

DETERMINAÇÃO DE Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, P, Na e Si EM FEIJÕES POR MIP OES

RITIELLE TRINDADE RAMOS¹; CHARLIE GUIMARÃES GOMES²;
JÉSSICA DA ROSA PORTO²; JOÃO VITOR ALVES SOARES DE PAULO²;
ANDERSON SCHWINGEL RIBEIRO³

¹Universidade Federal de Pelotas – ritielletrindade34@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – Charlieeggomesii@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – jporto8.jp@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – Joaovaspaulo@outlook.com

³Universidade Federal de Pelotas – andersonsch@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) possui de 18 a 30% de proteína bruta, sendo uma proteína de qualidade, pois as várias cultivares de feijões disponíveis no Brasil, apresentam teores de aminoácidos essenciais e minerais superiores ao padrão adequado exigido pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, para suprir as necessidades diárias de um indivíduo (FAO, 1998).

Embora seja pertencente à família Leguminosa, é um alimento de grande importância nutricional, social e econômica, principalmente em países da América Latina, onde é um dos principais componentes básicos da dieta. O grão apresenta alto teor de proteínas, carboidratos, fibras, além de possuir micronutrientes essenciais como ferro, potássio, magnésio, fósforo e cálcio (REYES, 2016).

Nesse contexto, as características nutricionais do feijão fazem que ele seja um alimento indispensável na dieta, pois contribui diretamente na prevenção de doenças e na ingestão de minerais necessários para uma alimentação saudável.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo desenvolver um método para avaliar comparativamente as concentrações totais dos analitos Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, P, Na e Si em feijões pretos, crus e cozidos de qualidades diferentes (Tipo 1 e Tipo 2). Para o preparo das amostras, a decomposição ácida em bloco digestor acoplado a um sistema de refluxo foi empregada e as condições de preparo foram investigadas. As análises foram realizadas pela técnica de Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Induzido por Micro-ondas (MIP OES).

2. METODOLOGIA

Para as análises, foram adquiridas duas amostras de feijão preto (Tipo 1 e Tipo 2) no comércio local de Pelotas/RS (Tabela 1) separados em amostras cruas e cozidas. Ao chegar no laboratório, as amostras cruas foram trituradas em um processador de alimentos e armazenadas em tubos de polipropileno (PP). Parte das amostras cruas passaram por um tempo de cozimento previamente determinado pela metodologia de Mattson (1946). Após esta etapa, as amostras cozidas foram colocadas em tubos de PP, ambas as amostras foram identificadas e armazenadas em um refrigerador (16 °C) até o seu preparo para posterior análises.

Tabela 1: Informações sobre os feijões analisados. As amostras CR1 e CR2 referem-se a amostras cruas e C2 e C1 referem-se as amostras cozidas.

| Amostras | Classe | Tipo | Marca |
|-----------|--------|--------|-------|
| CR1 C1 | Preto | Tipo 1 | A |
| CR2 C2 | Preto | Tipo2 | B |

Para o preparo das amostras empregando a decomposição ácida com sistema de refluxo, foram realizados estudos variando a massa das amostras (500 a 1.000 mg), tempo de aquecimento (4 a 5h) com temperatura fixa do bloco digestor em 200 °C, concentração do HNO₃ (40% e 65% v/v) com volume fixo de 5 mL, volume de H₂O₂ (1 a 2 mL). Ao final, as soluções resultantes foram diluídas com água deionizada para 50 mL. Para determinação de melhor condição, realizaram-se análise de sólidos e acidez residual para os 6 testes:

- Teste 1:** 500 mg de amostra + 5 mL de HNO₃ 65% + 2 mL de H₂O₂;
Teste 2: 1.000 mg de amostra + 5 mL de HNO₃ 40% + 1 mL de H₂O₂;
Teste 3: 1.000 mg de amostra + 7,5 mL de HNO₃ 40% + 1 mL de H₂O₂;
Teste 4: 1.000 mg de amostra com overnight + 7,5 mL de HNO₃ 40% + 1 mL de H₂O₂;
Teste 5: 1.000 mg de amostra + 10 mL de HNO₃ 40% + 1 mL de H₂O₂;
Teste 6: 1.000mg de amostra com overnight + 10 mL de HNO₃ 40% + 1 mL de H₂O₂.

De acordo com os dados obtidos pelas análises de sólidos dissolvidos e acidez residual, a melhor condição, baseada na ausência de particulado e menor teor de acidez foi: 500 mg da amostra, 5mL de HNO₃ a 65% (v/v), digestão por 3 horas a 200 °C, adição de 2 mL de H₂O₂ de 30 em 30 minutos até completar 4 horas, completando o volume pós resfriamento até 50 mL com água deionizada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a mineralização ácida no bloco digestor utilizando o acoplamento de um sistema de refluxo, as amostras de feijões crus e cozidos, preparadas em triplicatas, foram analisadas pela técnica de MIP OES, para determinar as concentrações totais dos analitos Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, P, Na e Si. Os resultados obtidos são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1: Resultados de concentração total dos analitos Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, P, Na e Si em amostra de feijão preto do tipo 1. Valores expressos em mg kg¹.

| Analitos | Feijão Cru (CR1) | Feijão cozido(C1) |
|----------|--------------------|-------------------|
| Al | 11,94 ± 0,03 (0,3) | 2,91 ± 0,10 (3,4) |
| Ca | 1046 ± 67 (6,4) | 333 ± 14 (4,3) |
| Fe | 58,8 ± 4,8 (8,2) | 16,4 ± 1,3 (7,9) |
| K | 1663 ± 96 (5,8) | 522 ± 20 (3,8) |
| Mg | 1316 ± 64 (4,9) | 476 ± 33 (6,9) |
| Mn | 8,96 ± 0,03 (0,3) | 2,90 ± 0,07 (2,4) |
| P | 3234 ± 201(6,2) | 412 ± 41 (10,0) |
| Na | 110,4 ± 0,3 (0,3) | 111,5 ± 9,6 (8,6) |
| Si | 17,9 ± 0,1 (0,3) | 11,8 ± 0,3 (2,4) |

Tabela 2: Resultados de concentração total dos analitos Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, P, Na e Si em amostra de feijão preto do tipo 2 . Valores expressos em mg kg⁻¹.

| Analitos | Feijão Cru (CR2) | Feijão cozido (C2) |
|-----------|--------------------|--------------------|
| Al | 18,8 ± 1,6 (8,5) | 2,85 ± 0,07 (2,5) |
| Ca | 949 ± 70 (7,4) | 309 ± 10 (3,2) |
| Fe | 66 ± 4 (6,1) | 13,5 ± 1,3 (9,6) |
| K | 1547 ± 8 (0,5) | 494 ± 33 (6,7) |
| Mg | 1346 ± 85 (6,3) | 336 ± 31 (9,2) |
| Mn | 11,90 ± 0,06 (0,5) | 2,89 ± 0,09 (3,1) |
| P | 3208 ± 158 (4,9) | 889 ± 72 (8,1) |
| Na | 118,1 ± 4,1 (3,5) | 90 ± 3,7 (4,1) |
| Si | 25,2 ± 2,1 (8,2) | 5,89 ± 0,12 (2 0) |

O P mostrou uma variação mínima de concentração entre as amostras cruas, sendo que a maior concentração apresentada foi na amostra CR1 (Marca A) com 3.234 mg kg⁻¹ e menor concentração na C1(Marca A) com 412 mg kg⁻¹. Enquanto isso, o Si foi o elemento que obteve a menor concentração em comparação aos outros elementos, tanto nas amostras cruas quanto nas amostras cozidas.

O Ca apresentou variação de concentração, na qual as maiores foram obtidas na amostra CR1, que apresentou uma quantidade de 1.046 mg kg⁻¹, enquanto as menores concentrações foram obtidas na amostra C2 que apresentou 309 mg kg⁻¹.

Para o Fe, as maiores concentrações atingidas foram encontradas na amostra CR2 - feijão cru (Marca B), que mostrou uma quantidade de 66 mg kg⁻¹. Já as menores concentrações foram obtidas na amostra C2, coincidentemente pertencente a mesma marca apresentando 13,5 mg kg⁻¹. Apesar da baixa concentração encontrada na amostra C2, a amostra C1 também exibiu uma concentração similar a amostra C2.

Para o K, as amostras cruas exibiram concentrações mais altas em comparação as amostras cozidas, sendo a maior concentração relativa à amostra CR1 com 1.663 mg kg⁻¹ e a menor relativa a amostra C2 com 494 mg kg⁻¹.

O Mg apresentou concentrações mais altas nas amostras cruas, sendo a maior concentração na amostra CR2 com 1.346 mg kg⁻¹ e a menor concentração na amostra C2 com 336 mg kg⁻¹.

O Mn e o Al foram os elementos que obtiveram concentrações inferiores ao Si, por conta da cocção das amostras cozidas que ocasionou uma diminuição nas concentrações, isso ocorre por causa da lixiviação dos minerais na água durante o cozimento, se assemelhando aos resultados de Meyer (2013) que relatou perdas similares.

Para o Na, as concentrações obtidas na amostra CR2 e C2 foram bastante semelhantes, mas a CR2 apresentou o valor médio de 118,1 mg kg⁻¹ sendo a maior e a C2 a menor com 90 mg kg⁻¹.

Embora as concentrações de alguns minerais tenham diminuído por conta da cocção, outros minerais obtiveram um aumento da concentração, podendo ser explicado através da desnaturação de proteínas durante o cozimento, que libera alguns elementos da matriz alimentar como cita Oliveira (2017). Enquanto isso, o feijão cru não apresenta mudanças muito significativas em relação à concentração, que pode ser explicado através das condições em que a matriz da amostra é

exposta, principalmente porque o processo de digestão visa a destruição da matriz para liberar os elementos para a solução sem quaisquer lixiviações prévias. (SOUZA, 2018)

4. CONCLUSÕES

Conclui-se no presente trabalho que as maiores concentração em geral estão presentes nas amostras cruas, por não precisarem ser submetidas ao cozimento, o que explica a perda de concentração em alguns elementos das amostras cozidas, certamente pela solubilidade de alguns elementos durante a cocção com água.

Com esses dados, foi possível determinar que as amostras cruas do tipo 2 possuem maior concentração de minerais do que as amostras do tipo 1. Enquanto, as amostras cozidas do tipo 1 apresentam maior concentração que as amostras do tipo 2, levando em consideração que as amostras cozidas fazem parte da ingestão, elas apresentam maior relevância para este estudo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DE SOUZA, M. C. T. L. et al. *Effect of Traditional Household Processes on Iron, Zinc and Copper Bioaccessibility in Black Bean (*Phaseolus vulgaris* L.)*. **Foods**, Basel, v. 7, n. 8, art. 123, 2018

FAO. *Necessidades de energia e proteína*. São Paulo: Roca, 1998. 225 p

OLIVEIRA, A. P.; ANDRADE, G. F.; MATEO, B. S. O.; NAOZUKA, J. Protein and metalloprotein distribution in different varieties of beans (*Phaseolus vulgaris* L.): effects of cooking. **International Journal of Food Science**, v. 2017, p. 1-8, 2017.

MATTSON, S. The cookability of yellow peas: a colloid-chemical and biochemical study. **Acta Agriculturae Scandinavica**, v. 2, n. 1, p. 185-231, 1946.

MEYER, M. R. M.; ROJAS, A.; SANTANEN, A.; STODDARD, F. L. Content of zinc, iron, and their absorption inhibitors in Nicaraguan common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Chemistry**, v. 136, p. 87-93, 2013.

REYES-BASTIDAS, Martha; et al. *Black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) protein hydrolysates: Physicochemical and functional properties*. **Food Chemistry**, v. 194, p. 761-768, 2016