



XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos

Alimentação: a árvore que sustenta a vida

X CIGR Section IV International Technical Symposium

Food: the tree that sustains life

24 a 27 de outubro de 2016 • FAURGS • GRAMADO/RS

TESTE DE PANIFICAÇÃO EM PEQUENA ESCALA: RELAÇÃO COM PARÂMETROS REOLÓGICOS EM ANÁLISE DE FARINHA DE TRIGO

T. Oro¹, M.Z. de Miranda², A.D. Francisco³

1-Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias – CEP: 88034-001 – Florianópolis – SC – Brasil, Telefone: +55 (54) 3271-5395 – e-mail: tatianaoro@hotmail.com, aliciadf@gmail.com.

2- Embrapa Trigo, Rod. BR 285, km 294, Cx. Postal 3081 - CEP 99050-970 – Passo Fundo – RS – Brasil, Telefone: +55 (54) 3316-5810 – e-mail: martha.miranda@embrapa.br.

3-Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias – CEP: 88034-001 – Florianópolis – SC – Brasil, Telefone: +55 (54) 3271-5395 – e-mail: aliciadf@gmail.com.

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi relacionar teste de panificação em pequena escala com os parâmetros reológicos utilizados em análises de qualidade de farinha de trigo. Duas amostras comerciais de trigo, AC1 e AC2, e suas respectivas farinhas integral e refinada foram caracterizadas por análises físico-químicas e reológicas. Teste de panificação foi adaptado em farinógrafo pela mistura de 50 g de farinha, demais ingredientes e água até consistência de $650 \pm 20UF$, pesagem de duas massas de 35 g, descanso por 40min ($30^{\circ}C/100\%UR$), forneamento ($150^{\circ}C/13min$), e resfriamento para avaliação das características dos pães, resultando em escores de qualidade. Pães com farinha integral apresentaram menores escores de características de qualidade que os de farinha refinada, confirmando a influência da fibra na qualidade de panificação. O método apresentou correlação com índice de glúten, absorção de água, viscosidade de pasta e teor de fibras e foi efetivo para produção de pães usando pequena quantidade de amostra.

ABSTRACT – The aim of this study was to relate baking test on a small scale with the rheological parameters used in flour quality analysis. Two commercial wheat samples, AC1 and AC2, and their whole and refined flours were characterized by physicochemical and rheological analysis. Baking test was adapted in a farinograph, by mixing 50 g of flour, other ingredients and water until consistency $650 \pm 20UF$, weighing two masses of 35 g, rest for 40 minutes ($30^{\circ}C/100\%RH$), baking ($150^{\circ}C/13min$), and cooling to evaluate the characteristics of breads, resulting in quality scores. Bread with whole wheat flour had lower scores of quality features that refined flour, confirming the influence of fiber on baking quality. Method correlated with gluten content, water absorption, paste viscosity and fiber content and was effective for producing breads by using small amount of sample.

PALAVRAS-CHAVE: farinha de trigo, análises de qualidade, panificação.

KEYWORDS: wheat flour, quality analysis, baking.

1. INTRODUÇÃO

A qualidade dos grãos e das farinhas de trigo e os parâmetros considerados para sua avaliação dependem do segmento que os avalia, e divergem entre pesquisadores, produtores e consumidores. No segmento de análise de cereais, há carência de métodos padronizados em pequena escala, para avaliar a qualidade tecnológica de farinha de trigo para produção de pães, quando



quantidade limitada de amostra de trigo está disponível, como na avaliação de genótipos em programas de melhoramento genético.

A *American Association of Cereal Chemists* (AACC, 2000), fornece métodos padronizados para esta avaliação em maior escala (> 300 g) quando há pequena quantidade de amostra disponível, como nos programas de melhoramento genético de trigo. Além disso, são praticamente inexistentes métodos padronizados para a análise de farinha integral e branca, bem como de produtos acabados elaborados com estas, como o pão. Por isso, é importante o desenvolvimento de novos métodos de análise que empreguem pouca quantidade de amostra, que sejam de fácil execução, baixo custo e que possuam boa correlação com os métodos analíticos oficiais. O objetivo deste trabalho foi relacionar teste de panificação em pequena escala com os parâmetros reológicos utilizados em análises de qualidade de farinha de trigo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Amostras comerciais grãos de trigo e de farinha de trigo integral (FI) foram obtidas de dois fornecedores comerciais. Os grãos foram submetidos à moagem em moinho de laboratório (modelo Quadrumat Senior, Brabender, Alemanha) de acordo com o método nº 26-10A da *American Association of Cereal Chemists* (2000) para obter farinha branca (FB). As amostras foram denominadas como: FB (AC1) – farinha branca da amostra comercial 1, FI (AC1) – farinha integral da amostra comercial 1 (AC2), FB (AC2) – farinha branca da amostra comercial 2 e FI (AC2) – farinha integral da amostra comercial 1 (AC2).

Os métodos oficiais da AACC (2000) foram empregados para determinação do teor de glúten (método nº 38-12) em equipamento Glutomatic (modelo 2100, Perten Instruments, EUA) e das propriedades viscoelásticas das farinhas (método nº 54-30A), em equipamento alveógrafo (modelo NG, Chopin, França). As propriedades de pasta das farinhas foram avaliadas em analisador rápido de viscosidade (RVA) (modelo RVA-3D, Newport Scientific, Austrália) equipado com software *Thermocline for Windows*, versão 3.1 (método nº 76-21). O perfil de viscosidade das amostras foi analisado na base de 12,3% p/p (3,5g de farinha e 25±0,1mL de água destilada), corrigidas para 14% de umidade. O perfil de temperatura utilizado foi o Standard 1. As propriedades de mistura foram avaliadas por farinografia pelo método ICC (115/1).

O teste de panificação experimental em pequena escala foi desenvolvido em farinógrafo de amassadeira de 50 g, tomando como base a participação de cada ingrediente descrita no Teste Instrumental de Panificação (baking test) delineado por El-Dash (1978), de acordo com as proporções de ingredientes descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Formulação dos pães de farinha integral e branca.

Ingredientes	Partes (%)	Pães de FI (g)	Pães de FB (g)
Farinha integral (FI)	100	50,0	0,0
Farinha branca (FB)	100	0,0	50,0
Açúcar	5	2,5	2,5
Fermento	3	1,5	1,5
Sal	2	1,0	1,0
Gordura vegetal hidrogenada	3	1,5	1,5
Ácido ascórbico	90 ppm	0,005	0,005



A farinha foi colocada na amassadeira do farinógrafo (a 30°C) e misturada durante 1 min. Em seguida, foram adicionados o açúcar, o fermento, o sal, a gordura vegetal hidrogenada e o ácido ascórbico, e misturados por 1 minuto. Água destilada foi adicionada para que a massa formada atingisse a consistência máxima de 650(±20) UF, empregando 6 min como tempo de desenvolvimento da massa. A seguir, a massa foi fracionada em duas partes de 35 g que foram moldadas com o auxílio de cilindro manual e colocadas em formas de aço inoxidável untadas com gordura vegetal hidrogenada (altura: 3,5 cm; comprimento: 7,0 cm na borda superior e 6,5 cm na base; largura: 4,0 cm na borda superior e 3,5 cm na base). As massas foram deixadas em câmara de descanso (Gelopar, Brasil) por 40 min a 30°C/100% UR e submetidas à forneamento em forno elétrico doméstico (Fischer, Brasil), a 150°C/13 min. Os pães esfriaram a temperatura ambiente por 1 hora e o volume específico foi calculado. Foram avaliadas: cor da crosta, quebra, simetria, características da crosta, cor do miolo, estrutura da célula miolo e textura do miolo, além de aroma e gosto, que foram pontuadas de acordo com El-Dash (1978). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando o programa Statistica 7.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados mostrados na Tabela 2, apenas a amostra FI (AC2) apresentou resultado de glúten úmido inferior ($p < 0,05$) às demais, indicando que possui menor teor de proteínas formadoras de glúten, porém, de qualidade equivalente à da FI (AC1), conforme obtido para o índice de glúten. No índice de glúten foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as FB e FI de cada amostra comercial e entre as FB avaliadas, atribuídos a menor proporção de amido nas FI, em relação à mesma massa de amostra das FB, bem como, menor teor de proteínas formadoras de glúten. Ação das fibras na formação da rede de glúten foi observada nas amostras de FI, pelo efeito físico das partículas e efeito químico dos compostos da parede celulósica. Na farinografia, as amostras de FI apresentaram absorção de água superior ($p < 0,05$), devido às fibras, que possuem grupos funcionais com afinidade química pela água. As fibras mostraram-se importantes com respeito à estabilidade ao amassamento e ao índice de tolerância à mistura (ITM), diminuindo ($p < 0,05$) a estabilidade das FI ao amassamento, processo relacionado com formação da rede de glúten e com a força da farinha, e tornando as FI menos tolerantes ao processo de mistura, quando comparadas com as FB.

Tabela 2. Teor de glúten e parâmetros farinográficos das farinhas AC1 e AC2.

Amostra	Glúten úmido (%)	Índice de glúten	Absorção de água (%)	Estabilidade (min)	ITM (UF)
FB (AC1)	27,64 ^{aA} ± 0,69	99,0 ^{aA} ± 0,9	61,00 ^{bA} ± 0,00	10,15 ^{aA} ± 0,07	20,50 ^{bA} ± 0,70
FI (AC1)	27,79 ^{aA} ± 0,22	66,0 ^{bA} ± 1,5	64,05 ^{aB} ± 0,21	4,30 ^{bA} ± 0,07	49,50 ^{aA} ± 4,94
FB (AC2)	27,02 ^{aA} ± 0,17	90,0 ^{aB} ± 1,2	59,85 ^{bB} ± 0,21	7,20 ^{aB} ± 0,00	15,00 ^{bA} ± 2,83
FI (AC2)	26,23 ^{bB} ± 0,14	68,5 ^{bA} ± 0,2	66,00 ^{aA} ± 0,00	3,70 ^{bA} ± 0,49	54,50 ^{aA} ± 2,12

Valores médios na mesma coluna seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$), sendo letras minúsculas, comparação entre FB e FI (por amostra comercial) e letras maiúsculas, comparação entre FB's e FI's (entre as diferentes amostras comerciais). Resultados expressos como média ± desvio padrão. AC1 e AC2: amostras comerciais 1 e 2 de farinhas integral e branca, ITM: índice de tolerância à mistura.

O teste de alveografia (Tabela 3) apresentou aumento significativo da tenacidade das massas ($p < 0,05$) de FI em relação às de FB e comportamento semelhante entre as FI AC1 e AC2. Os resultados são devidos ao enfraquecimento da rede de glúten causado pelos efeitos físicos e químicos das fibras, que tornam a rede de glúten descontínua e a massa resistente à extensão. As massas de FI mostraram menor extensibilidade que as FB, com desempenho análogo entre duas FB e FI (das AC1 e AC2). Este comportamento era esperado, visto que a extensibilidade das massas diminui nas FI pela diminuição da proporção de proteínas formadoras de glúten, o que acarreta menor volume em



produtos elaborados com FI. Estes resultados podem ser confirmados pela análise da relação P/L, que apresenta valores mais baixos nas FBs, indicando equilíbrio entre tenacidade e extensibilidade e valores expressivamente mais altos nas FI, elevada resistência à extensão e baixa capacidade de extensibilidade das massas. A resistência à extensão, combinada com a extensibilidade evidenciam a qualidade tecnológica do glúten, que depende, em grande parte, da força entre as ligações das moléculas de proteínas, as quais, neste estudo, estavam sujeitas aos efeitos químicos e físicos da fração fibra das FI. O parâmetro de força de glúten apresentou menor resistência das FI ao trabalho mecânico em relação às FB, com consequente diminuição da força de glúten, como comprovado pela análise de glúten e pelo teste de farinografia. Em panificação, estes resultados significam diminuição da capacidade de retenção de gás da massa devido às fibras das FI, que afetam o volume e a textura.

Tabela 3. Parâmetros alveográficos das farinhas AC1 e AC2.

Amostra	P (mm Hg)	L (mm)	P/L	W (10 ⁻⁴ J)
FB (AC1)	139,0 ^{ba} ± 1,4	58,5 ^{aA} ± 0,7	2,35 ^{ba} ± 0,00	302,0 ^{aA} ± 7,1
FI (AC1)	152,5 ^{aA} ± 2,1	17,5 ^{ba} ± 0,7	8,67 ^{aA} ± 0,09	123,0 ^{ba} ± 5,6
FB (AC2)	119,0 ^{bb} ± 2,8	55,0 ^{aA} ± 1,4	2,17 ^{ba} ± 0,09	246,0 ^{aB} ± 0,0
FI (AC2)	149,0 ^{aA} ± 2,8	17,0 ^{ba} ± 1,4	8,70 ^{aA} ± 0,68	117,5 ^{ba} ± 7,8

Valores médios na mesma coluna seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$), sendo letras minúsculas, comparação entre FB e FI (por amostra comercial) e letras maiúsculas, comparação entre FB's e FI's (entre diferentes amostras comerciais). Resultados expressos como média ± desvio padrão. P: tenacidade (mm Hg). L: extensibilidade (mm). P/L: relação entre tenacidade e extensibilidade. W: força de glúten. AC1 e AC2: amostras comerciais 1 e 2 de farinhas integral e branca.

A viscosidade máxima, apresentada na Tabela 4, é um parâmetro relacionado à capacidade do amido em absorver água e ao grau de intumescimento dos grânulos durante o aquecimento. Os resultados obtidos mostraram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre a viscosidade máxima das FB e FI (AC1), o que não foi observado entre FB e FI (AC2). As viscosidades máximas obtidas para FB e FI (AC 2) foram superiores ($p < 0,05$) às obtidas para FB e FI (AC 1). Os resultados indicaram maior capacidade de absorção de água das FB, que pode ser atribuído ao maior teor de amido destas em relação às FI, possibilitando maior viscosidade (Ragae e Abdel-Aal, 2006). A elevada viscosidade da FI (AC2) pode ser explicada pela capacidade das fibras em absorverem água, relacionada aos grupos funcionais hidroxila presentes nestas estruturas. Outros parâmetros, relacionados à composição química das amostras, como proteínas e lipídios, também podem interferir na capacidade de absorção de água de farinhas (Singh et al., 2011).

As farinhas (AC 2) apresentaram valores de quebra superiores ($p < 0,05$) às farinhas (AC 1). As FI apresentaram valor de quebra superiores às FB, para (AC 1) e para (AC 2). A quebra é associada à estabilidade dos grânulos de amido ao aquecimento e à taxa de retrogradação durante o resfriamento. Farinhas como as (AC 2), com viscosidade máxima elevada produzem maiores valores de quebra, pois possuem grânulos de amido que apresentam maior capacidade de intumescimento. É possível que farinhas com este comportamento também possuam elevado teor de amilopectina, responsável pelas propriedades de intumescimento e gelatinização.

A tendência à retrogradação é um parâmetro relacionado com reorganização das moléculas de amido (Ragae e Abdel-Aal, 2006). As amostras revelaram diferentes ($p < 0,05$) teores de retrogradação nas FI em relação às FB e entre as FBs (AC 1) e (AC 2). Esse comportamento era esperado, pois a retrogradação e sinerese são características atribuídas ao amido, e não às fibras. Em panificação, o efeito das fibras sobre a viscosidade se reflete sobre a capacidade de absorção de água, produzindo pães de menor volume e textura firme, acelerando o envelhecimento dos produtos, além de torná-los mais suscetíveis à proliferação de microrganismos.



Tabela 4. Parâmetros de viscosidade das farinhas AC1 e AC2.

AMOSTRA	VISCOSIDADE		QUEBRA (cP)	TENDÊNCIA À RETROGRADAÇÃO (cP)
	MÁXIMA (cP)			
FB (AC1)	2054,33 ^{ab} ± 39,5		301,00 ^{bb} ± 4,4	955,33 ^{bb} ± 16,3
FI (AC1)	1897,67 ^{bb} ± 34,2		353,67 ^{ab} ± 20,8	1637,00 ^{aa} ± 30,0
FB (AC2)	2733,50 ^{aa} ± 7,8		640,00 ^{ba} ± 26,9	1069,00 ^{ba} ± 39,6
FI (AC2)	2683,00 ^{aa} ± 55,2		753,50 ^{aa} ± 21,9	1635,50 ^{aa} ± 68,6

Valores médios na mesma coluna seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$), sendo letras minúsculas, comparação entre FB e FI (por amostra comercial) e letras maiúsculas, comparação entre FB's e FI's (entre diferentes amostras comerciais). Resultados expressos como média ± desvio padrão AC1 e AC2: amostras comerciais 1 e 2 de farinhas integral e branca.

A Tabela 5 apresenta a avaliação dos pães produzidos pelo escore de pontos.

Tabela 5. Características dos pães elaborados com as farinhas AC1 e AC2.

AMOSTRA	CARACTERÍSTICAS EXTERNAS				CARACTERÍSTICAS INTERNAS				AROMA E GOSTO		TOTAL
	VOLUME ESPECÍFICO x 3,33	COR DA CROSTA	QUEBRA	SIMETRIA	CARACTERÍSTICA RÍSTICA CROSTA	ESTRUTURA CÉLULA DO MIOLO	COR MIOLO	TEXTURA MIOLO	AROMA	GOSTO	TOTAL
FB (AC1)	12,6 ^{aa} ± 0,5	10,0 ^{aa} ± 0,0	4,5 ^{aa} ± 0,7	4,0 ^{aa} ± 0,0	4,0 ^{aa} ± 0,7	9,5 ^{aa} ± 0,7	9,0 ^{aa} ± 0,0	9,0 ^{ab} ± 0,0	9,0 ^{aa} ± 0,0	10,0 ^{aa} ± 0,0	84,1 ^{aa} ± 1,2
FI (AC1)	10,6 ^{bb} ± 0,1	9,0 ^{ba} ± 0,0	3,0 ^{aa} ± 0,0	5,0 ^{aa} ± 0,0	4,0 ^{aa} ± 0,0	3,0 ^{ba} ± 0,0	9,0 ^{aa} ± 0,0	7,0 ^{bb} ± 0,0	7,0 ^{ba} ± 0,0	10,0 ^{aa} ± 0,0	67,5 ^{ba} ± 0,1
FB (AC2)	12,9 ^{aa} ± 0,5	10,0 ^{aa} ± 0,0	3,5 ^{aa} ± 0,6	4,25 ^{aa} ± 0,9	4,75 ^{aa} ± 0,5	8,25 ^{aa} ± 0,5	8,5 ^{aa} ± 0,6	10,0 ^{aa} ± 0,0	7,75 ^{ab} ± 0,5	10,0 ^{aa} ± 0,0	83,1 ^{aa} ± 0,8
FI (AC2)	12,2 ^{aa} ± 0,5	7,75 ^{bb} ± 0,5	2,75 ^{aa} ± 0,5	3,5 ^{ab} ± 0,6	3,5 ^{ba} ± 0,6	3,5 ^{ba} ± 3,2	9,5 ^{aa} ± 0,6	8,5 ^{ba} ± 0,6	6,5 ^{ba} ± 0,6	10,0 ^{aa} ± 0,0	69,3 ^{ba} ± 2,1

Valores médios na mesma coluna seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$), sendo letras minúsculas, comparação entre FB e FI (por amostra comercial) e letras maiúsculas nas colunas, comparação das FB's e das FI's (entre as diferentes amostras comerciais). Resultados expressos como média ± desvio padrão. AC1 e AC2: amostras comerciais 1 e 2 de farinhas integral e branca.

A avaliação de pães pelo escore de pontos (Tabela 5), mostrou diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os pães de FB e de FI, e entre os pães de FI das ACs testadas. Pela análise do volume específico, o teste de panificação confirmou o resultado obtido para glúten úmido, mostrando menor teor de proteínas insolúveis da FI (AC2) em relação à FI (AC1), porém de melhor qualidade para panificação, como foi indicado pelo índice de glúten. A diluição da rede de glúten pelas fibras, associada aos efeitos causados pelos compostos da parede celulósica rompendo a rede de glúten e fazendo com que o ar escape, são os responsáveis pelo menor volume dos pães de FI. Foi observado que a FI alterou a quebra, porém, não modificou a simetria dos pães prontos. Entre as características internas, diferenças ($p < 0,05$) pronunciadas foram observadas na estrutura da célula e na textura do miolo dos pães. A avaliação destes parâmetros mostrou relação positiva entre eles e os parâmetros reológicos da farinografia e da alveografia. A utilização de farinhas integrais apresentou alteração no aroma dos pães, porém não significativas em relação ao gosto dos produtos, possivelmente devido à subjetividade deste tipo de avaliação.

Complementarmente, com o intuito de comprovar a relação entre os parâmetros físico-químicos e reológicos avaliados e o volume dos pães produzidos, algumas correlações foram calculadas e mostradas na Tabela 6.



Tabela 6. Correlações entre as variáveis avaliadas.

PARÂMETROS AVALIADOS	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (r)	SIGNIFICÂNCIA
Índice de glúten x volume do pão	+ 0,75	p<0,05
Volume do pão x absorção de água	+ 0,67	p<0,05
Absorção de água x viscosidade máxima	+ 0,70	p<0,05
Viscosidade máxima x volume do pão	+ 0,66	p<0,05
Viscosidade máxima x textura do miolo do pão	+ 0,69	p<0,05
Teor de fibras x absorção de água	+ 0,88	p<0,05

Teor de fibras: dado não mostrado.

Entre as correlações calculadas, algumas observações merecem especial atenção, como a correlação entre índice de glúten e volume dos pães, que comprova a capacidade de avaliar a qualidade do glúten pela panificação. A viscosidade das pastas de amido também apresentou forte correlação (+0,70) com a absorção de água na farinografia. Apesar de a farinografia avaliar características viscoelásticas de proteínas, a absorção de água está relacionada à capacidade de instumescimento dos grânulos de amido e a viscosidade das pastas, que se reflete na textura do produto final, as quais, neste estudo, apresentaram coeficiente de correlação de 0,69. As correlações apresentadas foram calculadas a partir dos dados de FB e FI das AC 1 e 2 juntas. Apesar disso, obteve-se correlação forte e positiva entre o teor de fibras das amostras e a absorção de água na farinografia, o que confirma muitos dos resultados discutidos neste estudo.

4. CONCLUSÃO

Neste trabalho, os resultados confirmam influência das fibras nos parâmetros físico-químicos e reológicos de farinhas integrais. O teste de panificação é eficiente para diferenciar a qualidade de panificação das farinhas, tanto entre farinhas brancas e integrais, quanto entre as diferentes farinhas brancas e as diferentes farinhas integrais, conseguindo representar a realidade através da elaboração de um produto por um método em pequena escala. Os resultados obtidos puderam ser confirmados por correlações estatísticas entre os principais parâmetros avaliados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal e Nível Superior (CAPES), pelo suporte financeiro, à Embrapa Trigo e ao apoio da Universidade de Passo Fundo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACC Internacional. *Approved Methods of Analysis*, 10th Ed. Approved November 8, 2000. AACC International, St. Paul, MN, U.S.A.
- El-Dash, A. A. Standardized mixing and fermentation procedure for experimental baking test. *Cereal Chemistry*, v. 55, n. 4, p. 436-446, 1978.
- Ragae, S. & Abdel-Aal, El-S. 2006. Pasting properties of starch and protein in selected cereals and quality of their food products. *Food Chemistry*, 95, 9-18.
- Singh, S., Singh, N. & MacRitchie, F. 2011. Relationship of polymeric proteins with pasting, gel dynamic- and dough empirical-rheology in different Indian wheat varieties. *Food Hydrocolloids*, 25, 19-24.