

ANÁLISE SENSORIAL E COMPOSIÇÃO DE BOLOS SEM GLÚTEN COM FARINHA DE SORGO FOSFATADO

SENSORY ANALYSIS AND THE COMPOSITION OF GLUTEN-FREE CAKES WITH PHOSPHATE SORGHUM FLOUR

Giane Engel Montagner¹ e Cátia Regina Storck²

RESUMO

O objetivo do estudo foi produzir bolos sem glúten com farinha de sorgo nativo e fosfatado, analisando e comparando-os físico-quimicamente e sensorialmente. Os métodos para o desenvolvimento deste estudo basearam-se na fosfatação por método químico com tripolifosfato 5%, análise físico-química do bolo e teste de aceitação por escala hedônica de 7 pontos e teste de intenção de compra. O teor de lipídios diminuiu significativamente com a fosfatação do sorgo. Comparando a substituição de 50%, observou-se que o bolo com a farinha de sorgo fosfatado obteve um teor de cinzas significativamente maior que com sorgo nativo. O teor de carboidratos obteve diferenças significativas entre as amostras. Em relação ao teor de fibras e proteínas, pode-se notar que não teve diferenças significativas, tanto ao fosfatar o sorgo, quanto com o aumento do grau de substituição pela farinha de sorgo. O teste de aceitação revelou boa aceitação para os atributos de cor, aroma, textura e sabor, para ambos os bolos, não encontrando diferença significativa entre os tratamentos. Sendo que somente 2% das pessoas não comprariam o bolo com farinha de sorgo nativo e 18% não comprariam o bolo com farinha de sorgo fosfatado. Comprovando que a fosfatação, além de não alterar significativamente a composição dos bolos, não altera sensorialmente o produto, mostrando assim que a farinha de sorgo modificada pela fosfatação pode ser utilizada na fabricação de bolos sem glúten.

Palavras-chave: Amido, Análise Físico-química, Cereal, Doença Celíaca.

ABSTRACT

The objective of the study was to produce gluten-free cakes with native and phosphate sorghum flour, by analyzing and comparing them physico-chemically and sensorially. The methods for the development of the study were based on the chemical method with 5% tripolyphosphate, the physical-chemical analysis of the cake and the 7-point hedonic scale acceptance test, plus the intention to buy test. The lipid content decreased significantly with sorghum phosphating. In comparing the 50% substitution, it was observed that the cake with the phosphate sorghum flour obtained a significantly higher ash content than with native sorghum. The carbohydrate content obtained significant differences between the samples. In relation to the fiber and protein content, it can be noted that it did not have significant differences, both for phosphate sorghum and with the increase of sorghum flour. The acceptance test showed a good degree for the attributes of color, aroma, texture and flavor, for both cakes, and found no significant difference between the treatments, since only 2% of people would not buy the cake with native sorghum flour and 18% would not buy the cake with phosphate sorghum flour. This proves that it does not significantly alter the composition of the cakes, it does not sensorially alter the product. This shows that the sorghum flour modified by phosphating can be used in the manufacturing of gluten-free cakes.

Keywords: Starch, Physic-Chemical Analysis, Cereal, Celiac Disease.

¹ Nutricionista, Mestranda em Nanociências. E-mail: giane.engel@gmail.com

² Professora do curso de Nutrição da Universidade Franciscana - UFN. E-mail: catia.sm@gmail.com

INTRODUÇÃO

A doença celíaca (DC) é uma intolerância permanente ao glúten, caracterizada por atrofia total ou subtotal da mucosa do intestino delgado proximal e consequente má absorção de alimentos, em indivíduos geneticamente susceptíveis. O tratamento da DC consiste na introdução de dieta isenta de glúten de forma permanente, para corrigir a disfunção do intestino delgado e, portanto, o estado de deficiência (SDEPANIAN; MORAIS; FAGUNDES-NETO, 2001).

Sabendo-se então, que a única forma de tratamento para estes indivíduos é eminentemente dietética, o surgimento de um novo mercado consumidor se evidencia, porém, confronta-se com a falta destes produtos prontos no mercado brasileiro, o que facilitaria cada vez mais a não transgressão da dieta (MOREIRA, 2007). Para elaboração de produtos sem glúten, são utilizadas principalmente farinhas de arroz, milho, mandioca, batata, entre outros, sendo que todas estas fontes são ricas em amido. Além destas fontes, existem grãos pouco explorados na alimentação humana e que não contém glúten, como é o caso do sorgo. O sorgo apresenta cerca de 70 a 80% de amido em sua composição o que torna este cereal uma ótima fonte para ser utilizada em produtos de panificação sem glúten. Além disso, o sorgo apresenta-se elevada concentração de compostos fenólicos como, por exemplo, os ácidos fenólicos, antocianinas e taninos, além do conteúdo de fibra alimentar (AWIKA *et al.*, 2005).

Os cereais, de maneira geral, são fontes de amido, os quais dão aos produtos de panificação, características de textura e firmeza. Entre as propriedades funcionais dos amidos, destacam-se duas de ampla importância na tecnologia de alimentos: a gelatinização e retrogradação as quais são diretamente relacionadas à fonte botânica. A retrogradação é o fenômeno responsável pelo envelhecimento de pães, bolos, pudins, manjares e outros inúmeros produtos à base de amido (CEREDA, 2001; ARAÚJO *et al.*, 2009).

Apesar das características físicas, químicas, morfológicas, térmicas e reológicas das farinhas nativas terem suas utilidades, a indústria alimentícia está sempre em busca de novas características para melhorar os atributos positivos e eliminar as deficiências dos amidos nativos, as quais podem ser obtidas através da modificação das farinhas e amidos utilizando métodos químicos, físicos, enzimáticos ou pela combinação destes, com a formação de produtos com propriedades diferentes do amido nativo (VILPOUX e AVEROUS, 2003). Os métodos químicos são os mais utilizados, sendo que a mais utilizada é a fosfatação com o tripolifosfato de sódio (TPS), por ser um sal relativamente barato e pela facilidade de execução do processo (ZHOU *et al.*, 2002). A introdução de grupos fosfatos, carregados negativamente, nas cadeias de amido causa a repulsão entre as cadeias e aumenta sua hidratação (LIU *et al.*, 1999), apresenta mais baixa temperatura de gelatinização e a menor tendência à retrogradação, sendo usado em pós para bolos, para pudins instantâneos, para recheios e alimentos congelados (ARAÚJO *et al.*, 2009). Estudos indicam que os amidos modificados conferem maciez

e suculência aos produtos, devido à maior retenção de água proporcionada pelo amido (KHALIL, 2000; AIME *et al.*, 2001)

Portanto, o uso da farinha de sorgo fosfatada na produção de bolo sem glúten pode ser desejável, pois devido as características de menor retrogradação, maior absorção de água e capacidade emulsificante, o produto pode apresentar maior vida de prateleira e melhor textura. Assim, o objetivo deste estudo foi produzir bolos sem glúten com farinha de sorgo nativo e fosfatado, analisando e comparando-os físico-quimicamente e sensorialmente.

MATERIAL E MÉTODOS

AMOSTRAS

Foram utilizados grãos de sorgo vermelho granífero (*Sorghum bicolor*). Os grãos de sorgo foram moídos em macro moinho de facas tipo Willey TE-650 (Tecnal) e peneirados até obter uma farinha com granulometria de 0,250mm.

FOSFATAÇÃO DA FARINHA DE SORGO

A fosfatação foi realizada conforme metodologia descrita por Paschall (1964) com modificações. A fosfatação foi realizada utilizando solução de tripolifosfato 5% e misturada em agitador mecânico (IKA RW 20 digital) por 20 minutos. Após o processo de fosfatação, foi realizado o processo de diálise, necessário para remover os sais de fósforo não ligados ao amido, segundo processo descrito por Limberguer (2008).

APLICAÇÃO DA FARINHA MODIFICADA NA PRODUÇÃO DE BOLO SEM GLÚTEN

O bolo sem glúten foi elaborado a partir de uma receita base, que tem como principal fonte de amido a farinha de arroz, a qual foi substituída pela farinha de sorgo nativo ou fosfatado em percentuais de 0, 10, 20, 30, 40 e 50%, totalizando 11 tratamentos, com três repetições. Como padrão foi utilizado bolo feito com 100% de farinha de arroz.

ANÁLISES DA COMPOSIÇÃO DOS BOLOS

As análises de umidade, proteína e cinzas foram realizadas de acordo com os procedimentos descritos pelos Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (ITAL, 2008).

ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial do bolo com farinha de sorgo foi realizada no Laboratório de Técnica Dietética do Centro Universitário Franciscano, em cabines individuais com cinquenta provadores não treinados de ambos os sexos, pois segundo Dutcoski (2011), este número é suficiente para o resultado ser significativo.

Foi realizado teste de aceitação do bolo com 50% de farinha de sorgo nativo e fosfatado, utilizando escala hedônica estruturada em sete pontos variando entre os extremos: (7) - Gostei muitíssimo e (1) - Desgostei muitíssimo, para os atributos de cor, odor, sabor e textura (DUTCOSKY, 2011). Para avaliar a intenção de compra foi utilizada uma escala variando de (5) Certamente compraria à (1) Certamente não compraria (ITAL, 2008). As amostras foram codificadas com número aleatório de três dígitos e apresentadas simultaneamente e em ordem balanceada e aleatorizada. Comitê de ética nº 1.779.674.

ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos foram analisados por meio da análise de variância (ANOVA) e teste de comparação de médias (Tukey), utilizando o programa SPSS Statistics 23.

RESULTADOS

A composição centesimal encontrada nos bolos elaborados com farinha de sorgo nativo e fosfatado pode ser verificada no Quadro 1.

Tabela 1 - Composição de bolos com farinha de sorgo nativo e fosfatado.

Componente	Percentual de substituição						
	Tratamento	Padrão	10%	20%	30%	40%	50%
Umidade (%)	Nativo	26,4 ±	24,7 B ^b ±	24,4 B ^b ±	24,9 B ^a ±	26,0 A ^b ±	24,0 B ^a ±
	Fosfatado	0,08	0,10	0,06	0,77	0,05	0,13
Lipídios (%)	Nativo	17,2 ±	26,8 B ^a ±	25,4 C ^a ±	25,3 C ^a ±	28,2 A ^a ±	24,2 D ^a ±
	Fosfatado	0,04	0,24	0,13	0,30	0,37	0,08
Fibra (%)	Nativo	17,0 B ^a ±	17,0 B ^a ±	18,2 A ^a ±	17,0 B ^a ±	17,7 AB ^a ±	18,2 A ^a ±
	Fosfatado	0,03	0,03	0,09	0,78	0,06	0,35
Proteína (%)	Nativo	6,6 ±	16,4 B ^b ±	16,8 AB ^b ±	15,5 C ^b ±	15,4 C ^b ±	17,3 A ^b ±
	Fosfatado	0,04	0,17	0,19	0,21	0,11	0,41
Umidade (%)	Nativo	2,8 A ^a ±	2,8 A ^a ±	2,9 A ^a ±	2,7 A ^a ±	2,8 A ^a ±	2,9 A ^a ±
	Fosfatado	1,7 ±	0,37	0,85	0,81	0,29	0,40
Lipídios (%)	Nativo	0,31	2,3 A ^a ±	2,6 A ^a ±	2,7 A ^a ±	2,7 A ^a ±	2,9 A ^a ±
	Fosfatado	0,31	0,74	0,23	0,90	2,7 ^{Aa} ± 0,79	0,82
Proteína (%)	Nativo	6,3 A ^a ±	6,3 A ^a ±	6,2 A ^a ±	6,3 A ^a ±	6,2 A ^a ±	6,4 A ^a ±
	Fosfatado	0,68	0,25	0,26	0,06	0,11	0,08
Umidade (%)	Nativo	6,7 A ^a ±	6,7 A ^a ±	6,3 A ^a ±	6,0 A ^a ±	6,2 A ^a ±	6,5 A ^a ±
	Fosfatado	0,68	0,52	0,36	0,43	0,14	0,06

Cinzas (%)	Nativo	1,5 ±	1,6 A ^a ±	1,4 A ^a ±	1,5 A ^a ±	1,7 A ^a ±	1,8 A ^b ±
	Fosfatado	0,12	0,08	0,25	0,29	0,18	0,13
Carboidratos (%)	Nativo	46,6 ±	1,8 AB ^a ±	1,8 B ^a ±	1,8 AB ^a ±	1,9 AB ^a ±	2,1 A ^a ±
	Fosfatado	0,24	0,07	0,18	0,16	0,11	0,15
Valor calórico em 100g (Kcal)	Nativo	367,3	47,5 A ^a ±	46,9 AB ^a ±	45,7 B ^b ±	45,6 B ^a ±	46,7 AB ^a ±
	Fosfatado	368,3	0,17	0,30	0,54	0,14	0,22
	Nativo	376,7	0,35	0,22	0,40	0,30	0,31
	Fosfatado	358,1	368,3	376,7	369,1	366,3	376,0
		367,3	358,1	365,1	358,3	345,8	369,2

Resultados: Média ± DP; Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna e maiúsculas na linha diferem significativamente pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

O teor de lipídios diminuiu significativamente com a fosfatação do sorgo. As composições de lipídios, em comparação com o grau de substituição, obtiveram diferenças significativas. De Petre e colaboradores (2016) ao analisarem cookies feito com farinha de sorgo, encontraram valores semelhantes para lipídios (16,21%). Já Ferreira e colaboradores (2016) na preparação de massa com farinha de sorgo, milho e batata encontraram uma média de teor de lipídios de 4,6%. Na composição de bolo sem glúten a base de arroz quebrado e casca de mandioca, Souza e colaboradores (2013) encontraram diferenças significativas de lipídios ao substituir a farinha de trigo pela farinha de casca de mandioca, onde conforme aumentou a porcentagem de substituição, houve aumento do teor de lipídios.

Em relação ao teor de fibras, pode-se notar que não teve diferenças significativas, tanto ao fosfatar o sorgo, quanto com o aumento do grau de substituição pela farinha de sorgo, provavelmente devido ao fato de que a fosfatação não afetou esse componente. Souza e colaboradores (2013) também avaliaram o teor de fibras nos bolos, porém, verificaram que o teor de fibras aumentou com a substituição da farinha de trigo pela farinha de casca de batata. O teor de proteína também não obteve diferença significativa entre as amostras. De Petre e colaboradores (2016) encontraram valores semelhantes (6,74%) na amostra de cookie. Ferreira e colaboradores (2016) encontraram uma média de 8,5% de proteína na amostra de massa. Já Souza e colaboradores (2013) só encontraram diferença significativa ao substituir 100% a farinha de trigo pela de casca de batata.

Comparando a substituição de 50%, observou-se que o bolo com a farinha de sorgo fosfatado obteve um teor de cinzas significativamente maior que com sorgo nativo. Provavelmente em razão do fósforo, componente do tripolifosfato utilizado na fosfatação do sorgo. Valores semelhantes encontrado por De Petre e colaboradores (2016), que encontraram 1,83% de cinzas em cookies feito com farinha de sorgo. Ferreira e colaboradores (2016) verificaram que a massa analisada por eles possuía uma média de 0,8% de cinzas. Souza e colaboradores (2013) também observaram uma diferença significativa de cinzas com o aumento da substituição da farinha. O teor de carboidratos resultou em diferenças significativas entre as amostras. Ferreira e colaboradores (2016) encontraram valores mais elevados de carboidratos (75%) em comparação ao estudo, provavelmente devido a diferenças na formulação. Souza e colaboradores (2013) também encontraram diferenças significativas em relação

aos carboidratos nas amostras. A umidade dos bolos permaneceu entre 24,0 e 28,2%. No Quadro 1 observou-se também que o valor calórico dos bolos reduziu com a fosfatação do sorgo. Possivelmente pela redução de lipídios da composição.

O teste de aceitação dos bolos elaborados com farinha de sorgo nativo e fosfatado revelou boa aceitação para os atributos de cor, aroma, textura e sabor e não foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1). Marston; Khouryieh; Aramouni (2016) avaliaram a aceitabilidade, em escala hedônica de 9 pontos, de bolo sem glúten com farinha de sorgo com tratamento térmico e tiveram boa aceitação global (6,65). Freitas *et al.* (2012) usaram sorgo granífero em substituição a farinha de trigo na elaboração de bolo e encontram boa aceitação na escala hedônica de 9 pontos (Cor - 7,98; Aroma - 7,84; Sabor - 7,87; Textura - 7,77; Aceitação global - 8,09). Já Souza *et al.* (2013) analisaram sensorialmente bolos sem glúten a base de arroz quebrado e casca de mandioca, onde numa escala de 9 pontos, o bolo com 50% de substituição também obtiveram boa aceitação (Aparência - 7,1; Aroma - 6,8; Textura - 6,6; Sabor - 6,6).

Tabela 1 - Teste de aceitação de Bolo 50% farinha de sorgo nativo e 50% farinha de sorgo fosfatado.

Atributo	Sorgo nativo	Sorgo Fosfatado
Cor	5,12 ^{ns} ± 0,92	5,28 ± 1,21
Aroma	5,64 ^{ns} ± 0,85	5,32 ± 1,17
Textura	5,56 ^{ns} ± 1,16	5,20 ± 1,20
Sabor	5,56 ^{ns} ± 0,99	5,26 ± 1,31

ns= Não significativo ($p > 0,05$) pela análise de variância (ANOVA).

No teste de intenção de compra somente 2% das pessoas não comprariam o bolo com farinha de sorgo nativo e 18% não comprariam o bolo com farinha de sorgo fosfatado (Tabela 2). Souza *et al.* (2013) verificaram que 44% das pessoas talvez comprassem / talvez não comprassem o bolo sem glúten a base de arroz quebrado e casca de mandioca.

Tabela 2 - Teste de intenção de compra Bolo 50% farinha de sorgo nativo e 50% farinha de sorgo fosfatado.

Intenção de Compra	Sorgo nativo	Sorgo fosfatado
Decididamente compraria	16%	18%
Provavelmente compraria	68%	38%
Talvez sim/Talvez não	14%	26%
Provavelmente não compraria	2%	16%
Decididamente não compraria	0%	2%

CONCLUSÃO

O bolo com farinha de sorgo fosfatado obteve menor teor de lipídios que o bolo com farinha de sorgo nativo, assim tendo um valor calórico mais baixo também. Na substituição de 50%, encontrou-se uma diferença significativa para cinzas, onde a fosfatação aumentou esse teor, possivelmente em

razão do fósforo, componente do tripolifosfato utilizado na fosfatação do sorgo. Não foi encontrado diferenças significativas entre as amostras para proteínas e fibras. Em relação ao aspecto sensorial, os bolos sem glúten com farinha de sorgo nativo e fosfatado tiveram boa aceitação, não havendo diferenças significativas entre eles, comprovando que a fosfatação, além de não alterar significativamente a composição dos bolos, não altera sensorialmente o produto, mostrando assim que a farinha de sorgo modificada pela fosfatação pode ser utilizada na fabricação de bolos sem glúten.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ - chamada MCTI/CNPQ/Universal 14/2014.

REFERÊNCIAS

AIME, D. B. et al. Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream products. **Food Research International**, v. 34, p. 237-246, 2001.

ARAÚJO, W. M. C. **Alquimia dos alimentos**. Brasília: Senac, 2009.

AWIKA, J. M.; MCDONOUGH, C. M.; ROONEY, L. W. Decorticating sorghum to concentrate healthy phytochemicals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 53, n. 16, p. 6230-6234, 2005.

CEREDA, M. P. **Série Cultura de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas**, vol. 1 - Propriedades gerais do amido, Fundação Cargill, 2001, São Paulo.

DE PETRE, N. *et al.* Optimization of Gluten Free Cookies from Red and White Sorghum Flours. **Journal of Food and Nutrition Research**, v.4, n.10, p.671-676, 2016.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. Curitiba: editora Champagnat, 3. ed, 2011.

FERREIRA, S. M. R. *et al.* Utilization of sorghum, rice, corn flours with potato starch for the preparation of gluten-free pasta. **Food Chemistry**, v.191, p.147-151, 2016.

FREITAS, R. M. *et al.* Uso de sorgo granífero (*Sorghum vulgare*) em substituição a farinha de trigo para elaboração de bolo. **In: Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação - VII CONNEPI**, 2012, Palmas-TO. Ciência, Tecnologia e Inovação: Ações Sustentáveis para o desenvolvimento regional, 2012.

ITAL, Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 1020.

KHALIL, A. H. Quality characteristics of low-fat beef patties formulated with modified corn starch and water. **Food Chemistry**, v.68, 61-68, 2000.

LIU, H.; RAMSDEN, L.; CORKE, H. Physical properties and enzymatic digestibility of phosphorylated and normal maize starch prepared at different pH levels. **Cereal Chemistry**, v. 76, n. 6, p. 938-943, 1999.

LIMBERGER, V. M. *et al.* Modified broken rice starch as fat substitute in sausages. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 3, p. 789-792, jul.-set., 2008.

MARSTON, K.; KHOURYIEH, H.; ARAMOUNI, F. Effect of heat treatment of sorghum flour on the functional propertie of gluten-free bread and cake. **Food Science and Technology**, v. 65, p. 637-644, 2016.

MOREIRA, R.M. **Elaboração de pré-mistura para pão sem glúten para celíacos**. 2007. 106p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

PASCHALL, E. F. Phosphation with organic phosphate salts. In: R.E.L. Whiistler (ed). **Methods in carbohydrate chemistry**. New York: Academic Press, v. 4, p. 294-296, 1964.

SDEPANIAN, V. L.; MORAIS, M. B.; FAGUNDESNETO, U. Doença celíaca: avaliação da obediência à dieta isenta de glúten e do conhecimento da doença pelos pacientes cadastrados na Associação dos Celíacos do Brasil (ACELBRA). **Arquivos de Gastroenterologia**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 232-239, 2001.

SOUZA, T.A.C. *et al.* Bolos sem glúten de arroz quebrado e casca de mandioca. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.2, p.717-728, 2013.

VILPOUX, O.; AVEROUS, L. Plásticos a base de amido. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, v.3, cap.18, p. 449-474, 2003.

ZHOU, Z. *et al.* Composition and functional properties of rice. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 37, 849-868, 2002.