e 85:15, respectivamente. Os resultados obtidos foram a melhora do valor nutricional dos produtos e aumento ($p < 0,05$) dos teores de cinzas, fibra alimentar total, lipídios e proteínas.

Com relação ao estudo de Costa et al. (2020) elaboraram pães tipo forma com farinha de trigo, farinha de linhaça e enzimas transglutaminase e xilanase. A linhaça possui ácidos graxos importantes para o organismo (ácido linolênico, ácido linoleico e ácido oleico), fibras alimentares (D-xilose, L-galactose, L-Rhamnose, ácido D-galacturônico, lignana), proteínas digestíveis e minerais. Seus constituintes bioativos podem atuar na redução de doenças cardiovasculares, diabetes e constipação. Foram produzidas três formulações, uma padrão com 100% de farinha, formulação com 90% de farinha de trigo, 10% de farinha de linhaça, sem adição de enzimas e formulação com 90% de farinha de trigo, 10% de farinha de linhaça, com as enzimas transglutaminase e xilanase, a fim de analisar suas características instrumentais e sensoriais. A substituição contribuiu para o aumento do teor de compostos fenólicos e antioxidantes, aumento de proteína, lipídios, cinzas e compostos fenólicos totais no produto, além da melhora na textura do miolo.

Borges et al. (2011) verificaram o efeito da utilização de farinha mista de trigo e linhaça integral nas proporções de 100:0 (F0), 90:10 (F10) e 85:15 (F15) nas características físico-químicas e sensoriais de pão de sal. Houve alteração na composição química dos pães, com aumento da fibra alimentar e lipídios, assim como coloração mais escura, redução de volume e maior firmeza.

Brito (2014) avaliou a estabilidade de pães enriquecidos com diferentes formas de chia (semente e farinha) e sua composição proximal caracterizada através de análises físico-químicas (umidade, cinzas, proteínas e lipídeos). A chia apresenta, na sua composição, lipídios, proteínas, fibras e também vitaminas, minerais e aminoácidos indispensáveis para saúde humana, além de compostos antioxidantes, entre eles: ácido clorogênico, ácido caféinico, mircetina e quercetina. Seu nível elevado de ácido linolênico (C18:3n-3), ômega 3, ao ser adicionada em formulações, os transformam em alimentos funcionais, como é o caso de produtos de panificação.

O estudo realizado mostrou que a chia, tanto a semente quanto a farinha, acrescentou propriedade funcional e nutricional ao pão, tendo em vista teor de proteínas, cinza, lipídeos, umidades e carboidratos maiores que o pão tradicional.

Souza (2014) desenvolveu e avaliou um pão enriquecido com uma farinha múltipla composta por ingredientes amazônicos (farinha de pupunha, pó de caruru e pó de semente de jerimum). A multimistura pode ser definida como o produto obtido através da mistura de farelos de trigo e de arroz (80%), pó de folhas verde-escuras (5%), pó de sementes (5%) e pó de casca de ovo (10%), fornecendo nutrientes indispensáveis para promoção de ótimo crescimento da criança e do feto, aumento da resistência a infecções, prevenção e cura da anemia nutricional, diminuição das diarreias, redução de doenças respiratórias, manutenção da saúde e elevação da produção do leite materno. O produto final teve boa aceitação sensorial, além de aumentar os valores de fibras e proteínas, contribuindo para um melhor processo digestivo e melhor ingestão de proteínas de origem vegetal.

Bick et al. (2014) desenvolveram e avaliaram as características nutricionais, físicas e sensoriais de um biscoito com substituição parcial da farinha de trigo por farinha de quinoa. foram produzidas formulações de biscoito padrão (100% de farinha de trigo) e com substituição de farinha de trigo com concentrações de 10%, 20% e 30% de farinha de quinoa. Observou-se maiores teores de proteína, lipídios, fibras e minerais aos biscoitos com adição de até 30% de farinha de quinoa e uma maior maciez.

Santos et al. (2017) caracterizaram biscoitos aromatizados com especiarias e enriquecidos com farinha da casca e do talo da cenoura. A cenoura (*Daucus carota* L) é uma importante fonte de carboidratos, fibras, minerais e uma das melhores fontes vegetais de carotenoides. Os biscoitos foram elaborados com substituição parcial da farinha de trigo por FCTC na proporção de 5%. Resultando em biscoitos com menor valor calórico e mais cinzas, promovendo o enriquecimento nutricional, sem perder qualidade do produto, assim como o reaproveitamento de resíduos do processamento mínimo de hortaliças.

De acordo com o estudo de Vasques, et al., 2022 no qual avaliaram a farinha de bambu (FB) e biscoitos tipo cookie, substituindo 15% e 30% da farinha de trigo por FB e foram realizadas análises de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, fibras e carboidratos. Já a farinha foi analisada quanto ao índice de absorção de água (IAA) e ao índice de solubilidade de água (ISA). A FCB mostrou uma boa fonte de proteína, baixo teor de lipídeos e elevado teor de fibras, tendo grande potencial de ser inserida em diversos alimentos. Para os cookies também foram analisados dureza, análise sensorial de aceitação e a intenção de compra. Quanto à análise sensorial de aceitabilidade, as amostras que apresentaram melhor aceitação foram a da formulação padrão e o cookie 15%. Já a amostra de 30% de substituição apresentou baixa aceitação devido a alta concentração de FCB tornando o biscoito mais rígido.

Possomai et al. (2019) estudaram o enriquecimento nutricional com farinha integral e batata-doce da bolacha distribuída como lanche no Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) do Câmpus Xanxerê aos estudantes do ensino médio técnico. A batata-doce possui alto valor nutritivo, pelo seu conteúdo de carboidratos complexos e versatilidade, tem alto teor de fibras e baixo índice glicêmico, o que reduz o colesterol e protege contra o aparecimento da diabetes, além de ser considerada um alimento promissor para erradicação de carências nutricionais em grupos populacionais com deficiência de consumo em calorias ou nutrientes e pessoas com aumento das necessidades, como crianças, mulheres em idade fértil e gestantes. Foi formulada uma bolacha com menor valor calórico, de carboidratos, lipídeos e de proteínas e aumento da vitamina A, C e B3.

Conforme o estudo de Noort, et al., 2012 foi usado sódio encapsulado em diferentes níveis de sódio na proporção de 2,0%, 1,5% e 1,0% estes percentuais foram inseridos em três tipos de pão. Conclui-se que pães contendo de 1,0% a 1,5% de níveis de sal encapsulado apresenta maior aceitação por meio dos consumidores e não teve aumento da salinidade com relação ao encapsulado de 2,0% de sódio aumentou-se a salinidade e reduziu a aceitação. A percepção sensorial depende principalmente das características do cristal incluindo forma, tamanho e densidade.

No estudo de Israr et al. (2016) mostrou que para uma simples redução de sódio é necessário tempo para atingir a qualidade do produto em escala industrial. A substituição de sódio por um substituto, no caso o cloreto de potássio, apresentou funções quase semelhantes ao comparado com o cloreto de sódio em processo de panificação, já outros substitutos como cloreto de magnésio, cloreto de cálcio e entre outros tem aplicação limitada devido ao sabor ser desagradável.

De acordo com Israr, et al. (2016) o substituto de sal mais utilizado atualmente é o cloreto de potássio, mas novas técnicas vêm sendo estudadas para redução de sódio.

De acordo com Nilson, et al. 2012 o nível recomendado de cloreto de potássio em substituição ao sódio é uma consideração importante porque níveis acima de 30% pode conferir um sabor metálico e amargo. A pesquisa de Brandsma, 2006 mostrou-se que 20% de cloreto de potássio em substituição ao sódio apresentou um sabor aceitável ao pão. Enquanto que na proporção de 40% de cloreto de potássio resulta num sabor não aceitável.

O estudo de Vasques, et al., 2020 propôs uma metodologia para a redução de sal em biscoito do tipo *cream cracker*, por meio de cobertura salgada, na qual foi possível observar resultados satisfatórios, pois obteve uma redução de sal de 42,47% em relação à formulação padrão, não apresentando diferença significativa com relação à percepção de sal por meio dos provadores.

Assim, o método de revestimento por cobertura salgada, pode ser considerado como uma boa estratégia para a redução de sal em biscoito do tipo *cream cracker*, sem comprometer a percepção do sabor por parte dos consumidores. Por se encontrar de forma superficial no biscoito, a cobertura pode contribuir para melhorar a interação do sal com os receptores gustativos sem reduzir a percepção de sabor do biscoito, resultando num produto em conformidade com o que preconiza a Organização Mundial de Saúde.

4. Conclusão

Em razão do que fora apresentado, conclui-se que o enriquecimento nutricional de produtos derivados do trigo, como o pão

e o biscoito, através da adição de farinha de quinoa, farinha de bambu, farinha de linhaça, chia, farinha da casca e do talo da cenoura, batata-doce e a farinha múltipla composta por ingredientes amazônicos, melhoraram a qualidade nutricional destes produtos, além de favorecer o aumento da ingestão de alguns nutrientes, como as fibras, proteínas, lipídios, vitaminas e minerais e diminuir a deficiência nutricional da população.

Quanto a redução de sódio nos produtos de panificação, os consumidores preocupados com os efeitos prejudiciais à saúde quanto ao consumo excessivo de sódio, vão exigir cada vez mais das indústrias alimentícias uma contínua redução do uso de sal nos alimentos. No entanto, essa limitação ainda é um grande desafio no segmento de panificação, pois além de prover a palatabilidade, o sódio é responsável por diversas propriedades funcionais nos alimentos. Logo, a técnica de contraste de sabor apresentou um interessante avanço para o setor alimentício mundial, pois no caso do sal, esse método potencializa o gosto salgado, permitindo redução de sua quantidade adicionada ao alimento sem afetar sensorialmente a percepção do consumidor.

Contudo, acredita-se que as reduções de sal serão implementadas em um adequado e longo tempo até que as indústrias consigam readequar suas receitas e tecnologias. Por isso, ainda se faz necessários novos estudos para verificar a aplicabilidade desta metodologia nos produtos de panificação em maior escala.

Referências

- Bick, M. A.; Fogaça, A. O.; Storck, C. R. (2014). Biscoitos com diferentes concentrações de farinha de quinoa em substituição parcial à farinha de trigo. *Brazilian Journal Of Food Technology*, 17 (2), 121-129.
- Borges, J. T. DA S.; Pirozi, M. R.; Paula, C. D.; Ramos, D. L.; Chaves, J. B. P (2011). Caracterização físico-química e sensorial de pão de sal enriquecido com farinha integral de linhaça. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 29, (1), 83-96.
- Borges, J. T. S.; Paula, C. D.; Pirozi, M. R.; Oliveira, K (2012). Qualidade nutricional de pão de forma enriquecido com farinha de quinoa. *Revista Alimentos Hoy*, 21 (27), 55-67.
- BRASIL. Aprova o Regulamento Técnico referente a Alimentos Adicionados de Nutrientes Essenciais, constante do anexo desta Portaria. *Portaria N° 31, de 13 de Janeiro de 1998*. Brasil, 16 jan. 1998.
- Brito, Leticia Gimenes da Silva (2014). *Aplicação de chia (salvia hispanica) no processamento de pães visando o enriquecimento nutricional e funcional*. 2014. 29 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina.
- Burger, A. Souto, J. P. B.; Carneiro, J. E. S (2014). *Formulação de biscoito enriquecido com fibras da casca da laranja adicionado de hortelã*. 2014. 19 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- Calvel, R (1987). *O Pão Francês e os Produtos Correlatos: Tecnologia e Prática da Panificação*. Fortaleza: J. Macedo S.A. Comércio, Administração e Participações, 287.
- Campos, G. C. M.; Elisabeth, B. M.; Silva, M. P.; Vidal, G (2014). Redução de sódio em alimentos: panorama atual e impactos tecnológicos, sensoriais e de saúde pública. *Revista Nutrire*, 30 (03), 348-365.
- Cauvain, S. P (2007). *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, 283-295.
- Costa, C. S.; Pontes, D. F.; Medeiros, S. R. A.; Oliveira, M.N.; Herculano, L. F. L.; Araújo, I. M. S.; Pinto, L. I. F.; Medeiros, M. M. L.; Leão, M. V. S.; Silva, M. F. F (2022). Caracterização tecnológica e sensorial de pães tipo forma com adição de farinha de linhaça marrom (*Linum usitatissimum* L.) e enzimas. *Research, Society and Development*, 9 (12).
- Diler, G.; Le-Bail, A.; Chevallier, S (2009). Salt reduction in leaf mass: a successful technological. *Food Research International*, 42 (7), 885-891.
- Israr, T.; Rakha, A.; Sohail, M.; Rashid, S.; Shehza, D (2016). A. Salt reduction in baked products: Strategies and constraints. *Trends in Food Science & Technology*, 51 (1), 98-105.
- Ktenioudaki, A.; Jubete, L. A.; Smyth, T. J.; Kilcawley, K.; Rai, D. K.; GALLAGHER, E (2015). Application of bioprocessing techniques (sourdough fermentation and technological aids) for brewer's spent grain breads. *Food Research International*, 73 (1), 107-116.
- Lynch, E. J.; Bello, F. D.; Sheehan, E. M.; Cashman, E.K.A (2009). Fundamental studies on the reduction of salt on dough and bread characteristics. [Food Research International](#), 42, 885-891.
- Moro, T. M. A.; Celegatti, C. M.; Pereira, A. P. A.; Lopes, A. S.; Barbin, D. F.; Pastore, G. M.; Clerici, M. T. P. S. (2018). Use of burdock root flour as a prebiotic ingredient in cookies. *LWT- Food Science and Technology*, 90 (1), 540-546.
- Nilson, E. A. F.; Jaime, P. C.; Resende, D.O (2012). Iniciativas desenvolvidas no Brasil para a redução do teor de sódio em alimentos processados. *Rev. Panam Salud Publica*, 32 (4), 287-292.
- Noort, M. W.; Bult, J.H. F.; Stieger, M (2012). Saltiness enhancement by taste contrast in bread prepared. *Journal of Cereal Science*, 55, 218-225.
- Possamai, A. L. G.; Gabriel, B. H.; Martins, E. B.; Felipe, L.; Magro, V. L (2019). *Enriquecimento nutricional com farinha integral e batata-doce da bolacha distribuída como lanche no ifsc câmpus xanxerê*. 2019. 44 f. TCC (Graduação) - Curso de Técnico em Alimentos, Instituto Federal de Santa Catarina, Xanxerê.
- Sampaio, R. F.; Mancini, M. C (2007). Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 11 (1), 83-89.

- Santos, A. K. D.; Rodrigues, E.; Hernandez, T.; Oliveira, A. P (2017). Caracterização física e química de biscoito salgado enriquecido com farinha de resíduos do processamento da cenoura e especiarias. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, 11 (2), 2368-2381.
- Scheuer, P. M.; Francisco, A.; Miranda, M. Z.; Limberger, V. M (2011). TRIGO: Características e utilização na panificação. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v. 13, n. 2, p. 211-222, mar. 2011.
- Silow, C.; Axel, C.; Zannini, E.; Arendt, E. K (2016). Current status of salt reduction in bread and bakery products – A review. *Journal of Cereal Science*, 72, 135-145.
- Socol, C. P.; Coletti, L. R.; Scalcon, L. E. P.; Silva, L. V.; Schmitz, S. B (2021). *Alimentos biofortificados no Brasil E sua importância no combate à fome oculta*. 2021. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso Técnico em Alimentos, Instituto Federal de Santa Catarina, Xanxerê.
- Souza, Esther Maria Oliveira DE (2014). *Caracterização físico-química, nutricional e aceitabilidade de um pão enriquecido com farinha múltipla composta por ingredientes amazônicos*. 2014. 46 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências de Alimentos, Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- Vasques, C.T.; Mendes, M. P.; Silva, D. M. B.; Monteiro, A. R. G (2020). Reduction in sodium chloride content in saltine crackers through an edible coating. *Czech Journal of Food Sciences*, 38, (4), 237-241, 2020.
- Vasques, C. T.; Mendes, M. P.; Silva, D. M.B.; Monteiro, C.C.F.; Monteiro, A. R. G (2022). Characterisation of bamboo (Bambusatuldoideis) culm flour and its use in cookies. *Czech Journal of FoodSciences*, 40, (05), p. 345–351, 2022.
- Zandstra, E. H.; Lion, R.; Newson, R. S. Salt reduction: Moving from consumer awareness to action. *Food Quality and Preference*, v. 48, p. 376-381, 2016.

ARTIGO 04

1 **Redução de cloreto de sódio em pão de forma com uso de sal encapsulado¹**

2 **Reduction of sodium chloride in bread with the use of encapsulated salt**

3 **RESUMO** - O elevado consumo de sal (cloreto de sódio) é uma das maiores preocupações das
4 autoridades de saúde pública em todo o mundo. Existem fortes evidências científicas que uma
5 dieta rica em sódio é responsável pelo aumento de vários problemas de saúde. Este artigo tem
6 por objetivo substituir o conteúdo de sal do pão de forma por sal encapsulado em goma xantana
7 proporcionando uma distribuição não homogênea de sal, de forma que a percepção do gosto
8 salgado não seja alterada, mantendo também as características sensoriais do produto e
9 garantindo aceitação do consumidor. Para isso, foram elaboradas e comparadas 3 formulações
10 de pão de forma, sendo a Formulação 1 (F1) a padrão, e as Formulações 2 (F2) e 3 F(3), com a
11 utilização da técnica de sal encapsulado, considerando as respectivas reduções de 30% e 50%
12 de sal. Foram realizadas análises físico-químicas nos produtos das 3 formulações de pão.
13 Também foi realizada análise sensorial com os produtos das 3 formulações de pão, a qual
14 contou a participação de 108 provadores não treinados, com a finalidade de avaliar e comparar
15 a intensidade de sal das amostras. Assim, avaliou-se que F1 e F2 não apresentaram diferenças
16 estatísticas com relação ao teor de sódio, já F3 apresentou diferença entre as demais. Logo, foi
17 possível concluir que a metodologia de redução de 30% de sódio utilizando o encapsulamento
18 em goma xantana, pode ser uma alternativa para redução de sal sem reduzir a percepção do
19 sabor.

20 **Palavras Chaves:** goma xantana, sensorial, distribuição não-homogênea.

21 **ABSTRACT** - The high consumption of salt (sodium chloride) is one of the biggest concerns
22 of public health authorities around the world. There is strong scientific evidence that a high

¹Parte da Dissertação do primeiro autor, apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Ciência de alimentos - Universidade Estadual de Maringá UEM.

23 sodium diet is responsible for the increase of several health problems. This project aims to
24 replace the salt content of sliced bread with salt encapsulated in xanthan gum, providing a non-
25 homogeneous distribution of salt, so that the perception of salty taste is not altered, also
26 maintaining the organoleptic characteristics of the product and guaranteeing acceptance. Of the
27 consumer. For this, 3 sandwich bread formulations were prepared and compared, with
28 Formulation 1 (F1) being the standard, and Formulations 2 (F2) and 3 F(3), using the
29 encapsulated salt technique, considering the respective 30% and 50% reductions in salt.
30 Physical-chemical analyzes were carried out on the products of the 3 bread formulations.
31 Sensory analysis was also carried out with the products of the 3 bread formulations, which
32 involved the participation of 108 untrained tasters, with the aim of evaluating and comparing
33 the salt intensity of the samples. Thus, it was evaluated that F1 and F2 did not present statistical
34 differences in relation to sodium content, whereas F3 showed difference between the others.
35 Therefore, it was possible to conclude that the 30% sodium reduction methodology using
36 xanthan gum encapsulation can be an alternative for reducing salt without reducing the
37 perception of flavor.

38 **Keywords:** xanthan gum, sensory, non-homogeneous distribution.

39 INTRODUÇÃO

40 O pão é um alimento largamente consumido no Brasil, por isso, o alto teor de sal presente
41 no pão tem sido alvo de preocupação de pesquisadores. Os pães são produtos obtidos da farinha
42 de trigo e/ou outras farinhas, adicionados de líquido, resultantes do processo de fermentação ou
43 não e da cocção, podendo conter outros ingredientes, desde que não descaracterizem os
44 produtos. Já o pão de forma, segundo a legislação vigente, é um produto obtido pela cocção da
45 massa em formas, apresentando miolo elástico e homogêneo, com poros finos, casca fina e
46 macia (ANVISA 2000; 2005).

47 Em 2011, o Ministério da Saúde firmou acordo com grandes associações nacionais

48 alimentícias com o objetivo de reduzir o teor de cloreto de sódio nos alimentos processados
49 (ANVISA, 2014).

50 O pão, juntamente com outros produtos de panificação, representa uma das principais
51 fontes de cloreto de sódio na dieta ocidental diária, por isso, muitas iniciativas voltadas para
52 reduzir a ingestão de sal têm se concentrado na redução do teor de sal no pão (SACN,
53 2003;QUILEZ, *et al.*, 2012) .

54 Em particular, foi relatado que os produtos de cereais são responsáveis por cerca de 30%
55 da ingestão total de sal (Lynch, *et al.*, 2009). Assim, a redução do teor de sal nesses produtos
56 pode ter um importante impacto positivo na saúde da sociedade.

57 Globalmente, a ingestão média diária de sal é muito superior ao nível recomendado pela
58 Organização Mundial de Saúde (OMS), a média atual de consumo por pessoa é de 9-12g por
59 dia. O limite considerado pela OMS não passa de 5g por pessoa, ou seja, está sendo consumido
60 mais que o dobro da recomendação máxima (OMS, 2012). Logo, o consumo excessivo de sódio
61 tem sido associado a efeitos negativos para a saúde, uma vez que o sódio é um dos principais
62 contribuintes para hipertensão e doenças cardiovasculares (HENDRIKSEN, *et al.*, 2014;
63 KLOSS, *et al.*, 2015)

64 A redução do teor de sal nos alimentos processados, é um grande desafio do ponto de
65 vista tecnológico e sensorial, uma vez que resulta não apenas em redução do gosto salgado e a
66 aceitabilidade, mas também pode impactar nas funções que este ingrediente desempenha na
67 produção como textura e conservação (CAMPOS, *et al.*, 2014; LYNCH *et al.*, 2009; SILOW,
68 *et al.*, 2016; DILER, *et al.*, 2016; ZANDSTRA *et al.*, 2016; NOORT, *et al.*, 2012; ISRAR, *et*
69 *al.*, 2016).

70 Essa característica multifuncional do sal aumenta a complexidade de redução de sódio na
71 dieta, fazendo com que as estratégias de redução não devam comprometer a percepção de
72 aceitabilidade do alimento e nem suas características (CHIU *et al.*, 2017).

73 A utilização de sal nos produtos de panificação é importante, pois além de interferir no
74 sabor ele contribui como desenvolvimento da rede de glúten, aumenta a elasticidade da massa,
75 controla a atividade da levedura na fermentação e faz a manutenção da concentração de água
76 na massa (CAUVAIN, 2007 e CALVEL, 1987). De acordo Chen, *et al.*, (2019) o sal aumenta
77 a resistência à mistura da massa, diminui a viscosidade da massa durante o processamento,
78 estabiliza a taxa de fermentação da levedura, conduz a uma cor de crosta mais atraente, melhora
79 a textura do pão, retarda o endurecimento do pão e inibe o crescimento microbiano durante o
80 armazenamento do pão.

81 Por isso, continua sendo um desafio reduzir o teor de sódio mantendo a qualidade do
82 pão. Pois, além da sua contribuição para o sabor, o sódio desempenha um importante papel
83 tecnológico no processo de fabricação de pão (NOORT, *et al.*, 2012).

84 Uma tecnologia proposta para reduzir algum componente de um alimento sem prejudicar
85 sua qualidade sensorial é chamada de "*taste contrast*" ou contraste de sabor (HOLM *et al.*,
86 2009; MOSCA *et al.*, 2010; NOORT *et al.*, 2010). Mosca *et al.*, (2010) demonstraram que géis
87 não-homogêneos com altos gradientes de concentração de açúcar tiveram maior doçura do que
88 géis com distribuição homogênea. Já para Noort, *et al.* (2012), também na mesma linha de
89 pesquisa, evidenciaram que por meio desse contraste sensorial foi possível reduzir a quantidade
90 de sal utilizado em pães. Neste caso, utilizaram sal encapsulado, onde o sal, devido a sua
91 encapsulação, não se dissolveu na massa, formando regiões de maior concentração de sal e
92 outras com menor concentração.

93 A técnica de contraste de sabor representa um interessante avanço para o setor alimentício
94 mundial. No caso do sal, esse método potencializa o gosto salgado, permitindo redução de sua
95 quantidade adicionada ao alimento. Entretanto, é um desafio reduzir seu teor no pão, uma vez
96 que o sal é fundamental no processo de produção da massa.

97 Sendo assim, este trabalho tem por objetivo desenvolver um pão de forma, com a adição

98 de sal encapsulado com goma xantana, visando à redução de sódio através da distribuição não
99 homogênea de sal, buscando manter as mesmas propriedades sensoriais no produto.

100 MATERIAL E MÉTODO

101 Materiais

102 Os ingredientes utilizados para as formulações foram adquiridos em supermercados do
103 município de Maringá/PR. O preparo dos produtos foi realizado no laboratório de cereais de
104 engenharia de alimentos da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

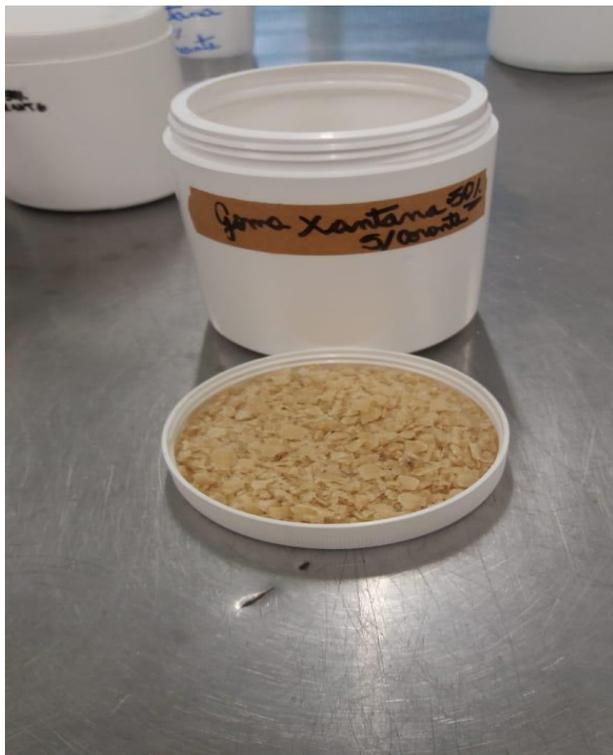
105 Foram elaboradas 3 formulações de pão de forma sendo a Formulação 1 (F1) a padrão, a
106 Formulação 2 (F2), com a redução de 30% de sódio e a Formulação 3 (F3), com a redução de
107 50% de sódio, aplicando-se a metodologia de sal encapsulado por goma xantana na F2 e F3.

108 Preparação de cristais de sal encapsulados com goma xantana

109 O sal encapsulado foi formado por um núcleo de sal revestido por um agente encapsulante
110 (goma xantana), visando a liberação lenta do sal no processo de mistura na massa para garantir
111 a distribuição não homogênea. Para fazer a encapsulação, na F2 foi reduzido 30% de sal em
112 relação à F1, e foi adicionado 30% de goma xantana. Já em F3, foi reduzido 50% de sal em
113 relação à F1, e foi adicionado 50% de goma xantana. Após a homogeneização e gelatinização
114 da solução, a mesma passou por processo de secagem em estufa de circulação com temperatura
115 de 60°C por 48 horas. Para verificar a não homogeneidade no produto final, foi empregado um
116 corante alimentício junto a solução salina e o agente encapsulante, mas para os testes sensoriais
117 o corante não foi aplicado para não prejudicar a avaliação no aspecto visual do produto.

118 Após a secagem da mistura de sal e goma xantana, o material foi triturado e
119 posteriormente aplicado na fase de divisão e boleamento da massa visando verificar a não
120 homogeneidade no produto.

121 **Figura 01** – a) Sal encapsulado com goma xantana 50%; b) Sal encapsulado com goma xantana 30%;
122 c) Pão de forma produzido com redução de sal 50%, sal encapsulado com goma xantana e corante azul;
123 d) Pão de forma produzido com redução de sal 30%, sal encapsulado com goma xantana e corante azul;



- 124
- 125
- 126
- 127
- 128
- 129
- 130
- 131
- 132
- 133

134 **Figura 02** – a) Sal encapsulado com goma xantana 30% sem corante azul; b) Sal encapsulado com goma
 135 xantana 50% sem corante azul; c) Pão de forma padrão sem corante azul;



136 **Preparação dos pães**

137 Os pães de forma foram elaborados de acordo com a formulação padrão descrita por
 138 Berwig *et al.*, (2015), onde os ingredientes e suas respectivas proporções estão descritas na
 139 Tabela 01.

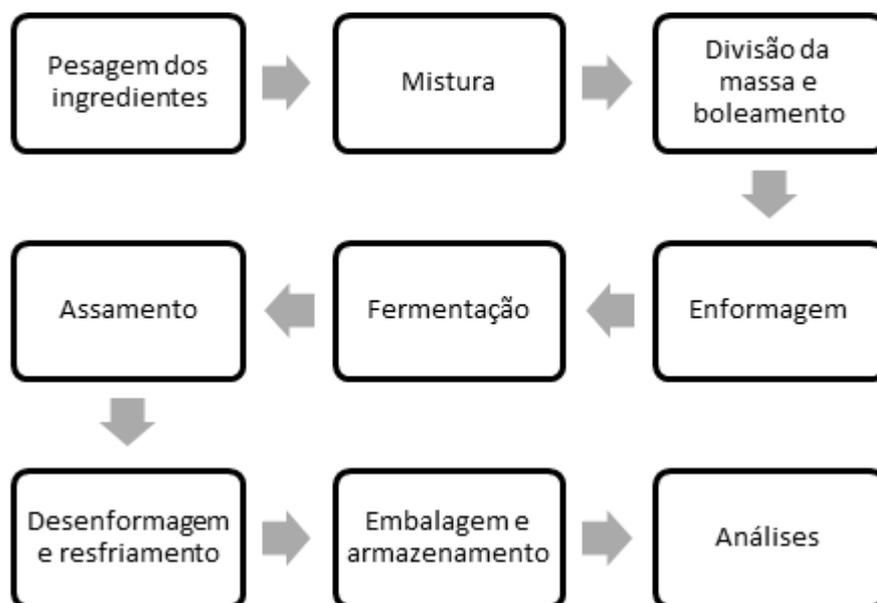
140 Tabela 01 – Formulação dos pães de forma produzidos.

Ingrediente	F1 (%)	F2 (%)	F3 (%)
Farinha de trigo	100	100	100
Água na temperatura de 2°C	55	55	55
Açúcar refinado	5	5	5
Gordura vegetal parcial. hidrogenada	4	4	4
Sal	2,0	1,4	1,0
Fermento biológico seco	2,5	2,5	2,5

141 F1= formulação padrão, F2= Redução de 30% de sódio e F3= Redução de 50% de sódio.

142 O processo de fabricação seguiu o fluxograma apresentado na Figura.

143 **Figura 02** – Fluxograma de fabricação do pão de forma.



144 Os ingredientes foram pesados em balança analítica e misturados em uma masseira espiral
145 (AES-25, Braesi), exceto o sal, que foi adicionado posteriormente. O equipamento foi ligado
146 em velocidade mínima, foi adicionado lentamente a água em temperatura de 3°C aos
147 ingredientes secos, e a mistura foi agitada por 7 minutos. Após a homogeneização dos
148 ingredientes, a massa foi agitada em velocidade rápida até a obtenção do “ponto de véu”. Em
149 seguida a massa foi dividida em porções menores, com aproximadamente 650g cada, foi
150 adicionado sal nas 3 formulações F1, F2 e F3, cada uma com a sua concentração, e em seguida
151 foram boleadas e colocadas em formas de alumínio com o tamanho de 21cm x 11cm, untadas
152 com gordura vegetal parcialmente hidrogenada. A fermentação foi realizada, deixando a massa
153 em descanso em estufa incubadora tipo B.O.D., com umidade e temperatura controladas. Os
154 pães foram forneados por 35min a 180°C, em seguida foram retirados das formas e mantidos
155 em temperatura ambiente até que pudessem ser armazenados em sacos plásticos antes da
156 realização das análises.

157 Os pães foram avaliados quanto ao teor de sódio pelo método (J AOAC, 1966), teor de
158 umidade através da metodologia (AOAC, 2005), o pH foi avaliado por processo eletrométrico
159 com potenciômetro digital (Hanna, modelo HI 221), a atividade de água foi realizada
160 utilizando-se o aparelho de medidor portátil modelo Aw 4TE, o volume específico foi

161 determinado pelo método de deslocamento de sementes de painço em cinco repetições
 162 (PIZZINATTO *et al.*, 1993), a análise de cor foi realizada em três repetições, empregando-se o
 163 colorímetro Chroma Meter CR400 (Konica Minolta, Japão)

164 A análise sensorial foi realizada com uma escala não estruturada de 7cm, cuja finalidade
 165 é avaliar a intensidade de sal em cada amostra. Os julgadores receberam uma porção de cada
 166 amostra (aproximadamente 4g), cada amostra foi codificada com números de três dígitos
 167 aleatórios. Os provadores classificaram as amostras em ordem crescente de sabor salgado,
 168 sendo da menos salgada para a mais salgada (MONTEIRO & CESTARI, 2015).

169 Os dados foram avaliados pela análise de variância ANOVA e as médias comparadas pelo
 170 teste de Tukey, utilizando o software Sisvar 5.6 (Ferreira, 2014).

171 RESULTADO E DISCUSSÃO

172 A Tabela 2 abaixo apresenta os resultados de umidade, atividade de água (Aa), pH,
 173 volume específico e índice de retração dos pães.

174 **Tabela 2** – Valores médios \pm desvio padrão da umidade, Aa, pH e dureza das formulações.

Formulação	Umidade (g.100 ⁻¹)	Aa	pH	Volume Específico	Índice de Retração
F1	34,68 ^a ±0,24	0,93 ^b ±0,00	5,93 ^c ±0,04	3,98 ^b ±0,23	0,93 ^c ±0,09
F2	30,49 ^b ±0,16	0,90 ^c ±0,00	6,00 ^c ±0,07	3,34 ^c ±0,28	0,78 ^c ±0,10
F3	29,66 ^c ±0,40	0,93 ^b ±0,00	5,93 ^c ±0,04	3,67 ^{cb} ±0,21	0,85 ^c ±0,09

175 * Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey

176 A umidade média do pão de forma padrão e com redução de sódio apresentaram
 177 diferenças entre si, respectivamente 29,66% e 34,68%. Na literatura, foram verificados valores
 178 bastante variáveis para a umidade deste tipo de pão, entre 32 e 37% (LIMA, *et al.*, 2009).

179 Com relação ao teor de umidade os resultados estão em conformidade com a Resolução
 180 nº 90 de 2000 da ANVISA (BRASIL, 2000), onde o percentual máximo permitido é de 38%.
 181 O teor elevado de umidade em pães aumenta a atividade microbiana, deixa o produto grudento
 182 e borrachudo, alterando sua textura, sendo este um dos fatores responsáveis pela perda da
 183 qualidade do produto.

184 Já com relação à Atividade de água (Aa), a F2 ($0,90^c \pm 0,00$) apresentou diferença
185 significativa em relação a F1 ($0,93^b \pm 0,00$) e F3 ($0,93^b \pm 0,00$). A atividade de água Aw indica a
186 quantidade de água disponível para realizar o movimento molecular e suas transformações e
187 promover o crescimento microbiano. Segundo Fennema (2000), produtos com atividade de
188 água entre 0,80 e 0,88 favorecem o desenvolvimento de bolores e leveduras, respectivamente.

189 O pão de forma é um produto de alta atividade de água, ou seja, possui muita água livre
190 disponível para crescimento microbiano e para as reações químicas de deterioração do produto,
191 por esse motivo, normalmente os produtos disponíveis no mercado possuem baixa vida-de-
192 prateleira, pois estão suscetíveis, principalmente, a crescimentos de bolores e leveduras em sua
193 superfície. Estes valores estão de acordo com os obtidos por Montenegro (2011), que também
194 encontraram valores aproximados aos pães de forma obtidos em seus estudos.

195 As formulações apresentaram valores de pH variando de 5,93 a 6,00 não apresentando
196 diferenças significativas entre as formulações. Louise (2014) encontrou valores de pH similares
197 em seu estudo, variando entre 6,97 e 7,36.

198 O volume específico é de grande importância na determinação da qualidade, porque
199 geralmente é influenciado pela qualidade dos ingredientes usados na formulação. Nos
200 resultados apresentados não encontrou diferença entre as amostras a que obtiveram redução de
201 sódio sendo que a F3 $3,67^{cb} \pm 0,21$ apresentou resultados semelhantes com F1 e F2. De acordo
202 com Lynch *et al.* (2009) também não encontraram diferenças significativas no volume
203 específico dos pães com diferentes concentrações de cloreto de sódio. Já com relação ao Índice
204 retração é possível observar na tabela 02 que as formulações não apresentaram diferenças
205 significativas ($p > 0,05$).

206 **Cor**

207 Os resultados das análises de cor dos pães elaborados, estão apresentados na Tabela 3
208 abaixo.

209 **Tabela 3** - Valores médios \pm desvio padrão das características físicas das formulações.

Parâmetro s Físicos	Cor do Miolo			Cor da Crosta		
	a*	b*	L*	a*	b*	L*
F1	-1,26 ^c \pm 0,08	13,46 ^c \pm 0,79	80,06 ^c \pm 1,40	14,75 ^c \pm 0,49	29,19 ^c \pm 1,06	44,99 ^a \pm 1,99
F2	-1,47 ^c \pm 0,15	12,23 ^c \pm 0,38	79,74 ^c \pm 2,32	14,19 ^c \pm 0,45	33,40 ^c \pm 1,28	50,42 ^c \pm 1,24
F3	-1,24 ^c \pm 0,16	13,51 ^c \pm 1,10	81,18 ^c \pm 1,24	14,49 ^c \pm 0,19	30,59 ^b \pm 0,52	46,48 ^b \pm 0,39

210 *Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$). Pelo teste de Tukey211 Conforme demonstrado na tabela 3, verificou-se que quanto aos parâmetros luminosidade
212 (L*) e cromaticidade a* e b* do miolo não variou significativamente entre as amostras.213 Os valores das cromaticidades a* e b* de cor da crosta de pães de forma não
214 apresentaram diferenças significativas. Os pães F2 e F3 com redução de sal nas suas
215 formulações apresentaram maior valor de luminosidade L*, resultando em um produto mais
216 claro. Enquanto que F1 apresentou menor valor de luminosidade L*, resultando em um pão
217 com a crosta mais escuro que os outros pães.218 Desse modo, percebe-se que a cor dos pães de forma está diretamente relacionada com
219 os ingredientes contidos ou ausente na formulação. Neste trabalho foi possível observar que F1
220 (44,99^a \pm 1,99) apresentou-se mais escura em relação à F2 (50,42^c \pm 1,24) e F3 (46,48^b \pm 0,39), os
221 quais passaram por uma redução de sal. O sal juntamente com o açúcar, auxiliam na cor dourada
222 em produtos de panificação. (PEREZ & GERMANI, 2007)223 A cor da crosta se deve à reação de Maillard, bastante desejada na etapa de cozimento
224 do pão. A massa de pão é submetida a altas temperaturas, ocorrendo reações entre os grupos
225 carbonilo de açúcares redutores e grupos amino de aminoácidos livres, levando a formação de
226 melanoidinas de coloração marrom (FILHO e VASCONCELOS, 2011). A reação de Maillard
227 é responsável pelo escurecimento na superfície do pão de forma e a intensidade de variação foi
228 avaliada pelos valores de L*. De acordo com Nabeschima *et al.* (2005) a cor da crosta do pão
229 pode indicar falhas de processo, percebida na variação de coloração, o que afeta a aparência
230 externa do produto.231 **Teor de sódio**

232 Todas as formulações elaboradas a partir da formulação padrão tiveram redução de
 233 sódio conforme descrito na tabela 4, com destaque para a F3 com o valor de 304,27 mg/100g,
 234 sendo inferior ao limite de referência estabelecida pelo ministério da saúde, firmado pelo termo
 235 de compromisso 035/2011 de 13 de dezembro de 2011, o qual estabelece as metas nacionais
 236 para a redução do teor de sódio em alimentos processados para pão de forma de 400mg/100g
 237 de sódio, sendo esse o teor máximo que foi estabelecido para 2020.

238 A RDC 429/2020 define que a declaração da rotulagem nutricional frontal é uma
 239 declaração obrigatória e padronizada em relação ao alto conteúdo de nutrientes específicos no
 240 painel principal do rótulo dos alimentos embalados na ausência do consumidor declarando
 241 apenas quando as quantidades de açúcares adicionados, gorduras saturadas ou sódio, forem
 242 iguais ou superiores aos limites definidos no Anexo XV da IN no 75/2020.

243 Assim, o rótulo frontal de alguns produtos deverá apresentar uma declaração frontal de
 244 “ALTO EM” inserida em um retângulo na parte superior da embalagem, acompanhada da
 245 ilustração de uma lupa que deve ser impresso em cor 100% preta em fundo branco, deve estar
 246 localizada na metade superior do painel principal, não podendo estar em locais encobertos,
 247 removíveis pela abertura do lacre ou de difícil visualização, em uma única superfície contínua.
 248 (BRASIL, 2020; BRASIL, 2020). É importante ainda destacar que nas formulações F2 e F3
 249 não levará a rotulagem frontal de “ALTO EM SÓDIO”.

250 **Tabela 4** – Teor de Sódio nas formulações de pão de forma.

Formulações	Na(mg/100g) Média desvio padrão	Na reduzido no biscoito (%)
F1	608,54	0
F2	432,06	29
F3	304,27	50

251 Os resultados obtidos na análise de teor de sódio estão de acordo com o estudo Noort *et*
 252 *al.*, 2012, Noort *et al.*, 2010, os quais demonstraram que uma distribuição não homogênea do
 253 sal reduz a adaptação dos receptores gustativos através da presença de contrastes gustativos e
 254 permite a redução dos níveis de sal no pão, mantendo a intensidade do sabor. Além disso, uma

255 liberação mais rápida de sódio durante a mastigação foi associada a um sabor salgado intenso
256 em migalhas de pão (Konitzer *et al.*, 2013, Pflaum *et al.*, 2013).

257 **Análise sensorial**

258 Realizou-se uma análise sensorial com a participação de 50 provadores não treinados,
259 com o intuito de comparar a percepção de sal entre as amostras. Os provadores classificaram as
260 amostras em ordem crescente de sabor salgado, sendo da menos salgada para a mais salgada.

261 Os resultados obtidos na análise sensorial foram os seguintes: em F1 ($3,63^{b\pm 0,69}$) e
262 F2($3,77^{b\pm 1,09}$), logo, não apresentaram diferença estatística ($p < 0,05$) de percepção, já em F2
263 ($1,89^{c\pm 1,12}$) apresentou diferença com relação as demais sendo essa a que teve redução de 50%
264 de sal no produto como um todo.

265 Através desse resultado podemos destacar que F2, na qual foi realizada uma redução de
266 29% de NaCl, não apresentou diferença com F1, demonstrando que a metodologia de
267 encapsulamento de sódio foi eficaz na redução de sal sem que houvesse uma percepção de sal
268 diferente de F1.

269 Existem vários estudos que mostram que a distribuição não homogênea de sal,
270 desempenha um papel importante na percepção do gosto salgado nos alimentos (Noort, 2012;
271 Busch, 2013; Nguyen, 2017).

272 Um estudo de Noort, *et al.*, 2010 relata que a distribuição não homogênea de sal pode ser
273 usada para aumentar a intensidade de salinidade permitindo uma redução de sal sem perder a
274 percepção do mesmo.

275 O estudo de Antúnez, 2016 propõe uma redução gradativa de sal em pão, os resultados
276 obtidos sugerem que o teor de sal no pão pode ser reduzido em até 10% sem afetar
277 sensorialmente a percepção do consumidor, estas reduções devem ser implementadas em um
278 adequado e longo tempo. Uma vez que, as reduções muito drásticas em um curto espaço de
279 tempo, geralmente resultam em um alto risco de migração dos consumidores para produtos mais

280 ricos em sal.

281 CONCLUSÃO

282 Os resultados desta pesquisa confirmaram que a distribuição não homogênea de sal pode
283 ser usada para aumentar a salinidade de um produto, permitindo que haja, principalmente no
284 produto pão de forma, uma redução de sódio significativa sem ser percebida.

285 Em comparação com outros estudos de redução de sódio, a presente pesquisa propôs uma
286 metodologia diferente para a redução de sal em pão de forma, na qual foi utilizada o sal
287 encapsulado formado por um núcleo de sal revestido por um agente encapsulante goma xantana,
288 sendo possível observar resultados satisfatórios, obtendo uma redução de sal de 29% em relação
289 a formulação padrão, e ainda não apresentando diferença significativa com relação a percepção
290 de sal por meio dos provadores.

291 REFERÊNCIAS

292 AMERICAM ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved Methods Americam**
293 **Association of Cereal Chemists**. 10ed. Saint Paul: AACC, 2000, v.2.

294 **Association of Official Analytical Chemists**. Official Methods of Analysis. Arlington,
295 AOAC, 1966.

296 BRASIL, Diretoria Colegiada da ANVISA. Instrução Normativa - IN nº 75, de 8 de outubro
297 de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos
298 alimentos embalados. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 195 ed. 113 p. 09 out. 2020.

299 BRASIL, Diretoria Colegiada da ANVISA. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 429,
300 de 8 de outubro de 2020. Regulamento técnico que dispõe sobre a rotulagem nutricional dos
301 alimentos embalado. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 8 out. 2020.

302 BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Legislação**
303 **Específica de Alimentos**. Regulamento Técnicos Teor de sódio nos alimentos processados.
304 Regulamento técnico nº 61, 2014.

305 BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 90 de

306 18 de outubro de 2000. **Legislação Específica de Alimentos**. Aprova o Regulamento Técnico
307 para Fixação de Identidade e Qualidade de Pão. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 de
308 outubro de 2000.

309 BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Legislação**
310 **Específica de Alimentos**. Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e
311 Farelos. Resolução RDC n. 263, de 22 de setembro de 2005.

312 BRASIL. Ministério de Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação Geral da Política
313 de Alimentação e Nutrição. **Guia Alimentar para População Brasileira**. Brasília, 2005.

314 CALVEL, R. **O Pão Francês e os Produtos Correlatos: Tecnologia e Prática da**
315 **Panificação**. Fortaleza: J. Macedo S.A. Comércio, Administração e Participações, 1987. p. 287.

316 CAMPOS, G. C. M.; ELISABETH, B. M.; SILVA, M. P.; VIDAL, G. Redução de sódio em
317 alimentos: panorama atual e impactos tecnológicos, sensoriais e de saúde pública. **Revista**
318 **Nutrire**, São Paulo, v. 30, n. 03, p.348-365, 2014.

319 CAUVAIN, S. P. Reduced salt in bread and other baked products. In: KILCAST, D.; ANGUS,
320 F. **Reducing Salt in Foods**. Boca Raton: CRC Press LLC, 2007. part 3, p. 283-295.

321 CHEVALLIER, S.; RÉGUERRE, A. L.; BAIL, A. L.; VALLE, G. D. Determining the cellular
322 structure of two cereal food foams by X- Ray Micro-Tomography. **Food Biophysics**, v.09, n.
323 03, p. 219-228, 2014.

324 CHEN, G.; EHMKE, L.; SHARMA, C.; MILLER, R.; FAA, P.; SMITH,G.; LI, Y.
325 Physicochemical properties and gluten structures of hard wheat flour doughs as affected by salt.
326 **Food Chemistry**, v. 275, n. 01, p. 569-576, 2019.

327 CHIU, N.; TARREGA, A.; PARMENTER, C.; HEWSON, L.; WOLF, B.; FISK, I. D.
328 Optimisation of Octinyl Succinic Anhydride Starch Stabilised Emulsions for Oral Destabilisation
329 of Encapsulated Salt and Enhanced Saltiness. **Food Hydrocolloids**, v.69, p.450-458, 2017.

330 DILER, G.; LE-BAIL, A.; CHEVALLIER, S. Salt reduction in loaf mass: a successful

- 331 technological. **Food Research International**, v.42, n.7, p. 885-891, 2009.
- 332 FERREIRA, D. F. (2014). Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons.
333 **Ciência e Agrotecnologia**, 38 (2), p. 109-112.
- 334 HENDRIKSEN, M. A. H.; HOOGENVEEN, R. T. HOEKSTRA, J.; GELEIJNSE, J.M.;
335 BOSHUIZEN, H. C.; RAAIJ, J. M. A. Potential effect of salt reduction in processed foods on
336 health. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.99, p. 446-453, 2014.
- 337 HOLM, K.; WENDIN, K.; HERMANSSON, A. M. Sweetness and texture perceptions in
338 structured gelatin gels with embedded sugar rich domain. **Food Hydrocolloids**, v.23, n. 8, p.
339 2388–2393, 2009.
- 340 ISRAR, T.; RAKHA, A.; SOHAIL, M.; RASHID, S.; SHEHZAD, A. Salt reduction in baked
341 products: Strategies and constraints. **Trends in Food Science & Technology**, v. 51, p. 98-105,
342 2016.
- 343 KLOSS, L. MEYER, J. D.; GRAEVE, L.; VETTER, W. Sodium intake and its reduction by
344 food reformulation in the European Union — A review. **NFS Journal**, v 1, p 9-19, 2015.
- 345 KONITZER, K. PFLAUM, T.; OLIVEIRA, P.; ARENDT, E.; KOEHLER, P.; HOFMANN.
346 Kinetics of sodium release from wheat bread crumb as affected by sodium distribution. **Journal**
347 **of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, p. 10659-10669, 2013.
- 348 LYNCH, E. J.; BELLO, F. D.; SHEEHAN, E. M.; CASHMAN, E.K.A. Fundamental studies
349 on the reduction of salt on dough and bread characteristics. **Food Research International**,
350 v.42, p. 885-891, 2009.
- 351 MONTEIRO, A. R. G.; CESTARI, L. A. **Análise Sensorial de Alimentos: testes afetivos**
352 **discriminativos e descritivos**. 1 ed., Maringá: EDUEM, 1- 53, 2013.
- 353 MOSCA *et al.* Enhancement of sweetness intensity in gels by inhomogeneous distribution of
354 sucrose. **Food Quality and Preference**, v. 21 n. 7, p. 837–842, 2010.
- 355 NOORT, M. W. J.; BULT, J.H.F; STIEGER, M.; HAMER, R. J. Saltiness enhancement in

356 bread by inhomogeneous spatial distributions of sodium chloride. **Journal of Cereal Science**,
357 v. 52, p. 378-386, 2010.

358 NOORT, M. W.; BULT, J.H. F.; STIEGER, M. Saltiness enhancement by taste contrast in
359 bread prepared. **Journal of Cereal Science**, v. 55, p. 218-225, 2012.

360 PFLAUM, T.; KONITZER, K; HOFMANN, T.; KOEHLER, P. Analytical and sensory studies
361 on the release of sodium from wheat bread crumb. **Journal of Agricultural and food**
362 **Chemistry**, v. 61, p. 6485-6494, 2013.

363 PIZZINATO, A.; MAGNO, C. P. R. S.; CAMPAGNOLLI, D. M. F.; VITTI, P.; LEITÃO,
364 R.F.F. **Avaliação tecnológica de produtos derivados de farinha de trigo (pão, macarrão,**
365 **biscoito)**. Campinas, 3^a ed., p. 53, 1993.

366 QUILEZ, J.; SALVADO, J.S. Salt in bread in Europe: potential benefits of reduction. **Nutr.**
367 **Rev**, v. 70, p. 666-678, 2012.

368 SACN. Report Salt Health Scientific Advisory Committee on Nutrition. **The Stationary**
369 **Office**, Norwich, UK, 2003.

370 SARNO, F.; CLARO, R. M.; LEVY, R. B.; BANDONI, D. H.; MONTEIRO, C. A. Estimativa
371 de consumo de sódio pela população brasileira 2008-2009. **Revista Saúde Pública**, v.47, n. 03,
372 p. 571-578, 2012.

373 SILOW, C.; AXEL, C.; ZANNINI, E.; ARENDT, E. K. Current status of salt reduction in bread
374 and bakery products – A review, **Journal of Cereal Science**, v 72, p 135-145, 2016.

375 SILVA, M. E. M. P.; Yonamine, G. H.; Mitsuiki, L. Desenvolvimento e avaliação de pão
376 francês caseiro sem sal. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 229-
377 236, 2003.

378 WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO; FOOD AND AGRICULTURE
379 ORGANIZATION - FAO. **Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases**. Geneva:
380 World Health Organization, 2003. WHO Technical Report Series, n. 916. Disponível em:

- 381 <<http://www.fao.org/DOCREP/005/AC911E/AC911E00.HTM>>. Acesso em: 01 nov. 2011.
- 382 ZANDSTRA, E. H.; LION, R.; NEWSON, R, S. Salt reduction: Moving from consumer
383 awareness to action. **Food Quality and Preference**, v. 48, p. 376-381, 2016.
- 384 NABESHIMA, E.H.; ORMENESE, R.C.S.C.; MONTENEGRO, F.M.; TODA, E.;
385 SADAHIRA, M.S. Propriedades tecnológicas e sensoriais de pães fortificados com ferro.
386 **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. 506-511, 2005.
- 387 FILHO, A. B de M.; VASCONCELOS, M. A. da S. Produção alimentícia. **Química de**
388 **alimentos**. Brasil, 2011.
- 389 Fennema, O. R. (2000). **Química de los alimentos**. (2. ed.) Zaragoza: Acribia.
- 390 Montenegro, F. M. (2011). **Avaliação do desempenho tecnológico de misturas de farinhas**
391 **de triticale e trigo em produtos de panificação (Dissertação de mestrado)**. Universidade
392 Estadual de Campinas, Campinas.
- 393 LIMA, A., S.; MACIEL, J., F.; QUEIROGA, R., C., R., E.; NETO, E., A., L; ANJOS, U., U.;;
394 FARIAS, L., R., G. Avaliação físico-química e sensorial de pães de forma enriquecidos com
395 soro de leite em pó. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v. 68, n 3, p. 366-372, 2009.