

Desafios da Ciência e Tecnologia de Alimentos 2

Damaris Beraldi Godoy Leite
Antonio Carlos Frasson
(Organizadores)





DESAFIOS DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS 2

**Damaris Beraldi Godoy Leite
Antonio Carlos Frasson
(Organizadores)**

Editora Chefe

Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira

Conselho Editorial

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho

Universidade de Brasília

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior

Universidade Federal de Alfenas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto

Universidade Federal de Pelotas

Prof^a Dr^a Deusilene Souza Vieira Dall'Acqua

Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior

Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves

Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa

Faculdade de Campo Limpo Paulista

Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes

Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Carlos Javier Mosquera Suárez

Universidad Distrital Francisco José de Caldas/Bogotá-Colombia

Prof. Dr. Gilmei Francisco Fleck

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

2017 by Damaris Beraldi Godoy Leite e Antonio Carlos Frasson

© Direitos de Publicação

ATENA EDITORA

Avenida Marechal Floriano Peixoto, 8430

81.650-010, Curitiba, PR

[contato@atenaeditora.com.br](mailto: contato@atenaeditora.com.br)

www.atenaeditora.com.br

Revisão

Os autores

Edição de Arte

Geraldo Alves

Ilustração de Capa

Geraldo Alves

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

D441

Desafios da ciência e tecnologia de alimentos 2 / Organizadores
Damaris Beraldi Godoy Leite, Antonio Carlos Frasson. – Curitiba
(PR): Atena, 2017. – (Desafios da Ciência e Tecnologia de
Alimentos ; v. 2)
221 p. : il. ; 592 kbytes

Formato: PDF

ISBN: 978-85-93243-18-9

DOI: 10.22533/at.ed.1890903

Inclui bibliografia.

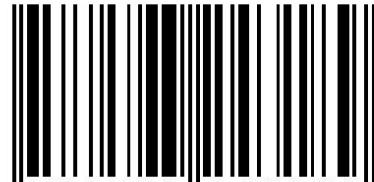
1. Alimentos - Análise. 2. Alimentos - Indústria. 3. Tecnologia de
alimentos. I. Leite, Damaris Beraldi Godoy. II. Frasson, Antonio
Carlos. III. Título.

CDD-664.07

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de
responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-93243-18-9



9 788593 243189

Apresentação

A saúde é um completo estado de bem-estar, físico, mental e social, e não apenas a ausência de doenças, ingerir alimentos seguros e nutritivos é parte do processo de saúde do ser humano e para alcançar esses objetivos necessita-se do controle de qualidade.

Ao discorrer sobre o controle de qualidade Germano e Germano (2008) comentam que o controle alimentar é eficaz na medida que possui o apoio da população e da opinião pública, pois a educação deve preceder a lei, pois ela, por si só, não melhora a qualidade dos alimentos.

Para que esse controle seja plenamente atingido, juntamente com o incremento da legislação, devem-se aprimorar os procedimentos de laboratório para avaliação do produto em todas as fases do processo, a fim de garantir o controle higiênico-sanitário dos alimentos.

Dentro do território nacional o consumidor possui o Código de Defesa do Consumidor, Lei n. 8.078/90, um poderoso instrumento para que o cidadão possa se resguardar dos maus serviços e garantir os mesmos direitos básicos em relação a saúde e a segurança, bem como possui o suporte da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), agência reguladora que exerce o controle sanitário sobre alimentos, regulamentada sob a Lei nº. 9.782, de 26/01/99.

No que concerne a segurança alimentar e ao controle de qualidade, o país dispõe de mecanismos próprios de fiscalização e controle, para que o alimento tenha o mais rígido controle de qualidade, estimulando estudos aprofundados nessa área, pois esse tema é profícuo em desafios.

Caro leitor, nesse volume você encontrará 17 artigos que discorrem sobre o Controle de Qualidade, especificamente relacionados aos alimentos e seus subprodutos das mais variadas regiões do Brasil, o que nos leva a pergunta inicial: O que é Controle de Qualidade?

Certamente existem muitas respostas para essa pergunta, mas ao ler esse *e-book* você certamente, poderá vislumbrar essa resposta por meio do olhar de seus autores que o fizeram com análises centesimais, químicas, físicas, microbiológicas, contagem de bactérias, estudo de peptídeos, avaliação de rótulos, potencial antioxidante e nutricional.

Ao usarem métodos diversos para alcançarem objetivos variados, com o intuito de garantir a qualidade final dos diferentes produtos apresentados no *e-book*, foram realizados testes em diferentes momentos da vida de prateleira do produto, o que propiciou visões diversas sobre o comportamento desses ingredientes e/ou produtos, demonstrando a criatividade e precisão dos autores.

Apreciem a leitura e atentem-se para os achados na avaliação físico-química de produtos diferenciados, as novidades dos compostos antioxidantes, o incremento no portfólio de produtos inovadores e subprodutos anteriormente

descartados, demonstrando a visão de um mundo sustentável onde as culturas são respeitadas e o material biológico é visto em sua integralidade.

Desejamos a todos uma boa leitura e enriquecimento com o estudo dos textos!

Damaris Beraldi Godoy Leite

Antonio Carlos Frasson

Sumário

Apresentação.....	04
-------------------	----

Eixo temático: Controle de qualidade

Capítulo I

CENTESIMAL ANALYSIS OF PROTEIN CONTENT IN WHEY PROTEIC SUPPLEMENTS	
--	--

<i>Matheus Lemos Silva, Maria Lúcia Costa, Tayná Gomes Dantas Silva, Renata Ferreira Santana, Adriana da Silva Miranda e Erlânia do Carmo Freitas.....</i>	09
--	----

Capítulo II

PROXIMATE COMPOSITION AND MINERAL CONTENT OF STRAWBERRY COPRODUCTS	
--	--

<i>Erlânia do Carmo Freitas, Adriana da Silva Miranda, Renata Ferreira Santana, Alessandra Braga Ribeiro, Marcondes Viana da Silva e Hanna Elisia Araújo de Barros.....</i>	18
---	----

Capítulo III

FITOQUÍMICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE EXTRATOS DE PRÓPOLIS	
---	--

<i>Cristina Jansen, Suzane Rickes Luz, Tailise Beatriz Roll Zimmer, Karina Ferreira Fernandes, Eliezer Avila Gandra e Rui Carlos Zambiasi.....</i>	29
--	----

Capítulo IV

THE QUALITY OF INDUSTRIAL AND HOMEMADE COCONUT OIL (EXTRA VIRGIN) SOLD IN VITÓRIA DA CONQUISTA-BA	
---	--

<i>Adriana da Silva Miranda, Jamille Nunes Pereira, Renata Ferreira Santana, Fábio Pereira de Souza, Erlânia do Carmo Freitas e Maria Helena Santos Oliveira.....</i>	46
---	----

Capítulo V

PHYSICAL-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE TAMALES PRODUCED IN THE SOUTH OF VITÓRIA DA CONQUISTA – BAHIA	
---	--

<i>Matheus Lemos Silva, Iolanda Almeida Santos, Juliana Rocha Francisco, Renata Ferreira Santana, Erlânia do Carmo Freitas e Adriana da Silva Miranda.....</i>	55
--	----

Capítulo VI

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA FARINHA DE JENIPAPO (*Genipa americana* L.): CURVA DE SECAGEM E ESTABILIDADE DOS CAROTENOIDES TOTAIS

*Jéssica Souza Ribeiro, Guilherme Augusto Viana Andrade, Larissa Bello Donato, Náthila Qéssia dos Santos Lôbo, Daniel Mario Tapia Tapia, Cassiara Camelo de Souza, Márcia Elena Zanuto e Marcondes Viana da Silva.....*64

Capítulo VII

FEITOS DA GERMINAÇÃO NA COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE FEIJÃO AZUKI

*Bianca Pio Ávila, Reni Rockenbach, Jander Luis Fernandes Monks e William Peres, Marcia Arocha Gularte e Moacir Cardoso Elias.....*74

Capítulo VIII

AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE E DA COMPOSIÇÃO DE SUPLEMENTOS ALIMENTARES PROTEICOS

*Karen Rodrigues Oliveira da Conceição, Christiano Vieira Pires, Vinicius Lopes Lessa e Kelly de Freitas Maro.....*84

Capítulo IX

AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM DE BEBIDAS LÁCTEAS UHT COMERCIALIZADAS EM SUPERMERCADOS DE FORTALEZA/CE

*Maria Jaiana Gomes Ferreira, Lívia Gabrielle Maciel Sales, Luanda Rêgo de Lima e Juliane Döering Gasparin Carvalho.....*92

Capítulo X

CONTAGEM DE BACTÉRIAS ÁCIDO-LÁCTICAS TOTAIS EM IOGURTES PROBIÓTICOS PRODUZIDOS NO ESTADO DE PERNAMBUCO

*Graciliane Nobre da Cruz Ximenes, Neide Kazue Sakugawa Shinohara, Márcia Monteiro dos Santos, Jenyffer Medeiros Campos e Neila Mello dos Santos Cortez.....*101

Capítulo XI

DIFERENCIAMENTO DE CAROTENOIDES TOTAIS EM CULTIVARES COMUNS, ORGÂNICAS DE BATATA DOCE DE POLPA LARANJA

*Lucia Maria Jaeger de Carvalho, Claudia de Lucas Baganha e José Luiz Viana de Carvalho.....*114

Capítulo XII

POTENCIAL ANTIOXIDANTE E QUELANTE DE PEPTÍDEOS DE OCORRÊNCIA NATURAL DE FEIJÃO COMUM (*P. vulgaris*)

*Ladyslene Christhyns de Paula, Erika Valencia Mejía, Bruna Rodrigues Moreira Karla de Aleluia Batista e Katia Flávia Fernandes.....*127

<u>Capítulo XIII</u>	
ESTUDO DE PEPTÍDEOS BIOATIVOS EXTRAÍDOS DO FEIJÃO COMUM (<i>P. vulgaris</i>) CULTIVAR PÉROLA	
<i>Juliana Vila Verde Ribeiro, Karla de Aleluia Batista, Ladyslene Christhyns De Paula e Katia Flávia Fernandes</i>	148
<u>Capítulo XIV</u>	
ESTUDO DO POTENCIAL NUTRICIONAL DE BEBIDAS LÁCTEAS COM FRUTOS DO CERRADO	
<i>Fabiane Neves Silva, Larissa Bessa Fernandes, Grazielle Layanne Mendes Santos, Raquel Borges Faria, Carla Adriana Ferreira Durães e Igor Viana Brandi</i>	166
<u>Capítulo XV</u>	
REDUÇÃO DO TAMANHO DE PARTÍCULA DE FARINHA DE GRÃO INTEIRO E ALTERAÇÕES NAS PROPRIEDADES DE PASTA	
<i>Josemère Both, Joseane Bressiani, Tatiana Oro, Isadora Strapazon, Gabriela Soster Santetti e Luiz Carlos Gutkoski</i>	173
<u>Capítulo XVI</u>	
APORTE DE COMPOSTOS ANTIOXIDANTES PELO CONSUMO DE FRUTAS DESIDRATADAS	
<i>Larissa Chivanski Lopes, Armando Troina da Silva, Kelly Cristina Massarolo, Naralice Hartwing, Larine Kupski e Eliana Badiale Furlong</i>	184
<u>Capítulo XVII</u>	
COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E MINERAL DE COPRODUTOS DO CUPUAÇU Marcondes Viana da Silva, Erlânia do Carmo Freitas, Renata Ferreira Santana, Adriana da Silva Miranda, Alessandra Braga Ribeiro e Jonathan Jardim Oliveira.....	193
<u>Capítulo XVIII</u>	
AVALIAÇÃO SENSORIAL DE PÃES DE FORMA COM ADIÇÃO DE FARINHA INTEGRAL E FERMENTO NATURAL LIOFILIZADO	
<i>Raquel Facco Stefanello, Amanda Aimée Rosito Machado, Cristiano Ragagnin, Menezes e Leadir Lucy Martins Fries</i>	206
Sobre os organizadores.....	221
Sobre os autores.....	222

Capítulo XV

REDUÇÃO DO TAMANHO DE PARTÍCULA DE FARINHA DE GRÃO INTEIRO E ALTERAÇÕES NAS PROPRIEDADES DE PASTA

**Josemere Both
Joseane Bressiani
Tatiana Oro
Isadora Strapazon
Gabriela Soster Santetti
Luiz Carlos Gutkoski**

REDUÇÃO DO TAMANHO DE PARTÍCULA DE FARINHA DE GRÃO INTEIRO E ALTERAÇÕES NAS PROPRIEDADES DE PASTA

Josemere Both

Universidade de Passo Fundo, Programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA)
Passo Fundo – Rio grande do Sul

Joseane Bressiani

Universidade Federal de Pelotas, Ciência e Tecnologia de Alimentos
Pelotas – Rio Grande do Sul

Tatiana Oro

Universidade de Passo Fundo, Programas de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Passo Fundo – Rio Grande do Sul

Isadora Strapazon

Universidade de Passo Fundo, Cursos de Engenharia de Alimentos
Passo Fundo – Rio Grande do Sul

Gabriela Soster Santetti

Universidade de Passo Fundo, Cursos de Engenharia de Alimentos
Passo Fundo – Rio Grande do Sul

Luiz Carlos Gutkoski

Universidade de Passo Fundo, Programas de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Passo Fundo – Rio Grande do Sul

RESUMO: As propriedades de formação de pasta da farinha de trigo de grão inteiro são estudadas neste trabalho, envolvendo cinco amostras comerciais com diferentes tamanhos de granulometria. Foram realizadas análises de teor de amido danificado, diâmetro médio de partícula e as propriedades de pasta. Os resultados apresentados mostraram que a variação da superfície de contato das partículas é o maior interferente nas propriedades de pasta, bem como as interações que podem ocorrer entre os componentes da farinha com a diminuição do tamanho de partícula. As principais características observadas foram a formação géis com maior viscosidade, menor resistência e maior tendência a retrogradação por partículas menores. Em partículas maiores com menor superfície de contato, ocorreu a formação de géis com menor viscosidade, maior estabilidade e menor tendência a retrogradação.

PALAVRAS-CHAVE: Trigo; tamanho de partícula; amido; viscosidade; fibras.

1. MATERIAL

As farinhas de trigo de grão inteiro representam importante matéria prima para a indústria de panificáveis. Este tipo de farinha é elaborada através da moagem do grão de trigo a seco sem que haja a separação das frações farinha, farelinho e farelo, ou seja, o grão é moído na totalidade, envolvendo todos os componentes (Jones et al., 2015), formando material com características tecnológicas diferentes daquelas das farinhas de trigo refinadas. A variação da energia de quebra e corte dos grãos, forma farinhas com diferentes tamanhos de partículas (Yu, et al., 2015), que, somadas aos efeitos da presenças das fibras, são responsáveis pelas características tecnológicas dos produtos.

A redução do tamanho de partícula pode amenizar as interferências físicas relacionadas ao tamanho das fibras durante a elaboração de massa e promover a formação de rede de glúten mais coesa, porém conferem maior superfície de contato, e promovendo as interações químicas entre os componentes da farinha (Noort, 2010). Estas interações foram observadas na produção de pães com farinhas de grão inteiro de trigo com diferentes tamanhos de partícula, descrito por Bressiani (2016), em que pães produzidos com farinha com diâmetro médio de partícula apresentaram volume específico maior do que aqueles produzidos com farinhas referidas como finas e como grossas.

Na produção de farinhas de grão inteiro de trigo com tamanho de partícula reduzido alguns componentes da farinha sofrem efeitos devido às tensões empregadas na moagem. O amido presente no endosperma do grão sofre danos em sua estrutura, originando quantidades de amido danificado que podem afetar negativamente o desempenho da farinha na elaboração de produtos (Hemdane et al., 2015).

A fração amido da farinha de trigo de grão inteiro é composta por este biopolímero granular, constituído por cadeias de amilose e amilopectina, responsável pelas propriedades de pasta durante o cozimento das farinhas. A amilose retrograda e produz géis menos viscosos, diferenciando-se da amilopectina por possuir uma cadeia linear formada por unidades de glicose unidas por ligações α -(1-4). A amilopectina, além da cadeia linear, possui ligações α -(1-6), que possibilitam ramificações na estrutura. Ela forma géis mais macios e fracos (Hizukuri, et al., 1981).

A formação de pastas ou géis ocorre quando o amido é hidratado e submetido a temperaturas acima de 50 °C, absorvendo água. As ligações de hidrogênio são interrompidas alterando a estrutura dos grânulos, que sofrem o processo conhecido como gelatinização (Leon et al., 2010). As características do amido influenciam na funcionalidade das farinhas de trigo, e em propriedades como textura, volume, consistência, umidade e vida de prateleira dos produtos.

A farinha de trigo de grão inteiro possui uma matriz complexa de

proteínas, fibras, lipídios e amido, que podem interagir durante a formação de pasta. Segundo Singh et al. (2011) as proteínas e os lipídeos podem interagir com os grânulos de amido inibindo a absorção de água, enquanto que as fibras competem diretamente pela moléculas de água do meio, deixando menos água disponível para o amido (Yildiz et al., 2013). A diminuição do tamanho de partícula pode alterar as propriedades de pasta devido às interações entre os componentes da farinha. Desta forma, objetivou-se estudar a influência do teor de amido danificado e do tamanho de partícula sobre as propriedades de pasta de farinhas de grão inteiro de trigo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para os testes, foram utilizadas farinhas de trigo de grão inteiro fornecidas pela empresa Sementes e Alimentos Paraná (Paraná, Brasil). As farinhas foram produzidas em cinco diferentes granulometrias, a partir de um lote comercial de trigo. As farinhas foram denominadas Farinha de Grão Inteiro Ultrafina (FGIUF), Farinha de Grão Inteiro Fina (FGIF), Farinha de Grão Inteiro Média (FGIM), Farinha de Grão Inteiro Grossa (FGIG) e Farinha de Grão Inteiro Ultragrossa (FGIUG). O tamanho médio de partícula de cada farinha foi determinado pelo cálculo do diâmetro médio de Sauter utilizando peneiras com abertura de malha de 425 µm, 250 µm, 180 µm, 150 µm, 125 µm, 96 µm e fundo.

A determinação do teor de amido danificado foi realizado, de acordo com o método nº 76-33.01 da *American Association of Cereal Chemists* (AACC, 2010) em equipamento SDmatic (Chopin, França).

As propriedades de pasta foram analisadas em equipamento analisador de rápido de viscosidade (ARV) (RVA-3D, Newport Scientific, Austrália), equipado com software Termocline for Windows, versão 3.1, de acordo com o método nº 76-21.01 da AACC (2010). Foram utilizados 3,5 g de farinha, corrigidos para 14% de umidade e adicionados de $25\pm0,1$ mL de água destilada, sendo considerados os parâmetros: temperatura de pasta, viscosidade máxima, viscosidade mínima à temperatura constante, quebra e tendência à retrogradação. Para a análise dos resultados foi utilizado análise de variância (Anova), em que as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 95% de intervalo de confiança.

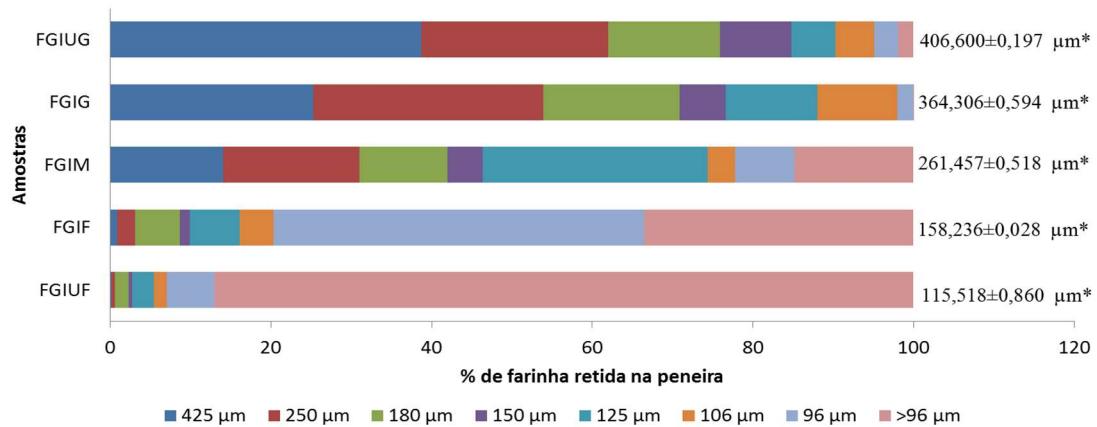
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição granulométrica das partículas na farinha de trigo confere diferentes características ao material, tornando-se um fator importante a ser determinado depois da moagem dos grãos de trigo.

A Figura 1 apresenta, está apresentado o perfil de distribuição

granulométrica o tamanho médio de partícula das farinhas de grão inteiro de trigo.

Figura 1 – Representação gráfica da distribuição granulométrica das amostras de farinhas de trigo de grão inteiro e tamanho de partícula



*Resultados expressos, como média de três determinações ± desvio padrão. FGIUF: Farinha de Grão Inteiro Ultrafina. FGIF: Farinha de Grão Inteiro Fina. FGIM: Farinha de Grão Inteiro Média. FGIG: Farinha de Grão Inteiro Grossa. FGIUG: Farinha de Grão Inteiro Ultragrossa.

Fonte: Autor (2017).

As cinco amostras estudadas, apresentaram diferentes tamanhos de partículas, com variação de 266,22 μm da amostra FGIUF para a FGIUG. De acordo com a Figura de distribuição dos tamanhos de partícula, a FGIUF apresentou aproximadamente 87% das partículas menores que 96 μm, exibindo uma distribuição uniforme no tamanho de partícula. Já a FGIF, apresentou dois grupos mais concentrados, em que aproximadamente 46% ficaram retidos na peneira com abertura de 96 μm, e 33% permaneceram retidos no fundo com tamanho de partícula menor que 96 μm. As demais amostras apresentaram distribuição de tamanho de partícula mais uniforme entre as peneiras, resultando em tamanhos médios de partícula maiores.

Durante a moagem do grão para a produção de farinha, as etapas de quebra e redução podem causar danos mecânicos aos grânulos de amidos. O grau de dano varia com a intensidade do processo de moagem e da dureza do grão de trigo (LI; DHITAL; HASJIM, 2013).

Os teores de amido danificado para as amostras de farinha de trigo de grão inteiro estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Teor de amido danificado das amostras de farinha de trigo de grão inteiro.

Amostras	Amido Danificado (%)
FGIUF	6,100 ^a ± 0,15
FGIF	5,530 ^b ± 0,06
FGIM	3,407 ^c ± 0,04
FGIG	0,380 ^d ± 0,14
FGIUG	0,317 ^d ± 0,01

Resultados expressos como média de três determinações ± desvio padrão. Valores médios seguidos de letras diferentes na mesma coluna se diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). FGIUF: Farinha de Grão Inteiro Ultrafina. FGIF: Farinha de Grão Inteiro Fina. FGIM: Farinha de Grão Inteiro Média. FGIG: Farinha de Grão Inteiro Grossa. FGIUG: Farinha de Grão Inteiro Ultragrossa. Fonte: Autor (2017).

O teor de amido danificado apresentou valores inversamente proporcionais aos tamanhos de partícula, com menor valor para FGIUG e maior valor para FGIUF, respectivamente, apresentando diferença significativa ($p<0,05$) entre as amostras. O maior valor para FGIUF é devido a maior exposição do grão a corte e impacto durante a redução do grão em farinha, expondo mais os grânulos de amido ao cisalhamento e diminuindo assim o tamanho da partícula. Conforme o tamanho de partícula aumenta, reduz o teor de amido danificado nas amostras, e consequentemente o tempo de impacto durante a moagem.

Para o uso em panificação, o teor de amido danificado deve permanecer abaixo de 8% para que não interfira de forma significativa nas propriedades de pasta do amido e na formação da massa (Aquarone et al., 2001). Quando os teores de amido danificado são elevados, podem ocorrer alterações na coloração, textura, volume e vida de prateleira dos produtos, causados por alterações nas propriedades de pasta do amido, devido a alterações na absorção água pelo grânulo (Delcour; Hoseney, 2010). Conforme os resultados apresentados, os teores de amido danificado ficaram abaixo de 6,1%, de forma que não ocorreram alterações significativas ao grânulo de amido durante a moagem dos grãos de trigo.

Os valores para as propriedades de pasta da farinha de trigo de grão inteiro estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Propriedades de pasta das amostras de farinha de trigo de grão inteiro.

Amostras	Visc. Máx (cP)	Quebra (cP)	Visc. Final. (cP)	Tend. retrogradação (cP)
FGIUF	761,00 ^a ±5,00	480,66 ^a ±3,05	1069,00 ^a ±2,64	829,66 ^a ±5,50
FGIF	748,33 ^b ±1,53	486,33 ^a ±7,76	945,33 ^c ±5,85	678,33 ^c ±9,45
FGIM	681,66 ^c ±3,05	387,00 ^b ±4,04	1049,66 ^b ±7,63	759,33 ^b ±4,61
FGIG	604,66 ^d ±6,11	227,66 ^c ±4,16	898,33 ^d ±3,05	605,66 ^d ±5,13
FGIUG	377,00 ^e ±2,64	198,33 ^d ±1,52	199,00 ^e ±1,00	191,33 ^e ±2,08

Valores médios na mesma coluna seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$). Resultados expressos como média de três determinações ± desvio padrão. FGIUF: Farinha de Grão Inteiro Ultrafina. FGIF: Farinha de Grão Inteiro Fina. FGIM: Farinha de Grão Inteiro Média. FGIG: Farinha de Grão Inteiro Grossa. FGIUG: Farinha de Grão Inteiro Ultragrossa. cP: Centipoise. Fonte: Autor (2017).

A viscosidade máxima da farinha relaciona-se com a capacidade do amido em absorver água e se reflete na extensão da gelatinização do grânulo de amido (Min et al., 2010). Os valores obtidos para viscosidade máxima são significativamente diferentes entre si, sendo inversamente proporcionais ao tamanho de partícula da farinha de grão inteiro. Por apresentar uma diferença de 266 μm , a FGIUF apresenta menor granulometria e maior superfície de contato para os componentes da farinha de grão inteiro quando comparado com a FGIUG, que possui menor superfície de contato e maior granulometria.

Maiores valores de viscosidade para FGIUF podem ter ocorrido por influência dos componentes da farinha no meio. A FGIUF apresenta maior superfície de contato, possibilitando maiores interações, principalmente das fibras. Como as fibras têm sua superfície de contato aumentada, a água tende a interagir com as fibras, diminuindo a disponibilidade de água no meio para ser absorvida pelo amido. Os lipídios também podem retardar a absorção de água, e de forma menos acentuada as proteínas.

Interações entre os componentes da farinha com o amido formaram géis menos resistentes e mais viscosos. Esta tendência é observada nas amostras, sendo que a viscosidade diminui conforme o tamanho de partícula aumenta, podendo ser apresentadas como FGIUF > FGIF > FGIM > FGIG > FGIUG. Observou-se um decréscimo mais acentuado na FGIUG, com a formação de um gel mais rígido e resistente, pois o amido sofrerá menos impedimento para absorver água e com isso formar grânulos mais intumescidos, confirmando a influência do tamanho de partícula na viscosidade máxima. Além destas interações, o teor de amido danificado pode ter corroborado para o aumento da viscosidade em tamanho de partículas menores, pois os grânulos de amido que têm sua estrutura comprometida não conseguem absorver e reter a água no mesmo tempo que os grânulos intactos, tendo sua estrutura rompida, causando a lixiviação da amilose para o meio (Yu, et al., 2015).

Em processos de panificação, o conhecimento da capacidade de absorção de água e de formação de géis por amidos pode auxiliar a predizer a

vida de prateira e a firmeza do pão durante o armazenamento. Géis formados com complexos de amido e a presença de lipídeos tem tendência de aumentar a vida de prateira dos produtos, devido à atuação e a interação do lipídeo com o amido, que formam uma camada protetora no grânulo e retardam a liberação de moléculas de água para o meio depois da cocção dos produtos, evitando o ressecamento do produto e alterações no perfil de textura ao longo do armazenamento (Collar et al., 2003).

A quebra é um fenômeno associado à estabilidade dos grânulos de amido ao aquecimento e ao fornecimento de energia mecânica (Leon et al., 2010). O tamanho de partícula apresentou significativa influência para a quebra e pode estar associado ao teor de amido danificado. Conforme diminui o tamanho de partícula o teor de amido danificado aumentou, deixando sua estrutura mais vulnerável e menos estável. Quando os grânulos de amido danificados absorvem água, acabam expondo os grupos hidroxilas de sua estrutura, rompendo facilmente as ligações de hidrogênio entre amilose e amilopectina, permitindo maior lixiviação da amilose para o meio, diminuindo a estabilidade do granulo e a viscosidade de pasta (Yu, et al., 2015).

Os dois menores tamanhos de partícula, FGIUF e FGIF não apresentaram diferença significativa para quebra. Este fato pode ser relacionado com a homogeneidade das partículas, em que a maior parte das partículas destas duas amostras corresponde a tamanhos menores que 106 μm , tendo o teor de amido danificado, estabilidade e as condições do meio muito parecidas, resultando em valores aproximados de quebra. As amostras FGIM, FGIG e FGIUG, apresentaram valores de quebra diferentes entre si e entre as amostras FGIUF e FGIF.

Os parâmetros de viscosidade final e tendência a retrogradação apresentam a mesma tendência e diferenças significativas entre as amostras. Observa-se, mais uma vez que, com a diminuição do tamanho de partícula da farinha ocorre um aumento na viscosidade final e na tendência a retrogradação. As interações entre os componentes da farinha são determinantes para estes parâmetros. Maiores valores são encontrados para as amostras com menor tamanho de partícula, que podem sofrer maior interferência de proteínas, fibras e lipídios. Como os parâmetros de viscosidade final e tendência a retrogradação estão ligados à viscosidade máxima e a quebra pode-se dizer que as interações influenciaram. Os géis formados a partir de menores tamanhos de partículas apresentaram menor estabilidade dos grânulos de amido, e consequente, maior liberação de água para o meio, aumentando a viscosidade final para amostras com maior teor de amido danificado e menor tamanho de partícula.

A tendência a retrogradação pode deixar mais evidente a influência do tamanho de partícula e a estabilidade do grânulo de amido a altas temperaturas. As amostras que apresentaram maiores valores de tendência a retrogradarão apresentam amidos com menor estabilidade. Isso se reflete na capacidade que o amido tem de manter a água no grânulo depois de resfriado.

Tecnologicamente esta amostra terá menor estabilidade dos grânulos de amido depois da formação de gel, e consequentemente maior tendência a formar aglomerados cristalinos pela amilose na reorganização das estruturas durante o resfriamento, conferindo ao produto final textura mais firme e palatabilidade inferior.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diferentes tamanhos de partículas em farinha de trigo de grão inteiro alteram acentuadamente as propriedades de pasta do amido, sendo que a FGIUF e FGIF formaram géis com maior viscosidade, menor resistência e maior tendência a retrogradação. Estas características podem conferir ao produto menor resistência do amido a cocção e diminuição da vida de prateleira. Já a FGIUG formou gel com viscosidade menor, maior estabilidade e menor tendência a retrogradação. Este último possui características melhores para elaboração de produtos cozidos, e apresentará aspectos sensoriais aceitáveis, como textura macia por mais tempo.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos e a empresa Sementes e Alimentos Paraná, pelo fornecimento das amostras para a realização do trabalho.

REFERÊNCIAS

AACC - AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved Methods of Analysis,.11^a.ed., 2010. **AACC International**, St. Paul, MN, U.S.A.

Aquarone, E., Borzani, W., Netto, W. S., & de Almeida Lima, U. *Biotecnologia industrial: biotecnologia na produção de alimentos*. Edgard Blucher. 2001.

Bressiani, J. *Qualidade da farinha de trigo de grão inteiro em resposta a influência de diferentes tamanhos de partículas* (Dissertação de mestrado). Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo – RS. 2016.

COLLAR, C. Significance of viscosity profile of pasted and gelled formulated wheat doughs on bread staling. **European Food Research and Technology**, v. 216, n. 6, p. 505-513, 2003.

DELCOUR, J.; HOSENEY, R. Carl. *Principles of cereal science and technology*. AACC International, Inc. St. Paul, MN, 2010.

HIZUKURI, S., TAKEDA, Y., YASUDA, M., & SUZUKI, A. Multi-branched nature of amylose and the action of debranching enzymes. **Carbohydrate Research**, v. 94, n. 2, p. 205-213, 1981.

JONES, J. M., ADAMS, J., HARRIMAN, C., MILLER, C., & VAN DER KAMP, J. W. Nutritional impacts of different whole grain milling techniques: A review of milling practices and existing data. **Cereal Foods World**, v. 60, n. 3, p. 130-139, 2015.

NOORT, M. W., VAN HAASTER, D., HEMERY, Y., SCHOLS, H. A., & HAMER, R. J. The effect of particle size of wheat bran fractions on bread quality—Evidence for fibre—protein interactions. **Journal of Cereal Science**, v. 52, n. 1, p. 59-64, 2010.

LEON, E., PISTON, F., AOUNI, R., SHEWRY, P. R., ROSELL, C. M., MARTIN, A., & BARRO, F. Pasting properties of transgenic lines of a commercial bread wheat expressing combinations of HMW glutenin subunit genes. **Journal of Cereal Science**, v. 51, n. 3, p. 344-349, 2010.

MIN, B., BAE, I. Y., LEE, H. G., YOO, S. H., & LEE, S. Utilization of pectin-enriched materials from apple pomace as a fat replacer in a model food system. **Bioresource technology**, v. 101, n. 14, p. 5414-5418, 2010.

SINGH, S.; SINGH, N.; MACRITCHIE, F. Relationship of polymeric proteins with pasting, gel dynamic-and dough empirical-rheology in different Indian wheat varieties. **Food Hydrocolloids**, v. 25, n. 1, p. 19-24, 2011.

YILDIZ, Ö., YURT, B., BAŞTÜRK, A., TOKER, Ö. S., YILMAZ, M. T., KARAMAN, S., DAĞLIOĞLU, O. Pasting properties, texture profile and stress-relaxation behavior of wheat starch/dietary fiber systems. **Food research international**, v. 53, n. 1, p. 278-290, 2013.

YU, J., WANG, S., WANG, J., LI, C., XIN, Q., HUANG, W., & WANG, S. Effect of laboratory milling on properties of starches isolated from different flour millstreams of hard and soft wheat. **Food chemistry**, v. 172, p. 504-514, 2015.

ABSTRACT: The properties formation of pasta of whole grain flour are studied in this work, involving five commercial samples with different sizes of granulometry. Analysis damaged starch, average particle diameter and pasting properties were carried out. The results showed that the variation of the contact

surface of the particles is the largest interferer in the past properties and the interactions that can occur between the flour components with decreasing particle size. The main characteristics observed were formed gels with very low viscosity, lower resistance and higher retrogradation tendency for smaller particles. In larger particles with smaller contact surface, was the formation of gels with lower viscosity, greater stability and less tendency to retrogradation.

KEYWORDS: wheat; particle size; starch; viscosity; fiber.