

# PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E SENSORIAIS DE PÃES FORTIFICADOS COM FERRO

Elizabeth H. NABESHIMA<sup>1</sup>, Rita de C. S. C. ORMENESE<sup>2</sup>, Flávio M. MONTENEGRO<sup>2</sup>,  
Elisa TODA<sup>2</sup>, Mitie S. SADAHIRA<sup>2</sup>

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi comparar as características tecnológicas e sensoriais de pães tipo forma fortificados, com três diferentes fontes de ferro (ferro reduzido, pirofosfato de ferro e sulfato ferroso monohidratado microencapsulado) na concentração de 4,2mg de ferro/100g de farinha, em comparação com uma formulação padrão. A adição de sulfato ferroso microencapsulado influenciou as propriedades farinográficas (Índice de Tolerância à Mistura e estabilidade) e extensográficas (resistência à extensão e extensibilidade) da farinha de trigo. Quanto à cor e às propriedades sensoriais, todas as amostras de pães contendo compostos de ferro não diferiram da amostra padrão. A firmeza dos pães foi avaliada nos tempos de estocagem de 1, 3, 5, 9, 13 e 16 dias. As amostras contendo pirofosfato de ferro resultaram em pães mais macios, enquanto que os mais firmes foram os contendo ferro reduzido. Os compostos de ferro testados podem ser utilizados no preparo de pães com características sensoriais (aparência e sabor) equivalentes ao padrão. Desta forma, o critério de escolha dependerá de sua viabilidade econômica e disponibilidade comercial.

**Palavras-chave:** pães; ferro; farinha de trigo enriquecida.

## SUMMARY

TECHNOLOGICAL AND SENSORIAL PROPERTIES OF BREADS FORTIFIED WITH IRON. The objective of this work was to compare technological and sensorial characteristics of sandwich bread fortified with three different fonts of iron (reduced iron, ferric pyrophosphate and ferrous sulphate), in the concentration of 4,2mg iron/100g of flour, in comparison to a standard formulation. The addition of monohydrated microencapsulated ferrous sulphate influenced the farinographic and extensographic properties of the wheat flour. The color and the sensorial properties of all samples of breads containing iron compost did not differ from the unfortified control sample. The firmness of the breads was evaluated in the stored times 1, 3, 5, 9, 13 and 16 days. The samples containing ferric pyrophosphate resulted in softer breads, while the firmest ones were those containing reduced iron. The iron compost tested can be used in the breads preparation with equivalent sensorial characteristics (appearance and flavor) to the control. This way, the choice criterion will depend on economical viability and commercial readiness.

**Keywords:** breads; iron; enriched wheat flour.

## 1 - INTRODUÇÃO

No Brasil, de acordo com estimativa do Ministério da Saúde, cerca de 45% das crianças de até 5 anos (10 milhões de pessoas) têm anemia [1]. As conseqüências fisiológicas são insuficiência no transporte de oxigênio, no metabolismo oxidativo, no metabolismo nuclear e na transcrição de gene, causando desde prejuízo no desenvolvimento intelectual e comportamental, como na baixa resistência imunológica [20].

A fortificação de alimentos com nutrientes é uma prática aceita e empregada pelos processadores de alimentos desde a metade do século XX [18] e tem como objetivos reforçar o valor nutritivo e prevenir ou corrigir deficiências de um ou mais nutrientes [7]. O pão é um dos alimentos mais difundidos e uma das principais fontes calóricas da dieta de muitos países [12], e por esse motivo vem sendo alvo de muitos estudos de enriquecimento com minerais [12, 13, 15]. No Brasil, como uma ação de prevenção da anemia ferropriva e de patologias do tubo

neural e da mielomeningocele, foi criada a Resolução RDC nº 344, de 13 de dezembro de 2002. Esta resolução determina que, a partir de junho de 2004, todas as farinhas de trigo e milho sejam adicionadas de ferro e ácido fólico, contendo no mínimo 4,2mg de ferro/100g de farinha e 150mcg de ácido fólico/100g de farinha [6]. No que diz respeito ao ferro, a legislação permite a utilização dos compostos de grau alimentício, nas formas de sulfato ferroso desidratado (seco); fumarato ferroso; ferro reduzido - 325mesh Tyler; ferro eletrolítico - 325mesh Tyler; EDTA de ferro e sódio (NaFeEDTA); ferro bisglicina quelato e outros compostos de biodisponibilidade não inferior a dos compostos permitidos [6]. De acordo com RUSIG [19], o ferro reduzido é um dos ingredientes mais utilizados em produtos a base de farinha de trigo, principalmente devido ao baixo custo, ser inerte, não promover a rancidez ou interferir no crescimento dos pães. De acordo com GERMANI et al. [11], a cor preta deste composto não altera a cor da farinha, podendo, no máximo, causar um leve escurecimento.

O sulfato ferroso, de coloração bege, não altera a coloração da farinha, mas pode causar pontos escuros na crosta do pão [13]. Possui baixo custo, mas seu uso é limitado a produtos que não contenham gorduras, pois o mesmo a rancifica rapidamente [19].

ILYAS et al. [12] estudaram o efeito da adição de ferro no preparo de pães. Foi adicionado ferro nas formas de sulfato ferroso e EDTA de ferro nos níveis de 10, 20, 30 e 40mg Fe/100g de farinha. Verificou-se que o EDTA de fer-

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 03/06/2004. Aceito para publicação em 11/08/2005 (001356).

<sup>2</sup> Centro de Tecnologia de Cereais e Chocolate/Cereal Chocotec, Instituto de Tecnologia de Alimentos. Endereço: Av. Brasil, 2880, CEP. 13070-178, Campinas-SP, Brasil. E-mail: ritaorm@ital.sp.gov.br  
A quem a correspondência deve ser enviada.

ro influenciou negativamente a aparência dos pães. O sulfato ferroso, na proporção de 20mg Fe/100g de farinha, mostrou-se o mais adequado para este tipo de produto de acordo com a avaliação sensorial, além de ter um custo menor.

LOPEZ, BROWN & GUINARD [14] testaram a adição de 30mg de sulfato ferroso/kg de farinha em pães e massas alimentícias, que foram avaliadas sensorialmente quanto ao sabor, odor, textura e aceitabilidade geral. Todos os produtos apresentaram boa aceitabilidade.

Em função da obrigatoriedade da adição de ferro à farinha de trigo produzida no Brasil, este trabalho teve como objetivo verificar os efeitos da adição de três diferentes fontes de ferro nas propriedades reológicas da farinha de trigo, nas características sensoriais, na cor e textura instrumentais de pães de forma enriquecidos com estes compostos. A seleção das diferentes fontes deu-se em função da coloração branca do pirofosfato de ferro e do baixo custo do ferro reduzido. Quanto ao sulfato ferroso monohidratado microencapsulado, trata-se de uma fonte de ferro acessível do ponto de vista econômico e de fácil absorção pelo organismo. O microencapsulamento previne a rancificação da gordura, pois a película que reveste o composto químico só se degrada dentro do organismo [10].

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 - Material

Para o enriquecimento dos pães de forma foram utilizados pirofosfato de ferro e ferro reduzido (325mesh) fornecidos pela M. Cassab Comércio e Indústria Ltda. (São Paulo-SP), enquanto que o sulfato ferroso monohidratado microencapsulado foi cedido pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), sendo um produto desenvolvido por esse instituto em parceria com a empresa Fermavi Eletroquímica Ltda.

Nos pães adicionados de uma das fontes de ferro, acrescentou-se também ácido fólico (M. Cassab Com. e Ind. Ltda.), visando obter farinhas em conformidade com

a Resolução RDC nº 344, de 2002.

### 2.2 - Métodos

#### 2.2.1 - Características das farinhas de trigo

As farinhas enriquecidas com as diferentes fontes de ferro e ácido fólico foram analisadas quanto ao teor de umidade segundo o método 44-15A [2], teores de glúten úmido/glúten seco e índice de glúten nos aparelhos Glutomatic e Glutork através do método 38-12 [2] e atividade enzimática em aparelho Falling Number segundo o método 56-81B [2]. No que diz respeito à caracterização reológica das farinhas de trigo, as propriedades de mistura foram determinadas no aparelho Farinógrafo Brabender através do método 54-21 [2] e as características de extensão no Extensógrafo Brabender de acordo com o método 54-10 [2].

#### 2.2.2 - Formulação e preparo dos pães de forma padrão e enriquecidos

Para o preparo dos pães de forma foram definidas três formulações (Tabela 1), que diferem do padrão pela adição de ácido fólico, pirofosfato de ferro; ferro reduzido (325mesh) e sulfato ferroso monohidratado microencapsulado, conforme proporção exigida pela legislação brasileira (4,2mg de ferro/100g de farinha e 150mcg de ácido fólico/100g farinha) [6]. As farinhas foram previamente adicionadas dos micronutrientes.

Os ingredientes foram misturados em uma misturadora Suprema (modelo SR 15, São Paulo/SP, Brasil) durante 13 minutos (6 minutos a 90rpm, e 7 minutos a 180rpm). Em seguida, foram divididos em porções de 400g e boleados. Após descanso de 20 minutos, foram modelados utilizando modeladora Perfecta (modelo RT, Curitiba/PR, Brasil), colocados em formas e fermentados (30 - 32°C; 80 - 82% de UR/105 minutos). Os pães foram assados em forno Perfecta (modelo Vipinho 0448, Curitiba/PR, Brasil) a 180°C durante 20 minutos. Depois de frios, foram embalados utilizando sacos de polietileno e fechados após aspersão de conservante a base de ácido sórbico.

**TABELA 1** - Formulação dos pães de forma padrão e enriquecidos

Ingredientes	Quantidades (% m/m)*			
	Padrão	Formulação 1	Formulação 2	Formulação 3
Farinha de Trigo	100	100	100	100
Sal Refinado	2	2	2	2
Gordura Veg.Hidrog. (Sancreme 103)	7	7	7	7
Melhorador (ZEA)	1	1	1	1
Emulsificante (Myvatex Mighty Soft K)	0,3	0,3	0,3	0,3
Emulsificante (Admul Datem 1954)	0,35	0,35	0,35	0,35
Propionato de Cálcio	0,38	0,38	0,38	0,38
Fermento Biológico Fresco	3	3	3	3
Sacarose	6	6	6	6
Água	55	55	55	55
Ácido Fólico	-	0,00015	0,00015	0,00015
Pirofosfato de Ferro	-	0,01863	-	-
Ferro Reduzido	-	-	0,00429	-
Sulfato Ferroso monohidr. microencapsulado	-	-	-	0,01449

\* Com base na quantidade de farinha de trigo.

### 2.2.3 - Teor de ferro

O teor de ferro dos pães de forma enriquecidos com compostos de ferro foi determinado através de espectrofotometria de absorção atômica, utilizando o método nº40 da CBAA [5].

### 2.2.4 - Avaliação da qualidade dos pães

O volume dos pães de forma foi determinado após o seu resfriamento, através do deslocamento de sementes de colza. A determinação do volume específico foi feita através da relação entre o volume do pão (cm<sup>3</sup>) e seu peso (g). O volume específico foi multiplicado por 3,33, resultando em um valor máximo de 20 pontos. As demais características externas avaliadas foram crosta (10 pontos), quebra (5 pontos) e simetria (5 pontos). Na avaliação das características internas (35 pontos) determinou-se as características internas da crosta (5 pontos), cor do miolo (10 pontos), estrutura e textura do miolo (10 pontos cada). O aroma (10 pontos) e o sabor (15 pontos) foram avaliados de forma que fosse obtido uma contagem total de qualidade de no máximo 100 pontos [9].

### 2.2.5 - Cor

Determinou-se a cor do miolo dos pães de forma padrão e fortificados com ferro utilizando o colorímetro Minolta (modelo CR 300, Mahwah/NJ, USA) através do sistema L, a, b. No sistema Hunter de cor, corrigido pela Cielab, os valores L (luminosidade) flutuam entre 0 (preto) e 100 (branco), os valores de a e b (coordenadas de cromaticidades) variam de -a (verde) até +a (vermelho), e -b (azul) até o +b (amarelo).

### 2.2.6 - Textura

A firmeza dos pães de forma foi determinada utilizando texturômetro SMS (modelo TA-XT2i, Godalming/Surrey, UK). Foi utilizado o probe SMS P/36R, nas seguintes condições de operação: medida de força em compressão, velocidade de pré-teste: 1,0mm/s, velocidade de teste: 1,7mm/s, velocidade de pós-teste: 10,0mm/s, distância de 40%. Foram realizadas 6 leituras de cada amostra.

### 2.2.7 - Análise sensorial

A avaliação sensorial foi realizada por 37 provadores não treinados de ambos os sexos, escolhidos aleatoriamente entre diferentes faixas etárias e classes sociais [3]. O grupo caracterizou-se quanto à faixa etária e classe social conforme distribuições apresentadas na *Figura 1*, sendo 81% do sexo feminino e 19% do sexo masculino. Para avaliação dos parâmetros de aparência, aroma, sabor e textura foi empregada escala hedônica estruturada de 9 pontos (detestei= 1 e adorei= 9). Os provadores também foram questionados quanto à intenção de compra do produto, numa escala de 1 a 5 (certamente não compraria= 1 e certamente compraria= 5).

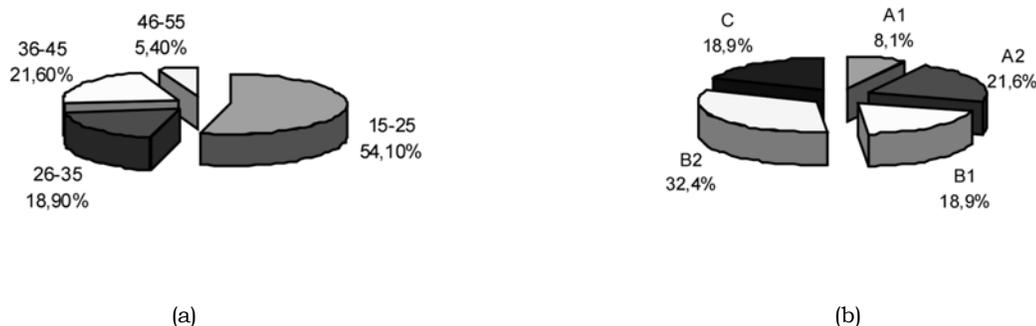
Os pães de forma, previamente fatiados na espessura de 12mm em equipamento fabricado pela Indústria de Máquinas Paulistinha Ltda. foram servidos aos provadores em cabines individuais. As amostras foram avaliadas em uma única sessão, segundo um delineamento de blocos completos casualizados, sendo as amostras apresentadas de forma monádica e com códigos de três números aleatórios. Os dados relativos às escalas utilizadas foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey para comparação de médias.

### 2.2.8 - Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com o procedimento GLM (General Linear Model), pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System). Empregou-se o teste de Tukey, para comparação entre médias, ao nível de 95% de confiança ( $p < 0,05$ ).

## 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os resultados dos teores de umidade, glúten (úmido/seco e índice de glúten) e atividade enzimática apresentados na *Tabela 2*, observa-se que as formulações não diferiram da amostra padrão. Portanto, a adição de compostos de ferro nas formulações não influenciou os resultados dessas análises.



**FIGURA 1** - Faixa etária (a) e classe social (b) da equipe de consumidores que avaliou os pães de forma

De acordo com os resultados apresentados nas Tabelas 2, 3, 4 e 5, as farinhas de trigo utilizadas no preparo das formulações foram classificadas como adequadas para o preparo de pães, de acordo com os critérios da Instrução Normativa nº 1 [4].

**TABELA 2** - Umidade, atividade enzimática, teores de glúten úmido/seco e índice de glúten da farinha de trigo e das misturas contendo compostos de ferro e ácido fólico

Amostra	Umidade (%)	Falling number (s)	Glúten		
			Úmido	Seco	Índice
Padrão	13,70±0,09 <sup>a</sup>	380±1 <sup>a</sup>	24,8±0,4 <sup>a</sup>	8,5±0,3 <sup>a</sup>	99±0 <sup>a</sup>
Formulação 1*	13,76±0,06 <sup>a</sup>	389±2 <sup>a</sup>	23,1±0,4 <sup>a</sup>	8,3±0,1 <sup>a</sup>	99±0 <sup>a</sup>
Formulação 2*	13,73±0,06 <sup>a</sup>	376±2 <sup>a</sup>	23,5±0,5 <sup>a</sup>	8,3±0,1 <sup>a</sup>	97±0 <sup>a</sup>
Formulação 3*	13,66±0,15 <sup>a</sup>	388±1 <sup>a</sup>	24,4±0,1 <sup>a</sup>	8,5±0,1 <sup>a</sup>	99±1 <sup>a</sup>

Resultados expressos como média ± desvio-padrão. Em cada coluna, valores seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). Formulação 1 = pirofosfato de ferro, Formulação 2 = ferro reduzido, formulação 3 = sulfato ferroso monohidratado microencapsulado

A Tabela 3 apresenta os resultados das propriedades farinográficas das farinhas de trigo padrão e das contendo compostos de ferro. De acordo com a classificação apresentada por PIZZINATTO [16], os resultados das amostras analisadas apresentaram um tempo de desenvolvimento, estabilidade e índice de tolerância à mistura (ITM) característicos de farinhas forte a muito forte.

**TABELA 3** - Propriedades farinográficas da farinha de trigo e das misturas contendo compostos de ferro

Parâmetros	Padrão	Formulação 1	Formulação 2	Formulação 3
Absorção (%)	57,9	58,2	57,9	58,2
Tempo de Chegada (min.)	1,0	1,0	1,0	1,0
Tempo de desenvolvimento da massa (min.)	11,0	11,0	11,0	11,0
Estabilidade (min.)	20	18,5	18,0	16,0
Tempo de Saída (min.)	21	21	21	21
Índice de Tolerância à Mistura (U.B.)	20	20	20	30

Formulação 1 = pirofosfato de ferro, Formulação 2 = ferro reduzido, Formulação 3 = sulfato ferroso monohidratado microencapsulado

A amostra padrão não diferiu das formulações 1 e 2, contendo respectivamente pirofosfato de ferro e ferro reduzido. A formulação 3 apresentou um ITM de 30 UB, superior ao das demais amostras (20 UB) e estabilidade inferior (16 min.), enquanto que as amostras padrão e formulações 1 e 2 foram de 18 a 20 minutos. Estes resultados indicam que a adição de ferro na forma de sulfato ferroso monohidratado microencapsulado interfere nas propriedades farinográficas, possivelmente devido à influência do polissacarídeo empregado na microencapsulação. O pirofosfato de ferro e o ferro reduzido são inertes, como já relatado por RUSIG [19].

A Tabela 4 apresenta os dados das propriedades extensográficas das farinhas de trigo utilizadas nas formulações padrão e contendo compostos de ferro. De acordo com os resultados obtidos, observa-se a mesma tendência da análise farinográfica. As farinhas são classificadas como fortes, de acordo com a classificação apresentada por PIZZINATTO [16]. Também foi verificada a influência da adição de sulfato ferroso monohidratado microencapsulado nos resultados, onde os valores de resistência, resistência máxima e número proporcional apresentaram-se superiores aos das demais amostras, possivelmente

devido à influência do polissacarídeo (utilizado na microencapsulação) nas características reológicas da massa. ROSELL, ROJAS & BENEDITO DE BARBER [17], ao estudarem o efeito de diferentes hidrocolóides na reologia de massas e na qualidade de pães, concluíram que a utilização de goma xantana e de alginato promoveram o fortalecimento de massas, tornando-as adequadas a processos de longa fermentação.

**TABELA 4** - Propriedades extensográficas da farinha de trigo e das misturas contendo compostos de ferro

Parâmetros	Padrão	Formulação 1	Formulação 2	Formulação 3
Resistência (U.B.)	560	570	590	690
Resistência Máxima (U.B.)	700	700	710	800
Extensibilidade (m.m.)	140	134	129	111
Número Proporcional	4,0	4,25	4,57	6,21
Energia (cm <sup>2</sup> )	129,5	125,5	125,0	119,5

Formulação 1 = pirofosfato de ferro, Formulação 2 = ferro reduzido, Formulação 3 = sulfato ferroso monohidratado microencapsulado.

A cor é um dos principais parâmetros a ser considerado em estudos de adição de ferro. Dependendo da quantidade de ferro adicionada, os pães podem escurecer, afetando sua aparência e, conseqüentemente, sendo motivo de rejeição pelos consumidores [12]. Neste estudo, conforme a Tabela 5, verificou-se que, embora os compostos de ferro utilizados tivessem colorações muito diferentes, os pães de forma enriquecidos com eles, nas concentrações utilizadas, não diferiram entre si nem da amostra padrão (p<0,05) no que diz respeito à cor, tanto no parâmetro "L", como no "a" e "b".

**TABELA 5** - Resultados de cor (L, a, b), teor de ferro e volume específico dos pães de forma padrão e enriquecidos com ferro

Características	Formulação			
	Padrão	1	2	3
Cor "L"	72,46±2,15 <sup>a</sup>	72,06±2,04 <sup>a</sup>	74,43±1,78 <sup>a</sup>	75,07±2,01 <sup>a</sup>
Cor "a"	-1,98±0,03 <sup>a</sup>	-2,04±0,07 <sup>a</sup>	-2,09±0,05 <sup>a</sup>	-1,91±0,07 <sup>a</sup>
Cor "b"	14,04±0,48 <sup>a</sup>	13,18±0,62 <sup>a</sup>	14,02±0,46 <sup>a</sup>	13,17±0,42 <sup>a</sup>
Ferro (mg/100g)	-	4,37	4,70	5,11
Volume Específico (cm <sup>3</sup> /g)	3,36±0,15 <sup>a</sup>	3,18±0,06 <sup>a</sup>	3,03±0,10 <sup>a</sup>	3,54±0,27 <sup>a</sup>

Resultados expressos como média ± desvio-padrão. Em cada linha, valores seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). Formulação 1 = pirofosfato de ferro, Formulação 2 = ferro reduzido, Formulação 3 = sulfato ferroso monohidratado microencapsulado.

Quanto ao teor de ferro, foram obtidos valores de 4,37, 4,7 e 5,11mg de ferro/100g de amostra para os pães contendo, respectivamente, pirofosfato de ferro, ferro reduzido e sulfato ferroso microencapsulado, estando todas as amostras em conformidade com a Resolução RDC nº 344, de 13 de dezembro de 2002 [6].

Quanto ao volume específico, as amostras não apresentaram diferença significativa entre si (p < 0,05), variando de 3,54 a 3,03cm<sup>3</sup>/g.

Na Tabela 6 são mostrados os resultados do efeito da adição das diferentes fontes de ferro nas características internas, externas, sabor e aroma dos pães de forma.

De acordo com a classificação de CAMARGO & CAMARGO [8], a qualidade do pão de forma enriquecido com ferro reduzido obteve nota de 69,1, sendo classificada como sofrível. As amostras padrão e contendo pirofos-

fato de ferro ou sulfato ferroso microencapsulado foram classificadas como regulares (70-80).

**TABELA 6** - Contagem total da avaliação das características internas, externas, sabor e aroma dos pães

Características Externas	Valor Máximo	Formulação			
		Padrão	1	2	3
Volume (VE X 3,33)	20	11,2	10,6	10,1	11,8
- Cor da Crosta	10	6,5	7,5	7,0	8,5
- Quebra	5	0,5	1,0	2,5	1,5
- Simetria	5	4,5	4,0	4,0	4,5
<b>Internas</b>					
- Caract. da Crosta	5	4,0	3,0	2,0	3,5
- Cor do Miolo	10	8,0	8,0	8,0	8,0
- Estrutura do Miolo	10	7,5	7,0	7,0	6,0
- Textura do Miolo	10	7,5	9,0	8,0	6,5
<b>Aroma e Gosto</b>					
- Aroma	10	9,0	7,5	7,5	7,5
- Gosto	15	13,0	13,0	13,0	13,0
<b>Contagem Total</b>	<b>100</b>	<b>71,7</b>	<b>70,6</b>	<b>69,1</b>	<b>70,8</b>

Formulação 1 = pirofosfato de ferro, Formulação 2 = ferro reduzido, Formulação 3 = sulfato ferroso monohidratado microencapsulado.

Os resultados da avaliação sensorial (Tabela 7) mostram que, embora a amostra com ferro reduzido tenha sido classificada como inferior às demais quanto às características tecnológicas, não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras avaliadas em todos os parâmetros analisados. A aparência, (7,32 a 7,81), o aroma, o sabor e a textura obtiveram médias correspondentes a "gostei moderadamente" na escala utilizada. Quanto à intenção de compra, as médias obtidas para todas as amostras corresponderam a "talvez comprasse/talvez não comprasse".

**TABELA 7** - Avaliação da aceitabilidade da aparência, textura, sabor e intenção de compra das amostras de pão de forma padrão ou enriquecidos com ferro

Amostra	Aceitabilidade				Intenção de Compra
	Aparência	Aroma	Textura	Sabor	
Padrão	8±1 <sup>a</sup>	7±1 <sup>a</sup>	7±1 <sup>a</sup>	7±1 <sup>a</sup>	4±1 <sup>a</sup>
Formulação 1	8±1 <sup>a</sup>	7±1 <sup>a</sup>	7±1 <sup>a</sup>	7±1 <sup>a</sup>	4±1 <sup>a</sup>
Formulação 2	8±2 <sup>a</sup>	7±1 <sup>a</sup>	8±1 <sup>a</sup>	7±2 <sup>a</sup>	4±1 <sup>a</sup>
Formulação 3	7±2 <sup>a</sup>	7±1 <sup>a</sup>	7±2 <sup>a</sup>	7±1 <sup>a</sup>	4±1 <sup>a</sup>

Resultados expressos como média ± desvio-padrão. Em cada coluna, valores seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Formulação 1 = pirofosfato de ferro, Formulação 2 = ferro reduzido, Formulação 3 = sulfato ferroso monohidratado microencapsulado.

De acordo com os resultados da avaliação da firmeza dos pães apresentados na Tabela 8, após 1<sup>o</sup>, 5<sup>o</sup>, 9<sup>o</sup>, 13<sup>o</sup> e 16<sup>o</sup> dias, verificou-se um aumento da firmeza com o aumento do tempo de estocagem. No primeiro dia, as amostras não diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) entre si. Nos demais tempos, observou-se que os pães contendo pirofosfato de ferro apresentaram-se como os mais macios, enquanto que os maiores valores foram obtidos com os

pães contendo ferro reduzido (349,60 a 1092,55). Os pães padrão e os contendo sulfato ferroso microencapsulado atingiram um máximo de firmeza após estocagem de 13 dias, não diferindo do de 16 dias.

#### 4 - CONCLUSÕES

Uma vez que não houve diferença significativa entre os pães enriquecidos com as diferentes fontes de ferro e a amostra padrão quanto aos parâmetros avaliados neste estudo e, principalmente, quanto à aceitação pelo consumidor, pode-se concluir que todas as fontes avaliadas podem ser empregadas para a produção de pães, sem prejuízo às características do produto final.

#### 5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Farinha terá ácido fólico para combater anencefalia em bebês. **Diário Oficial da União**, Brasília, 28 de maio de 2002 - Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/divulga/informes/2002/120602.htm>. Acesso em: 07 out. 2003.
- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS AACC. **Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists**. 9 ed. St. Paul 2000. 1,2.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE EMPRESAS DE PESQUISA ANEP. Critério de classificação econômica Brasil, 1997. Disponível em: <http://www.anep.org.br>. Acesso em 07 out. 2003.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 1, de 27 de janeiro de 1999. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 29 jan. 1999. p.132.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Métodos analíticos In: **Compêndio brasileiro de alimentação animal**. São Paulo: Sindirações- Anfal, 1998.
- BRASIL. Resolução nº 344, de 13 de dezembro de 2002. Regulamento Técnico para Fortificação das Farinhas de Trigo e das Farinhas de Milho com Ferro e Ácido Fólico. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 de dezembro de 2002. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2002/344\\_02r dc.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2002/344_02r dc.htm). Acesso em: 02 out. 2003.
- BRASIL. Portaria nº 31, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Alimentos Adicionados de Nutrientes

**TABELA 8** - Efeito do tempo de estocagem sobre a firmeza dos pães de forma padrão e enriquecidos com ferro

Amostras	Tempo de Estocagem (dias)				
	1	5	9	13	16
Padrão	312,77±1,5 <sup>i</sup>	631,13±5,2 <sup>g,f</sup>	679,01±3,7 <sup>f</sup>	887,54±0,9 <sup>c</sup>	893,21±4,9 <sup>c</sup>
Formulação 1	297,77±3,0 <sup>i</sup>	562,99±1,7 <sup>h</sup>	583,39±5,3 <sup>g,h</sup>	766,88±1,1 <sup>d</sup>	869,98±4,4 <sup>c</sup>
Formulação 2	349,60±4,2 <sup>i</sup>	686,42±5,3 <sup>e,f</sup>	743,67±1,9 <sup>e,d</sup>	788,32±4,3 <sup>d</sup>	1092,55±3,4 <sup>a</sup>
Formulação 3	350,44±1,9 <sup>i</sup>	605,81±4,0 <sup>g,h</sup>	882,96±6,6 <sup>c</sup>	931,16±1,5 <sup>c,b</sup>	982,25±2,7 <sup>b</sup>

Resultados expressos como média ± desvio-padrão. Em cada coluna, valores seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Formulação 1 = pirofosfato de ferro, Formulação 2 = ferro reduzido, Formulação 3 = sulfato ferroso monohidratado microencapsulado.

- Essenciais. **Diário Oficial da União**, Brasília, 13 de janeiro de 1998. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/31\\_98.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/31_98.htm)>. Acesso em: 02 out. 2003.
- [8] CAMARGO, C.R.O.; CAMARGO, C.E.G. Trigo: Avaliação tecnológica e novas linhagens. **Bragantia**, v.46, n.2, p.81-169, 1987.
- [9] EL-DASH, A.A. Standardized mixing and fermentation procedure for experimental baking test. **Cereal Chemistry**, v.55, n.4, p.436-446, 1978.
- [10] ESCOBAR, H. Microcápsula misturada à farinha ajuda a combater anemia infantil. O Estado de São Paulo, Disponível em: <<http://txt.estado.com.br/editorias/2004/01/20/ger013.html>>. Acesso em: 20 jan 2004.
- [11] GERMANI, R.; ASCHIERI, J.L.R.; SILVA, F.T.; TORREZAN, R.; LINS E SILVA, K.; NETTO, A.G.; NUTTI, M.R. **Manual de fortificação de farinha de trigo**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2001
- [12] ILYAS, M.; KHALIL, J.; AYUB, M.; KHAN, S.; AKHTAR, S. The effect of iron fortification on the quality of fortified bread. **Sarhad Journal of Agricultural**, v.12, n.2, p.11711-175, 1996.
- [13] KAJISHIMA, S.; PUMAR, M.; GERMANI, R. Efeito de adição de diferentes sais de cálcio nas características da massa e na elaboração de pão francês. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.23, n.2, p.222-225, 2003.
- [14] LOPEZ, R.D.; BROWN, K.H.; GUINARD, J.X. Sensory trial to assess the acceptability of zinc fortificants added to iron-fortified wheat products. **Journal of Food Science**, v.67, n.1, p.461-465, 2002.
- [15] PAULINO, S. O superpãozinho. *Jornal da Paulista*, ano 13, n. 145, 2000 Disponível em: <[www.unifesp.br/comunicacao/jpta/ed145/pesqui3.htm](http://www.unifesp.br/comunicacao/jpta/ed145/pesqui3.htm)>. Acesso em: 02 out. 2003.
- [16] PIZZINATTO, A. Qualidade da farinha de trigo: conceito, fatores determinantes e parâmetros de avaliação e controle. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1999. p.72.
- [17] ROSELL, C.M.; ROJAS, J.A.; BENEDITO DE BARBER, C. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. **Food Hydrocolloids**, v.15, p.75-81, 2001.
- [18] REILLY, C. Too much of a good thing? The problem of trace element fortification of foods. **Trends in Food Science & Technology**, v.7, p. 139-142, 1996.
- [19] RUSIG, O. Tecnologia de panificação: produtos enriquecidos, fortificados, vitaminados. In: **Seminário Tecnologia de Panificação**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2002. p.79-84
- [20] TAPIERO, H.; GATÉ, L.; TEW, K.D. Iron: deficiencies and requirements. **Biomed Pharmacother**, .55, p. 324-332, 1991.