

Efeito da estocagem de massas congeladas nos parâmetros colorimétricos de pães tipo forma adicionados de ingredientes funcionais

Effect of frozen storage of dough in the colorimetric parameters of breads type form of added functional ingredients

Rafael Audino Zambelli¹, Luan Ícaro Freitas Pinto², Gerla Castelo Branco Chinelate³, Lucicléia Barros de Vasconcelos Torres⁴, Dorasílvio Ferreira Pontes⁵

RESUMO – O presente teve como objetivo estudar o efeito da estocagem congelada de massas por até 60 dias nos parâmetros colorimétricos de pães tipo forma. Foram desenvolvidas 7 formulações de pães tipo forma, uma padrão, sem a adição de ingredientes funcionais e as contendo as combinações dos ingredientes açaí em pó/polidextrose, brócolis em pó/polidextrose e tomate em pó/polidextrose nas proporções de 5% e 10% cada. Através de análise de cor instrumental foram avaliados os parâmetros de luminosidade (L), cromaticidades a* e b*, o croma (C*) e o ângulo de tonalidade (h°) do miolo dos pães nos tempos 0, 15, 30, 45 e 60 dias. Para a formulação padrão, a luminosidade apresentou redução de 77,38 a 69,43, houve redução na cromaticidade a* e ângulo de tonalidade, já a cromaticidade b* e croma apresentaram elevação em função do tempo de estocagem. Para as formulações contendo ingredientes funcionais, o comportamento foi semelhante, os pães tiveram menor luminosidade quando comparada à padrão, à medida do tempo de estocagem, pela degradação dos pigmentos houve elevação deste parâmetro. A cromaticidade a* e o ângulo de tonalidade foram reduzidos ao longo da estocagem, com exceção das formulações incorporadas com brócolis em pó, onde o ângulo de tonalidade aumentou. A cromaticidade b* e o croma apresentaram aumento durante o período estudado. Concluiu-se que o tempo de estocagem congelada das massas promoveu variações nos parâmetros colorimétricos do miolo de pães tipo forma.

Palavras-chave: Pão, Congelamento, Alimentos Funcionais.

SUMMARY - This aimed to study the effect of frozen storage of dough for up to 60 days in the colorimetric parameters of breads type form. 7 formulations bread type form, a standard, without adding functional ingredients and combinations of ingredients containing acai powder/polydextrose, broccoli powder/polydextrose and tomato powder/polydextrose in proportions of 5% and 10% were each developed. Through analysis of instrumental color parameters of lightness (L), Chromaticities a* and b*, chroma (C*) and hue angle (h°) of the crumb of bread at 0, 15, 30, 45 and 60 days were evaluated. For the standard formulation, the brightness decreased from 77.38 to 69.43, there was reduction in the chromaticity a* and hue angle, the chromaticity b* and chroma showed an increase as a function of storage time. For formulations containing functional ingredients, the behavior was similar, the bread had lower brightness compared to the standard during storage time, because the degradation of pigments. Chromaticity a* and hue angle were reduced throughout storage, except the formulations incorporated with broccoli powder, where the hue angle increased. The b* chromaticity and chroma showed increases during the period studied. It was concluded that the storage time of the frozen dough promoted changes in colorimetric parameters of bread crumb

Keywords: Bread, Freezing, Functional Foods.

*Autor para correspondência

Recebido em 10/10/2014 e aceito em 19/02/2015

¹Doutorando em Ciência e Tecnologia de Alimentos – UFC/DETAL – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE. E-mail: Zambelli@alu.ufc.br

²Mestrando em Ciência e Tecnologia de Alimentos – UFC/DETAL – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE. E-mail: luanicaroxd@hotmail.com

³Dr. Sc., Professora Adjunta da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE – Universidade Federal do Rural de Pernambuco, Garanhuns-PE. E-mail: gerla.chinelate@yahoo.com.br

⁴Dr. Sc., Professor Adjunto da Universidade Federal do Ceará – UFC/DETAL – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE. E-mail: lucicleiabarrosh@hotmail.com

⁵Dr. Sc., Professor Adjunto da Universidade Federal do Ceará – UFC/DETAL – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE. E-mail: dora@ufc.br

INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo os pães foram aperfeiçoados, ganhando novas formas, formulações e processos, adaptando-se às culturas e necessidades do mercado alimentício (CANELLA-RAWLS, 2012), uma das necessidades de mercado é pela introdução de alimentos dito funcionais, os seus benefícios para a saúde são frequentemente associados com os seus componentes bioativos, os quais se acredita proporcionar benefício, além da nutrição básica (LIU *et al.*, 2010).

O uso do tomate em pó possui muitas vantagens, o que inclui a facilidade de embalagem, transporte, propriedades de mistura, além de possuir elevado teor de licopeno, devido à retirada da água do produto natural (GIOVANELLI *et al.*, 2003). O crescente aumento no consumo de brócolis é devido aos efeitos benéficos para a saúde, como a redução do risco de ocorrência de gastrite e câncer (MORENO *et al.*, 2006).

A polpa de açaí tem sido objeto de estudos em função de seu valor nutritivo e sensorial, sendo inclusive considerada como um alimento nutracêutico devido ao seu rico conteúdo de antocianinas, pigmentos hidrossolúveis responsáveis pela cor avermelhada do fruto, bem como apresentando elevado conteúdo mineral (MENEZES, 2005). A povidexose é um polímero de glicose, com baixo poder calorífico (1 kcal/g) e demonstra efeito fisiológico semelhantes à fibra dietética, aumentando o volume fecal, produzindo ácidos graxos de cadeia curta no cólon, reduzindo o tempo de trânsito, além de induzir efeitos pré-bióticos (RANINEN *et al.*, 2011). Por se tratar de nutrientes na forma de pó, os produtos de panificação podem ser potenciais veículos para a sua incorporação. Tendo em vista o que foi abordado objetivo estudar o efeito da estocagem congelada de massas por até 60 dias nos parâmetros colorimétricos de pães tipo forma.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram desenvolvidas formulações de pães tipo forma adicionadas da combinação dos ingredientes: açaí em

pó/povidexose; brócolis em pó/povidexose e tomate em pó/povidexose, nas quantidades de 5% e 10%, conforme apresentado na Tabela 1.

Os ingredientes foram pesados separadamente. Para a produção dos pães tipo forma, 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 completo desenvolvimento 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 de $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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 $30\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante duas horas. A fermentação ocorreu a $28\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 60% de umidade relativa durante duas horas. Após este processo, os pães foram forneados sem vapor a $220\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 20 minutos e resfriados à temperatura ambiente.

A determinação da cor do miolo dos pães foi determinada utilizando Colorímetro Digital Minolta modelo CR-300 (Osaka, Japão), com 8mm de área de mensuração e geometria $d/0^{\circ}$ no sistema CIELab, com leituras realizadas em ângulo de visão de 10° e iluminante padrão D65. Os parâmetros medidos foram luminosidade (L^*), coordenadas de cromaticidade (a^* e b^*), croma (C^*) e o ângulo de tonalidade (h_{ab}). A avaliação de cor do miolo foi realizada no centro da fatia central do pão com espessura de 20mm. A Luminosidade L^* possui escala de 0 a 100, do branco ao preto, respectivamente. Foram utilizados três pães para cada formulação com cinco leituras de cada um dos parâmetros.

Tabela 1 - Formulações de pães tipo forma utilizadas no estudo da obtenção através de massas congeladas.

Ingredientes (%)	Padrão	T1	T2	B1	B2	A1	A2
Farinha de Trigo	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Água*	58-62%	58-62%	58-62%	58-62%	58-62%	60%	58-62%
Gordura Vegetal Hidrogenada	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Açúcar Refinado	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Fermento Biológico	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%
Povidexose	-	5%	10%	5%	10%	5%	10%
Tomate em pó	-	5%	10%	-	-	-	-
Brócolis em pó	-	-	-	5%	10%	-	-
Açaí em pó	-	-	-	-	-	5%	10%

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tabela 2 fornece os resultados da análise de colorimetria dos pães tipo forma padrão obtidos por massa não-congelada e congelada por até 60 dias.

A luminosidade dos pães padrão foi influenciada pelo tempo de armazenamento congelado das massas, quanto maior o tempo, menor a luminosidade dos pães que variou 77,38 no tempo zero a 69,43 após 60 dias. Os valores do parâmetro diferiram estatisticamente do tempo zero, não houve diferenças entre o 15° e 30° dia, que diferiram do 45° e 60°.

As células de gás finas uniformemente distribuídas produzidas durante o final da fermentação e início do forneamento, tendem a refletir a luz ao invés de absorvê-la e fornecer ao miolo uma aparência mais branca, em contraste com as poucas células grandes de gases, devido ao enfraquecimento da matriz de glúten, que fornecem aparência mais escura para o miolo (ROSELL e GOMEZ, (2007); SHI *et al.* (2013), isto explica a redução da luminosidade, tendo em vista que através da análise de imagem dos miolos pode-se notar o aumento das células de expansão de gás.

Segundo Purlis (2011), pães padrão com luminosidade em torno de 70 apresentam boa aceitação sensorial. Entretanto, valores abaixo de 60 resultam em escurecimento excessivo e acima de 78, em coloração muito clara, indicativa de cozimento insuficiente, dentro desta hipótese, apenas após 60 dias de armazenamento congelado a luminosidade dos pães não foi adequada, obtendo o valor de 69,43.

Comportamento semelhante foi observado para o parâmetro cromaticidade a* que variou de -7,96 nos pães sem armazenamento congelado a -6,65 para pães obtidos a partir de massas congeladas por 60 dias, no espaço correspondente à cor verde. Não houve diferenças significativas do tempo zero ao 15°, porém diferiram estatisticamente dos demais tempos estudados.

Os valores de cromaticidade b* foram elevados conforme o tempo de armazenamento aumentou, de 20,16 a 26,42, apresentando diferenças significativas em todos os tempos avaliados. O croma (C) aumentou com o armazenamento congelado, houve diferenças estatística entre todas as medidas, variando de 21,41 para o tempo zero a 27,69 para o dia 60, dentro do espaço correspondente ao amarelo.

Houve diferenças significativas para o ângulo de tonalidade (h°), com exceção dos tempos 45 e 60. Os valores diminuíram ao longo do período de armazenamento, de 111,56 para o tempo zero e 103,44 para o 60° dia.

A adição de farinha de arroz extrusada em estudo desenvolvido por Evangelho *et al.* (2013) promoveu valores de luminosidade variando de 70,37 para 10% de incorporação a 68,20 quando foi de 50%, também alterando as cromaticidades a* e b*, variando de - 6,64 (padrão) a -2,66 (50% de farinha de arroz extrusada) e de 20,45 (padrão) a 14,54 para a incorporação de 50% de farinha de arroz extrusada.

A tabela 3 fornece os resultados da colorimetria para os pães “Tomate 1 – T1” obtidos por massa não-congelada e congelada até 60 dias.

Tabela 2 – Análise colorimétrica dos miolos dos pães padrão

Formulação Padrão	Dias de armazenamento congelado das massas ¹				
	0	15	30	45	60
L*	77,38 ^a ±0,37	73,91 ^{ab} ±0,57	73,22 ^{ab} ±0,07	70,77 ^b ±0,42	69,43 ^b ±2,70
a*	-7,96 ^a ±0,05	-7,71 ^a ±0,04	-6,97 ^b ±0,10	-6,89 ^b ±0,03	-6,65 ^b ±0,12
b*	20,16 ^a ±0,27	23,11 ^c ±0,05	23,59 ^c ±0,85	24,50 ^{bc} ±0,15	26,42 ^b ±0,56
C*	21,41 ^c ±0,43	23,87 ^{bc} ±0,28	24,08 ^{bc} ±1,03	24,81 ^{ab} ±0,81	27,69 ^a ±0,81
h°	111,56 ^a ±0,16	108,37 ^b ±0,34	106,41 ^c ±0,45	104,51 ^d ±0,21	103,44 ^d ±0,39

¹Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente (p ≤ 0,05)

Tabela 3 – Análise colorimétrica dos miolos dos pães Tomate 1.

Formulação Tomate 1	Dias de armazenamento congelado das massas ¹				
	0	15	30	45	60
L*	55,74 ^a ±0,48	59,37 ^b ±0,68	61,50 ^{bc} ±0,12	63,42 ^c ±0,46	63,46 ^c ±0,70
a*	9,54 ^a ±0,41	9,34 ^a ±0,13	8,66 ^a ±0,56	6,61 ^b ±0,14	5,19 ^c ±0,05
b*	47,30 ^b ±0,34	46,80 ^b ±0,65	48,23 ^b ±0,58	48,71 ^{ab} ±0,03	50,59 ^a ±0,45
C*	48,42 ^a ±0,04	48,79 ^a ±0,71	49,42 ^a ±0,12	50,01 ^a ±0,56	50,89 ^a ±0,12
h°	82,56 ^a ±0,19	80,51 ^{ab} ±0,13	79,09 ^{bc} ±1,12	78,79 ^{bc} ±0,13	77,58 ^c ±0,20

¹Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente (p ≤ 0,05) entre si.

Tabela 4 – Análise colorimétrica dos miolos dos pães Tomate 2.

Formulação Tomate 2	Dias de armazenamento congelado das massas ¹				
	0	15	30	45	60
L*	50,37 ^a ±0,88	53,95 ^{ab} ±0,38	54,20 ^{ab} ±0,69	56,20 ^b ±1,17	56,42 ^b ±1,23
a*	14,96 ^c ±0,04	14,17 ^c ±0,07	13,39 ^{ab} ±0,29	12,23 ^b ±0,20	11,69 ^a ±0,32
b*	43,75 ^a ±0,75	48,64 ^b ±0,44	52,45 ^{bc} ±0,20	52,99 ^c ±0,26	53,07 ^c ±0,44
C*	40,78 ^b ±3,64	50,32 ^b ±0,64	53,68 ^c ±0,25	54,46 ^c ±2,17	56,32 ^a ±0,28
h°	77,11 ^b ±0,09	75,65 ^b ±0,16	70,56 ^c ±0,36	69,77 ^c ±0,28	66,29 ^a ±0,96

¹Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente (p ≤ 0,05) entre si.

Tabela 5 – Análise colorimétrica dos miolos dos pães Brócolis 1.

Formulação Brócolis 1	Dias de armazenamento congelado das massas ¹				
	0	15	30	45	60
L*	66,12 ^b ±0,09	67,20 ^c ±0,07	68,95 ^d ±0,11	69,39 ^d ±0,10	70,18 ^a ±0,07
a*	-4,68 ^b ±0,05	-4,02 ^a ±0,12	-3,68 ^d ±0,03	-3,54 ^{cd} ±0,02	-3,22 ^c ±0,01
b*	16,68 ^e ±0,05	15,72 ^d ±0,09	15,19 ^c ±0,02	14,28 ^b ±0,05	13,93 ^a ±0,04
C*	17,15 ^a ±0,05	16,23 ^b ±0,06	15,89 ^c ±0,06	15,01 ^d ±0,05	14,83 ^d ±0,02
h°	103,44 ^b ±0,14	104,27 ^b ±0,07	104,93 ^d ±0,02	105,15 ^d ±0,02	106,04 ^a ±0,01

¹Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) entre si.

Tabela 6 – Análise colorimétrica dos miolos dos pães Brócolis 2.

Formulação Brócolis 2	Dias de armazenamento congelado das massas ¹				
	0	15	30	45	60
L*	56,15 ^a ±0,05	58,24 ^b ±0,09	59,32 ^c ±0,09	60,94 ^d ±0,18	62,17 ^e ±0,07
a*	-8,12 ^c ±0,01	-7,59 ^b ±0,10	-6,82 ^d ±0,06	-6,55 ^d ±0,11	-5,93 ^a ±0,04
b*	24,23 ^b ±0,09	25,45 ^c ±0,15	26,15 ^a ±0,05	26,99 ^d ±0,01	27,18 ^d ±0,02
C*	25,19 ^e ±0,04	26,57 ^d ±0,02	27,11 ^c ±0,02	28,28 ^b ±0,02	29,59 ^a ±0,12
h°	158,33 ^c ±0,06	159,91 ^d ±0,04	160,87 ^c ±0,05	161,18 ^b ±0,02	162,02 ^a ±0,01

¹Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) entre si.

Tabela 7 – Análise colorimétrica dos miolos dos pães Açafá 1.

Formulação Açafá 1	Dias de armazenamento congelado das massas ¹				
	0	15	30	45	60
L*	68,18 ^e ±0,04	70,40 ^d ±0,06	71,12 ^c ±0,06	72,32 ^b ±0,02	72,98 ^a ±0,03
a*	-3,87 ^c ±0,04	-3,75 ^d ±0,01	-3,30 ^c ±0,04	-2,98 ^b ±0,02	-2,70 ^a ±0,03
b*	19,88 ^a ±0,08	19,03 ^d ±0,12	18,74 ^d ±0,06	17,91 ^b ±0,07	17,15 ^c ±0,03
C*	19,72 ^a ±0,05	19,16 ^b ±0,03	18,98 ^c ±0,02	18,36 ^d ±0,03	17,95 ^e ±0,02
h°	103,34 ^a ±0,06	102,93 ^b ±0,06	101,45 ^c ±0,02	101,01 ^d ±0,04	100,93 ^d ±0,06

¹Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) entre si.

Tabela 8 – Análise colorimétrica dos miolos dos pães Açafá 2.

Formulação Açafá 2	Dias de armazenamento congelado das massas ¹				
	0	15	30	45	60
L*	58,74 ^a ±0,48	59,37 ^b ±0,68	61,50 ^{bc} ±0,12	63,42 ^c ±0,46	63,46 ^c ±0,70
a*	-7,71 ^a ±0,41	-6,34 ^b ±0,13	-5,66 ^c ±0,56	-4,61 ^d ±0,14	-3,19 ^e ±0,05
b*	25,30 ^b ±0,34	24,80 ^b ±0,65	22,23 ^c ±0,58	21,71 ^{cd} ±0,03	20,90 ^d ±0,45
C*	28,42 ^a ±0,04	27,79 ^a ±0,71	26,42 ^b ±0,12	24,01 ^c ±0,56	21,89 ^d ±0,12
h°	106,56 ^a ±0,19	105,51 ^{ab} ±0,13	104,79 ^{ab} ±1,12	103,09 ^{ab} ±0,13	101,58 ^b ±0,20

¹Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) entre si.

A luminosidade dos pães adicionados de 10 g de polidextrose e tomate em pó variou entre 55,74 para o tempo zero a 63,46 para o 60° dia de estocagem congelada, o aumento deste parâmetro pode estar relacionado com a possível perda dos teores de licopeno ao longo do armazenamento, tornando a amostra mais esbranquiçada, conforme estudado por Silva *et al.*, (2010b), onde avaliaram a vida de prateleira de tomate seco através do teor total de carotenóides e foi constatado que há redução em seus níveis durante, pelo menos, 45 dias.

Os autores observaram redução nos valores da cromaticidade a*, fato similar ocorrido neste estudo, no tempo zero, a cromaticidade a* dos pães “tomate 1” foi de 9,54; valor que não foi estatisticamente diferente até o 30° dia de armazenamento, entretanto, a partir deste período houve maior redução no parâmetro colorimétrico, obtendo o valor de 5,19 ao 60° dia. A relação entre a L* e a* neste caso podem fornecer indícios que quantidades de licopeno nos pães foram perdidas com o armazenamento congelado das massas.

De acordo com Davoodi *et al.* (2007), a qualidade do tomate em pó é influenciada pela condição de armazenamento

à longo prazo, fatores como a luz, oxigênio e umidade aceleram as alterações na qualidade do tomate em pó durante a estocagem, o que pode ser observado neste estudo.

Os valores da cromaticidade b* foram elevados à medida que o tempo de armazenamento congelado das massas foi avançando, variando de 47,30 a 50,59; não houve diferenças estatísticas, ao nível de 5% de significância para os trinta primeiros dias do estudo, no espaço amarelo, o que era esperado, pois em processos de degradação os componentes de coloração vermelha e alaranjada que constituem os pigmentos carotenóides transformam-se em um grupo de compostos amarelos, segundo relatam Scotter *et al.* (1994). Pereira *et al.* (2006) observaram a redução da cromaticidade b* após 60 dias de armazenamento de tomate em pó.

O Cromo obteve o mesmo comportamento, porém não houve diferenças estatísticas entre os tempos de armazenamento. O decréscimo da quantidade de pigmentos leva a uma perda da saturação da cor, conforme foi observado pela redução da coordenada C*.

Para o ângulo de tonalidade, houve redução dos valores ao longo do armazenamento das massas variando de 82,56 a 77,58; todos os valores diferiram estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

Os resultados dos parâmetros colorimétricos para a formulação “tomate 2” de pão tipo forma são apresentados na tabela 4.

Houve diferenças significativas entre os tempos de armazenamento congelado com relação a luminosidade, variando de 50,37 (tempo zero) a 56,42 (tempo 60), devido ao enbranquecimento da amostra como resultado da possível perda de pigmentos carotenóides durante a estocagem, ocorrendo de modo semelhante à T1.

Liu *et al.* (2010) estudaram os parâmetros de qualidade do tomate em pó ao longo de 5 dias de armazenamento em temperaturas de 0° C, 25° C e 37° C, os autores concluíram que para a temperatura de 0° C à velocidade das reduções nos parâmetros de luminosidade, cromaticidade a* e b* foram menores, quando comparados às demais temperaturas, entretanto, em todas elas, houve a redução deste parâmetros, como justificativa, os autores alertam para a redução do teor de licopeno no mesmo período.

A cromaticidade a* teve seus valores reduzidos ao longo do tempo de estocagem e variaram de 14,96 a 11,69, não apresentando diferenças significativas entre os 45° e 60° dia de. Os valores de b* foram de 43,75 no tempo zero a 53,07 após 60 dias de armazenamento congelado, alterando a coloração do miolo dos pães tipo forma adicionados de tomate em pó e polidextrose.

Nia *et al.* (2013) ao avaliarem o uso de farinha de soja para a produção de pães obtiveram valores de luminosidade variando de 57,50 para a formulação sem a adição de farinha de soja e este parâmetro foi diminuindo à medida em que a farinha de soja foi incorporada. O mesmo ocorreu para os parâmetros a* e b*, que obtiveram médias entre 5,0 a 4,0 e 8,0 a 6,0, respectivamente, valores inferiores obtidos quando comparados com a adição do tomate em pó e polidextrose e os resultados do parâmetro b*.

O croma e o ângulo de tonalidade apresentaram o mesmo comportamento para os diferentes tempos de armazenamento congelado das massas, sendo menor nas massas não-congeladas e tendo seus valores elevados nos tempos posteriores. Nos primeiros 15 dias de armazenamento não houve diferenças estatísticas significativas para estes parâmetros. O armazenamento entre o 30° e 45° dia não apresentou diferenças entre si para o croma e o ângulo de tonalidade.

A adição de filmes de nucleação de gelo à base de zeína para a preservação de leveduras foi estudada por Shi *et al.* (2013) e em pães proporcionou valores de luminosidade variando de 59,0 a 74,0 (pão fresco), a cromaticidade a* tendeu para o amarelo e a b* para o verde, com valor médio de 14,8.

A tabela 5 fornece os valores dos parâmetros colorimétricos da formulação B1 ao longo do tempo de armazenamento congelado das massas.

A luminosidade dos pães B1 foi elevada com o tempo de armazenamento congelado das massas, variando de 66,12 a 70,18; não houve diferenças significativas para os tempos entre o 30° e 45° dia, durante todo o tempo avaliado, ocorreu um leve descoloramento dos pães, que está

relacionado com os valores obtidos pela cromaticidade a*, que mede os níveis entre verde e vermelho, os valores obtidos foram negativos, portanto, no espaço correspondente ao verde, pôde-se avaliar que ocorreu uma diminuição na tonalidade verde dos pães, que variou de -4,68 a -3,22. Ao avaliarmos a cromaticidade b*, a tendência ao vermelho diminuiu ao longo do tempo de armazenamento congelado das massas. Para as cromaticidades, todas os valores das medições foram estatisticamente diferentes.

O comportamento das cromaticidades, refletiram nos valores do croma (C*) e do ângulo de tonalidade (h°), onde o primeiro obteve uma tendência decrescente à medida do tempo de armazenamento congelado, e o segundo, apresentou valores crescentes, variando de 103,44 para as massas não-congeladas e 106,04 para as massas congeladas por 60 dias. O Croma foi significativamente igual entre o 45° e 60 dia de armazenamento, para o ângulo de tonalidade, não houve diferença entre os quinze primeiros dias e entre o 30° e 45° dia.

A avaliação do croma e do ângulo de tonalidade foram avaliados em pães adicionados de frutooligosacarídeos por Silva *et al.* (2010a) e obtiveram valores variando de 24,10, para o pão padrão, a 25,71 para os pães adicionados de 6%, seguindo a mesma tendência observada, já para o ângulo de tonalidade, este reduziu à medida em que a adição do ingrediente foi elevada, diferentemente do ocorrido com o tempo de estocagem avaliado neste presente estudo, onde o parâmetro teve elevação de seus valores.

A tabela 6 apresenta os valores dos parâmetros de cor instrumental obtidos para a formulação B2.

A cor do miolo dos pães de forma constitui um fator muito importante para a sua comercialização, sendo diretamente influenciada pelas matérias-primas que compõem sua formulação e pelas condições de forneamento (SILVA, 2009).

Os pães B2 apresentaram valores de luminosidade inferiores à B1, devido à maior adição dos ingredientes funcionais, variando de 56,15 para o tempo zero, até 62,17 para 60 dias de armazenamento, houve uma tendência de aumento deste parâmetro. O parâmetro cromaticidade a* foi mais intenso do que os pães B1, variou de -8,12 a -5,93, decrescendo à medida em que o tempo de armazenamento congelado das massas foi elevado, compreendendo ao espaço de coloração verde, a diminuição desta coloração nos produtos pode ser relacionado com o aumento da luminosidade. Não houve diferenças significativas entre o 30° e 45 dia. Para a cromaticidade b* os valores variaram de 24,23 para os pães provenientes de massas não-congeladas a 27,18 para 60 dias de armazenamento congelado, verificando um aumento na coloração vermelha dos produtos, os valores de b* entre os dias 45 e 60 não variaram estatisticamente, a nível de 5% significância.

Segundo Esteller e Lannes (2005), valores elevados de b* são traduzidos para amostras com forte coloração amarela ou dourada, que embora “diluída” na coloração castanha, característica de produtos que sofrem cozedura, pode ser “filtrada” e aparece em pães ricos em proteínas, açúcares redutores e ovos (carotenóides). No presente estudo todos os valores de b* foram positivos (amarelo).

O mesmo comportamento foi observado para os parâmetros C* e h°, onde tiveram seus valores elevados com o tempo de armazenamento congelado das massas, para o

croma, os valores variaram de 25,19 a 29,59 e para o ângulo de tonalidade, de 158,33 a 162,02; todos os valores diferiram estatisticamente.

O croma variou de 18,56 a 26,67 em pães adicionados de farinha de soja e glúten vital, em estudo desenvolvido por Silva (2009) e o ângulo de tonalidade de 81,08 a 89,24.

Pajak *et al.* (2012) observaram aumento no valor da luminosidade de pães armazenados em até 5 dias, bem como o aumento da cromaticidade a*, o que ocorreu nos pães B2, e redução da cromaticidade b*.

A tabela 7 apresenta os valores dos parâmetros de cor instrumentais das formulações A1 obtidos a partir de massas não-congeladas e congelada durante o período de 60 dias.

Para os pães A1, a luminosidade variou de 68,18 a 72,98; elevando-se ao longo do tempo de estocagem, todos os valores obtidos diferiram entre si ao nível de 5% de significância. A cromaticidade a* ficou situada no espaço correspondente à cor verde, diminuindo a sua intensidade, os valores variaram de -3,87 a -2,70, não havendo diferenças significativas ao longo do armazenamento. Já a cromaticidade b*, os valores compreenderam ao espaço de coloração vermelha, decrescendo à medida em que o tempo de armazenamento foi elevado, não apresentaram diferenças estatísticas os valores que compreenderam entre o 15° e 30 dia de armazenamento. O croma diminuiu com o tempo de estocagem, variando de 19,72 a 17,95; o mesmo comportamento foi obtido para o ângulo de tonalidade, seu valor variou de 103,34 a 100,93; onde não houve diferenças estatísticas dos valores obtidos entre o 45° e 60° dia.

Sousa (2012) avaliou a utilização de diferentes aditivos para a melhoria da qualidade de pão pré-cozido congelado, a luminosidade obtida variou de 79,60 para a formulação padrão a 72,71 para o ensaio 10, correspondente a 200 ppm de ácido ascórbico, 6000 ppm de carbonato de cálcio, 2000 ppm de lecitina de soja e 5000 ppm de farinha de soja.

O uso de aditivos também foi estudado por Karimi *et al.* (2012) e promoveu o aumento da luminosidade dos pães, variando de 59,64 a 65,40; não alterou significativamente a cromaticidade a* e elevou os valores de b*.

A tabela 8 apresenta os resultados dos parâmetros de cor instrumentais avaliados ao longo do tempo de armazenamento congelado das massas para a produção de pães tipo forma com 10% de polidextrose e açaí em pó (A2).

A luminosidade dos pães A2 variou de 58,74 a 63,46; obtendo o mesmo comportamento para os demais pães avaliados, onde a tendência foi o aumento deste parâmetro conforme o tempo de armazenamento congelado das massas foi elevado, não houve diferenças significativas entre as luminosidades mensuradas nos tempos 45 e 60 dias. A cromaticidade a* correspondeu ao espaço de coloração verde, variando de -7,71 a -3,19; diminuindo ao longo do período estudado, todos os valores diferiam estatisticamente. A cromaticidade b* variou de 25,30 a 20,90; diminuindo a intensidade do vermelho, não houve diferenças entre os quinze primeiros dias de estocagem. Resultados semelhantes foram obtidos para o croma, onde não houve diferenças entre o tempo zero (28,42) e o 15° dia (27,79), decorridos 60 dias de estocagem, o valor obtido foi de 21,89. O ângulo de tonalidade variou de 106,56 a 101,58; não houve diferenças

estatísticas significativas entre o 15° e 45° dia de armazenamento.

STOLL (2012) estudou a adição de fibra de laranja e enzima em formulações de pães tipo forma, à medida em que a quantidade desta fibra e da enzima foram elevadas, decresceram os valores de luminosidade, que variou de 76,93 para a formulação com 5% de fibra de laranja e 10 ppm de enzima a 67,34 para a adição de 2,5%, com 30 ppm de enzima, comportamento semelhante foi obtido neste estudo onde a adição dos ingredientes funcionais, sobretudo do açaí em pó, também promoveu redução na luminosidade inicial dos pães.

Fieli *et al.* (2013) avaliaram a incorporação de frutapão em formulações de pães tipo forma, obteve valores de luminosidade variando de 52,80; para 15% de incorporação a 62,85 para o pão padrão. A cromaticidade a* foi positiva quando houve incorporação de fibra, diferente do observado para os pães de açaí. Para o croma, os valores variaram de 11,18 (padrão) a 16,01 (15% de incorporação) e o ângulo de tonalidade foi maior para o pão padrão, com 89,80 reduzindo à medida que a incorporação foi maior, os pães adicionados de polidextrose e açaí obtiveram o mesmo comportamento.

CONCLUSÃO

Concluiu-se que o tempo de estocagem congelada de massas elevou a luminosidade, a cromaticidade a*, reduziu a cromaticidade b*, croma e o ângulo de tonalidade, para os pães adicionados de ingredientes funcionais devido à degradação dos pigmentos. Para o pão sem a adição dos ingredientes, houve a redução da luminosidade, da cromaticidade a* e do ângulo de tonalidade, seguido do aumento da cromaticidade b* e croma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CANELLA-RAWLS, S. **Pão: arte e ciência**. 5ª ed. São Paulo: Editora Senac, 2012. 323p.
- DAVOODI, M. G.; VIJAYANAND, P.; KULKARNI, S. G.; RAMANA, K. V. R. Effect of different pretreatments and dehydration methods on quality characteristics and storage stability of tomato powder. **Food Science and Technology**, v. 40, n. 1, p. 1832-1840, 2007.
- 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.
- EVANGELHO, J. A.; PINTO, V. Z.; ZAVAREZE, E. R.; VANIER, N. L.; DIAS, A. R. G.; BARBOSA, L. M. P. Propriedades tecnológicas e nutricionais de pães preparados com diferentes proporções de farinha de arroz e farinha de arroz extrusada. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 18, n. 4, p. 264-282, 2012.
- FIELI, R.; ZZAMAN, W.; ABDULLAH, W. N. W.; YANG, T. A. Physical and sensory analysis of high fiber bread incorporate with Jackfruit rind flour. **Food Science and Technology**, v. 1, n. 2, p. 30-36, 2013.

- GIOVANELLI, G.; ZANONI, B.; LAVELLI, V.; NANI, R. Water sorption, drying and antioxidant properties of dried tomato products. **Journal of Food Engineering**, v. 52, n. 2, p. 135-141, 2003.
- KARIMI, M.; FATHI, M.; SHEYKHOLESLAM, Z.; SAHRAYAN, B. NAGHIPOOR, F. Effect of different processing parameters on quality factors and image texture features of bread. **Biprocessing and biotechniques**, v. 2, n. 5, p. 2-7, 2012.
- LIU, F.; CAO, X.; WANG, H.; LIAO, X. Changes of tomato powder qualities during storage. **Powder Technology**, v. 204, n. 3, p. 159-166, 2010.
- MENEZES, E. M. S. **Efeito da alta pressão hidrostática em polpa de açaí pré-congelada (Euterpe oleracea, Mart.)**. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2005. 83p.
- MORENO, D. A.; CARVAJAL, M.; LÓPEZ-BERENGUER, C.; GARCIA-VIGUERA, C. Chemical and biological characterisation of nutraceutical compounds of broccoli. **J. Pharm. Biomed**, v. 41, n. 5, p. 1508-1522, 2006.
- NIA, S. A.; GALE, S. M. A.; RANJI, A.; NEKAHI, A. Investigation of physical characteristics of bread by processing digital images (machine vision). **Life Science Journal**, v. 9, n. 3, p. 1674-1678, 2013.
- PAJAK, P.; HABRYKA, C.; FORTUNA, T. Changes in the physical properties of bread during storage. **Potravinarstvo**, v. 6, n. 2, p. 42-45, 2012.
- PEREIRA, I. E.; QUEIROZ, A. J. M. Q.; FIGUEIREDO, R. M. F. Características físico-químicas do tomate em pó durante o armazenamento. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 1, p. 26-34, 2006.
- RANINEN, K.; LAPPI, J.; MYKKANEN, H.; POUTAMEN, K. Dietary fiber type reflects physiological functionality: comparison of grain fiber, inulin and polydextrose. **Nutrition Review**, v. 69, n. 2, p. 9-21, 2011.
- PURLIS, E. Bread baking: technological considerations based on process modeling and simulation. **Journal of Food Engineering**, v. 103, n. 1, p. 92-102, 2011.
- ROSELL, C. M.; GÓMEZ, M. Freezing in breadmaking performance: frozen dough and part-baked bread. **Food Rev. Int.** v. 23, n. 2, p. 303-139, 2007.
- SCOTTER, M. J.; THORPE, S. A.; REYNOLDS, S. L.; WILSON, L. A.; STRUTT, P. R. Characterization of the principal colouring components of annatto using high performance liquid chromatography with photodiode-array detection. **Food Additives and Contaminants**, v. 11, n. 3, p. 301-315, 1994.
- SHI, K.; YU, H.; JIN, J.; LEE, T. Improvement to baking quality of frozen bread dough by novel zein-based ice nucleations film. **Journal of Cereal Science**, v. 57, n. 3, p. 430-436, 2013.
- SILVA, L. H.; PAUCAR-MENACHO, L. M.; VICENTE, C. A.; SALLES, A. S.; STEEL, C. J. Desenvolvimento de pão de forma com a adição de farinha de okara. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 4, p. 315-322, 2009b.
- 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.
- SILVA, V. K. L.; PINHEIRO, E. S.; DOMINGUES, M. A. F.; AQUINO, A. C.; FIGUEIREDO, E. A.; COSTA, J. M. C.; CONSTANT, P. B. L. Efeito da pressão osmótica no processamento e avaliação da vida de prateleira de tomate seco. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 55-66, 2010.
- SOUSA, L. M. C. **Incorporação e otimização de aditivos alimentares e auxiliares tecnológicos em produtos de panificação**. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar), Universidade Católica Portuguesa, Porto, 2012.
- STOLL, L. **Utilização de fibra de laranja como substituto de gordura em pão de forma**. 64 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.