

Influência do tipo de farinha, da temperatura e do tempo de fermentação na qualidade de pães de forma

RESUMO

A respeito da qualidade de pães, diversos atributos são considerados, como volume, cor e textura, sendo influenciados por mudanças em formulações e processos. Na etapa de fermentação ocorre o desenvolvimento da massa de pães o que confere algumas das características esperadas nos produtos. Diversos autores estudaram a ação de enzimas e aditivos nessa fase, porém poucos analisaram a variação de parâmetros de processo. Com isso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência do tempo e da temperatura de fermentação de pães de forma, formulados com dois tipos de farinha, com e sem aditivação, analisando a qualidade dos produtos finais, para possível otimização de processos. As farinhas foram analisadas quanto ao teor de umidade, cinzas, granulometria, farinografia e alveografia. Pães de forma foram produzidos utilizando planejamento fatorial completo (2^3), tendo como variáveis no processo de produção dos pães, o tipo de farinha de trigo, o tempo e a temperatura de fermentação. Após 24h de fabricação dos pães, foi analisado o teor de umidade, volume específico, cor do miolo, textura instrumental e sensorial, e análise de imagem dos miolos dos pães. Com os resultados obtidos não foi possível encontrar relação direta entre os parâmetros avaliados e as características dos pães. Porém, pelos resultados de textura dos pães foi possível observar que as amostras diferiram significativamente analisadas instrumentalmente, porém sensorialmente os consumidores não percebem essas respostas. Concluiu-se que otimizando o processo de panificação é possível reduzir tempo e gasto industrial durante o processo de fermentação da massa de pão.

PALAVRAS-CHAVE: Variável do processo; panificação; sensorial; textura; texturômetro.

Kimberli Pauline Berwig

kim.berwig@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0001-7056-2517>

Departamento de Engenharia de Alimentos,
Universidade Estadual de Maringá, Maringá,
Paraná, Brasil.

Diego Rodrigues Marques

diegomarques86@gmail.com

Centro de Ciências Agrárias, Programa de
Pós Graduação em Ciências de Alimentos,
Universidade Estadual de Maringá, Maringá,
Paraná, Brasil.

Antonio Roberto Giriboni Monteiro

aromonteiro@uem.br

Departamento de Engenharia de Alimentos,
Universidade Estadual de Maringá, Maringá,
Paraná, Brasil.

INTRODUÇÃO

O pão é um alimento mundialmente consumido e que tem despertado interesse para pesquisa, tanto por aspectos econômicos como por aspectos nutricionais (INMETRO, 1997; VASCONCELOS *et al.*, 2006; QUAGLIA, 1991 apud GUTKOSKI *et al.*, 2007). Ele deixou de ser apenas um complemento na alimentação das pessoas, tornando-se o principal alimento de muitas refeições e como consequência trazendo benefícios aos consumidores (MESAS; ALEGRE, 2002; VASCONCELOS *et al.*, 2006).

Uma série de tendências atuais tem modificado a tradicional forma de elaboração de pães, adicionando durante seu processamento grãos integrais, farinhas de subprodutos, substitutos de açúcar, de gorduras e de sal (PONTES, 2006; FERNANDES *et al.*, 2008; VILHALVA *et al.*, 2011).

Diversos atributos são considerados para avaliar a qualidade dos pães, como o volume, a cor da casca e do miolo, e a textura (SCHEUER, 2015). Esses atributos estão relacionados com uma série de outros fatores envolvidos, como mudanças na formulação e nos processos de fabricação. Essas mudanças de processo podem envolver tempo de mistura e de fermentação, tempo e temperatura de assamento, além das condições de armazenamento (GÓMEZ *et al.*, 2008; FEITOSA *et al.*, 2013). Ferreira, Oliveira e Pretto (2001) afirmam que um pão requer desempenho adequado em relação ao desenvolvimento da massa para apresentar características de qualidade apropriadas.

A fase da fermentação em pães torna-se essencial para a obtenção dos parâmetros esperados de qualidade, como consistência, palatabilidade, aeração e leveza (FERREIRA; WATANABE; BENASSI, 1999; ZAMBELLI *et al.*, 2014b; ZULIM *et al.*, 2014). Nessa etapa ocorre o desenvolvimento da massa, quando os açúcares liberados pela hidrólise do amido são consumidos por leveduras *Saccharomyces cerevisiae* gerando principalmente gás carbônico (CO₂) e etanol. No caso do pão, pela massa apresentar elasticidade, esses gases ficam retidos, aumentando o volume do produto, o que agrega qualidade, do ponto de vista dos consumidores (MELLADO, 1992; GUTKOSKI; NETO, 2002; MONDAL; DATTA, 2008). Além disso, na fermentação são formados sabores e odores característicos, bem como diversos defeitos da qualidade de pães podem ter origem em fermentações excessivas, insuficientes ou inadequadas (FERREIRA; OLIVEIRA; PRETTO, 2001; ZULIM *et al.*, 2014).

Temperatura e umidade do ambiente, acidez da massa e presença de carboidratos influenciam diretamente na fermentação, desenvolvendo a massa com concentração e capacidade de retenção de gás, elasticidade e resistência desejadas (MELLADO, 1992; FERREIRA; OLIVEIRA; PRETTO, 2001). Alguns autores também apontam a presença e concentração de sal como um fator regulador do processo fermentativo (ZAMBELLI *et al.*, 2014a).

Tratando-se de estudos sobre parâmetros de qualidade de pães, inúmeros são os trabalhos envolvendo o uso de enzimas e aditivos, porém a influência de variáveis de fermentação tem sido estudada por poucos autores, chegando a conclusões controversas. Freilich (1978, citado por GÓMEZ *et al.*, 2008), por exemplo, analisou a influência da quantidade de levedura utilizada no

processamento e o tempo de fermentação, não encontrando relações significativas. Kulp, Ponte Jr e D'Appolonia (1981), por outro lado, afirmaram que um maior período de fermentação auxilia na conservação de pães, prolongando sensorialmente seu frescor. Ainda, Gómez *et al.* (2008) estudaram a influência do tempo e temperatura de fermentação, e da quantidade de leveduras, encontrando uma relação entre essas variáveis e a qualidade dos produtos finais, com o tempo influenciando mais fortemente. Portanto, o objetivo desse trabalho foi estudar a influência do tipo de farinha de trigo (com e sem aditivação), tempo e da temperatura de fermentação, buscando a otimização do processo de panificação.

MATERIAIS E MÉTODOS

MATERIAIS

Os pães de forma foram preparados a partir de duas amostras de farinha de trigo, adquiridas da empresa Moinhos André Ltda (Quatro Pontes, Paraná). Uma das amostras utilizadas foi de farinha comercial não aditivada (FN), somente enriquecida com ácido fólico e ferro, conforme exigido pela resolução RDC nº 150, 2017 (BRASIL, 2017). A segunda amostra, farinha aditivada (FA), era formada por uma mistura pronta para pão, composta por farinha de trigo, sal, estabilizantes ET XXV (diacetil tartarato de mono e diglicerídeos) e ET VIII (estearoil-2-lactil lactato de sódio ou cálcio), antioxidante AI (ácido ascórbico), enzimas fúngicas, alfa amilase, hemicelulase e amiloglucosidade, ácido fólico e ferro.

Os demais ingredientes utilizados, fermento biológico liofilizado (Fleischmann), sal refinado (Cisne), açúcar refinado (Alto Alegre), gordura vegetal parcialmente hidrogenada (Coamo), adquiridos no comércio local de Maringá-PR, e água filtrada.

PRODUÇÃO DOS PÃES DE FORMA

Os pães de forma foram elaborados de acordo com a formulação padrão descrita por Berwig *et al.* (2015), onde os ingredientes e suas respectivas proporções estão descritas na Tabela 1, em relação à base farinácea, ou seja, calculado a partir de 100% m/m das farinhas.

Tabela 1- Formulação dos pães de forma produzidos

Ingrediente	Porcentagem (%)
Farinha de trigo	100
Água na temperatura de 2°C	55
Açúcar refinado	5
Gordura vegetal parcialmente hidrogenada	4
Sal	2,5
Fermento biológico seco	2,5

O processo de fabricação seguiu o fluxograma apresentado na Figura 1 e foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Cereais da Universidade Estadual de Maringá.

Os ingredientes foram pesados e misturados em uma amasseira espiral (AES-25, Braesi) pelo tempo de desenvolvimento de cada farinha, calculado pela análise de farinografia, conforme apresentado na Tabela 7. A massa foi dividida em porções menores, com aproximadamente 650 g cada, as quais foram boleadas e colocadas em formas de alumínio de 21 cm x 11 cm, untadas com gordura vegetal parcialmente hidrogenada. A fermentação foi realizada, deixando a massa em descanso em estufa incubadora tipo B.O.D., com umidade e temperatura controladas, em diferentes tempos e diferentes temperaturas, conforme estabelecido no planejamento experimental (Tabela 3), caracterizando as diferentes amostras a serem analisadas. Os pães foram forneados por 35 min a 180°C, em seguida retirados das formas e resfriados até atingirem temperatura ambiente e armazenados em sacos plásticos antes da realização das análises.

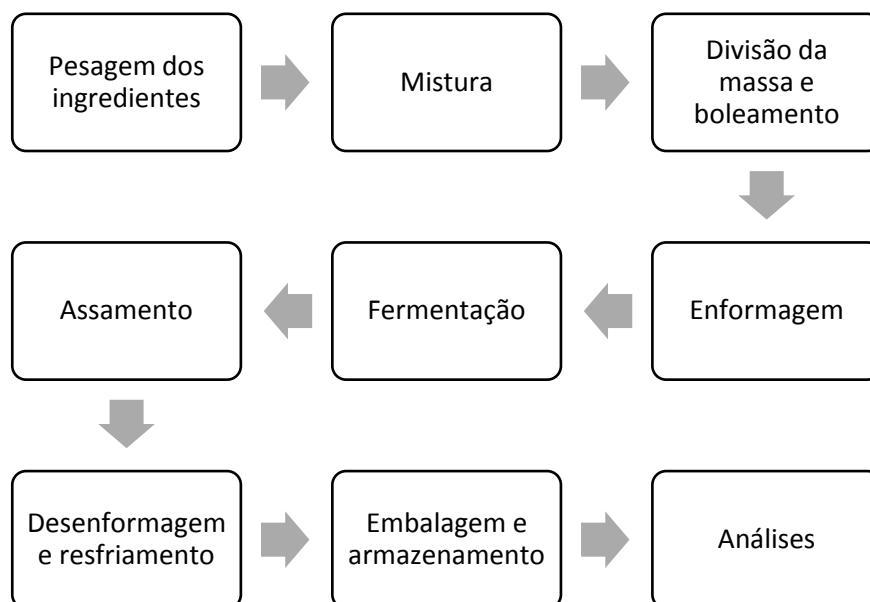


Figura 1 – Fluxograma de fabricação do pão de forma até o momento das análises.

PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

A fim de definir quais seriam os níveis das variáveis de fermentação alteradas, foram realizados testes preliminares e definidas as variáveis. As amostras a serem analisadas foram preparadas segundo as variáveis independentes: farinha utilizada na produção dos pães, temperatura (°C) e tempo (min) de fermentação, com seus valores codificados e reais mostrados na Tabela 2.

Foi realizado um planejamento fatorial completo (2³), com três variáveis e dois níveis, constituído por ensaios lineares nos níveis -1 e +1, como pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 2- Variáveis independentes e seus diferentes níveis de variação

Fator	Símbolo	Níveis	
		-1	+1
Tipo de Farinha	X ₁	FN	FA
Temperatura (°C) de fermentação	X ₂	35	45
Tempo (min) de fermentação	X ₃	60	120

NOTA: FN: farinha não aditivada, somente enriquecida com ferro e ácido fólico e FA: farinha aditivada.

Tabela 3 – Planejamento fatorial completo 2³, com variáveis codificadas e reais

Ensaio	Variáveis codificadas			Variáveis reais		
	X ₁	X ₂	X ₃	Farinha	Temperatura	Tempo
1	-1	-1	-1	FN	35	60
2	-1	-1	+1	FN	35	120
3	-1	+1	-1	FN	45	60
4	-1	+1	+1	FN	45	120
5	+1	+1	+1	FA	45	120
6	+1	+1	-1	FA	45	60
7	+1	-1	-1	FA	35	60
8	+1	-1	+1	FA	35	120

NOTA: X₁ = farinha utilizada (FN: farinha não aditivada, somente enriquecida com ferro e ácido fólico e FA: farinha aditivada); X₂ = temperatura de fermentação (°C); X₃ = tempo de fermentação (min).

CARACTERIZAÇÃO DAS FARINHAS

Para a caracterização da principal matéria-prima (farinha de trigo) foram realizadas análises do teor de umidade, cinzas, granulometria, farinografia e alveografia.

TEOR DE UMIDADE E CINZAS

Para a determinação do teor de umidade foi utilizada metodologia segundo método 012/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008), em triplicata, em estufa a 105°C. O teor de resíduo mineral fixo (cinzas) foi determinado segundo método 018/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008), em triplicata, em mufla a 550°C

GRANULOMETRIA

A granulometria foi determinada em triplicata, segundo método nº 66-20.01 da AACCI (2010), com modificações no número de peneiras utilizadas. Uma fração de 100 g de cada farinha foi depositada em um sistema de peneiras sobrepostas de 28, 60 e 100 mesh, e submetidas à agitação em agitador eletromagnético (Bertel) até obtenção de uma massa constante do material retido em cada peneira. Os resultados foram expressos em porcentagem de material retido.

FARINOGRAFIA

A farinografia foi realizada em laboratório da estação experimental do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), em Londrina, Paraná. A análise foi realizada em duplicata, em farinógrafo Brabender OHG (Duisburg, Alemanha) de acordo com método nº 54-21.01, da AACCI (2010). Utilizando 50 g de farinha (corrigida para base 14% de umidade) foram determinadas as propriedades de mistura das farinhas, por meio da medida da resistência de uma massa contra a ação de mistura. A taxa de absorção de água (%), o tempo de desenvolvimento da massa (min), de queda (min) e de estabilidade da massa (min), e o índice de tolerância de mistura foram os parâmetros considerados.

ALVEOGRAFIA

As determinações no alveógrafo foram realizadas no alveógrafo Chopin, modelo NG (Villeneuve-la-Garenne Cedex, França), do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Londrina-PR, a uma temperatura de 18 a 22°C e umidade relativa de 65%±15. Foi empregado o método nº 54-30.01, da AACCI (2010), através da pesagem de 250 g de farinha e volume de solução de cloreto de sódio 2,5% corrigido na base de 14% de umidade da farinha. Foram realizadas quatro repetições para cada amostra, sendo os seguintes parâmetros de alveografia medidos automaticamente pelo software do equipamento: pressão máxima requerida para deformação da amostra (resistência à extensão, P, expressa em mm H₂O), abscissa média no rompimento da bolha (extensibilidade da massa, L, expressa em mm), proporção da deformação da curva (P/L) e a energia de deformação (força da farinha, W, expresso em 10⁻⁴ J).

CARACTERIZAÇÃO DOS PÃES DE FORMA

Após 24 h do processo de fabricação dos pães, foram realizadas análises de umidade, volume específico, cor, textura instrumental e sensorial dos pães e análise de imagem dos miolos.

VOLUME ESPECÍFICO

O volume específico (VE) foi determinado usando o método de deslocamento de sementes de painço, de acordo com o método nº 55-50.01, da AACCI (2010). A partir da relação entre o volume e a massa do pão, obtida por pesagem em balança analítica, determinou-se o volume específico (Equação 1).

$$VE = \text{Volume de sementes/massa de pão} \quad (1)$$

COR

A cor do miolo dos pães produzidos foi avaliada em colorímetro digital portátil (Minolta CR400), sendo feitas leituras de dez amostras dos produtos para cada tratamento. Os resultados foram expressos no sistema CIELAB, em valores L*, a* e b*. O parâmetro L* indica a luminosidade numa escala de 0 a 100, sendo que quanto mais próximo de 100, mais clara é a amostra. a* indica a intensidade das

cores vermelho e verde numa escala de -60 a 60, sendo que +a indica vermelho e -a indica verde, ou seja, quanto mais negativo mais verde e quanto mais positivo mais vermelha é a amostra. E ainda, b* indica intensidade das cores amarelo e azul numa escala também de -60 a 60, sendo que +b indica amarelo e -b indica azul (NESPOLO *et al.*, 2015).

TEXTURA INSTRUMENTAL

A análise de textura mecânica foi realizada no Texture Analyser TAXT2 Plus (Stable Micro Systems, Inglaterra), no Complexo de Centrais de Apoio à Pesquisa (COMCAP), da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá-PR, segundo Monteiro *et al.* (2016) com modificações no número de probes utilizados. As amostras foram dispostas horizontalmente sobre a plataforma, sobrepondo-se duas fatias de 1,5 cm de espessura cada. Foi utilizado probe P36, com 36 mm de diâmetro, realizando compressão das amostras. As velocidades de pré-teste, de teste e de pós-teste foram, 1,0 mm/s, 1,7 mm/s e 10,0 mm/s, respectivamente, com 40% de compressão. Para cada uma das amostras 10 determinações foram realizadas.

ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial da textura foi realizada seguindo teste de escala hedônica estruturada de nove pontos, variando de “gostei extremamente” (nota 9) a “desgostei extremamente” (nota 1), de acordo com Monteiro e Cestari (2013). O teste foi realizado com 95 provadores não treinados na Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá-PR, recebendo aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UEM (CAAE 18718013.3.0000.0104). As amostras foram avaliadas em blocos incompletos de quatro amostras, de forma sequencial aleatorizada, na qual os provadores avaliaram as amostras codificadas da esquerda para a direita, aplicando a nota de acordo com a escala para o atributo textura.

ANÁLISE DE IMAGEM

As estruturas dos miolos dos pães produzidos foram avaliadas através de imagens digitais segundo metodologia utilizada por Scheuer (2016), com modificações nos algoritmos utilizados. Imagens dos pães fatiados foram capturadas usando scanner (HP Deskjet 2050) e em seguida ajustadas através do software livre GNU Image Manipulation Program (GIMP).

O brilho e o contraste das imagens foram ajustados no valor zero, e as mesmas foram salvas no formato bmp, de acordo com o sistema de cores vermelho-verde-azul (RGB). As imagens foram obtidas em pixels e convertidas para mm, a partir de valores de referência. Retângulos de 6,5 cm x 10 cm foram analisados para cada amostra, sendo esse o maior tamanho igual possível de ser selecionado em todas as amostras.

As amostras foram então analisadas através do software ImageJ Fiji, pré-processando as imagens (alterando para escala de cinza 8 bits), segmentando-as (binarização – thresholding) e caracterizando os parâmetros por medidas dos miolos. Os parâmetros calculados foram: o número de alvéolos (células), área circular média (mm²), circularidade e densidade celular (número de

alvéolos/mm²). Os três primeiros foram calculados pelo software e dividindo-se o número de alvéolos pela área celular média, obteve-se a densidade celular. A segmentação foi manual, com polarização da escala de cinza em imagens binárias utilizando algoritmo de Otsu.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com posterior análise das médias, comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% através do software Assistat 7.7.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CARACTERIZAÇÃO DAS FARINHAS

A Tabela 5 apresenta os resultados do teor de umidade e cinzas das farinhas.

Tabela 5- Teor de umidade e cinzas das duas amostras de farinha de trigo utilizadas

Amostra	Umidade (%)	Cinzas (%)
FN	13,49 ^a ±0,01	0,50 ^b ±0,05
FA	13,27 ^b ±0,04	2,35 ^a ±0,10

NOTA: Onde FN: farinha não aditivada, somente enriquecida com ferro e ácido fólico e FA: farinha aditivada. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Instrução Normativa nº 8 de 2005, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2005), que aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo, o conteúdo de umidade da farinha de trigo deve ser de até 15%. Farinhas com umidade acima desse valor tendem a formar grumos e perder suas características de qualidade (SOUZA; MORAIS; SILVA, 2016). Pode-se observar pela Tabela 5 que as farinhas analisadas apresentaram diferenças significativas entre seus valores, entretanto ambas apresentaram teor dentro do estabelecido pela legislação, apesar de próximos do limite máximo de 15%.

A Instrução Normativa nº 8 de 2005 também estabelece que a farinha de trigo comum deva possuir no máximo 1,35% de cinzas (BRASIL, 2005), e especificando as farinhas por categorias de produtos, sugere trabalhar com um teor entre 0,50 e 0,70% para pães (NITZKE; THYS, 2000). Pela Tabela 5 observa-se que teor de cinzas das amostras também diferiu significativamente. O FN apresentou-se dentro desse limite sugerido para produção de pães, ao contrário de FA, que apresentou um teor muito acima do estabelecido, possivelmente pelos aditivos em sua composição. Zimmermann et al. (2009) analisando farinhas comercialmente utilizadas em padarias encontraram um teor máximo de 1,79%. FA apresentou teor de cinzas semelhante aos esperados para farinhas integrais que é de no máximo 2,50% (BRASIL, 2005).

A Tabela 6 apresenta os resultados da análise de granulometria das farinhas.

Tabela 6- Porcentagem de material retido das farinhas em cada peneira

Amostras	Mesh 28 (%)	Mesh 60 (%)	Mesh 100 (%)	Fundo (%)
FN	0	2	6	92
FA	0	2	10	88

NOTA: Onde FN: farinha não aditivada, somente enriquecida com ferro e ácido fólico e FA: farinha aditivada.

A Instrução Normativa nº 8, de 2005 estabelece que 95% das farinhas devem passar por peneira com abertura da malha de 250 µm (Mesh 60) (BRASIL, 2005). Pode-se observar pela Tabela 6 que as duas farinhas estão conforme especificação, sendo que 92% de FN e 88% de FA possuem granulometria menor que 150 µm (Mesh 100).

A Tabela 7 apresenta os resultados encontrados nas análises de farinografia.

Tabela 7 – Resultados de farinografia das farinhas

Amostras	Absorção de Água (%)	Tempo de Desenvolvimento (min)	Estabilidade (min)	Índice de Tolerância à Mistura	Tempo de Queda (min)
FN	61,85 ^a ±0,07	10,60 ^b ±0,14	20,90 ^a ±0,28	6,50 ^a ±3,54	22,80 ^a ±0,14
FA	58,25 ^b ±0,35	16,35 ^a ±0,49	23,10 ^a ±1,70	13,00 ^a ±4,24	24,80 ^a ±1,56

NOTA: Onde FN: farinha não aditivada, somente enriquecida com ferro e ácido fólico e FA: farinha aditivada. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O primeiro parâmetro analisado foi a taxa de absorção de água, que indica a quantidade de água que será absorvida pelas farinhas durante o processamento de pães (NITZKE; THYS, 2000). Esse valor é importante tecnologicamente, pois a água tem papel fundamental no desenvolvimento da cadeia do glúten, na consistência da massa e no fornecimento de um meio adequado para ativação de enzimas (QUEJI; SCHEMIN; TRINDADE, 2006). Para produção de pães de forma, farinhas com absorção variando de 60 a 64% são consideradas de qualidade (FERNANDES *et al.*, 2008). A FA apresentou menor absorção, resultado também encontrado por Queji, Schemin e Trindade (2006) que obtiveram menor absorção de água em relação ao controle, à medida que adicionaram enzimas à farinha de trigo.

O tempo de desenvolvimento da massa na prática indica o tempo necessário para atingir a consistência ideal para fabricação de pães (NITZKE; THYS, 2000). Se a massa não se desenvolver em um tempo suficiente, durante a fermentação não será capaz de reter os gases formados pelas leveduras, gerando pães com volume reduzido (QUEJI; SCHEMIN; TRINDADE, 2006). A FA necessitou tempo de desenvolvimento maior que a FN, contudo, ambas foram classificadas como muito fortes, de acordo com Guarienti (1996), devido aos tempos de desenvolvimento serem maiores que 10,1 min e ainda, por seus tempos de estabilidade serem maiores que 15 min. O tempo de estabilidade, também relacionado com a fermentação, indica a resistência da massa ao tratamento mecânico e ao tempo

do processo fermentativo (GUARIENTI, 1996). A adição de aditivos proporcionou uma melhoria na estabilidade.

Com relação ao índice de tolerância, quanto maior seu valor, menor é a tolerância da farinha à mistura (SANTOS, 2016), o que indica que a presença de aditivos deve ter sido excessiva a ponto de enfraquecer a massa. O tempo de queda, ainda, apresenta o enfraquecimento da massa ao longo da mistura (NITZKE; THYS, 2000).

A Tabela 8 contém os dados da análise de alveografia das farinhas, não sendo apresentada análise estatística, uma vez que este resultado no equipamento é a média de quatro curvas obtidas.

Tabela 8- Resultados de alveografia das farinhas

Amostras	P (mm H ₂ O)	L (mm)	P/L	W (10 ⁻⁴ J)
FN	142	58	2,45	323
FA	194	43	4,51	374

NOTA: Onde FN: farinha não aditivada, somente enriquecida com ferro e ácido fólico e FA: farinha aditivada. P = resistência à extensão; L = extensibilidade da massa; W = força de glúten da farinha.

Os resultados fornecidos pela alveografia são baseados em correlações entre o comportamento da massa durante os processos de fabricação dos produtos finais (GUARIENTI, 1996). Foi observado aumento da resistência ao trabalho da massa (P) e da força da farinha (W) com a aditivação, porém com pouca extensibilidade (L) de ambas as farinhas. Queji, Schemin e Trindade (2006), encontraram valores de L entre 238 e 206 mm em farinhas com diferentes concentrações de α -amilase. Com relação a W, a FN foi classificada como forte e a FA como muito forte (GUARIENTI, 1996).

CARACTERIZAÇÃO DOS PÃES

As oito amostras de pães foram identificadas pelo símbolo da farinha utilizada (FN ou FA), seguido da temperatura em que foram deixados fermentando (35 ou 45°C) e do tempo de fermentação (1 ou 2 h).

A Tabela 9 apresenta os resultados do teor de umidade dos pães de forma, bem como de seus volumes específicos.

O teor de umidade diferiu significativamente apenas quando avaliado o tipo de farinha utilizada. Os pães produzidos com a FA resultaram em produtos com menor umidade, devido à absorção de água (pela farinografia) dessa farinha ser mais baixa (Tabela 7). Autores sugerem que o ideal é que a umidade de pães seja de 38%, sendo que teores de umidade muito acima desse valor podem causar perda da qualidade da textura, aumentando também a atividade microbiana (NITZKE; THYS, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2011). Na literatura foram encontrados valores bem variados para a umidade de pães, porém não se encontrou valor igual ou superior a 40%, como foi o caso das amostras produzidas a partir da FN.

Tabela 9 – Teor de umidade e volume específico dos pães

Amostra	Temperatura (°C)	Tempo (h)	Umidade (%)	Volume Específico (mL/g)
FN	35	1	40,08 ^a ±0,60	2,81 ^a ±0,09
FN	45	1	40,10 ^a ±0,44	3,49 ^a ±1,14
FN	35	2	40,99 ^a ±0,24	2,56 ^a ±0,46
FN	45	2	40,90 ^a ±0,20	2,43 ^a ±0,45
FA	35	1	37,01 ^b ±0,20	2,62 ^a ±0,32
FA	45	1	36,69 ^b ±0,54	2,04 ^a ±0,09
FA	35	2	36,93 ^b ±0,95	2,41 ^a ±0,44
FA	45	2	35,86 ^b ±1,05	2,32 ^a ±0,90

NOTA: Onde FN: farinha não aditivada, somente enriquecida com ferro e ácido fólico e FA: farinha aditivada. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação ao volume específico, pelas variações nos tempos de fermentação, era esperado encontrar diferenças significativas entre as amostras, porém elas não diferiram significativamente. Isso pode ter ocorrido pela baixa extensibilidade de ambas as farinhas (Tabela 8).

Os resultados de cor do miolo dos pães estão representados na Tabela 10. Os valores obtidos para os parâmetros de cor variaram entre as amostras, assim como normalmente encontrado na literatura. A cor do miolo dos pães está mais relacionada com as matérias-primas utilizadas e condições de forno (SILVA *et al.*, 2009), então ao avaliar os efeitos de parâmetros de fermentação esta não possui tanta relevância.

Tabela 10 – Cor do miolo dos pães de forma

Amostra	Temperatura (°C)	Tempo (h)	Parâmetro de cor		
			L*	a*	b*
FN	35	1	72,23 ^{abcd} ±3,66	-4,70 ^c ±0,34	18,32 ^{bc} ±0,67
FN	45	1	71,56 ^{bcd} ±1,58	-4,51 ^{bc} ±0,17	19,17 ^{ab} ±1,00
FN	35	2	69,02 ^d ±3,28	-4,30 ^b ±0,21	19,86 ^a ±0,70
FN	45	2	69,49 ^{cd} ±1,43	-4,23 ^b ±0,18	20,22 ^a ±0,60
FA	35	1	75,46 ^a ±1,85	-3,81 ^a ±0,19	18,33 ^{bc} ±1,99
FA	45	1	74,14 ^{ab} ±2,85	-3,69 ^a ±0,29	17,03 ^{cd} ±0,37
FA	35	2	72,66 ^{abc} ±2,14	-3,77 ^a ±0,19	16,62 ^d ±0,86
FA	45	2	70,44 ^{cd} ±2,25	-3,83 ^a ±0,28	15,89 ^d ±0,94

NOTA: Onde FN: farinha não aditivada, somente enriquecida com ferro e ácido fólico e FA: farinha aditivada. L*: luminosidade, a*(negativo): tendência à cor vermelha e b* (positivo): tendência à cor amarela. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O parâmetro L* representa a luminosidade das amostras, que variou de 75,46 a 69,02. O valor a* varia de -a indicando verde e +a indicando vermelho. Nas

amostras analisadas esse parâmetro variou de -3,69 a -4,70. Menores valores de a^* indicam coloração mais clara, como é o caso do miolo de pães de forma tradicionais. O parâmetro b^* , varia de -b a +b, indica a tendência as cores azul e amarelo, respectivamente. Valores altos para b^* , como os encontrados, variando de 20,22 a 15,89, indicam segundo Esteller e Lannes (2005), coloração amarelada ou dourada.

A textura é uma propriedade sensorial, definida através de características físicas da estrutura dos alimentos (SZCZESNIAK, 1987; KOWASLKI, CARR; TADINI, 2002). A Tabela 11 mostra os resultados obtidos para textura do miolo dos pães através de análise instrumental e sensorial.

Tabela 11- Resultados de textura do miolo dos pães

Amostra	Temperatura (°C)	Tempo (h)	Textura Instrumental (N)	Textura Sensorial (Notas)
FN	35	1	6,58 ^c ±1,10	6,66 ^a ±1,59
FN	45	1	7,00 ^c ±1,10	6,84 ^a ±1,36
FN	35	2	11,67 ^b ±1,85	6,88 ^a ±1,57
FN	45	2	15,85 ^a ±1,85	5,39 ^a ±1,69
FA	35	1	13,30 ^b ±1,99	6,70 ^a ±1,61
FA	45	1	12,51 ^b ±1,66	6,43 ^a ±1,56
FA	35	2	8,53 ^c ±1,74	6,52 ^a ±1,83
FA	45	2	8,52 ^c ±1,26	6,55 ^a ±2,00

NOTA: Onde FN: farinha não aditivada, somente enriquecida com ferro e ácido fólico e FA: farinha aditivada. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Avaliando as amostras produzidas com a FN, foi possível observar um aumento da força necessária para comprimir os pães à medida que a temperatura e o tempo de fermentação aumentaram. Os pães fermentados durante 60 min, não apresentaram diferenças significativas entre as temperaturas de 35 e 45°C de fermentação. Já os pães fermentados por 120 min, tiveram suas texturas significativamente diferentes também entre as diferentes temperaturas.

Em temperaturas acima de 43°C a atividade das leveduras diminui (STAIL; OLIVEIRA; SCHULZ, 2013) e isso foi observado nos pães produzidos com a FN, visto que uma maior força de compressão indica um pão mais duro. Porém, comportamento contrário foi verificado nos pães fabricados com a FA. Com o aumento do tempo de fermentação, a textura instrumental foi diminuída nessas amostras, não diferindo significativamente entre as temperaturas diferentes. A diferença entre a textura das amostras produzidas com diferentes farinhas possivelmente é devida as diferentes quantidades de açúcares fermentáveis que cada matéria-prima contém (STAIL; OLIVEIRA; SCHULZ, 2013).

Comparando as amostras elaboradas com diferentes farinhas, foi possível observar que entre as amostras que fermentaram durante 1 hora, o valor da compressão necessária foi maior nos pães elaborados com a FA. Já para a fermentação de 2 horas, esse comportamento foi contrário: os valores de textura instrumental foram maiores para pães elaborados a partir da FN.

Apesar de ter havido diferenças significativas entre as análises instrumentais de textura, não foi observada diferença entre as notas atribuídas pelos provadores na análise sensorial. Isso indica que apesar de estudos mostrarem a influência da temperatura e do tempo de fermentação na estrutura dos pães, esse fato não é percebido pelos consumidores. Scheuer *et al.* (2015) conseguiram encontrar correlação entre dados instrumentais e sensoriais, porém seus provadores haviam sido treinados através de técnicas de análise sensorial. Isso comprova que os processos podem ser otimizados em indústrias de pães, não sendo necessário que as massas de pães fiquem longos períodos sob fermentação, com temperaturas controladas, economizando tempo e investimento das indústrias.

Foi realizada avaliação da estrutura do miolo dos pães através de análise de imagem, estando os resultados mostrados na Tabela 12. Não foi apresentada análise estatística por ter sido analisada apenas uma imagem para cada amostra.

Tabela 12- Análise da estrutura do miolo dos pães

Amostra	Temperatura (°C)	Tempo (h)	Número de alvéolos	Área celular média (mm ²)	Densidade celular (nº alvéolos/mm ²)	Circularidade
FN	35	1	1069	0,303	3530,826	0,832
FN	45	1	968	0,246	3938,353	0,834
FN	35	2	954	0,350	2729,575	0,815
FN	45	2	1996	0,343	5815,105	0,805
FA	35	1	347	0,301	1153,058	0,869
FA	45	1	681	0,194	3507,037	0,850
FA	35	2	2151	0,230	9350,954	0,815
FA	45	2	332	0,351	945,934	0,807

NOTA: Onde FN: farinha não aditivada, somente enriquecida com ferro e ácido fólico e FA: farinha aditivada.

Pela análise de imagem também não foi possível encontrar relações diretas entre os parâmetros da fermentação e os parâmetros obtidos por esta técnica. O número de alvéolos e a densidade celular (número de alvéolos/mm²) variaram entre intervalos muito grande de valores: 332 a 2151, e 945,934 a 9350,954, respectivamente. A área circular média e a circularidade já se apresentaram mais constantes, variando entre 0,194 a 0,351, e 0,805 a 0,869, respectivamente. Não foi possível correlacionar o tipo de farinha ou os parâmetros de fermentação a esses resultados pela grande variação apresentada.

CONCLUSÕES

Considerando que mesmo havendo algumas diferenças nos resultados na análise de textura instrumental utilizando o aparelho texturômetro nos pães produzidos variando tipo de farinha, tempos e temperaturas de fermentação, do ponto de vista sensorial não foi possível detectar diferenças significativas entre os produtos fabricados.

Analisando a imagem dos miolos dos pães também não foi possível encontrar relações entre os parâmetros analisados e a qualidade dos produtos finais de maneira significativa.

Dessa forma, se conclui que é possível otimizar o tempo e temperatura de fermentação de forma a se produzir pães em menor tempo e com menor consumo energético, sem alterar suas características de textura.

AGRADECIMENTOS

Ao Complexo de Apoio à Pesquisa – COMCAP/UEM e ao Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR/Londrina por apoiarem esse projeto.

Influence of flour type, fermentation temperature and time in the loaf of bread quality

ABSTRACT

Regarding the quality of bread, several attributes are considered, such as volume, color and texture, being influenced by changes in formulations and processes. In the fermentation stage, the development of the bread dough takes place that gives some of the characteristics expected in the products. Several authors studied the action of enzymes and additives in this phase, but few analyzed the variation of process parameters. The objective of this work was to evaluate the influence of the time and temperature of the fermentation of bread loaves, formulated with two types of flour, with and without additives, analyzing the quality of the final products, for possible process optimization. Flour were analyzed for moisture content, ashes, granulometry, farinography and alveography. Loaves of bread were produced using a complete factorial design (2^3), with variables in the bread making process, type of wheat flour, time and temperature of fermentation. After 24 hours of production, moisture content, specific volume, kernel color, instrumental and sensorial texture, and image analysis of bread crumbs were analyzed. With the results found it was not possible to find a direct relation between the varied parameters and the characteristics obtained in the loaves. However, by the texture results of the bread, it was possible to observe that the samples differed significantly instrumentally and sensorially the consumers did not perceive these responses. It was concluded that optimizing the baking process it is possible reduce time and industrial expenditure during the bread dough fermentation process.

KEYWORDS: Process variables; baking; sensory; texture; texturimeter.

REFERÊNCIAS

AACCI. American Association of Cereal Chemists International. **Approved methods of the AACC**. 11 ed. Saint Paul: AACC International, 2010.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the AOAC international**. 17 ed. Arlington: AOAC International, 2000.

BERWIG, K. P.; MARCHI, L. B.; MARQUES, D. R.; CHINELLATO, M. M.; ALCANTARA, B. M.; COSTA, S. C.; MONTEIRO, A. R. G. Avaliação do uso de subprodutos de romãs (*Punica granatum L.*) nas características físico-químicas, sensoriais e conservação de pães de forma. In: **XXIV Encontro Anual de Iniciação Científica (EAIC)**. Anais do XXIV EAIC. Maringá, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8, de 02 de junho de 2005. Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação da farinha de trigo. Brasília: **Diário Oficial da União**, seção 1, p. 4, 27 jun. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 150, de 13 de abril de 2017. Dispõe sobre o enriquecimento das farinhas de trigo e de milho com ferro e ácido fólico. Brasília: **Diário Oficial da União**, n. 73, seção 1, p. 37, 17 abril. 2017.

ESTELLER, M. S.; LANNES, S. C. S. Parâmetros complementares para fixação de identidade e qualidade de produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 802-806, 2005.

FEITOSA, L. R. G. F.; MACIEL, J. F.; BARRETO, T. A.; MOREIRA, R. T. Avaliação da qualidade do pão tipo francês por métodos instrumentais e sensoriais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 693-704, 2013.

FERNANDES, A. F.; PEREIRA, J.; GERMANI, R.; OIANO-NETO, J. Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de batata (*Solanum Tuberosum Lineu*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, suplemento, p. 56-65, 2008.

FERREIRA, P. B. M.; WATANABE, E.; BENASSI, V. T. Estudo do processo de produção de pão francês pré-assado. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 2, n. 1,2, p. 91-95. 1999.

FERREIRA, S. M. R.; OLIVEIRA, P. V.; PRETTO, D. Parâmetros de qualidade do pão francês. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 19, n. 2, p. 301-318, 2001.

GÓMEZ, M.; OLLETE, B.; PANDO, V.; RONDA, F.; CABALLERO, P. A. Effect of fermentation conditions on bread staling kinetics. **European Food Research and Technology**, v. 226, n. 6, p. 1379-1387, 2008.

GUARIENTI, E. M. Qualidade industrial de trigo. 2ª ed. Passo Fundo: EMBRAPA, 1996. 36p.

GUTKOSKI, L. C.; KLEIN, B.; KASTER, B.; GONÇALVES, F. T.; LAMAISON, F. C.; SPIER, F.; FRIEDRICH, M. T. Armazenamento da farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico e seu efeito na produção de pão de forma. **Alimentos e Nutrição**, v. 18, n. 1, p. 93-100, 2007.

GUTKOSKI, L. C.; NETO, R. J. Procedimento para teste laboratorial de panificação – pão tipo forma. **Ciência Rural**, v. 32, n. 5, p. 873-879, 2002.

INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **Informação ao consumidor**: pão de forma ou para sanduíche. 1997. Disponível em: <<http://inmetro.gov.br/consumidor/produtos/paoforma.asp>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed., 1 ed. Digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

KOWASLKI, M. B.; CARR, L. G.; TADINI, C. C. Parâmetros físicos e de textura de pão francês produzido na cidade de São Paulo. In: **XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Anais do XVIII CBCTA, p. 3133-3136. Porto Alegre, 2002.

KULP, K.; PONTE JR, J. G. P.; D'APPOLONIA, B. L. Staling of white pan bread: fundamental causes. **Food Science and Nutrition**, v. 15, n. 1, p. 1-48, 1981.

MELLADO, M. M. S. **Efeito de algumas variáveis do processo de panificação da massa congelada na estabilidade da massa estocada e na qualidade do pão**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

MESAS, J. M.; ALEGRE, M. T. El pan y su proceso de elaboración. **Ciencia y Tecnología Alimentaria**, v. 3, n. 5, p. 307-313. Reynosa, México. 2002.

MONDAL, A.; DATTA, A. K. Bread baking – a review. **Journal of Food Engineering**, v. 86, n. 4, p. 465-474, 2008.

MONTEIRO, A. R. G.; CESTARI, L. A. **Análise sensorial de alimentos: testes afetivos, discriminativos e descritivos.** Maringá: EDUEM. v. 1. 2013.

MONTEIRO, A. R. G.; MARQUES, D. R.; MARCHI, L. B.; CHINELLATO, M. M.; BERWIG, K. P.; WOFL, B. Eliminating the use of fat in the production of extruded snacks by applying starch coating. **Chemical Engineering Transactions**, v. 49, p. 625-630, 2016.

NESPOLO, C. R.; OLIVEIRA, F. A.; PINTO, F. S. T.; OLIVEIRA, F. C. **Práticas em Tecnologia de Alimentos.** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - Rio Grande do Sul. 2015.

NITZKE, J. A.; THYS, R. C. S. Avaliação da qualidade tecnológica/industrial da farinha de trigo. **Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos (ICTA).** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2000.

OLIVEIRA, N. M. A. L.; MACIEL, J. F.; LIMA, A. S.; SALVINO, E. M.; MACIEL, C. E. P.; OLIVEIRA, D. P. M. N.; FARIAS, L. R. G. Características físico-químicas e sensoriais de pão de forma enriquecido com concentrado proteico de soro de leite e carbonato de cálcio. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, n. 1, p. 16-22, 2011.

PONTES, A. E. R. **Desenvolvimento de pão de forma sem adição de açúcares, gorduras e emulsificantes, com o uso de enzimas e amido de mandioca modificado.** Tese (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP. 2006.

QUEJI, M. F. D.; SCHEMIN, M. H. C.; TRINDADE, J. L. F. Propriedades reológicas da massa de farinha de trigo adicionada de alfa-amilase. **Publicatio UEPG, Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, v. 12, n. 2, p. 21-29. Ponta Grossa, 2006.

SANTOS, L. D. **Influência de dextrina e maltodextrina oxidadas de amido de mandioca nas características farinográficas da farinha de trigo.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

SCHEUER, P. M. **Qualidade de pães integrais elaborados com substituto de gordura.** Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos. Florianópolis, 2015.

SCHEUER, P. M.; LUCCIO, M.; ZIBETTI, A. W.; MIRANDA, M. Z.; FRANCISCO, A. Relationship between instrumental and sensory texture profile of bread loaves made with whole-wheat flour and fat replacer. **Journal of Texture Studies**, v. 47, n. 1, p. 14-23, 2016.

SILVA, L. H.; PAUCAR-MENACHO, L. M.; VICENTE, C. A.; SALLES, A. S.; STEEL, C. J. Desenvolvimento de pão de fôrma com a adição de farinha de “okara”. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 4, p. 315-322, 2009.

SOUZA, F. P.; MORAIS, J. L.; SILVA, T. M. C. F. Desenvolvimento e caracterização de farinha obtida a partir da casca do jenipapo (*Genipa americana* L.). In: **XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Fundação de Apoio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (FAURGS). Gramado, 2016.

STAIL, B.; OLIVEIRA, D. N.; SCHULZ, J. A. T. Fermentação do pão: estudo a partir de um experimento matemático. In: **VI Congresso Internacional de Ensino da Matemática**, Universidade Luterana do Brasil (ULBRA). Canoas, 2013.

SZCZESNIAK, A. S. Correlating sensory with instrumental texture measurements – an overview of recent developments. **Journal of Texture Studies**, v. 18, n. 1, p. 1-15, 1987.

VASCONCELOS, A. C.; PONTES, D. F.; GARRUTI, D. S.; SILVA, A. P. V. Processamento e aceitabilidade de pães de forma a partir de ingredientes funcionais: farinha de soja e fibra alimentar. **Alimentos e Nutrição**, v. 17, n. 1, p. 43-49. Araraquara, 2006.

VILHALVA, D. A. A.; JÚNIOR, M. S. S.; MOURA, C. M. A.; CALIARI, M.; SOUZA, T. A. C.; SILVA, F. A. Aproveitamento da farinha de casca de mandioca na elaboração de pão de forma. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, n. 4, p. 514-521, 2011.

ZAMBELLI, R. A.; MELO, S. C. P.; PINTO, L. I. F.; BRASIL, D. L.; PINHEIRO, G. K.; PONTES, D. F. Otimização das condições fermentativas de massas para a produção de pães tipo forma utilizando a metodologia de superfície de resposta. In: **XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química**. Florianópolis, 2014a.

ZAMBELLI, R. A.; PONTES, D. F.; HERCULANO, L. F. L.; PONTES, E. R.; MELO, P. E. F.; BRASIL, D. L. Influência da temperatura de fermentação na formação da estrutura do miolo de pães tipo forma. In: **XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química**. Florianópolis, 2014b.

ZIMMERMANN, L. O. G.; SEDOR, J.; NORETO, L. M.; SANTIAGO, W. E.; FERREIRA, D. T. L. Avaliação físico-química e reológica das principais farinhas de trigo comercializadas em padarias do município de Cascavel. In: **I Seminário Internacional de Ciência, Tecnologia e Ambiente**. Cascavel, 2009.

ZULIM, C.; FERREIRA, F.; ROCHA, J. S.; BUDEL, L. **Fermentação de pães**. Trabalho de Conclusão de Curso - Faculdade Método de São Paulo, São Paulo, 2014

Recebido: 30 out. 2017.

Aprovado: 08 ago. 2018.

DOI: 10.3895/rebrapa.v9n4.7250

Como citar:

BERWIG, K. P.; MARQUES, D. R.; MONTEIRO, A. R. G.. Influência do tipo de farinha, da temperatura e do tempo de fermentação na qualidade de pães de forma. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 9, n. 4, p. 27-46, out./dez. 2018. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>

Correspondência:

Kimberli Pauline Berwig

Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790 - Zona 7, CEP: 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil..

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

