

## **SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO REOLÓGICO DA FARINHA DE TRIGO ATRAVÉS DE SISTEMAS MODELO QUE UTILIZAM AMIDO, PROTEÍNAS E HIDROCOLÓIDES, VISANDO POSSÍVEL APLICAÇÃO, EM PRODUTO DE PANIFICAÇÃO, PÃO SEM GLÚTEN**

CAROLINE G. PERES<sup>1</sup>; FLÁVIO M. MONTENEGRO<sup>2</sup>; IZABELA D. ALVIM<sup>3</sup>;  
ELIZABETH H. NABESHIMA<sup>4</sup>

Nº 11201

### **RESUMO**

O objetivo deste estudo foi simular o comportamento reológico da farinha de trigo através de sistemas modelo, visando a aplicação dos sistemas formulados em pães. Para a formulação dos sistemas modelo foram utilizadas informações de fornecedores e da literatura, a quantidade de cada ingrediente usado em cada formulação foi baseada na composição centesimal da farinha de trigo.

Através dos parâmetros farinográficos temos que apenas uma formulação, Sistema 7 (farinha de arroz, albumina, soro de leite, goma xantana e HPMC), não diferiu significativamente do comportamento da farinha de trigo, porém o seu comportamento durante o teste experimental de panificação diferiu significativamente do modelo, mostrando que não são apenas os parâmetros farinográficos que regem a qualidade dos pães produzidos.

A caracterização microscópica mostra as moléculas componentes de cada sistema gerado e suas similaridades com a farinha de trigo.

Os resultados, de forma geral, mostram que é possível simular o comportamento reológico de um sistema modelo através de sua composição centesimal, porém alguns parâmetros, como as características panificáveis da farinha, podem depender de outros fatores para sua simulação.

---

<sup>1</sup> Bolsista CNPq: Graduação em Eng. de Alimentos, UNIANCHIETA, Jundiaí-SP, caroline.gimenez78@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Orientador: Pesquisador, CEREALCHOCOTEC/ITAL, Campinas-SP.

<sup>3</sup> Colaboradora: Pesquisadora, CEREALCHOCOTEC/ITAL, Campinas-SP.

<sup>4</sup> Colaboradora: Pesquisadora, CEREALCHOCOTEC/ITAL, Campinas-SP.

## ABSTRACT

The objective of this study was to simulate the rheological behavior of wheat flour through model systems, aiming at the application of the formulated systems in breads. To formulate the model systems were used literature and suppliers' information, the quantity of each ingredient used in each formulation was based on the centesimal composition of wheat flour.

Through the farinograph parameters we have that only one formulation, system 7 (rice flour, albumin, whey, xanthan gum and HPMC), didn't differ significantly from the behavior of wheat flour, however its behavior during the baking test differed significantly from the model, showing that are not only the farinograph parameters that govern the quality of the breads produced.

The microscopic characterization shows the molecules components of each generated system and their similarities with wheat flour.

The results, in a general form, show that it is possible to simulate the rheologic behavior of a model system through its centesimal composition, however some parameters, as the baking characteristics of the flour, may rely on other factors to be simulated.

## INTRODUÇÃO

A doença celíaca, também conhecida por intolerância ao glúten, é resultado de três fatores distintos: predisposição genética, fatores ambientais e inflamação auto-imune (MURRAY, 1999). O glúten é um complexo protéico formado por duas frações protéicas, gliadina e glutenina, responsáveis pelas características viscoelásticas da massa, onde a gliadina é a responsável pela extensibilidade e a glutenina é responsável pela elasticidade conferida à massa. No mercado brasileiro ainda não existem produtos de panificação destinados à celíacos que tenham qualidade semelhante aos produtos que contém glúten em sua formulação. Devido à esse fato, se faz necessária a pesquisa para o desenvolvimento de um produto que satisfaça a população celíaca e seja também saudável a eles, para isto existe a necessidade da utilização de aditivos como hidrocolóides, proteínas, emulsificantes e enzimas juntamente com farinhas desprovidas das proteínas formadoras do glúten (GUJRAL & ROSELL 2004). Levando em conta a vasta gama de insumos existentes atualmente e suas inúmeras funcionalidades tecnológicas, o conhecimento sobre as interações dos

mesmos em um sistema alimentício é um aspecto importante, especificamente para a indústria de panificação.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Formulação dos sistemas-modelo avaliados

Todos os ensaios formulados foram baseados na composição centesimal da farinha de trigo. A escolha dos ingredientes e a composição dos sistemas a serem avaliados foram baseadas na literatura e sugestões dos fornecedores. Na Tabela 1 é apresentada a composição, bem como a porcentagem de cada insumo usado em cada ensaio.

**TABELA 1.** Composição dos sistemas modelo avaliados

Ensaio	Composição
<b>Sistema 1</b>	Farinha de trigo (100%)
<b>Sistema 2</b>	Farinha de mandioca (63,4%), farinha de soja (19,7%), albumina (13,6), goma xantana (1,5%), emulsificante (1,7%) e transglutaminase-TG (0,1%)
<b>Sistema 3</b>	Farinha de mandioca (63,2%), farinha de soja (19,6%), albumina (13,5%), emulsificante (3,2%) e transglutaminase-TG (0,1%), HPMC (0,4%)
<b>Sistema 4</b>	Farinha de mandioca (72,4%), farinha de soja (22,6%), concentrado protéico de soro (1,3%), goma xantana (1,6%), emulsificante (2%) e transglutaminase-TG (0,1%)
<b>Sistema 5</b>	Farinha de arroz (78,8%), albumina (14,7%), caseinato de sódio (4,8%) e goma xantana (1,7%)
<b>Sistema 6</b>	Farinha de arroz (64,9%), albumina (32,2%), concentrado protéico de soro de leite (1,5%) e goma xantana (1,4%)
<b>Sistema 7</b>	Farinha de arroz (68,2%), albumina (21,6%), soro de leite (8,7%), goma xantana (1,3%) e HPMC (0,2%)
<b>Sistema 8</b>	Farinha de milho (84,7%), albumina (12,4%), concentrado protéico de soro (1,9%) e goma xantana (1%)
<b>Sistema 9</b>	Farinha de milho (84,7%), albumina (12,4%), caseinato de sódio (1,9%) e goma xantana (1%)
<b>Sistema 10</b>	Farinha de milho (74,4%), albumina (24,5%), goma xantana (0,9%) e HPMC (0,2%)

## Metodologias usadas na caracterização dos sistemas-modelo

Na primeira fase do projeto realizou-se a caracterização dos sistemas através das análises de teor de umidade (método 44-15.02 (AACC, 2009)); farinografia (método 54-21.01 (AACC, 2009)); alveografia (método 54-30.02 (AACC, 2009)); teor de glúten (método 38-12.02 (AACC, 2009)); microscopia ótica e índice de absorção de água (ANDERSON, CONWAY & GRIFFIN, 1969).

Na segunda fase do projeto foram realizadas as análises de viscosidade (métodos 61-01.01 e 22-10.01(AACC, 2009)) e baking test (EL-DASH, 1978).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Avaliação de teor de umidade, índice de absorção de água e farinografia:

**TABELA 2.** Resultados para as análises de teor de umidade, índice de absorção e farinografia

Ensaio	Umidade (%)	IAA	ISA	Farinografia				
				Abs (%)	T. Ch (min)	T. Des (min)	T. Est (min)	ITM (UB)
Sis. 1	12,8±0,25 <sup>a</sup>	2,04±0,02 <sup>f</sup>	1,8±0,06 <sup>f</sup>	55,42±0,0	1±0,0	14,5±0,7	19±0,0	20±0,0
Sis. 2	10,95±0,19 <sup>c</sup>	5,26±0,04 <sup>a</sup>	6,30±0,12 <sup>b</sup>	-	-	-	-	-
Sis. 3	10,80±0,16 <sup>c</sup>	4,76±0,07 <sup>b</sup>	5,48±0,07 <sup>c</sup>	-	-	-	-	-
Sis. 4	11,21±0,07 <sup>c</sup>	4,33±0,06 <sup>c</sup>	3,28±0,18 <sup>d</sup>	-	-	-	-	-
Sis. 5	10,93±0,05 <sup>c</sup>	-	-	54,92±0,0	3,13±0,53	11,38±4,77	10,25±2,47	20±0,0
Sis. 6	10,24±0,22 <sup>d</sup>	-	-	43,92±0,2	17,5±1,41	22,38±2,3	1,8±1,77	10±0,0
Sis. 7	9,80±0,15 <sup>d</sup>	-	-	36,44±0,0	0,5±0,0	19,5±0,7	8,8±11,8	10±0,0
Sis. 8	11,83±0,05 <sup>b</sup>	2,47±0,06 <sup>e</sup>	5,57±0,37 <sup>c</sup>	-	-	-	-	-
Sis. 9	12,67±0,03 <sup>a</sup>	2,42±0,02 <sup>e</sup>	5,11±0,15 <sup>c</sup>	-	-	-	-	-
Sis. 10	11,23±0,33 <sup>c</sup>	2,41±0,04 <sup>e</sup>	7,70±0,09 <sup>a</sup>	-	-	-	-	-

IAA=Índice de absorção de água; ISA=Índice de solubilidade em água. Abs.= Absorção de Água com 14% de umidade; T.Ch.= Tempo de Chegada; T.Des.= Tempo de Desenvolvimento; T.Est.= Tempo de Estabilidade; ITM= Índice de Tolerância à Mistura; U.B. = Unidades Brabender; Resultados expressos como média ± desvio padrão. Em cada coluna, valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), realizado pelo software STATISTICA®.

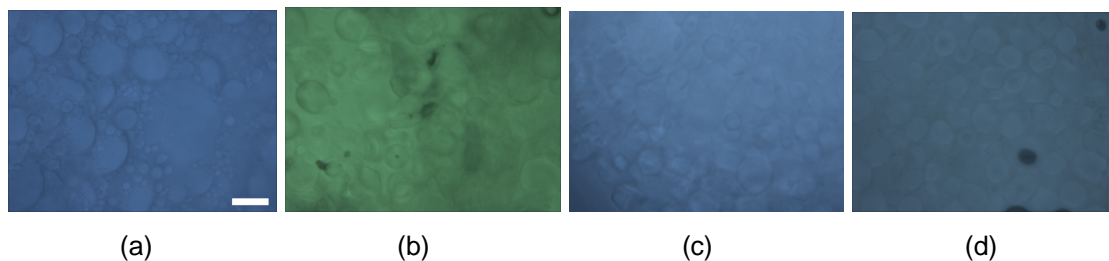
Na tabela 2 são apresentados os resultados para as análises de teor de umidade, índice de absorção de água e farinografia. Os resultados mostram que a umidade dos sistemas está de acordo com o permitido por lei, não ultrapassando os 15%.

Não foi possível a realização da análise de farinografia dos sistemas 2, 3, 4 devido ao alto teor de fibras e, portanto, alta absorção de água excedendo a

capacidade do farinógrafo. Não foi possível também a realização da farinografia para os sistemas 8, 9 e 10 pois ao diminuir a quantidade de água destilada adicionada a fim de corrigir a absorção para que o gráfico ficasse centrado na linha de 500 UB a amostra se concentrou no centro do misturador, de modo que apenas parte da amostra era misturada, não medindo a resistência da massa corretamente. Para que fosse avaliado o parâmetro absorção da farinografia, utilizou-se a análise de índice de absorção de água, que reproduziu resultados condizentes com as características das formulações avaliadas.

### **Avaliação microscópica dos sistemas modelo gerados**

A avaliação microscópica mostra através das figuras 1a, 1b, 1c e 1d, respectivamente, fotomicrografias dos sistemas 1 (farinha de trigo), 2 (farinha de mandioca e soja), 5 (farinha de arroz) e 9 (farinha de milho). Podem ser observadas as estruturas características de cada fonte amilácea utilizando-se um aumento de 1000 vezes em microscópio ótico.



**Figura 1.** Fotomicrografias dos sistemas gerados. a- sistema 1, b- sistema 2, c- sistema 5 e d- sistema 9.

### **Análise de Viscosidade**

Através da análise de viscosidade nota-se que a farinha de trigo usada apresenta atividade enzimática baixa, e os sistemas gerados tem perfis de viscosidade distantes do apresentado pelo modelo, sendo que o sistema que mais se assemelha ao modelo é o sistema 9.

Os testes para os sistemas 2, 3, 4 e 10 não foram realizados, pois devido a análises externas, o equipamento apresentou problemas e foi então encaminhado ao conserto, porém o mesmo não retornou em tempo hábil para conclusão dos testes.

Todos os sistemas apresentaram aumento da viscosidade durante o aquecimento, o que não ocorreu com as farinhas puras, devido à presença dos hidrocolóides (goma xantana e HPMC). Os resultados são apresentados na tabela 3.

**TABELA 3.** Resultados para a análise de viscosidade das farinhas

Ensaio	Temperatura de pasta (°C)	Viscosidade máxima (UB)	Temperatura da viscosidade máxima (°C)	Viscosidade na temperatura máxima-inicial (UB)	Viscosidade na temperatura máxima-final (UB)	Viscosidade a 50 °C no resfriamento (UB)
Sistema 1	61,5	1660	88,5	1160	960	1440
Sistema 5	78,5	-	-	270	450	570
Sistema 6	65	-	-	150	200	310
Sistema 7	72,5	-	-	150	200	310
Sistema 8	78,5	-	-	210	390	900
Sistema 9	78,5	-	-	450	500	1210
Farinha de arroz	74	-	-	960	770	2150

### Teste de Panificação Experimental

Os resultados obtidos através do Teste de panificação experimental proposto por El-Dash (1978) estão apresentados na Tabela 3.

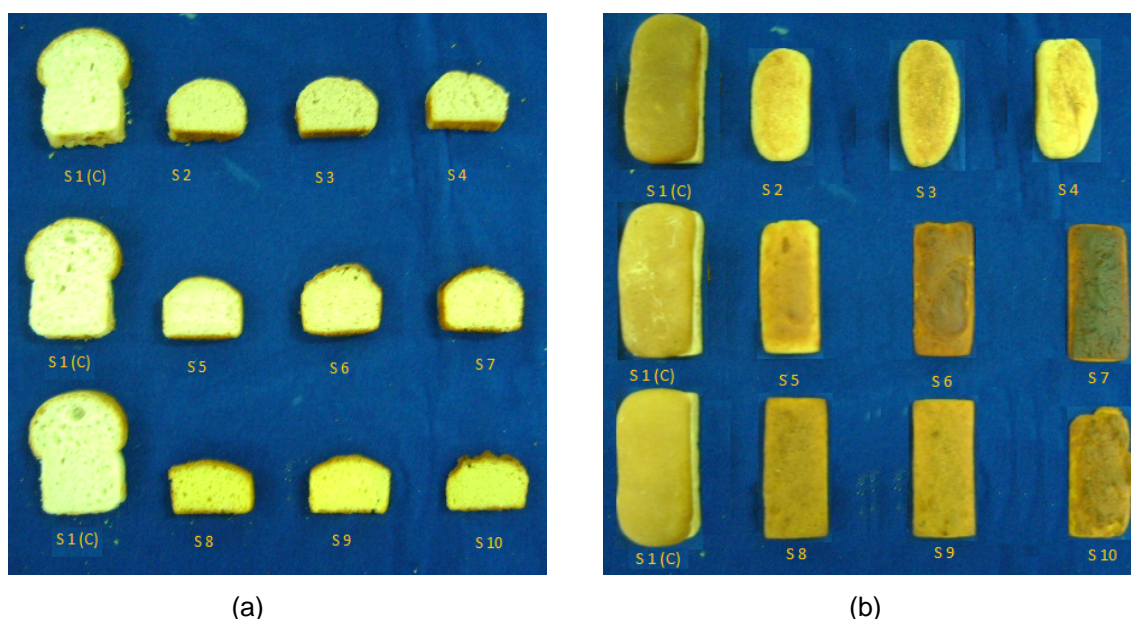
**TABELA 3.** Resultados do teste de panificação experimental

Ensaio	Pontuação total
Sistema 1	75,44±2,04
Sistema 2	19,5±4,13
Sistema 3	20,36±4,03
Sistema 4	16,62±5,54
Sistema 5	24,87±3,34
Sistema 6	18,8±2,9
Sistema 7	19,54±3,3
Sistema 8	17,83±1,8
Sistema 9	17,63±1,37
Sistema 10	14,15±1,06



Através dos resultados obtidos temos que nenhum dos ensaios teve qualidade similar à do trigo e que o teste 7, o que se assemelhou em todos os aspectos na farinografia, não foi o teste que mais se assemelhou na qualidade panificável dos ensaios propostos.

O teste que obteve melhores resultados foi o 5, demonstrando que a interação entre a farinha de arroz, a albumina, o caseinato de sódio e a goma xantana é a que melhor simulou o comportamento reológico da farinha de trigo. Nas figuras 3a e b são apresentadas imagens dos pães gerados a partir das formulações estudadas.



**Figura 3.** Fotos dos pães gerados a partir das formulações estudadas. a- fatias, b- pães inteiros.

## CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos temos que a simulação do perfil reológico de um alimento através da metodologia dos sistemas modelo é muito útil e pode simular algumas características do mesmo. Este estudo mostra que o perfil farinográfico da farinha de trigo foi bem simulado pela interação dos ingredientes usados na formulação 7, porém as características panificáveis da farinha de trigo foram melhor simulados pela formulação 5.

Através das análises de índice de absorção de água, teor de umidade, microscopia ótica e viscosidade, vemos que os sistemas não apresentaram grandes semelhanças com o modelo.



## AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ – PIBIC, pela bolsa concedida.

Ao CEREAL CHOCOTEC – ITAL, pela oportunidade de estágio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved Methods, 10th ed., St. Paul: AACC, 2009.

ANDERSON, R. A.; CONWAY, V. F. P.; GRIFFIN, E. L. Gelatinization of corn grits by roll- and extrusion-cooking. *Cereal Science Today*, v. 14, n. 1, p. 4-7, 1969.

EL-DASH, A. A. Standardized mixing and fermentation procedure for experimental baking test. **Cereal Chemistry**, Campinas, n. 55, p.436-446, 1978.

GUJRAL, H. S.; ROSELL, C. M. Improvement of the breadmaking quality of rice by glucose oxidase. **Food Research International**, India, n.1, v.37, p.75-81, 2004.

MURRAY, J. A. The widening spectrum of celiac disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, Rochester, n.3, v.69, p.354–365, 1999.