

# ESTUDO DE FORMULAÇÃO NA PRODUÇÃO DE PÃO FRANCÊS CONGELADO NÃO FERMENTADO

STUDY OF THE FORMULATION ON PRODUCTION OF FROZEN NO FERMENTED FRENCH TYPE BREAD

GUTKOSKI, Luiz C.<sup>1</sup>; SANTOS, Elisa dos<sup>2</sup>

## RESUMO

Com o presente trabalho objetivou-se estudar o emprego de fermento e glúten vital na produção de pão francês congelado não fermentado, bem como o das enzimas fosfolipase e hemicelulase. Os ensaios de panificação foram realizados na padaria do Centro de Pesquisa em Alimentação da UPF. O trabalho foi realizado em dois experimentos, sendo no primeiro estudado três níveis de fermento (2,5; 5,0 e 7,5%), três níveis de glúten vital (0,5; 2,5 e 4,5%) e três tempos de armazenamento (7, 21 e 35 dias), em fatorial incompleto, totalizando 13 tratamentos. Os ingredientes foram misturados até atingir o ponto, a massa dividida em divisora manual em porções de 60 g e modelada em modeladora manual. O congelamento foi realizado no ultracongelador, marca Klimaquip na velocidade de  $1,23^{\circ}\text{C min}^{-1}$  e circulação de ar a  $5 \text{ m s}^{-1}$ . O cozimento foi realizado a  $225^{\circ}\text{C}$  por 18 minutos. No segundo experimento foram utilizadas quatro formulações sendo preparadas da mesma forma como descrito no experimento anterior e os pães avaliados nos tempos zero e 21 dias de armazenamento. Os resultados foram analisados pela análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey. Entre as formulações estudadas o emprego de 5% de fermento e 4,5% de glúten vital foi o que apresentou melhores resultados em relação ao volume específico. O uso de enzimas melhorou as características sensoriais, principalmente quanto à abertura de pestana. Com o aumento do tempo de armazenamento das massas congeladas ocorreram perdas na qualidade dos pães.

Palavras-chave: trigo, farinha, congelamento, fermento, glúten.

## INTRODUÇÃO

O pão francês é o tipo de pão mais consumido no Brasil (ABIP, 2003). É produzido a partir de uma mistura de quatro ingredientes básicos: farinha, água, fermento e sal (TWEED, 1983).

Segundo STAUFFER (1994), um dos fatores que limita a vida de prateleira dos produtos panificáveis é o envelhecimento que ocorre devido a retrogradação, e que contribui para aumentar a firmeza do miolo, dando uma sensação de produto seco ao ser ingerido. Esses fatores, aliados à necessidade de diminuir os custos operacionais e expandir o mercado, têm levado panificadores a exigirem novas tecnologias e o desenvolvimento de novos métodos de produção de massas (BÁGUENA et al., 1991).

O congelamento é um dos melhores métodos de preservação conhecido e é empregado para retardar alterações na qualidade dos alimentos. Por esta razão, o mercado para produtos de panificação congelados tem crescido rapidamente e vem sendo estudado e aplicado em diversos países. No Brasil, trata-se de uma tecnologia recente e pouco estudada até o presente momento.

As primeiras tentativas de produção de pão a partir de massa congelada ocorreram em 1926, na Áustria, pelo uso de baixas temperaturas para o retardamento da etapa de fermentação da massa, numa tentativa de reduzir o trabalho noturno nas padarias (SILVA, 1990). Na década de 50, algumas padarias de pequeno porte consideravam conveniente e econômico o congelamento de porções reserva de massa, que podiam ser mantidas por alguns dias ou semanas no congelador, para serem então descongeladas, fermentadas e assadas nos horários de maior demanda (MARSTON, 1978). Nos Estados Unidos, os primeiros trabalhos com massa congelada foram realizados com o emprego de misturadores de cimento e congeladores de sorvete, devido à inexistência de equipamentos apropriados (JACKEL, 1991).

O uso de massa congelada atende as exigências dos consumidores por pães sempre frescos, isto é, recém-assados, permitindo ao mesmo tempo maior flexibilidade na produção (SLUIMER, 1981). A massa congelada deve resistir às condições adversas antes de ser forneada, devendo no descongelamento fermentar em um período de tempo aceitável e produzir pão com volume normal e com características sensoriais desejáveis (WANG & PONTE, 1994).

HAVET et al. (2000) em estudo sobre o efeito do congelamento na qualidade de pão francês afirmam que o volume é influenciado prioritariamente pela viabilidade das leveduras e a qualidade da rede de glúten. A levedura é afetada pelo congelamento, sendo normalmente recomendado o lento como forma de preservar a atividade das leveduras. A rede de glúten é danificada durante o congelamento, fenômeno que afeta a habilidade da massa reter o gás carbônico, minimizando o volume do pão. Os resultados do trabalho desses autores mostram que a atividade da levedura está fortemente relacionada com a velocidade de congelamento da massa. De acordo com FRANCISCHI et al. (1998), o maior desafio na tecnologia de produção de pães de massas congeladas é manter a viabilidade das células e o poder de produção de gás carbônico da levedura congelada.

Para BRUINSMA & GIESENSCHLAG (1984), a levedura é um dos ingredientes mais importantes na produção da massa congelada e, com certeza, o mais estudado. Recomenda-se a utilização de quantidade de levedura superior à empregada no processo convencional, que pode variar entre 4 e 6,5%. A quantidade necessária de levedura depende do tempo de armazenamento da massa congelada, da formulação e do tempo de fermentação desejado após o descongelamento da massa. O dano experimentado pelas leveduras de panificação pode ser reduzido até certo ponto

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo; Dr. em Engenharia de Alimentos; Prof. Titular da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária; Universidade de Passo Fundo; Caixa postal 611, CEP 99001-970, Passo Fundo, RS; E-mail: gutkoski@upf.br. Bolsista do CNPq.

<sup>2</sup>Eng. Alimentos; bolsista Bic Fapergs; Universidade de Passo Fundo; E-mail: elisasantos20@yahoo.com.br

(Recebido para Publicação em 28/11/2003, Aprovado em 17/08/2004)

omitindo ou minimizando o período de fermentação da massa antes do congelamento e mudando os níveis dos ingredientes na formulação (SALAS-MELLADO & CHANG, 1999).

WANG & PONTE (1994) demonstraram que o volume do pão e a estrutura do miolo são melhorados, assim como o período de fermentação é drasticamente reduzido, com a adição de 2% de glúten vital. Glúten vital é aquele tipo de glúten que não sofreu desnaturação irreversível e, em contato com a água, reidrata-se rapidamente, recuperando sua funcionalidade intrínseca, isto é, sua viscoelasticidade.

LE BAIL et al. (1999), em estudo sobre a influência do tempo de armazenamento e flutuação de temperatura da massa congelada de pão francês, observou que após 37 dias houve redução de volume do pão de 6,7% na condição de mínima flutuação de temperatura, enquanto na condição de grande flutuação ocorreu uma redução de 48%. Os resultados mostram a influência da estabilidade da temperatura (-22°C) durante o armazenamento na qualidade da massa de pão francês congelado.

Entre as deficiências apontadas na produção de pão congelado está o baixo volume, a estrutura de miolo aberta e mais firme, o tempo de fermentação excessivamente longo, a qualidade do produto razoável por apenas algumas semanas, isto é, o potencial de panificação da massa decresce substancialmente com o tempo de armazenamento e com os ciclos de congelamento e descongelamento parciais, que podem ocorrer durante a distribuição, transporte e armazenamento do produto. No entanto, devido ao enorme avanço na qualidade dos produtos de panificação trazidos pelo aprimoramento das formulações, da tecnologia de processo e da metodologia de congelamento, assim como dos tipos de levedura, dos tipos de farinha, de agentes oxidantes e condicionadores, tais desvantagens estão sendo minimizadas (WATANABE & BENASSI, 2000).

Com o presente trabalho objetivou-se estudar o emprego de fermento e glúten vital na produção de pão francês congelado não fermentado, bem como o das enzimas fosfolipase e hemicelulase.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Material

Foi utilizada farinha de trigo especial, adquirida em moinho da região, apresentando 12,99% de umidade, 11,01% de proteína bruta (N X 5,7), 0,61% de cinzas, 447 segundos de número de queda. A estabilidade determinada no promilógrafo foi 12,6 minutos. A força geral do glúten (W) determinada no alveógrafo foi  $271 \times 10^{-4}$  J e relação P/L de 0,97. O fermento utilizado foi do tipo prensado, marca Fleischmann, com no máximo 20 dias de fabricação. O glúten vital de trigo (75% de proteína bruta) e as enzimas fosfolipase spring flip, hemicelulase e alfa-amilase fúngica (4.000 SKB) foram fornecidos pela Granotec do Brasil. O ácido ascórbico (P.A.) utilizado foi o da marca Reagen. A gordura hidrogenada, o sal e o açúcar foram adquiridos no comércio local.

Os testes de panificação foram realizados na padaria experimental do Centro de Pesquisa em Alimentação da Universidade de Passo Fundo em dois experimentos. No primeiro experimento as formulações foram realizadas utilizando três níveis de fermento (2,5, 5,0 e 7,5%) e três níveis de glúten vital (0,5, 2,5 e 4,5%). Os pães foram congelados e após os tempos 7, 21 e 35 dias de

armazenamento avaliados quanto à umidade da massa antes do congelamento, umidade do pão após o cozimento e volume específico dos pães.

Para o preparo da massa foi utilizada a formulação desenvolvida por LE BAIL et al. (1999), com adaptações. Farinha (100%), leite em pó (0,5%), gordura (1,5%), sal (2,2%), ácido ascórbico (0,01%), açúcar (2,5%), polissorbato 80 (0,3%), enzima alfa-amilase (0,2%) e água a 4°C, adicionada de acordo com a absorção no promilógrafo. Os ingredientes foram misturados na masseira marca G. Paniz, modelo AF 15, na velocidade rápida até a massa atingir o ponto de véu. Quatro minutos do início da mistura foi adicionado o fermento úmido. A massa foi retirada da masseira com  $24 \pm 1^\circ\text{C}$ , deixado descansar por cinco minutos, e foi então dividida em divisora manual marca Maq-Forno, em porções de 60g, para após ser modelada em modeladora elétrica da marca Maq-Forno. Depois de modelada, a massa foi congelada (-35°C) no ultracongelador, marca Klimaq, modelo UK 6 até que o centro da massa atingisse  $-21^\circ\text{C}$ , monitorado através de um termopar digital. A velocidade de congelamento foi de  $1,23^\circ\text{C min}^{-1}$  e a velocidade do ar de  $3-5 \text{ m s}^{-1}$ . As massas congeladas foram embaladas com o uso de polietileno e mantidas na temperatura de  $-18^\circ\text{C}$  para a conservação. No descongelamento e fermentação, as massas foram colocadas em câmara marca Multipão, regulada na temperatura de  $34 \pm 1^\circ\text{C}$  e umidade relativa de 85%. O monitoramento foi realizado pelo uso de termo-higrógrafo. Após as massas dobrarem de volume foi realizado o cozimento no forno marca Suprema, modelo MSE 4.2 D, regulado na temperatura de  $225^\circ\text{C}$  por 18 minutos, deixado os pães resfriar por uma hora e realizado as análises.

No segundo experimento foram utilizadas quatro formulações (Tabela 1), sendo preparadas da mesma forma com descrito no experimento um. As formulações das massas congeladas não fermentadas foram avaliadas nos tempos zero e 21 dias de armazenamento quanto a volume, volume específico, cor e escore dos pães.

### Composição química

Os conteúdos de umidade, cinzas e proteínas foram determinados de acordo com a AACC (1995), métodos números 44-15A, 08-01 e 46-13, respectivamente. Para a determinação de proteína bruta o teor de nitrogênio foi multiplicado pelo fator 5,7.

### Número de queda

O número de queda foi determinado através do uso do aparelho *Falling Number*, modelo 1500 *Fungal* (Perten Instruments, Suíça) de acordo com o método número 56-81B da AACC (1995), utilizando sete gramas de farinha, corrigido para 14% de umidade.

### Alveografia

As características viscoelásticas das amostras de farinha de trigo foram determinadas no alveógrafo marca Chopin, modelo NG (Villeneuve-la-Garenne Cedex, França) utilizando o método n° 54-30 da AACC (1995), através da pesagem de 250 gramas de farinha e volume de 129,4 mL de água, corrigido na base de 14% de umidade. Os parâmetros obtidos nos alveogramas são tenacidade (P), que mede a sobrepressão máxima exercida na expansão da massa (mm); extensibilidade (L), que mede o comprimento da curva (mm) e energia de deformação da massa (W), que corresponde ao trabalho mecânico necessário para expandir a bolha até a ruptura, expressa em  $10^{-4}$  J.

Tabela 1- Composição das massas congeladas.

Ingredientes (%)	Formulação 1 Convencional	Formulação 2 Enzima 1	Formulação 3 Enzima 2	Formulação 4 <sup>1</sup> (Experimento 1)
Farinha de trigo	100,00	100,00	100,00	100,00
Sal	2,00	2,00	2,00	2,20
Fermento prensado	3,00	3,00	3,00	5,00
Ácido ascórbico	0,01	0,01	0,01	0,01
Alfa-amilase	0,20	0,20	0,20	0,20
Fosfolipase	-	0,015	0,05	-
Polissorbato 80	0,30	-	-	0,30
Hemicelulase	-	0,005	0,02	-
Água a 4 °C	56,00	56,00	56,00	58,00

<sup>1</sup> Adicionado 1,5% de gordura, 2,5% de açúcar, 0,5% de leite em pó, 4,5% de glúten e água de acordo com a absorção no promilógrafo.

### Promilografia

As características da massa durante a mistura foram determinadas no Promilógrafo marca Max Egger, modelo T6 (Blasen, Áustria), pelo uso de 100 g de farinha de trigo e realizado de acordo com as recomendações do manual do aparelho (PROMYLOGRAPH, 2001). Os parâmetros avaliados foram absorção de água, que indica a qualidade da farinha refletida pela capacidade de entumescimento do glúten e o teor de amido danificado; tempo de desenvolvimento, que corresponde ao intervalo decorrente desde a primeira adição de água até o ponto de máxima consistência (pico); estabilidade, definida como a diferença de tempo entre o ponto em que o topo da curva intercepta a linha média de 500 UP e o ponto da curva que deixa a linha.

### Avaliação dos pães

A umidade da massa congelada e a umidade dos pães foram medidas pelo uso de estufa com circulação forçada de ar de acordo com a AACCC (1995), método número 44-15A.

O volume foi determinado pelo método de deslocamento de sementes de painço e o volume específico calculado pela relação entre o volume do pão assado e o seu peso, obtido pelo emprego de balança semi-analítica. A determinação do volume específico foi realizada uma hora após o cozimento dos pães, com três repetições e os resultados expressos em  $\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$ .

A cor foi determinada pelo uso do espectrofotômetro de reflectância difusa marca HunterLab, modelo ColorQuest II Sphere (Hunter Associates Laboratory, Inc., Reston, EUA), com sensor ótico geométrico de esfera. O aparelho foi calibrado com cerâmica, realizando-se a leitura por reflexão e utilizado ângulo de observação de 2°, iluminante principal D75, iluminante secundário flu-branca fria e reflexão especular incluída (RSIN). No sistema Hunter de cor, corrigido pela CIELab, os valores  $L^*$  (luminosidade) flutuam entre zero (preto) e 100 (branco), os valores de  $a^*$  e  $b^*$  (coordenadas de cromaticidade) variam de  $-a^*$  (verde) até  $+a^*$  (vermelho), e  $-b^*$  (azul) até  $+b^*$  (amarelo). As amostras foram colocadas sobre o sensor ótico de 2,54mm, realizando-se duas repetições para cada amostra e a leitura em duas posições diferentes conforme o manual do aparelho (HUNTERLAB, 1998).

A avaliação do escore dos pães foi realizada por provadores treinados e utilizando a escala de pontos para as características cor da crosta, forma e simetria, características da crosta, aspectos da pestana, aspectos de quebra da crosta, textura do miolo, cor do miolo, porosidade, textura, aroma e sabor, conferindo-lhes, a partir destes resultados, um valor (avaliação global) com pontuação máxima de 100, de acordo com a metodologia proposta por FERREIRA (2002). O pão

inteiro foi observado e avaliado quanto aos atributos externos, após foi fatiado e analisado as variáveis de qualidade interna. Com a soma de até 79, de 80 a 84, 85 a 93 e 94 a 100 pontos a qualidade foi classificada respectivamente como ruim, razoável, bom e excelente.

### Análise estatística

Os experimentos foram instalados utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado (DCC). No primeiro experimento foi utilizado um fatorial incompleto com três níveis de fermento (2,5; 5,0 e 7,5%), três níveis de glúten vital (0,5; 2,5 e 4,5%) e três tempos de armazenamento (7, 21 e 35 dias), totalizando 13 tratamentos. No segundo experimento foi utilizado um fatorial completo com quatro formulações e dois tempos de armazenamento, totalizando oito tratamentos. As avaliações foram realizadas no mínimo em triplicata. Os resultados foram submetidos à análise de variância e nos modelos significativos, as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Efeito do fermento, do glúten e do tempo de armazenamento

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados de umidade da massa modelada, umidade do pão cozido e volume específico do pão cozido do experimento 1. A umidade da massa congelada variou significativamente entre os tratamentos estudados sendo observado valores entre 40,66 e 45,01%. Esta variação ocorreu provavelmente devido ao glúten usado nas formulações. Observa-se que maiores teores de umidade ocorreram nas formulações com o maior teor de glúten.

Em relação à umidade dos pães cozidos também foi observada uma variação significativa entre os tratamentos não ocorrendo, entretanto, uma correlação com os resultados de umidade da massa congelada. A perda de umidade nos pães foi de 32,86%, em média quando comparado com a umidade da massa congelada.

O volume específico variou entre 4,57 e 8,48  $\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$ . Esta é uma característica objetiva sendo realizada pela pesagem dos pães em balança semi-analítica, determinação do volume pelo deslocamento de sementes de painço e a obtenção do volume específico de cada pão através da relação entre seu volume e peso.

Tabela 2- Determinação de umidade da massa modelada, umidade do pão cozido e volume específico do pão cozido.

n°	Tratamento			Determinação		
	Fermento (%)	Glúten (%)	Tempo (dias)	Umidade da massa (%) <sup>1</sup>	Umidade do pão (%)	Volume específico (cm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup> )
1	2,5	0,5	21	42,31 f	33,49 abc	4,57 f
2	2,5	2,5	7	40,66 g	31,93 abcd	6,19 bcd
3	2,5	2,5	35	43,02 cdef	30,33 d	4,81 f
4	2,5	4,5	21	41,45 g	31,16 bcd	6,07 cd
5	5,0	0,5	7	43,48 bc	34,52 a	5,30 def
6	5,0	0,5	35	43,22 bcd	30,90 cd	6,48 bc
7	5,0	2,5	21	42,65 cdef	31,97 abcd	5,84 cde
8	5,0	4,5	35	45,01 a	31,22 bcd	7,17 b
9	5,0	4,5	7	42,49 def	31,79 abcd	8,48 a
10	7,5	0,5	21	43,96 b	33,20 abcd	6,01 cd
11	7,5	2,5	7	43,18 bcde	31,88 abcd	7,16 b
12	7,5	2,5	35	42,34 fe	32,48 abcd	4,83 ef
13	7,5	4,5	21	42,76 cdef	34,09 ab	7,11 b
Média				42,81	32,22	6,15
C.V. (%)				0,66	3,10	5,54

<sup>1</sup>Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O volume específico representa com bastante precisão a variação de volume dos pães elaborados nos diferentes tratamentos. De acordo com FERREIRA (2002) o pão francês é classificado quanto ao volume específico como muito bom quando for entre 6 e 8 cm<sup>3</sup> g<sup>-1</sup>. Bom quando apresentar valores entre 5 e 6 cm<sup>3</sup> g<sup>-1</sup>, regular quando for entre 4 e 5 cm<sup>3</sup> g<sup>-1</sup>. Quando apresentar valores acima de 8 cm<sup>3</sup> g<sup>-1</sup> o pão francês é considerado muito grande. No presente trabalho o tratamento com 5% de fermento e 4,5% de glúten vital e, armazenado por 7 dias apresentou o volume de 8,48 cm<sup>3</sup> g<sup>-1</sup>, estando classificado como muito grande. O volume específico médio das 13 formulações estudadas foi 6,15 cm<sup>3</sup> g<sup>-1</sup>, estando os pães classificados como muito bom. Não foram obtidos resultados de volume específico abaixo de 4 cm<sup>3</sup> g<sup>-1</sup>, o que mostra o bom desempenho de todas as formulações. Isto pode ser atribuído principalmente à qualidade da farinha usada que apresentou estabilidade de 12,6 minutos, força geral do glúten de 271 x 10<sup>-4</sup> J e relação entre tenacidade e elasticidade de 0,97.

Entre os ingredientes estudados o fermento se mostrou mais efetivo para esta característica quando comparado com glúten vital. De acordo com HIRASAWA et al. (2001), as leveduras de panificação são susceptíveis à danificação pelo frio durante o armazenamento da massa congelada, de tal maneira que as células de levedura não podem reter sua capacidade de produção de gás original, após o descongelamento. SALAS-MELLADO (2003) afirma que o tipo de fermento utilizado na formulação da massa congelada influi no volume específico do pão. Pães elaborados a partir de levedura instantânea para massa doce apresentaram um volume específico médio maior que os pães feitos com levedura instantânea para massa salgada. No presente trabalho utilizou-se levedura prensada e com o aumento da concentração foi verificado maior volume específico dos pães.

Outro fator importante na qualidade dos produtos elaborados com massas congeladas é a influência do tempo de armazenamento e das condições de estrutura do glúten (LU & GRANT, 1999). A estrutura da matriz protéica do glúten parece ficar interrompida durante o armazenamento prolongado e repetidos ciclos de congelamento e descongelamento (WANG & PONTE, 1994), resultando no enfraquecimento das propriedades de força da massa, perda de retenção de gás e deterioração da qualidade do produto (INOUE & BUSHUK, 1991). No presente estudo foram observados uma redução no volume específico dos pães com

o aumento do tempo de armazenamento das massas congeladas não fermentadas.

#### Efeito da formulação

No experimento dois foram estudadas quatro formulações de massa congelada não fermentada para pão francês, sendo uma denominada de convencional por ser a utilizada pelas padarias da região para esse tipo de pão, duas obtidas pela adição das enzimas fosfolipase e hemicelulase e uma a partir do tratamento que apresentou maior volume específico no experimento um (tratamento número 9).

Na Tabela 3 é apresentado o volume e o volume específico dos pães elaborados a partir das quatro formulações, sendo verificado variações significativas entre os tratamentos estudados. Na formulação quatro foi verificado o maior volume de pão seguido da formulação um.

Tabela 3 - Determinação de volume e volume específico de pão francês.

Pão Francês <sup>1</sup>	Volume do pão (cm <sup>3</sup> )	Volume específico do pão (cm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup> )
Formulação 1	401,07 b	7,62 a
Formulação 2	346,07 c	6,38 b
Formulação 3	328,33 c	6,11 b
Formulação 4	434,58 a	7,67 a
Média	377,51	6,95
C. V. (%)	5,27	5,78

<sup>1</sup>Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Para volume específico, não foram verificadas diferenças significativas entre as formulações um e quatro e estas foram superiores aos demais tratamentos estudados. O armazenamento da massa congelada por 21 dias não afetou o volume e o volume específico dos pães. Esses resultados diferem dos encontrados por SALLAS-MELADO (2003), que observou uma diminuição progressiva do volume específico dos pães no decorrer do armazenamento, provavelmente devido às diferenças no tempo de armazenamento.

Os pães elaborados de acordo com a formulação 4 diferiram significativamente dos demais tratamentos quanto aos parâmetros luminosidade (L) e a dimensão vermelho-verde (a+) (Tabela 4). A coloração mais escura da crosta e a maior intensidade de vermelho se deveu ao uso de açúcar e de leite em pó na formulação 4. Com isto as reações de escurecimento foram facilitadas durante o cozimento do pão.

ABDELL-AAL et al. (1999), em estudo de formulação de pão de farinha obtida da moagem de trigo mole, observaram diferenças significativas na coloração da crosta determinada em espectrofotômetro HunterLab. A coloração escura da crosta de pães contendo melhoradores foi considerada mais

atraente quando comparado com o controle. No presente trabalho não foram verificadas diferenças entre os tratamentos para a dimensão amarelo-azul, sendo obtido o valor de 38,57, em média.

Tabela 4- Determinação de cor da crosta de pão francês pelo sistema CIELab

Pão francês	L* (luminosidade)	+a* (vermelho)	+b* (amarelo)
Formulação 1	70,80 a	8,14 b	39,32 a
Formulação 2	70,17 a	9,02 b	38,70 a
Formulação 3	71,01 a	7,11 b	38,12 a
Formulação 4	59,89 b	13,77 a	38,15 a
Média	67,97	9,51	38,57
C.V. (%)	4,58	18,63	4,86

<sup>†</sup>Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Em relação às características da crosta dos pães, avaliada no escore de pontos, não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos no tempo zero e aos 21 dias de armazenamento a formulação um foi superior. Com o tempo de armazenamento ocorreram perdas sensoriais nas características da crosta de pão francês. RIBOTTA et al. (2001) em estudo do efeito do congelamento de massa na qualidade de pão verificaram que a firmeza da crosta aumentou quando as massas foram armazenadas a 4 °C. Com a suplementação de ácido diacetil tartárico, glúten e goma guar os pães produzidos apresentaram estrutura da crosta mais aberta quando comparado com os pães produzidos com a formulação convencional.

Os resultados de aspecto de pestana, porosidade do miolo, aroma e soma de pontos do pão francês de massa congelada não fermentada estão apresentados nas Tabelas 5 a 8.

Os maiores escores de pestana foram atribuídos para as formulações 1 e 2, sendo significativamente superiores aos demais tratamentos. O baixo valor observado no tratamento 3 se deve a uma excessiva abertura de pestana nos pães, o que levou a perda de pontos na avaliação. A excessiva abertura de pestana se deve, provavelmente a quantidade de enzima usada na formulação. No tratamento 4 o baixo escore de pontos se deve a não abertura da pestana. Com o tempo de armazenamento ocorreu perda na qualidade da pestana de pão francês.

Tabela 5 - Determinação do aspecto de pestana de pão francês.

Pão Francês	Tempo de armazenamento	
	Tempo zero	Tempo 21 dias
Formulação 1	A 5,00 a	A 4,66 a
Formulação 2	A 5,00 a	A 4,50 a
Formulação 3	A 3,33 b	B 1,99 b
Formulação 4	A 2,49 c	A 2,50 b

<sup>†</sup> Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A porosidade do miolo do pão francês no tempo zero foi significativamente inferior no tratamento 4 e aos 21 dias nos tratamentos 2 e 3, o que pode ser explicado pela menor atividade da levedura. Com o tempo de armazenamento ocorreu perda na qualidade da porosidade de pão francês. Nos tratamentos um a três, os pães apresentaram formato ovalado, porosidade uniforme e abertura de pestana. Já no tratamento 4 foi verificado um pão de pequeno volume, alvéolos apertados e menor abertura de pestana.

Tabela 6 - Determinação da porosidade do miolo de pão francês.

Pão Francês	Tempo de armazenamento	
	Tempo zero	Tempo 21 dias
Formulação 1	A 8,99 a	A 8,99 a
Formulação 2	A 8,50 ab	B 7,19 bc
Formulação 3	A 8,33 ab	B 5,99 c
Formulação 4	A 7,33 b	A 8,00 ab

<sup>†</sup> Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 7 - Determinação do aroma de pão francês.

Pão Francês	Tempo de armazenamento	
	Tempo zero	Tempo 21 dias
Formulação 1	A 9,66 a	A 9,66 a
Formulação 2	A 9,66 a	B 8,33 b
Formulação 3	A 8,33 b	A 8,66 b
Formulação 4	B 6,33 c	A 7,33 c

<sup>†</sup> Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 8 - Determinação da soma de pontos do pão francês.

Pão Francês	Tempo de armazenamento	
	Tempo zero	Tempo 21 dias
Formulação 1	A 88,69 a	A 88,63 a
Formulação 2	A 89,63 a	B 73,46 b
Formulação 3	A 81,46 ab	B 66,59 b
Formulação 4	A 72,17 b	A 62,45 b

<sup>†</sup> Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O aroma dos pães foi significativamente inferior no tratamento 4, seguido de 3, 2 e 1 tanto para o tempo zero quanto para os 21 dias de armazenamento. O melhor aroma da formulação 1 se deve ao uso de uma menor quantidade de ingredientes em comparação com a formulação 4. O mesmo ocorreu nas formulações 2 e 3 onde melhoradores foram substituídos pelas enzimas fosfolipase e hemicelulase.

Em relação a soma total de pontos do escore dos pães elaborados de massa congelada não fermentada verifica-se que as formulações 1 e 2 foram superiores diferindo significativamente do tratamento 4 no tempo zero de armazenamento. A menor pontuação observada na formulação 3 se deveu principalmente pela excessiva abertura de pestana devido a hiperdosagem das enzimas fosfolipase e hemicelulase, o que ocasionou perda de pontos na avaliação do escore dos pães. A formulação 4 foi significativamente

inferior, o que é explicado pelo emprego de gordura hidrogenada na formulação, levando a perda de pontos nas características de crosta, abertura de pestana e aroma dos pães.

## CONCLUSÃO

Entre as formulações estudadas, o emprego de 5% de fermento e 4,5% de glúten vital foi o que apresentou melhores resultados em relação ao volume específico dos pães. O uso das enzimas fosfolipase e hemicelulase melhorou o escore do pão, principalmente quanto à abertura de pestana e aroma. Com o tempo de armazenamento das massas congeladas ocorreram perdas nas características sensoriais dos pães estudados.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (Fapergs) pelo auxílio financeiro ao projeto e pela bolsa de iniciação científica (BIC/Fapergs). À Granotec do Brasil pelo fornecimento das enzimas e do glúten vital utilizados nos experimentos.

## ABSTRACT

*The addition of yeast and vital gluten on production of no fermented frozen French type bread, as well as the use of phospholipase and hemicellulase enzymes were analysed. The procedures were carried out in the bakery of the Center of Research in Feeding of the University of Passo Fundo. In the first experiment it was used three levels of yeast (2.5; 5.0 and 7.5%) and three levels of vital gluten (0.5; 2.5 and 4.5%) and three levels of storage (7, 21 and 35 days). The dough was placed in ultra freezer, Klimaqijp, model UK6 and freezed in the speed of 1.23°C min<sup>-1</sup> and the 5 m s<sup>-1</sup> air circulation. The cooking was carried out at 225°C for 18 minutes. In the second experiment four prepared formulations were used being in the same way as described in the previous experiment. The results were analyzed by the analysis of variance and the averages compared with the test of Tukey. Between the studied formulations in experiment one, better results in relation to the specific volume were obtained with the use of 5% of yeast and 4.5% of vital gluten. The enzyme use improved the sensorial characteristics, mainly on the open crumb structure. With the increase of the time of storage of the frozen dough, losses in the quality of breads occurred.*

*Key words: wheat, flour, freezing, yeast, gluten.*

## REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods of the AACC**. 8 ed. Saint Paul: AACC, 1995. Paginação irregular.

ABDEL-AAL, E-S.M.; HUCL, P.; SOSULSKI, F.W. Optimizing the bread formulation for soft spelt wheat. **Cereal Foods World**, v.44, p.480-483, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO. **Produção de pão no Brasil** [online]. Disponível em : <<http://www.abip.org.br>>. Acesso em 12 de agosto de 2003.

BÁGUENA, R.; SORIANO, M. D.; MARTÍNEZANAYA, M. A. et al. Viability and performance of pure yeast strains in frozen

wheat dough. **Journal of Food Science**, v.56, n.6, p.1690-1694, 1991.

BRUINSMA, B.L.; GIESENSCHLAG, J. Frozen dough performance: compressed yeast-instant dry yeast. **Bakers' Digest**, v.58, n.6, p.6-11, 1984.

FERREIRA, S.M.R. **Controle da qualidade em sistemas de alimentação coletiva I**. São Paulo: Varela, 2002. 173p.

FRANCISCHI, M.L.; ORMENESE, R.C.S.; PIZZINATTO, A. Tecnologia de produção de pães a partir de massas congeladas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.32, n.2, p.209-214, 1998.

HAVET, M.; MANKAI, M.; LE BAIL, A. Influence of the freezing condition on the baking performance of French frozen dough. **Journal of Food Engineering**, v.45, p.139-145, 2000.

HIRASAWA, R.; YOKOIGAWA, K.; ISOBE, Y. et al. Improving the freeze tolerance of baker's yeast by loading with trehalose. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, v. 65, n.3, p.522-526, 2001.

HUNTERLAB. **User's manual with universal software versions 3.5**. Reston: HunterLab, 1998. Paginação irregular.

INOUE Y.; BUSHUK, W. Studies on frozen doughs. I. Effects of frozen storage and freeze-thaw cycles on baking and rheological properties. **Cereal Chemistry**, v.56, n.5, p.627-631, 1991.

JACKEL, S. S. Frozen dough opportunities kup heating up. **Cereal Foods World**, v. 36, n.6, p.529, 1991.

LE BAIL, A.; GRINAND, C.; LE CLEACH, S. et al. Influence of storage conditions on frozen French bread dough. **Journal of Food Engineering**, v.39, p.289-291, 1999.

LU, W.; GRANT, L.A. Effect of prolonged storage at freezing temperatures on starch and baking quality of frozen doughs. **Cereal Chemistry**, v.76 n.5, p.656-662, 1999.

MARSTON, P. E. Frozen dough for bread making. **Bakers' Digest**, Kansas, v.52, n.5, p.18-20, 1978.

PROMYLOGRAPH. **Betriebsanleitung für den promylograph**. Blasen: Max Egger Largeräte, 2001.

RIBOTTA, P. D.; LEÓN, A. E.; AÑÓN, M. C. Effect of freezing and frozen storage of doughs on bread quality. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.49, p.913-918, 2001.

SALLAS-MELLADO, M.M.; CHANG, Y. K. Efeito do congelamento da massa de pão sobre as leveduras e a estrutura do glúten. **Boletim SBCTA**, v.33, n.2, p.194-209, 1999.

SALLAS-MELLADO, M.M. **Estudo da influência da formulação e das condições operacionais dos tipos de congelamento na qualidade da massa e do pão**. Campinas, 2003. 242p. Dissertação (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas

SILVA, R. Phospholipids as natural surfactants for the cereal industry. **Cereal Foods World**, v.35, n.10, p.1008-1012, 1990.

SLUIMER, I.P. Principles of dough retarding. **Bakers' Digest**, v.55, n.4, p.6-8, 10, 1981.

STAUFFER, C.E. Frozen bakery products. IN: MALLETT, C.P. (ed) **Frozen food technology**. Cambridge: Chapman & Hall, 1994.

TWEED, A.R. A look at French "French Bread". **Cereal Foods World**, v.28, n.27, p.397-399, 1983.

WANG, Z.J.; PONTE, J.G.Jr. Improving frozen dough qualities with the addition of vital wheat gluten. **Cereal Foods World**, v.39, n.7, p.500-503, 1994.

WATANABE, E.; BENASSI, V. T., O uso de massa congelada na produção de pão. **Boletim CEPPA**, v.18, n.1, p.71-84, 2000.