

Propriedades texturométricas e sensoriais de pães formulados com polidextrose e brócolis em pó obtidos por massas congeladas

R. A. ZAMBELLI¹, E. C. SANTOS-JUNIOR¹, L. I. F. PINTO¹, J. D. R. VIANA¹, C. A. R. LIMA¹ e D. F. PONTES¹.

¹ Universidade Federal do Ceará, Departamento de Tecnologia de Alimentos.
E-mail para contato: Zambelli@alu.ufc.br

RESUMO: O objetivo do estudo foi avaliar as propriedades de textura e sensoriais de pães com polidextrose e brócolis em pó obtidos por massas congeladas. Foram desenvolvidas três formulações de pães tipo forma, uma padrão e as com polidextrose e brócolis nas proporções de 5% (B1) e 10% (B2). Foram avaliados os parâmetros de textura dureza, mastigabilidade, elasticidade, coesividade e gomosidade nos tempos 0, 15, 30, 45 e 60 dias, com o uso do texturômetro CT3. A aceitabilidade foi avaliada pela escala hedônica de 9 pontos, avaliando a cor, aroma, sabor e textura. A partir do 45º dia para B1 os valores de dureza ultrapassaram 1.048,38 g, já para B2, todos os valores apresentados foram superior a 1.000,00 g, superiores a padrão. A estocagem congelado diminuiu a elasticidade e aumento da mastigabilidade e coesividade, o que refletiu nos parâmetros sensoriais, havendo redução conforme o tempo de estocagem congelada foi elevado, porém, não foram obtidos valores inferiores a 5,31.

1.0 INTRODUÇÃO

As análises de quantificação do comportamento reológico dos alimentos e da investigação das causas químicas e estruturais determinam um assunto de grande importância para a Ciência dos Alimentos, pois o conhecimento sobre a qualidade e a integridade física dos alimentos é de grande interesse tecnológico, econômico e comercial para o desenvolvimento e processamento de inúmeros produtos (Machado *et al.*, 2007).

O processamento de alimentos por via oral está diretamente relacionado com a percepção de textura (Koç *et al.*, 2013). Produtos derivados do trigo, como o pão, por exemplo, são alimentos heterogêneos, composto de um material rígido em sua superfície, representada pela crosta e de material dúctil na parte interior, o miolo (Chaunier *et al.*, 2008). Estas características conferem propriedades de textura complexas sobre o produto, incluindo a dureza, mastigabilidade, coesividade, elasticidade e gomosidade (Martin *et al.*, 2008).

O pão de forma apresenta alterações na textura durante o período de estocagem em consequência do fenômeno conhecido como envelhecimento do pão, sendo a avaliação das textura dos produtos de importância para a manutenção e garantia da qualidade, conforme explica Munhoz (2003).

Diante disto, o presente trabalho tem o objetivo de estudar o efeito do congelamento e armazenamento congelado no perfil de textura de pães tipo forma e nos parâmetros sensoriais de pães obtidos por massas congeladas durante até 60 dias.

2.0 METODOLOGIA

O desenvolvimento das formulações de pães tipo forma foi realizado a partir de uma formulação padrão. Foram desenvolvidas formulações incorporadas com diferentes quantidades de povidona e brócolis em pó, conforme apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 - Formulações de pães tipo forma desenvolvidas

Ingredientes (%)	Padrão	B1	B2
Farinha de Trigo	100%	100%	100%
Água*	58-62%	58-62%	58-62%
Gordura Vegetal Hidrogenada	10%	10%	10%
Açúcar Refinado	5%	5%	5%
Fermento Biológico	3,3%	3,3%	3,3%
Povidona	-	5%	10%
Brócolis em pó	-	5%	10%

* Com base no percentual de absorção de água de cada farinha.

2.1 Processamento dos Pães Tipo Forma

Os ingredientes foram pesados em balança semi-analítica separadamente. Aplicou-se o método direto, onde todos os ingredientes são colocados simultaneamente no início da etapa de mistura, com exceção do sal e água. Eles foram misturados em misturadora de escala semi-industrial durante 1 minuto em baixa velocidade para a homogeneização dos ingredientes, em seguida foi adicionada a água e misturada por 3 minutos em velocidade média, por último foi adicionado o sal e a massa foi misturada em alta velocidade por 6 minutos até o seu completo desenvolvimento. As massas foram divididas em porções de 250 g e moldadas na forma de elipses manualmente.

A água utilizada no processo de obtenção das massas para posterior congelamento teve sua temperatura aferida com termômetro digital e encontrou-se abaixo de 10 °C, com o objetivo de reduzir a temperatura da massa, que tende a aumentar devido à força de atrito provocada pela ação mecânica das pás ao longo da etapa de mistura, sendo assim, a água gelada controla a temperatura da massa e retarda o processo de fermentação antes do congelamento da massa.

Após a moldagem manual na forma de elipses, as massas foram inseridas em sacos de polietileno de forma individual e acomodadas em Freezer Horizontal Esmaltec® para serem congeladas e permanecerem estocadas até a sua utilização. A temperatura de armazenamento variou de -13 °C a -18 °C durante os períodos de 0, 15, 30, 45 e 60 dias.

As massas congeladas, quando completados os respectivos tempos para cada período de realização das análises, foram removidos do freezer e desembaladas. Foram colocadas sobre bandejas de alumínio e o descongelamento ocorreu em estufa de circulação forçada de ar a 30 °C±2 °C durante duas horas. A fermentação ocorreu a 28 °C±2 °C e 70% de umidade relativa durante duas horas. Após este processo, os pães foram forneados sem vapor a 220 °C durante 20 minutos e resfriados à temperatura ambiente.

2.2 Avaliação dos Pães Tipo Forma

Análise de Perfil de Textura (TPA): Os pães foram previamente cortados com o auxílio de faca cerrilhada, em fatias de 20mm de espessura, tiveram a textura avaliada através da análise de perfil de textura (TPA), realizada em Texturômetro Brookfield CT3, utilizando célula de carga de 4,5 kg, com probe cilíndrico de acrílico com diâmetro de 38,1 mm (TA3/100) tendo como parâmetros operacionais: velocidade de pré-teste: 2,0 m/s; velocidade de teste = 2,0 m/s; velocidade do pós-teste = 2,0 m/s; força = 20g; ciclo de contagem = 5 segundos; distância = 5,0 mm. A avaliação foi realizada em cinco repetições, pela compressão do probe em fatias centrais dispostas horizontalmente na plataforma. Os parâmetros avaliados foram: dureza (g); coesividade; elasticidade (mm), gomosidade (g); mastigabilidade (N).

Análise Sensorial: Os pães formulados com polidextrose e brócolis em pó e os provenientes de massas congeladas foram avaliados sensorialmente ao longo do tempo de armazenamento. As sessões foram conduzidas com 48 provadores não-treinados escolhidos ao acaso, em sua maioria alunos de graduação e pós-graduação da Universidade Federal do Ceará (UFC), de ambos os sexos, com faixa etária de 18 a 55 anos. Os ensaios foram realizados em cabines individuais de degustação com luz branca no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFC. Foi utilizado um delineamento construído por blocos completos balanceados (BCB), completando-se a cada seis julgamentos, com oito repetições. As amostras foram servidas aos provadores de forma monádica, em guardanapos codificados com números aleatórios de três dígitos. A análise foi realizada em 15 sessões distintas, realizadas a cada 15 dias, sendo três amostras em cada sessão. Para a avaliação das amostras utilizou-se escala hedônica de nove pontos, ancorada em seus extremos com os termos “gostei muitíssimo – 9” a “desgostei muitíssimo – 1” para avaliar a aceitabilidade dos produtos com relação aos atributos cor, aroma, sabor, textura e impressão global, as amostras foram servidas de forma monádica, para evitar a comparação entre elas.

2.3 Análise Estatística

A avaliação dos resultados dos resultados foi realizado o teste de médias ao nível de 5% de significância. A análise foi realizada através do programa STATISTICA 7.0.

3.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 2 apresenta os valores de dureza, elasticidade e gomosidade dos miolos de pães tipo forma obtidos através de massa não-congelada e congeladas por até 60 dias.

A dureza dos pães padrão variaram de 677,00 a 947,43 g. A adição de polidextrose e brócolis em pó na proporção de 5% promoveu pães de maior dureza inicial, 851,50 g, quando a incorporação foi de 10%, o valor de dureza apresentou valor superior a 1.000 g. De modo geral, o congelamento promoveu o aumento da dureza dos pães, havendo diferenças significativa, ao nível de 5% de significância, em todos os tempos de estocagem congelada estudados, o maior valor foi observado para a formulação B2, ao 60º dia de armazenamento, com 1.732,16 g.

Tabela 2 – Dureza, elasticidade e gomosidade dos miolos de pães tipo forma.

Amostras	Dias	Dureza (g)	Elasticidade (mm)	Gomosidade (g)
Padrão	0	677,00 ^e ±3,75	5,45 ^a ±0,12	581,70 ^e ±2,11
	15	728,32 ^d ±1,15	5,30 ^b ±0,04	608,05 ^d ±1,38
	30	833,01 ^c ±4,89	4,92 ^c ±0,15	658,23 ^c ±3,84
	45	897,49 ^b ±2,35	4,84 ^d ±0,07	701,38 ^b ±2,99
	60	947,43 ^a ±1,77	4,71 ^e ±0,03	755,63 ^a ±0,93
B1	0	851,50 ^e ±2,19	5,44 ^a ±0,02	725,00±1,42
	15	915,67 ^d ±1,88	5,30 ^b ±0,01	748,23±2,15
	30	998,40 ^c ±2,15	5,19 ^c ±0,03	794,11±1,66
	45	1.048,38 ^b ±4,15	5,01 ^d ±0,01	838,48±1,82
	60	1.115,59 ^a ±3,12	4,98 ^d ±0,05	914,92±2,15
B2	0	1.140,12 ^e ±2,97	5,51 ^a ±0,02	971,80 ^e ±1,47
	15	1.258,39 ^d ±3,64	5,38 ^b ±0,04	1.019,17 ^d ±0,97
	30	1.494,66 ^c ±3,12	5,10 ^c ±0,02	1.144,02 ^c ±1,35
	45	1.658,49 ^b ±1,89	4,89 ^d ±0,03	1.328,10 ^b ±2,18
	60	1.732,16 ^a ±3,17	4,61 ^e ±0,01	1.639,32 ^a ±1,75

De acordo com Esteller e Lannes (2005) a dureza ou firmeza dos pães está relacionada com a força aplicada para ocasionar uma deformação ou rompimento da amostra, e pode ser correlacionada com a mastigação humana. A força máxima avaliada para produtos de panificação é dependente da formulação (qualidade da farinha, quantidade de açúcares, gorduras, emulsificantes e enzimas) e umidade da massa.

Bárcenas *et al.* (2003) afirmam que a velocidade de endurecimento do pão é maior em produtos provenientes de massas congeladas, pré-assados e congelados, fato que ocorreu neste estudo, onde o tempo de estocagem congelada produziu pães tipo forma com maior dureza, quando comparado aos obtidos por massas não-congeladas.

O aumento da dureza dos pães ao longo do tempo de armazenamento, foi observado por Schleißinger *et al.* (2013), quando avaliou a dureza de pães padrão e adicionados de fibras durante três dias, observaram que as fibras aumentaram a firmeza dos pães de modo significativo, bem como o tempo de armazenamento, este comportamento também se aplica aos pães adicionados de povidexose e brócolis em pó.

Ribotta *et al.* (2008) afirmam que um maior valor de dureza está associado a pão de pior qualidade, diante disto, a qualidade dos pães à medida que o tempo de estocagem congelada das massas foi aumentando, decresceu.

Houve redução nos valores de elasticidade dos pães em todas as formulações desenvolvidas, o maior valor foi observado em B2, com 5,51 mm para massa não-congelada e o menor, após 60 dias de estocagem congelada também por B2, com 4,61 mm.

Silva *et al.* (2010) estudaram a incorporação de frutooligossacarídeos em pães de forma sem açúcar e verificaram que a incorporação de diferentes quantidades deste ingrediente não proporcionou diferenças significativas para a elasticidade, resultado diferente do encontrado para o uso da povidexose e do brócolis em pó.

A gomosidade teve comportamento semelhante ao da dureza, a formulação padrão obteve o menor resultado para massas não-congeladas, com 581,70 g, seguido de B1, com 725,00 g e B2, com 971,80 g. A estocagem congelada proporcionou o aumento da

gomosidade durante o período estudado, sendo o maior valor de 1.639,32 para a formulação B2 ao 60° dia de estocagem.

Segundo Ulzijargal *et al.* (2013), a inserção de outros componentes na panificação tende a alterar características de textura, dentre elas a gomosidade. Feili *et al.* (2013) observaram aumento na gomosidade de pães com a adição de *jackfruit* (*Artocarpus heterophyllus*) em níveis de até 15%, o que foi observado neste presente estudo. Pajak *et al.* (2012) avaliaram as mudanças físicas em pães durante a estocagem, percebeu-se que para os pães armazenamentos até o 3° dia houve aumento da gomosidade.

A tabela 3 apresenta os valores de mastigabilidade e coesividade dos miolos de pães tipo forma obtidos por massas não-congeladas e congeladas por até 60 dias.

Tabela 3 – Mastigabilidade, coesividade do miolo de pães tipo forma

Formulação	Dias de Armazenamento Congelado	Mastigabilidade (N)	Coesividade (g)
Padrão	0	10,03 ^e ±0,21	0,66 ^c ±0,04
	15	13,99 ^d ±0,09	0,69 ^c ±0,01
	30	15,31 ^c ±0,12	0,74 ^b ±0,01
	45	17,48 ^b ±0,16	0,79 ^a ±0,02
	60	19,30 ^a ±0,13	0,81 ^a ±0,05
B1	0	15,01 ^e ±0,12	0,74 ^d ±0,02
	15	16,99 ^d ±0,07	0,79 ^c ±0,02
	30	18,01 ^c ±0,15	0,83 ^b ±0,03
	45	19,43 ^b ±0,12	0,86 ^b ±0,01
	60	20,19 ^a ±0,08	0,90 ^a ±0,02
B2	0	17,75 ^e ±0,06	0,75 ^d ±0,03
	15	18,27 ^d ±0,12	0,79 ^d ±0,01
	30	19,76 ^c ±0,19	0,84 ^c ±0,02
	45	21,53 ^b ±0,05	0,88 ^b ±0,01
	60	26,40 ^a ±0,09	0,94 ^a ±0,03

A mastigabilidade foi afetada pela estocagem congelada das massas, verificou-se o seu aumento ao longo do armazenamento, variando de 10,03 N para a formulação padrão, no tempo zero, a 26,40 N para a formulação B2 ao 60° dia de armazenamento. Para a coesividade, o comportamento foi semelhante, não houve diferenças significativas entre os dias 0 e 15 e 45 e 60 para a formulação padrão, onde a coesividade variou de 0,66 a 0,81 g. Para B1, os valores foram de 0,74 a 0,90 g, não havendo diferenças entre o 30° e 45° dia de estocagem congelada. Waters *et al.* (2012) e Simmons *et al.* (2012b), que estudaram a adição de transglutaminase em pães, a fortificação com proteínas, fibras e minerais e óleo de soja. A medida que a incorporação destes constituintes foi elevada nos pães, observou-se o aumento da mastigabilidade.

A tabela 4 apresenta os valores médios dos atributos sensoriais dos pães tipo forma obtidos por massas não-congeladas e congeladas por até 60 dias.

A adição dos ingredientes funcionais promoveu decréscimo significativo ($p \leq 0,05$) nos valores de aceitação dos atributos sensoriais de cor, aroma, sabor e textura. A formulação

padrão obteve o maior valor do atributo cor, com 7,89, valores superiores aos obtidos por B1 (7,37) e B2 (7,54).

Tabela 4 – Valores médios dos atributos sensoriais dos pães tipo forma

Formulação	Dias ¹	Cor	Aroma	Sabor	Textura
Padrão	0	7,89 ^a ±0,23	7,39 ^a ±0,23	7,43 ^{ab} ±0,17	7,38 ^{ab} ±0,19
	15	7,60 ^a ±0,25	7,10 ^a ±0,21	7,04 ^{ab} ±0,21	7,33 ^{ab} ±0,21
	30	7,29 ^{ab} ±0,31	7,02 ^b ±0,16	7,02 ^a ±0,19	7,31 ^c ±0,12
	45	7,12 ^{ab} ±0,20	6,57 ^a ±0,27	6,54 ^b ±0,25	6,58 ^a ±0,27
	60	6,55 ^a ±0,25	6,56 ^a ±0,19	6,37 ^b ±0,26	6,25 ^a ±0,18
B1	0	7,37 ^a ±0,22	7,27 ^a ±0,20	7,70 ^a ±0,16	7,25 ^a ±0,22
	15	7,14 ^{ab} ±0,24	7,02 ^a ±0,26	7,14 ^{ab} ±0,28	6,81 ^{ab} ±0,33
	30	6,97 ^{ab} ±0,18	6,58 ^{ab} ±0,22	7,08 ^{ab} ±0,24	6,64 ^{ab} ±0,26
	45	6,52 ^b ±0,19	6,47 ^{ab} ±0,26	6,85 ^{ab} ±0,27	6,12 ^b ±0,23
	60	6,50 ^b ±0,25	6,16 ^b ±0,24	6,58 ^b ±0,23	5,87 ^b ±0,30
B2	0	7,54 ^a ±0,29	7,52 ^a ±0,21	7,54 ^a ±0,21	7,08 ^a ±0,28
	15	6,50 ^{ab} ±0,27	6,81 ^{ac} ±0,23	7,10 ^{ab} ±0,29	6,58 ^b ±0,30
	30	6,25 ^{bc} ±0,21	6,27 ^c ±0,20	6,62 ^{abc} ±0,23	6,12 ^b ±0,30
	45	6,12 ^{bc} ±0,23	6,20 ^{bc} ±0,24	6,14 ^{bc} ±0,24	6,04 ^b ±0,20
	60	5,31 ^b ±0,31	5,31 ^b ±0,32	5,66 ^c ±0,36	5,75 ^b ±0,33

Para o aroma, a incorporação da polidextrose e brócolis em valores de 10% melhorou este parâmetro, com média de 7,52. Para o atributo sabor, o melhor resultado foi obtido pela formulação B1, com valor médio de 7,70; seguido da formulação B2, com 7,54. Houve redução nos valores hedônicos da textura quando adicionados a polidextrose e brócolis em pó, tendo a formulação padrão obtido o melhor resultado, com média de 7,38. O congelamento das massas não prejudicou sensorialmente a aceitabilidade dos pães, houve redução em todos os parâmetros sensoriais avaliados, entretanto, as notas hedônicas finais ficaram acima da zona de rejeição, a menor média foi obtida pelo atributos atributos cor e aroma, para a formulação B2, com 5,31 entre nem gostei/desgostei e gostei ligeiramente.

4.0 CONCLUSÃO

A incorporação dos ingredientes funcionais e a estocagem congelada aumentou a dureza, gomosidade, mastigabilidade, coesividade e reduziu a elasticidade dos pães. Sensorialmente, houve redução dos atributos sensoriais estudados, entretanto, os produtos ficaram acima da faixa de rejeição, com média hedônica mínima de 5,31.

5.0 REREFÊNCIAS

BÁRCENAS, M. E.; HAROS, M.; ROSELL, C. M. An approach to studying the effect of different bread improvers on the staling of pre-baked frozen bread. *Eur. Food. Res. Technol.*, v. 218, n. 2, p. 56-61, 2003.

CHAUNIER, L.; CHIRON, H.; DELLA VALLE, G.; SAULNIER, L. Evaluation instrumentale de la texture contrastée croûte/mie de pains miniaturisés présentant des teneurs en fibres variées. *Industries des céréales.*, v. 160, p. 2–8, 2008.

ESTELLER, M. S.; LANNES, S. C. S. Parâmetros complementares para fixação de identidade e qualidade de produtos panificados. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 25 n. 4, p. 802-806, 2005.

FEILI, R.; ZZAMAN, W.; ABDULLAH, W. N. W.; YANG, T. A. Physical and sensory analysis of high fiber bread incorporate with Jackfruit rind flour. *Food Sci. Technol.*, v. 1, n. 2, p. 30-36, 2013.

KOÇ, H.; VINVARD, C. J.; ESSICK, G. K.; FOEGEDING, E. A. Food oral processing: Conversion of food structure to textural perception. *Ann. Rev. Food. Sci. Technol.*, v. 4 p. 237-266, 2013.

MACHADO, A. V.; PEREIRA, J. Perfil reológico de textura da massa de pão de queijo. *Ciênc. Agrotec.*, v. 34, p. 1009-1014, 2010.

MARTIN, P. Controlling the breadmaking process: the role of bubbles in bread. *Cereal Foods World*, v.49, p. 72-75, 2004.

MUNHOZ, M. P. *Influência dos hidrocolóides na qualidade tecnológica de pães*. 116 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

PAJAK, P.; HABRYKA, C.; FORTUNA, T. Changes in the physical properties of bread during storage. *Potravinarstvo*, v. 6, n. 2, p. 42-45, 2012.

RIBOTTA, P. D.; PÉREZ, G. T.; AÑÓN, M. C.; LEÓN, A. E. Optimization of additive combination for improved soy-wheat bread quality. *Food Biop. Technol.*, v. 3, n. 2, p. 395-405, 2008.

SCHLEIBINGER, M.; MEYER, A. L.; AFSAR, N.; NAGY, A. G.; DIECKER, V.; SCHIMITT, J. J. Impact of dietary fibers on moisture and crumb firmness of brown bread. *Adv. J. Food. Sci. Technol.*, v. 5, n. 10, p. 1281-1284, 2013.

SILVA, M. T. P.; SILVA, C. B.; CHANG, Y. K. Utilização de frutooligossacarídeos na elaboração de pão de forma sem açúcar. *Temas Agrários*, v. 15, n. 1, p. 44-57, 2010.

SIMMONS, A. L.; SMITH, K. B.; VODOVOTZ, Y. Soy ingredients stabilize bread dough during storage. *J. Cereal. Sci.*, v. 56, n. 2, p. 232-238, 2012.

ULZIJARGAL, E.; YANG, J. H.; LIN, L. Y.; CHEN, C. P.; MAU, J. L. Quality of bread supplemented with mushroom mycelia. *Food Chem.*, v. 138, n. 1, p. 70-76, 2013.

WATERS, D. M.; JACOB, F.; TITZE, J.; ARENDT, E. K.; ZANINI, E. Fibre, protein and mineral fortification of wheat bread through milled and fermented brewer's spent grain enrichment. *Eur. Food. Res. Technol.*, v. 235, p. 767-778, 2012.