

Ciência de Alimentos

EFEITO DO TAMANHO DE PARTÍCULA DA FARINHA DE GRÃO INTEIRO DE TRIGO SOBRE COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Joseane Bressiani, Stéfani Werlang, Tatiana Oro e Luiz Carlos Gutkoski*

Laboratório de Cereais, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade de Passo Fundo, RS

**E-mail: joseane_br@upf.br*

RESUMO – Com a investigação contínua a revelar os benefícios de grãos integrais aos consumidores, a farinha de trigo de grão inteiro vem ganhando cada vez mais espaço na indústria de alimentos devido sua composição rica em fibras e compostos fitoquímicos com ação bioativa. A fim de estudar a influência da estrutura física da farinha de grão inteiro de trigo sobre a disponibilidade do conteúdo fenólico e seu potencial antioxidante, três amostras com diferentes tamanhos de partícula e classificadas como grossa, média e fina foram avaliadas neste estudo. A concentração de compostos fenólicos foi expressa em equivalente ácido gálico (GAE), de acordo com o método Folin-Ciocalteu e a atividade antioxidante dos seus respectivos extratos avaliada através dos métodos de ABTS e DPPH. Considerável variação foi observada no conteúdo de compostos fenólicos e capacidade antioxidante das farinhas de grão inteiro de trigo com diferentes tamanhos de partícula. A farinha com menor tamanho de partícula foi significativamente superior no conteúdo de compostos fenólicos e capacidade antioxidante que a farinha com maior tamanho de partícula, demonstrando que a redução do tamanho de partícula durante o processo de moagem possibilita maior ruptura dos componentes estruturais da parede celular do grão, aumentando a acessibilidade dos compostos fenólicos e melhorando a sua capacidade antioxidante. Assim, os resultados deste estudo indicam que a utilização da farinha de grão inteiro de trigo com tamanho de partícula reduzido pode ser uma alternativa para o desenvolvimento de produtos à base de cereais com maiores benefícios a saúde.

Palavras-chave: farinha integral, fibra, ácidos fenólicos, granulometria, *Triticum aestivum* L.

1 INTRODUÇÃO

O consumo de cereais integrais tem sido consistentemente associado ao seu potencial efeito de promoção da saúde além da nutrição básica. Estudos epidemiológicos demonstram que o consumo diário de cereais integrais pode reduzir a incidência de doenças crônicas como obesidade, doenças cardiovasculares,

diabetes tipo II e câncer (JACOBS et al., 1988; ANDERSON, 2004). Os mecanismos responsáveis pela influência benéfica com o consumo de cereais integrais são relacionados a sua composição, que além de ser rica em fibras, minerais e vitaminas, apresenta alto teor de compostos fitoquímicos com propriedades antioxidantes. No trigo (*Triticum aestivum L.*), a maioria dos compostos fitoquímicos benéficos a saúde são localizados nas partes externas do grão, sendo os ácidos fenólicos os de maior interesse e ácido ferúlico o ácido fenólico principal e mais abundante (LIU, 2007). O potencial bioativo do trigo vem abrindo espaço para utilização da farinha de grão inteiro de trigo no lugar da farinha obtida pela moagem tradicional, a qual visa eliminar as camadas externas do grão e também é conhecida como farinha refinada. Na farinha de grão inteiro de trigo, a estrutura física obtida após a moagem pode ser uma barreira para liberação dos compostos fenólicos no organismo, os quais encontram-se aprisionados na matriz da parede celular do grão e dependendo da sua exposição podem ser mais absorvidos durante a digestão melhorando assim sua função protetora.

Dados limitados sobre os efeitos que o tamanho de partícula da farinha de grão inteiro de trigo proporciona na disponibilidade dos compostos fenólicos estão disponíveis, a maioria dos estudos fazem referência ao tamanho de partícula do farelo. Rosa et al.,(2013) relataram que a moagem ultra-fina do farelo de trigo aumenta sua capacidade antioxidante. Hemery et al.,(2011) mostraram que a redução do tamanho das partícula do farelo foi correlacionado com um aumento na biodisponibilidade de ácidos fenólicos. A micronização da camada de aleurona aumentou a atividade antioxidante segundo Zhou et al.,(2004). Essa investigação leva a questionar se compostos fitoquímicos, tais como os ácidos fenólicos, são mais liberados do trigo com uma redução em seu tamanho de partícula durante o processo de moagem para produção de farinha de grão inteiro de trigo.

Mediante aos benefícios do consumo de alimentos ricos em fibras e compostos bioativos e a disponibilidade e consumo do trigo, a farinha de grão inteiro de trigo pode ser um meio para promover efeitos fisiológicos benéficos através de hábitos alimentares. O objetivo deste trabalho foi avaliar se o tamanho de partícula afeta a disponibilidade de compostos fenólicos e as propriedades antioxidantes da farinha de grão inteiro de trigo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Amostras

Todas as farinhas foram produzidas a partir de grãos de trigo da cultivar Guabiju. Um moinho experimental (modelo CD1, Chopin, França) foi utilizado para produzir a farinha refinada de acordo com o método 26-10.02 (AACC, 2010), resultando em farinha de extração com tamanho médio de partícula de 140,30 micrômetros. As amostras de farinha de grão inteiro de trigo foram produzidas por processo de moagem em moinho analítico (modelo M20, marca IKA, China) com câmara de moagem refrigerada com água. O tempo de moagem foi variado para obtenção de três amostras de farinhas de grão inteiro de trigo com tamanho médio de partícula diferente. O objetivo foi classificar as farinhas em farinha de grão inteiro de trigo fina (FGIF), farinha de grão inteiro de trigo média (FGIM) e farinha de grão inteiro de trigo grossa (FGIG). As amostras foram

armazenadas em câmara fria, em temperatura entre 5 e 10 °C até o momento de realização das análises. O processo resumido da moagem e geração das farinhas de grão inteiro de trigo, bem como o tamanho médio de partícula determinado pelo diâmetro médio de Sauter (d_{ps}) está demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1- Processo de moagem e tamanho médio de partícula determinado pelo diâmetro de Sauter (d_{ps}).

Amostras	Tempo de moagem (s)	Quantidade de amostra (g)	d_{ps} (μm)
FGIF	180	3	126,85
FGIM	15	3	198,55
FGIG	5	3	258,58

Resultados de diâmetro médio da partícula expressos como média de três determinações. FR: Farinha Refinada. FGIF: Farinha de Grão Inteiro Fina. FGIM: Farinha de Grão Inteiro Média. FGIG: Farinha de Grão Inteiro Grossa.

2.3 Extração dos compostos fenólicos

Os extratos foram preparados por agitação contínua de 2,5 g de amostra, em 20 ml de acetona 50 % durante 10 min em vórtex. Após agitação, as amostras foram centrifugadas durante 10 min a 4.500 rpm. O procedimento de extração foi repetido duas vezes e os sobrenadantes reunidos em um novo tubo. Os extratos foram armazenados a -20 °C até análise posterior (MOORE et al., 2006).

2.3 Determinação de compostos fenólicos totais

O conteúdo de fenólicos totais foi determinado utilizando o método colorimétrico de Folin-Ciocalteu com algumas modificações (SINGLETON, ORTHOFER e LAMUELA-RAVENTOS, 1999). Resumidamente, 0,2 mL de extrato de amostra foi adicionada a 5 mL de água destilada e 0,5 mL de reagente de Folin-Ciocalteu. Após 5 minutos, a mistura foi neutralizada com 1,5 mL de carbonato de sódio 20% e agitada em vórtex por 1 minuto para homogeneização. Após reação de 30 minutos, a absorbância foi medida em triplicata a 765 nm em espectrofotômetro UV-VIS. A quantificação foi feita com base em uma curva padrão de ácido gálico. Os resultados foram expressos em mg de equivalentes ácido gálico (GAE)/100 g de amostra.

2.4 Determinação da capacidade antioxidante pelo método DPPH

A atividade antioxidante das amostras foi avaliada utilizando o radical 2,2-difenil-1-picril hidrazil DPPH conforme descrito por XIONG et. al., 1996, BRAND et. al., 1999 e MENSOR et.al., 2001. Uma alíquota do extrato de amostra (0,1mL) foi combinada com 2,9 mL da solução diluída de radical radicais de DPPH em tubos de ensaio. Depois de repousar durante 30 minutos sobre abrigo da luz, a absorbância foi medida em espectrofotômetro em triplicata a 515 nm. Os valores de DPPH foram expressos como % de inibição.

2.4 Determinação da capacidade antioxidante pelo método ABTS

A atividade antioxidante usando radical ABTS foi realizada de acordo com Re et al. (1999). A solução de estoque ABTS foi preparado a partir de 7,0 mM de ABTS e persulfato de potássio 2,45 mM em uma proporção em volume de 1:100. A solução de trabalho de ABTS foi preparada pela mistura de 100 mL da solução de estoque de ABTS com 100 mL da solução de persulfato de potássio. O extrato da amostra (20 µl) foi misturado com 980 µl da solução de trabalho de ABTS. A absorbância da mistura foi medida em espectrofotômetro em triplicata a 734 nm após 6 minutos de incubação sobre abrigo de luz. A quantificação foi feita com base em uma curva padrão de ácido ascórbico. Os resultados foram expressos em µM TEAC/g de amostra.

2.5 Análise estatística

A significância dos dados foi testada pela análise de variância (Anova) a 0,01 e 0,05 de probabilidade de erro e, nos modelos significativos, as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey 95% de intervalo de confiança.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conteúdo de compostos fenólicos totais e a capacidade antioxidante da amostra de farinha refinada e farinhas de grão inteiro de trigo estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2- Compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante da amostra de farinha de trigo refinada e farinhas de grão inteiro de trigo.

Amostra	Fenólicos totais (mg GAE/100g)	Capacidade antioxidante	
		DPPH (%)	ABTS (µM TEAC/g)
FR	1,69 ^d ± 0,04	7,04 ^c ± 0,78	37,67 ^d ± 2,25
FGIF	3,06 ^a ± 0,04	25,06 ^a ± 0,35	253,35 ^a ± 3,89
FGIM	2,40 ^c ± 0,01	22,96 ^b ± 0,61	123,42 ^b ± 15,75
FGIG	2,29 ^b ± 0,01	22,80 ^b ± 0,34	77,95 ^c ± 19,48

Valores médios na mesma coluna seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$). Resultados expressos como média de três determinações ± desvio padrão. FR: Farinha Refinada. FGIF: Farinha de Grão Inteiro Fina. FGIM: Farinha de Grão Inteiro Média. FGIG: Farinha de Grão Inteiro Grossa.

O conteúdo de fenólicos totais variaram de 1,69 para 3,06 mg EAG/100g GAE entre as amostras de farinha de trigo refinada e farinha de grão inteiro de trigo respectivamente, evidenciando a maior concentração desses compostos nas camadas mais externas do grão e no gérmen, as quais são removidas durante a moagem para obtenção da farinha refinada. Entre as farinhas de trigo de grão inteiro, o tamanho de partícula afetou consideravelmente o conteúdo de compostos fenólicos totais, a farinha de menor tamanho de partícula apresentou conteúdo mais elevado, demonstrando que a maior parte dos compostos fenólicos apresenta-se na

forma ligada às paredes celulares do grão e durante o processo de moagem a maior ruptura dos componentes estruturais da parede celular para elaboração da farinha de menor tamanho de partícula, facilita sua liberação (PARKER et al., 2005).

A capacidade antioxidante das amostras foi medida em termos de poder de sequestro de radicais, de acordo com o método DPPH e ABTS. As amostras de farinha de grão inteiro de trigo apresentaram maior capacidade antioxidante quando comparadas com a farinha refinada, demonstrando correlação positiva ($R= 0,94$) com o conteúdo de compostos fenólicos totais determinados, os quais têm a capacidade de sequestrar radicais livres, evitando a oxidação de moléculas biologicamente relevantes.

O tamanho de partícula apresentou diferenças significativas na capacidade antioxidante das amostras de farinha de grão inteiro de trigo, variando de 22,80 para 25,06 no ensaio de DPPH e 77,95 para 253,35 no ensaio de ABTS. Como os compostos fenólicos são aprisionados na matriz da parede celular, as amostras de tamanho de partícula menor passaram por um processo maior de desestruturação da matriz da parede celular, aumentando a acessibilidade dos compostos fenólicos e assim melhorando a sua capacidade antioxidante.

Estudos recentes avaliaram a correlação entre técnicas de processamento para alterar a estrutura da matriz de cereais visando à disponibilidade dos compostos fenólicos e sua capacidade antioxidante. No entanto, a maioria dos estudos se concentram em frações de farelo, como apresentado por Hermery et al., (2011), no qual a redução do tamanho das partículas de farelo foi correlacionado com um aumento na disponibilidade de ácidos fenólicos e por Rosa et al., (2013), que demonstraram a influência do tamanho de partícula do farelo na capacidade antioxidante. Neste trabalho, tendência semelhante foi observada para farinha de grão inteiro de trigo, demonstrando que mudanças no tamanho das partículas podem afetar as características funcionais com potencial de elevar os benefícios a saúde.

4 CONCLUSÃO

Este estudo mostra claramente que a quantidade de compostos fenólicos e capacidade antioxidante foram maiores nas farinhas de grão inteiro de trigo do que na farinha refinada, confirmando o fato de que o consumo de alimentos de grãos inteiros proporciona melhores benefícios para a saúde do que o consumo de alimentos de cereais refinados.

O tamanho de partícula da farinha da farinha de grão inteiro de trigo foi significativamente correlacionado com o conteúdo de compostos fenólicos e capacidade antioxidante, demonstrando que a redução no tamanho da partícula possibilita maior ruptura dos componentes estruturais da parede celular do grão, aumentando a acessibilidade dos compostos fenólicos e melhorando a sua capacidade antioxidante. Assim a utilização da farinha de grão inteiro de trigo com tamanho de partícula reduzido pode ser uma alternativa para o desenvolvimento de produtos à base de cereais, com benefícios a saúde mais elevados.

5 AGRADECIMENTOS

A Fapergs pelas bolsas de iniciação científica e a Secretaria da Ciência e Tecnologia do estado do Rio Grande do Sul pelos recursos financeiros disponibilizados.

6 REFERÊNCIAS

- AACC - AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved Methods of Analysis**, 11^a.ed., 2010. AACC International, St. Paul, MN, U.S.A.
- ANDERSON, J.W. Whole grains and coronary heart disease: The whole kernel of truth. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.80, p.1458-1460, 2004.
- BRAND WILLIAMS, W.; CUVELIER, A. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, **Lebensm.-Wiss.U.- Technol.**, v. 28, p. 25-30, 1995.
- JACOBS J. D. R.; MARQUART, L.; SLAVIN, J.; KUSHI, L.H. Whole-grain intake and cancer: An expanded review and meta-analysis. **Nutrition and Cancer**, v.30, p.85-96, 1998.
- LIU, R. H. Whole grain phytochemicals and health. **Journal of Cereal Science**, v. 46, p.207-219. 2007.
- MENSOR, L. L.; MENEZES, F. S.; LEITÃO, G. G.; REIS, A. S.; SANTOS, T. C.; COUBE, C. S.; LEITÃO, S. G. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH Free Radical Method. **Phytotherapy Research**, v. 15, p. 127-130, 2001.
- RE, R. PELLEGRINI, N. PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology & Medicine**, v.26, n. 9/10, p.1231 -1 237, 1999.
- ROSA, N. N.; BARRON, C.; GAIANI, C.; DUFOUR, C.; MICARD, V. Ultra-fine grinding increases the antioxidant capacity of wheat bran. **Journal of Cereal Science**, v. 57, n 1 p. 84-90, 2013.
- XIONG, Q.; KADOTA, S.; TANI, T.; NAMBA, T. Antioxidative effects of phenylethanoids from *Cistanchedeserticola*. **Biol. Pharm. Bull.**, v.19, p. 446-449, 1996.
- HEMERY, Y., CHAURAND, M., HOLOPAINEN, U., LAMPI, A.M., LEHTINEN, P., PIIRONEN, V. Potential of dry fractionation of wheat bran for the development of food ingredients, Part I: Influence of ultra-fine grinding. **Journal of Cereal Science**, v. 53, p 1-8, 2011.
- ZHOU, K., LAUX, J. J., & YU, L. Comparison of swiss red wheat grain and fractions for their antioxidant properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 1118–1123, 2004.
- PARKER, M. L., Ng, A., WALDRON, K. W. The phenolic acid and polysaccharide composition of cell walls of bran layers of mature wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Avalon) grains. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 85, p. 2539–2547, 2005.
- SINGLETON, V. L., ORTHOFER, R., & LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin–Ciocalteu reagent. **Method in Enzymology**, v. 54, p. 152–178, 2006.
- MOORE, J., LIU, J., ZHOU, K.; YU, L. Effects of Genotype and Environment on the Antioxidant Properties of Hard Winter Wheat Bran. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 5313–5322, 2006.