

## DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO TOTAL E DA FRAÇÃO BIOACESSÍVEL EM AMOSTRAS CEREAIS MATINAIS

**ALEXANDER O. SOUZA<sup>1</sup>; CAMILA C. PEREIRA<sup>2</sup>; EMANUELI N. SILVA<sup>3</sup>,  
SOLANGE CADORE<sup>3</sup>; MARIANA A. VIEIRA<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [alexander.souza@hotmail.com](mailto:alexander.souza@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [camila.cpereira@hotmail.com](mailto:camila.cpereira@hotmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Estadual de Campinas – [cadore@iqm.unicamp.br](mailto:cadore@iqm.unicamp.br)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – [maryanavieira@hotmail.com](mailto:maryanavieira@hotmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

Uma das refeições mais importantes é o café da manhã, pois garante em torno de 25 % do gasto energético consumido pelo ser humano. Dessa forma, há um elevado consumo mundial de cereais matinais no café da manhã, principalmente pelas crianças, devido à sua praticidade. Além disso, os cereais matinais são responsáveis por trazer benefícios a saúde, pois auxiliam na diminuição dos níveis de colesterol sérico e do índice glicêmico e, além disso, aumenta o consumo de fibras, minerais e vitaminas. Sendo assim, existe a necessidade de avaliar a concentração total dos elementos presentes nas amostras de cereais matinais, a fim de garantir uma segurança alimentar para o consumidor e proporcionar um controle de qualidade para as indústrias. Além disso, estudos para avaliar a fração bioacessível são importantes, para investigar o quanto destes elementos serão liberados no organismo, para posterior absorção (ALBERTSON et al., 2008; TRANCOSO et al., 2010; WILLIAMSON, 2010; RYAN et al., 2011; LOUIE et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2015).

Devido ao crescente consumo desse produto no Brasil, o presente trabalho tem por objetivo a determinação da concentração total de elementos como Al, Ba, Cu, Fe e Zn em cereais matinais. Para as análises, as amostras foram preparadas através de uma decomposição ácida. A determinação da fração bioacessível destes elementos foi feita através da simulação do processo de digestão gastrointestinal.

### 2. METODOLOGIA

Três amostras de cereais matinais ( sabores chocolate, farinha integral e tradicional) foram adquiridas em supermercados da cidade de Campinas-SP. Para a determinação da concentração total, pesaram-se aproximadamente 0,8 g de cada amostra de cereal diretamente em frascos de politetrafluoretileno (PTFE) e adicionaram-se 3 mL de HNO<sub>3</sub> e 1 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Posteriormente, os frascos foram encaminhados ao forno micro-ondas e submetidos a um programa de aquecimento. Ao final da decomposição, as amostras foram transferidas para frascos de polipropileno e o volume final de 15 mL foi completado com água desionizada. Para avaliar a exatidão do método foram utilizados três materiais de referência certificado (CRM) de farinha de milho; farinha integral e formula infantil.

Para os estudos da fração bioacessível, seguiu-se o procedimento descrito por MINEKUS et al. (2014), que consiste na simulação do sistema gastrointestinal (boca, estômago e intestino). Para isso, foram pesadas aproximadamente 5 g de cada amostra. Na simulação do processo que ocorre na boca (primeira etapa), foram adicionados 8 mL de saliva, 1 mL de CaCl<sub>2</sub> 7,5 mM e o pH foi ajustado a 7. Posteriormente, as soluções foram encaminhadas ao banho Dubnoff com

agitação e aquecimento a 37 °C, por 10 minutos. Na simulação do processo que ocorre no estômago (segunda etapa), adicionaram-se 9,1 mL de suco gástrico, 700 µL de CaCl<sub>2</sub> 2 mM e o pH foi ajustado para 3. Após, as soluções foram novamente encaminhadas ao banho Dubnoff com agitação e aquecimento a 37 °C, por 2 horas. Na simulação da digestão intestinal (terceira etapa), adicionaram-se 18,5 mL de suco intestinal, 1,35 mL de CaCl<sub>2</sub> 9 mM, ajustou-se o pH para 7 e as soluções foram encaminhadas ao banho Dubnoff com agitação e aquecimento a 37 °C, por 2 horas. Ao final, as amostras foram colocadas em banho de gelo por 20 minutos e, posteriormente, foram centrifugadas a 10000 rpm, por 30 minutos, para separação da parte sólida e retirada do sobrenadante, que representa a fração bioacessível.

Para as determinações dos analitos, um espectrômetro de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado Perkin Elmer modelo Optima 8300 DV (Norwalk, CT, EUA) foi utilizado.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos de Al, Ba, Cu, Fe e Zn para as análises dos CRMs demonstraram eficiência para decomposição das amostras, já que os valores de recuperação obtidos, em relação aos valores certificados, ficaram entre 83 a 106 %, comprovando a exatidão do método.

A determinação da concentração total dos analitos Al, Ba, Cu, Fe e Zn contribui para o controle de qualidade dos produtos, além de ser fundamental para determinação da porcentagem da fração bioacessível de cada elemento no organismo, após a ingestão do cereal. Sendo assim, as concentrações dos analitos mencionados foram feitas em 3 amostras de cereais matinais, e os resultados estão apresentados na Figura 1.

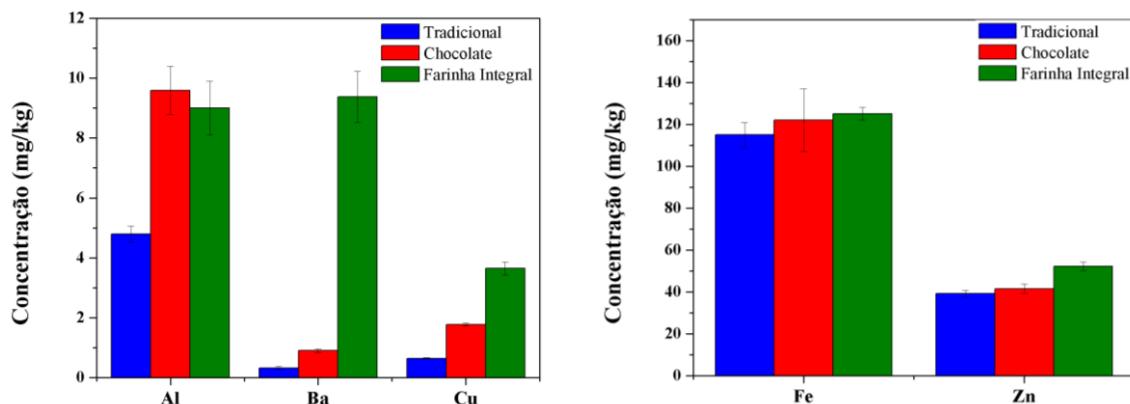


Figura 1. Concentração total para Al, Ba, Cu, Fe e Zn em amostras de cereais matinais (sabores: tradicional, chocolate e farinha integral).

Como pode ser observado pelos resultados apresentados nos gráficos da Figura 1, o cereal matinal com sabor de farinha integral é o que apresenta a maior concentração dos elementos investigados em sua composição, de um modo geral, demonstrando que produtos integrais apresentam mais nutrientes. Ferro e Zn apresentaram concentrações próximas para os cereais matinais.

O conhecimento da fração bioacessível de elementos contribui para avaliar a concentração que é liberada no sistema digestivo para posterior absorção pelo organismo. Sendo assim, foram determinados os analitos Al, Ba, Cu, Fe e Zn em 3 amostras de cereais matinais, submetidas à simulação do sistema gastrointestinal, para determinar a fração bioacessível. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Concentração da fração bioacessível (FB) e porcentagem (% FB) de Al, Ba, Cu, Fe e Zn em cereais matinais.

Analito	Tradicional C		Chocolate A		Farinha integral	
	FB (mg kg <sup>-1</sup> )	% FB	FB (mg kg <sup>-1</sup> )	% FB	FB (mg kg <sup>-1</sup> )	% FB
Al	< 0,35*	< 7,5	< 0,35*	< 3,6	< 0,35*	< 4,0
Ba	< 0,03*	< 11,8	< 0,03*	< 3,5	< 0,10**	< 1,2
Cu	< 0,42**	< 24,7	0,66 ± 0,01 (1,5)	36,8	< 0,42**	< 11,4
Fe	4,63 ± 0,16 (3,5)	4,2	0,98 ± 0,11 (11,2)	0,9	3,70 ± 0,98 (26,5)	3,0
Zn	< 0,36**	< 1,0	1,52 ± 0,02 (1,3)	3,6	< 0,10*	< 0,2

média ± desvio padrão (desvio padrão relativo); \*inferior ao limite de detecção do método;

\*\*inferior ao limite de quantificação do método.

Comparando os resultados de concentração total com os da fração bioacessível é possível observar que: Al e Ba apresentam baixa bioacessibilidade; o Cu foi mais bioacessível para a amostra de cereal matinal sabor chocolate A; Fe apresentou concentrações totais elevadas, porém sua bioacessibilidade foi baixa; o mesmo é observado para o Zn. Além disso, algumas amostras apresentaram elevados valores para o desvio padrão relativo, devido à complexidade da matriz e dos reagentes do método utilizado.

Considerando o limite diário médio recomendado, para crianças de 1 a 8 anos, os valores de Cu, Fe e Zn são de aproximadamente: 0,39; 8,5 e 4,0 mg. Como os cereais matinais também são consumidos por adultos, o limite diário médio recomendado é de aproximadamente 0,86; 10,5 e 9,3 mg, para Cu, Fe e Zn, respectivamente. Para o Al, o limite máximo permitido para todas as idades é de 2 mg kg<sup>-1</sup> de peso corpóreo (Food and Nutrition Board, 2001). Para Ba, não existem valores máximos recomendados de ingestão diária.

Analizando os dados de consumo de cereal matinal indicado pelos fabricantes no rótulo de cada cereal matinal, para uma porção de 30 g, a concentração encontrada para a fração bioacessível ficou abaixo do valor recomendado para Cu, Fe e Zn, tanto para adultos como para as crianças. Para Al, os valores ficaram abaixo do limite de detecção obtido para fração bioacessível, não apresentando toxicidade.

#### 4. CONCLUSÕES

A determinação da concentração total dos elementos nas amostras de cereais matinais possibilitou avaliar a variação que existe entre as amostras de cereais matinais e os elementos estudados.

Com os resultados obtidos para a fração bioacessível, foi possível observar que existe a liberação de alguns analitos no trato gastrointestinal para posterior absorção. Entretanto, estes valores estão abaixo do que é recomendado para o consumo diário, evidenciando que os cereais matinais são importantes para uma

complementação da dieta diária, visto que ao longo do dia haverá ingestão desses elementos por outras fontes de alimentos.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTSON, A. M.; THOMPSON, D.; FRANKO, D. L.; KLEINMAN, R. E.; BARTON, B. A.; CROCKETT, S. J. Consumption of breakfast cereal is associated with positive health outcomes: evidence from the National Heart, Lung, and Blood Institute Growth and Health Study. **Nutrition Research**, v. 28, p. 744-752, 2008.

Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. **Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc**. Washington, DC: National Academy Press; 2001.

LOUIE, J. C. Y.; DUNFORD, E. K.; WALKER, K. Z.; GILL, T. P. Nutritional quality of Australian breakfast cereals. Are they improving? **Appetite**, v. 59, p. 464-470, 2012.

MINEKUS, M.; ALMINGER, M.; et al. A standardised static in vitro digestion method suitable for food – an international consensus. **Food & Function**, v. 5, p.1113-1124, 2014.

OLIVEIRA, L. C.; ROSELL, C. M.; STEEL, C. J. Effect of the addition of whole-grain wheat flour and of extrusion process parameters on dietary fibre content, starch transformation and mechanical properties of a ready-to-eat breakfast cereal. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 50, p. 1504-1514, 2015.

RYAN, L.; THONDRE, P. S.; HENRY, C. J. K. Oat-based breakfast cereals are a rich source of polyphenols and high in antioxidant potential. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, p. 929-934, 2011.

TRANCOSO, S. C.; CAVALLI, S. B.; PROENÇA, R. P. C. Café da manhã: caracterização, consumo e importância para a saúde. **Revista Nutrição**, v. 23, p. 859-869, 2010.

WILLIAMSON, C. S. Breakfast cereals – why all the bad press? **Nutrition Bulletin**, v. 35, p. 30-33, 2010.