

Influência da adição de soro de leite em pó e carbonato de cálcio sobre a acidez e volume específico de pão de forma

Influence of added milk serum in powder and calcium carbonate on acidity and specific volume of bread of shape

Resumo:

Nesse estudo o objetivo foi avaliar a influência da adição de soro de leite em pó (SLP) e carbonato de cálcio (CaCO₃) sobre o pH, acidez e volume específico (VE) de pão de forma. Para isso, foram realizados experimentos seguindo um delineamento fatorial completo do tipo 22. A adição de 2% de CaCO₃ resultou em pães com pH >7,0, acidez <1,5 mL de NaOH0,1N e VE <4,0, condições que podem prejudicar a aceitação sensorial dos pães. Quando 1% de CaCO₃ foi usado, houve redução no pH (<7,0), na acidez (1,5 e 1,9 mL de NaOH0,1N) e aumento no VE (>4,0), valores próximos dos obtidos para pães convencionais. Com relação ao soro de leite em pó, nenhum efeito significativo foi observado sobre as variáveis testadas. Esses resultados demonstraram que a adição de 1% de carbonato de cálcio se constitui como a melhor opção para fortificação de pães com esse mineral.

Abstract:

The objective of this study was to evaluate the influence of the addition of powder whey (PW) and calcium carbonate (CaCO₃) on the pH, acidity and specific volume (SV) of pan bread. For this, experiments were carried out following a complete factorial design of type 22. The addition of 2% CaCO₃ resulted in breads with pH > 7.0, acidity <1.5 mL of NaOH 0.1 N and SV <4.0, conditions which may impair the sensory acceptance of breads. When 1% of CaCO₃ was used, there was a reduction in pH (<7.0), acidity (1.5 and 1.9 mL of NaOH 0.1 N) and increase in SV (> 4.0), values close to those obtained for conventional breads. Regarding powder whey, no significant effect was observed on the variables tested. These results demonstrated that the addition of 1% of calcium carbonate constitutes the best option for fortification of breads with this mineral.



**Adriana Lima, Janeeyre Maciel,
Anoar El-Aouar, Flavio Luiz da
Silva, Janne de Morais**

¹Universidade Federal da Paraíba. E-mail:
adrianalimanutri@yahoo.com.br

Contato principal
Adriana Lima¹



Palavras chave: Sal de cálcio, Panificação,
Avaliação físico-química

Keywords: Calcium salt, Bakery, Physical-
chemical evaluation



INTRODUÇÃO

Em alguns estudos sobre ingestão dietética de cálcio, realizados no Brasil, foi revelada inadequação em indivíduos de diferentes grupos etários (LERNER et al., 2000; SALAMOUN et al., 2005).

A forma mais recomendada de se alcançar as necessidades de cálcio é a ingestão de alimentos ricos nesse mineral (leite e derivados, vegetais de folhas verdes escuras, nozes e peixes). No entanto, a dieta da população brasileira tem-se mostrado insuficiente, tanto em quantidade como em frequência, no consumo desses alimentos (IBGE, 2010). Por essa razão, a inclusão de alimentos fortificados com cálcio na dieta se constitui como uma alternativa viável para suprir essa deficiência (OLIVEIRA, 2010).

Dentre os diversos alimentos fortificados com cálcio, os pães são considerados ótimos veículos para fins de enriquecimento, devido à boa aceitação sensorial e amplo consumo por indivíduos de diversas classes sociais e faixas etárias (RANHOTRA et al., 2000; KAJISHIMA; PUMAR; GERMANI, 2003).

As fontes mais utilizadas na fortificação de pães com cálcio são leite e derivados, destacando-se dentre esses o soro de leite em pó, por apresentar baixo custo (LIMA et al., 2009). Entretanto, esses ingredientes não conseguem elevar o teor de cálcio em pães ao nível que permita classificá-lo como alimento rico nesse mineral. Por isso, tem sido adotada a adição de sais de cálcio, especialmente carbonato de cálcio (RANHOTRA et al., 2000). Esse sal tem sido testado em diferentes tipos de pães e um dos fatores limitantes de seu uso é a influência negativa sobre o sabor dos produtos (KAJISHIMA; PUMAR; GERMANI, 2003), o que pode ser melhorado por sua associação ao soro de leite em pó (OLIVEIRA, 2010).

Apesar de alguns estudos sobre uso de sais de cálcio em pães demonstrar haver pouco ou nenhum efeito adverso sobre a qualidade desses produtos, Gurgel, Maciel e Farias (2010) verificaram que concentrações de carbonato de cálcio a partir de 3% resultavam em pães com baixo volume específico. Sendo assim nesse trabalho, o objetivo foi avaliar a influência da adição de diferentes concentrações de soro de leite em pó e carbonato de cálcio (CaCO₃) sobre a acidez e volume específico de pão de forma, parâmetros determinantes na qualidade desse produto.

MATERIAIS E MÉTODOS

Material

Os ingredientes usados na elaboração dos pães foram os seguintes: farinha de trigo comercial, soro doce de leite em pó, carbonato de cálcio (99,07% de pureza), açúcar, fermento biológico seco instantâneo, gordura vegetal hidrogenada e sal.

A formulação básica do pão de forma foi a seguinte: farinha de trigo (100 g), água (52 g/100 g), sal (1,7 g/100 g), levedura seca ativa instantânea (1 g/100 g), açúcar (4 g/100 g) e gordura vegetal hidrogenada (3 g/100 g). Soro

de leite em pó e carbonato de cálcio foram adicionados à formulação de acordo com o desenho fatorial completo 2², incluindo quatro pontos fatoriais e três repetições no ponto central, com um total de sete ensaios.

Procedimento para elaboração dos pães

A produção dos pães de forma seguiu o procedimento de massa direta (GURGEL; MACIEL; FARIAS, 2010). Os ingredientes secos foram homogeneizados em um misturador do tipo espiral, em velocidade lenta por 5 minutos e rápida por 10 minutos (até atingir o ponto de véu), sendo feita a adição gradual de água refrigerada a aproximadamente 10 °C. Em seguida, a massa foi boleada, submetida a descanso de 10 minutos e dividida em unidades de 650 g. Após modelagem manual, porções individuais foram colocadas em formas previamente untadas com gordura vegetal hidrogenada e transportadas até a câmara de fermentação, permanecendo por aproximadamente 1 hora e 40 minutos, a 35 ± 1 °C. Ao final desse período, os pães foram assados em forno a gás, por 20 minutos, a 200 °C e resfriados por três horas, sendo posteriormente fatiados, embalados em sacos plásticos de polietileno e armazenados à temperatura ambiente até a realização das análises.

Avaliação físico-química dos pães

Os pães foram submetidos às determinações de pH, acidez e volume específico. O pH foi determinado em potenciômetro previamente calibrado e a acidez foi titulada com solução de NaOH (0,1 mol/L) até pH final de 8,5 sendo expressa em mL de NaOH 0,1 mol/L (CAUVAIN; YOUNG, 2009). O volume específico foi determinado 24 horas após o processamento, pelo método 10-11 da AACC (HERVÉ et al., 2006). Após pesagem, o volume dos pães foi medido por deslocamento das sementes de painço e o volume específico (cm³/g) foi calculado com base na razão entre o volume (cm³) e a massa dos pães (g).

Análise Estatística

A avaliação dos efeitos da adição de diferentes concentrações de soro de leite em pó (SLP) e carbonato de cálcio (CaCO₃) sobre as características físico-químicas do pão de forma foi realizada usando o pacote estatístico STATISTICA 5.0@ (ROCHA; SANTIAGO, 2009). Os resultados foram avaliados através da Análise de Variância (ANOVA), teste F e R² (coeficiente de determinação) ao nível de significância de P < 0,05. Os modelos matemáticos de primeira ordem foram obtidos seguindo a Equação 01:

$$Y = \beta_0 + \beta_1.X_1 + \beta_2.X_2 + \beta_3.X_1.X_2 \quad (\text{Eq. 01})$$

Onde: Y corresponde às variáveis dependentes: pH, acidez, volume específico, conteúdo de umidade, atividade de água e teor de cálcio; X₁ e X₂ representam as variáveis independentes: soro de leite em pó e carbonato de cálcio, respectivamente; β_0 equivale às médias dos

experimentos; β_1 e β_2 aos coeficientes dos efeitos principais das variáveis X1 e X2, respectivamente e β_3 ao coeficiente de interação entre as variáveis X1 e X2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes às análises físico-químicas dos pães de forma são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultado de pH, acidez e volume específico dos pães de forma adicionados de SLP e CaCO_3 conforme o desenho fatorial completo 2².

Experimento	Variável codificada ^a		Variável real ^b		pH ^c	ATT ^c	Volume específico (cm ³ /g)
	X1	X2	SLP	CaCO ₃			
1	-1	-1	0	0	5,20±0,07	4,20±0,06	4,26±0,40
2	+1	-1	10	0	5,48±0,01	4,63±0,06	4,40±0,10
3	-1	+1	0	2	7,53±0,03	0,6±0,12	3,59±0,20
4	+1	+1	10	2	7,27±0,05	1,3±0,05	3,68±0,40
5	0	0	5	1	6,91±0,02	1,9±0,03	4,34±0,50
6	0	0	5	1	6,93±0,05	1,5±0,04	4,72±0,70
7	0	0	5	1	6,94±0,03	1,5±0,05	4,76±0,20

^aFatorial completo 2ⁿ e triplicata no ponto central (0), onde n = número de variáveis independentes, x1 = soro de leite em pó e x2 = carbonato de cálcio. ^bSoro de leite em pó (SLP); Carbonato de cálcio (CaCO₃). ^cOs resultados representam as médias das determinações em triplicata ± desvio padrão.

O pH e acidez dos pães variaram, respectivamente, de 5,20 a 7,53 e de 0,60 a 4,60 mL de NaOH 0,1 mol/L (Tabela 1). A adição de 2% de CaCO₃ promoveu elevação no pH para valores acima de 7,0 e redução na acidez dos pães para valores entre 0,60 e 1,30 (Tabela 1), situados abaixo do observado em pães convencionais (1,5-3,3 mL de NaOH 0,1N) (QUÍLEZ; RUIZ; ROMERO, 2006; BELZ et al., 2012). A baixa acidez em pães pode prejudicar o crescimento das leveduras e sua capacidade de produção de gás, comprometendo as propriedades reológicas da massa (ERDOGDU-ARNOCZKY; CZUCHAJOWSKA; POMERANZ, 1996; RANHOTRA et al., 2000).

Quando a concentração de CaCO₃ foi reduzida para 1%, a acidez apresentou valores dentro do intervalo observado em pães convencionais e o pH das amostras baixou para valores em torno de 6,9, muito próximo do relatado por Gurgel; Maciel e Farias (2010) para pães de forma adicionados de 2,38% de CaCO₃. Segundo esses autores, valores de pH acima de 7,0 foram observados somente quando foi adicionada a concentração de 3% desse sal de cálcio. Esse aumento gradativo no pH era esperado, tendo em vista que o CaCO₃ pode ser usado em alimentos como aditivo regulador de acidez (BRASIL, 1998).

O volume específico dos pães variou de 3,59 a 4,76 cm³/g

(Tabela 1), não sendo observado nenhum efeito significativo (p<0,05) devido às fontes de cálcio testadas, dentro das faixas estudadas. Esses resultados concordam com os obtidos por Kajishima, Pumar e Germani (2003) e Erdogan-Arnoczky, Czuchajowska e Pomeranz (1996) que não verificaram efeito significativo (p<0,05) no volume específico de pães devido à adição de carbonato de cálcio (2,7 g/100g de farinha) ou soro de leite em pó (4 g/100g de farinha), respectivamente.

Apesar desses resultados, foi possível observar que somente pães adicionados de 2% de CaCO₃, apresentaram volume específico abaixo de 4,0 cm³/g, o que era esperado, devido as condições de elevado pH (acima de 7,0) e de baixa acidez (<1,5 mL de NaOH 0,1N/10 g pão) das amostras, que prejudicam a capacidade de produção e retenção de gás, durante a fermentação da massa (LIN et al., 2012). Normalmente, valores acima de 4,0 cm³/g são reportados para volume específico em pães de forma tradicionais (ERDOGDU-ARNOCZKY; CZUCHAJOWSKA; POMERANZ, 1996; BÁCENAS; ROSELL, 2005).

Os modelos matemáticos obtidos a partir dos dados experimentais para pH e acidez estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2- Modelo matemático para avaliação das respostas.

Parâmetros	Modelo Matemático ^a
pH =	(6,61) + (0,005WP) + (1,03 CaCO ₃) - (0,135 WP.CaCO ₃) (R ² = 0,89; F _{calc} /F _{tab} = 2,34; P ≤ 0,05)
TTA (mL of 0.1 mol/L NaOH) =	(2,23) + (0,28WP) - (1,73CaCO ₃) + (0,08 WP.CaCO ₃) (R ² = 0,86; F _{calc} /F _{tab} = 1,79; P ≤ 0,05)
Volume Específico =	(4,25) + (0,06WP) - (0,35CaCO ₃) - (0,01 WP.CaCO ₃) (R ² = 0,39; F _{calc} /F _{tab} = 0,10; P ≤ 0,05)

^aSLP = valor codificado (-1 a +1) das quantidades de soro de leite em pó; CaCO₃ = valor codificado (-1 a +1) das quantidades de carbonato de cálcio; R² = coeficiente de determinação; F_{calc} = F calculado; F_{tab} = F tabelado.

A partir da análise estatística foi possível verificar que a adição de CaCO₃ promove elevação significativa ($p < 0,05$) no pH dos pães e, conseqüentemente, redução na acidez (Tabela 2). Quanto ao soro de leite em pó, nenhum efeito significativo foi observado sobre essas variáveis.

CONCLUSÃO

A adição de 2% de carbonato de cálcio na formulação do pão de forma promoveu elevação significativa no pH dos pães e, conseqüentemente redução na acidez. Essa condição de alcalinidade pode ter contribuído para a obtenção de produtos com menor volume específico (<4,0 cm³/g), apesar de nenhum efeito significativo ter sido demonstrado sobre essa variável. Pães com baixo volume podem ter sua aceitação sensorial prejudicada. Portanto, com base nos resultados dessa pesquisa, sugere-se o uso de concentrações mais baixas desse sal de cálcio (em torno de 1%) na formulação de pães de forma, podendo acarretar menor impacto sobre as características sensoriais e de qualidade do produto final.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BÁRCENAS, M.E.; ROSELL, C.M. Effect of HPMC addition on the microstructure, quality and aging of wheat bread. **Food Hydrocolloids**. v.19,n.6, p.1037-1043, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2005.01.005>.

BELZ, M. C. E.; MAIRINGER, R.; ZANNINI, E.; RYAN, L. A. M.; CASHMAN, K. D.; ARENDT E. K. The effect of sourdough and calcium propionate on the microbial shelf-life of salt reduced bread. **Applied Microbiology and Biotechnology**. v.96, n. 2, p.493-501, 2012.

BRASIL. Portaria n. 32 SVS/MS, de 13 de janeiro de 1998. A Secretária de Vigilância Sanitária do MS aprova o Regulamento Técnico para Suplementos Vitamínicos e ou de Minerais. **Diário Oficial da União, Poder Executivo**, Brasília, DF. 15 de janeiro de 1998.

CAUVAIN S.P., YOUNG L.S. **Tecnologia da Panificação**. 2ª ed. São Paulo: Editora Manole; 2009.

ERDOGDU-ARNOCZKY, N.; CZUCHAJOWSKA, Z.; POMERANZ, Y. Functionality of whey and casein in fermentation and in breadbaking by fixed and optimized procedures. **Cereal Chemistry**. v.73,n.3, p.309-316, 1996.

GURGEL, C.S.S.; MACIEL, J.F.; FARIAS, L.R.G. Aumento do teor de cálcio em pães adicionados de soro de leite e carbonato de cálcio. **Alimentos e Nutrição**. v.21, n.4, p. 563-571, 2010.

HERVÉ, R.; GABRIEL, V.; LEFEBVRE, D.; RABIER, P.; VAYSSIER, Y.; FONTAGNÉ- FAUCHER, C. Study of the behaviour of *Lactobacillus plantarum* and

Leuconostoc starters during a complete wheat sourdough breadmaking process. **LWT- Food Science and Technology**. v.39, n.3, p. 256-65, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.lwt.2005.01.013>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasileiro come menos arroz com feijão e mais comida industrializada em casa**. Disponível em: http://www.ibge.com.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1788&id_pagina=1. Acesso em: 20/09/2010.

KAJISHIMA, S.; PUMAR, M.; GERMANI, R. Efeito da adição de diferentes sais de cálcio nas características da massa e na elaboração de pão francês. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.23, n.2, p. 222-225, 2003. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612003000200021>.

LENER, B. R.; LEI, D. L.; CHAVES, S. P.; FREIRE, R. D. O cálcio consumido por adolescentes de escolas públicas de Osasco, São Paulo. **Revista de Nutrição**. v. 13, p. 57-63, 2000.

LIMA, A. S.; MACIEL, J.F.; QUEIROGA, R.C.R.E.; NETO, E.A.L.; ANJOS, U.U.; FARIAS, L.R.G. Avaliação físico-química e sensorial de pães de forma enriquecidos com soro de leite em pó. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. v.68, n.3, p.366-372, 2009.

LIN, Y.; ZHANG, W.; LI, C.; SAKAKIBARA, K.; TANAKA, S.; KONG, H. Factors affecting ethanol fermentation using *Saccharomyces cerevisiae* BY4742. **Biomass and Bioenergy**. v.47, p.395-401, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.09.019>.

OLIVEIRA, N. M. A. L. Enriquecimento nutricional de pão de forma com concentrado protéico de soro de leite e carbonato de cálcio. 57f. Dissertação (**Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos**). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2010.

QUÍLEZ, J.; RUIZ, J. A.; ROMERO, M. P. Relationships between sensory flavor evaluation and volatile and nonvolatile compounds in commercial wheat bread type baguette. **Journal of Food Science**. v. 71, n. 6, 2006.

RANHOTRA, G.S.; GELROTH, J.A; LEINEN, S.D. Utilization of Calcium in Breads Highly Fortified with Calcium as Calcium Carbonate or as Dairy Calcium. **Cereal Chemistry**. v.77, n.3, p. 293-296, 2000.

ROCHA, L.S.; SANTIAGO, R.A.C. Implicações nutricionais e sensoriais da polpa e casca de baru (*Dipterix Alata* vog.) na elaboração de pães. **Ciência e Tecnologia**

de Alimentos. v.29, n.4, p. 820-825, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612009000400019>

SALAMOUN, M. M.; KIZIRIAN, A. S.; TANNOUS, R. I.; NABULSI, M. M.; CHOUCAIR, M. K.; DEEB, M. E. Low calcium and vitamin D intake in healthy children and adolescents and their correlates. **European Journal of Clinical Nutrition.** v. 59, p. 177-184, 2005.