

Feijão macerado: alternativa para melhorar a qualidade nutricional

Soaking beans: alternative to improve nutritional value

Daniela Canuto Fernandes¹; Elizane Melo de Souza²; Maria Margareth Veloso Naves³

Resumo

A proteína do feijão é deficiente em aminoácidos sulfurados e tem digestibilidade reduzida, sobretudo por causa da presença de polifenóis e fitatos no grão. O processo de maceração pode reduzir os teores dessas substâncias, e assim aumentar a digestibilidade de sua proteína. Este trabalho teve o objetivo de investigar o efeito da maceração na qualidade protéica do feijão. O feijão comum (cultivar Carioca) foi submetido a dois tempos de maceração (4 horas e 12 horas) antes do cozimento, na proporção grão:água de 1:3, e uma amostra de feijão foi cozida sem maceração. Foi realizado um ensaio biológico com ratos Wistar e a qualidade protéica dos feijões foi estimada por meio dos índices NPR (Net Protein Ratio) e NPU (Net Protein Utilization). A maceração por 4 horas foi suficiente para reduzir o tempo de cocção do feijão pela metade. O processo de maceração, por 12 horas, melhorou a qualidade protéica do feijão. Assim, a maceração prévia à cocção do feijão pode ser uma alternativa para melhorar o aporte protéico de populações carentes.

Palavras-chave: Leguminosas. Disponibilidade biológica. Valor nutricional. *Phaseolus vulgaris*. Proteína.

Abstract

Bean protein is deficient in sulfur amino acids and has reduced digestibility, mainly due to the polyphenols and phytates present in the grain. The soaking process may reduce the content of these substances and, thus improving protein digestibility. The purpose of this study was to investigate the effect of the soaking process on bean protein quality. Common beans (cv Carioca) were soaked before cooking over two periods of time (4 hours and 12 hours), in the proportion of 1:3 (grain:water) and another bean sample was cooked without soaking. An experiment with Wistar rats was carried out and bean protein quality was estimated by means of Net Protein Ratio (NPR) and Net Protein Utilization (NPU). Soaking process during 4 h was sufficient to reduce in a half the bean cooking time. Soaking for 12 hours improved the protein quality of the beans. Thus, the soaking process may improve the protein intake of poor community.

Keywords: Fabaceae. Biological availability. Nutritional value. *Phaseolus vulgaris*. Protein.

¹ Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás. E-mail: daninutufg@gmail.com.

² Nutricionista pela Universidade Federal de Goiás. E-mail: zaneli21@yahoo.com.br.

³ Doutora em Ciência dos Alimentos-USP e Docente dos Programas de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos e Nutrição e Saúde. Rua 227, quadra 68, s/nº, Setor Leste Universitário, CEP 74605-080, Goiânia, GO. E-mail: mnaves@fanut.ufg.br.

Introdução

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa amplamente consumida em alguns países latino-americanos, sendo uma fonte importante de proteína na alimentação da maioria da população desses países. Embora seu consumo tenha diminuído nas últimas décadas, ainda constitui um alimento básico na dieta do brasileiro (LEVY-COSTA et al., 2005). Além disso, por ser um alimento de alto valor nutritivo, o Guia Alimentar para a População Brasileira recomenda o consumo de feijão quatro vezes por semana, no mínimo, como fonte de proteína da dieta (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

A proteína do feijão é deficiente em aminoácidos sulfurados (metionina e cisteína), em relação ao padrão de necessidades preconizado pela Organização Mundial de Saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2007), e sua digestibilidade é menor que aquela das proteínas de cereais (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 1991). A menor digestibilidade da proteína do feijão é atribuída a vários fatores, tais como a estrutura compacta de proteínas nativas de feijões e a presença de substâncias no tegumento do feijão, como taninos condensados e ácido fítico, que podem formar complexos insolúveis com aminoácidos, tornando-os indisponíveis para absorção (WU et al., 1995; MARTÍNEZ-VALVERDE; PERIAGO; ROS, 2000). Esse fato é especialmente importante em alguns países em desenvolvimento, em que as leguminosas associadas aos cereais constituem a principal fonte de proteína da dieta, sobretudo para a população carente (LEVY-COSTA et al., 2005; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

O processo doméstico de maceração de grãos crus de leguminosas por um período de 12 a

16 horas, prática denominada popularmente de remolho, pode reduzir os teores de polifenóis e fitatos presentes nos grãos, e assim, aumentar a digestibilidade da proteína e seu valor nutricional (MARTÍNEZ-VALVERDE; PERIAGO; ROS, 2000; OLIVEIRA et al., 2001). Entretanto, algumas pesquisas realizadas com feijão comum não confirmaram este efeito. Oliveira et al. (1999) observaram que a maceração por 16 horas não melhorou a qualidade protéica do feijão, tanto nos tratamentos de feijão cozidos com a água de maceração quanto naqueles cozidos sem a água de maceração. Helbig et al. (2003) também não encontraram diferenças na eficácia de utilização protéica entre os tratamentos com feijão sem maceração e feijão macerado. Além disso, o tempo preconizado de maceração é muito longo e de difícil incorporação aos hábitos das comunidades carentes. Assim, propôs-se este trabalho com o objetivo de investigar se a maceração prévia à cocção do feijão melhora sua qualidade protéica, e se esse efeito ocorre em tempos menores que 12 horas.

Material e Métodos

Aquisição e processamento das amostras

A coleta de amostras do feijão comum, cultivar Carioca, foi feita de forma aleatória, no comércio da cidade de Goiânia, considerando-se as marcas mais comercializadas. Após a coleta, os grãos de feijão foram selecionados, retirando-se sujidades e grãos danificados e, em seguida, lavados e submetidos a três tratamentos: cocção sem maceração prévia (FSM), cocção com maceração prévia de 4 horas (FM₄) e cocção com maceração prévia de 12 horas - FM₁₂ (Tabela 1). A cocção do feijão foi realizada desprezando-se a água de maceração.

Tabela 1. Proporção de grão:água e tempos de maceração e cocção empregados no processamento do feijão comum (cultivar Carioca).

Tratamento ¹	Maceração		Cocção ²	
	proporção grão:água	tempo	proporção grão:água	tempo
FSM	-	-	1:3	45 minutos
FM ₄	1:3	4 horas	1:2	25 minutos
FM ₁₂	1:3	12 horas	1:1	20 minutos

¹ FSM: feijão sem maceração; FM₄: feijão submetido a 4 horas de maceração; FM₁₂: feijão submetido a 12 horas de maceração.

² A cocção foi realizada em panela de pressão e os feijões macerados foram cozidos desprezando-se a água de maceração. O tempo refere-se à duração da cocção após fervura.

Avaliação da qualidade protéica

O ensaio biológico foi conduzido durante dez dias, com quarenta ratos Wistar albinos machos, recém desmamados (21 a 23 dias de idade), com peso entre 54g e 66 g, provenientes do biotério de criação da Bioagri Laboratórios (Planaltina, DF). Os ratos foram distribuídos aleatoriamente, segundo delineamento por blocos casualizados, em cinco tratamentos com oito repetições. Foram elaboradas cinco dietas (Tabela 2), segundo formulação básica da AIN 93-G (REEVES; NIELSEN; FAHEY JUNIOR, 1993), sendo uma sem proteína (aprotéica - AP), e quatro com 10% de proteína das seguintes fontes: caseína (CAS - dieta padrão), feijão sem maceração (FSM), feijão submetido a 4 horas de maceração (FM₄) e feijão submetido a 12 horas de maceração (FM₁₂). As dietas e a água foram oferecidas aos animais *ad libitum*. O consumo das dietas e o peso dos animais foram monitorados a cada dois dias, durante 10 dias. Os animais foram mantidos em ambiente bem ventilado, com temperatura controlada (22 ± 2°C) e ciclo claro-escuro de 12

horas. Todo o ensaio biológico foi conduzido de acordo com os princípios éticos preconizados pelo *National Research Council* (1996). Ao final do experimento, os animais foram submetidos à eutanásia por inalação contínua de éter etílico e dissecados para a remoção do fígado.

A qualidade protéica do feijão foi avaliada pelos métodos: *Net Protein Ratio* (NPR), *Relative Net Protein Ratio* (RNPR – NPR relativo ao da caseína), conforme Pellet e Young (1980). Para a estimativa do índice NPU (*Net Protein Utilization*), a fim de se avaliar a retenção protéica, utilizou-se a seguinte equação proposta por Bender e Doell (1957): $NPU = 3,3 + 15,5 NPR$.

Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste para comparação de médias (Tukey, $p < 0,05$), por meio do programa Statistica-Stat Soft Inc. 1984-2007 (Tulsa, EUA).

Tabela 2. Composição das dietas experimentais

Ingrediente ¹	Dieta (g/100g) ²				
	CAS	FSM	FM ₄	FM ₁₂	AP
Caseína	12,82	-	-	-	-
Feijão	-	48,64	49,02	48,64	-
L-cistina	0,20	-	-	-	-
Óleo vegetal	6,70	6,30	6,30	6,30	7,00
Celulose	5,00	-	-	-	5,00
Mistura salina	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Bitartarato de colina	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Mistura vitamínica	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Amido de milho	70,53	40,31	39,93	40,31	83,25

¹ Segundo AIN 93 G (REEVES; NIELSEN; FAHEY JUNIOR, 1993).

² CAS = caseína; FSM = feijão sem maceração; FM₄ = feijão submetido a 4 horas de maceração; FM₁₂ = feijão submetido a 12 horas de maceração; AP = aptotéica.

Resultados e Discussão

A maceração reduziu o tempo de cocção do feijão, tanto no tratamento por 4 horas, quanto no de 12 horas, conforme mostrado na Tabela 1. O processo de maceração prévia à cocção do feijão resulta na redução da dureza do grão, de forma proporcional ao tempo de maceração, reduzindo assim o tempo necessário para a cocção (SEFA-DEDEH; STANLEY; VOISEY, 1978).

O ganho de peso dos animais está mostrado na Tabela 3. O grupo que recebeu dieta contendo feijão sem maceração apresentou menor variação de peso que o grupo que recebeu dieta com feijão macerado por 12 horas. O ganho de peso dos animais

tratados com feijão foi inferior à variação do grupo tratado com a caseína (Tabela 3), o que confirma a superioridade da proteína padrão em promover ganho de peso.

Em relação ao consumo de dieta (Tabela 3), observou-se que este foi similar entre os grupos experimentais, e inferior ao dos animais que receberam caseína. O menor consumo de dieta entre os grupos experimentais pode estar relacionado à modulação de apetite pela dieta oferecida, pois o rato reduz a ingestão de dietas deficientes em aminoácidos essenciais, o que contribui para a redução da taxa de síntese protéica endógena (BOHÉ et al., 2003; GOMES et al., 2003).

Tabela 3. Ganho de peso e consumo de dieta de ratos Wistar e qualidade protéica (NPR, RNPR, NPU) de dietas com feijão cozido submetido à maceração prévia.

Dieta ¹	Ganho de peso ² (g)	Consumo de dieta ² (g)	Índice biológico ²		
			NPR	RNPR (%)	NPU (%)
CAS	43,29 ± 4,64 ^a	121,82 ± 8,53 ^a	3,82 ± 0,12 ^a	100 ^a	62 ± 2 ^a
FSM	5,09 ± 3,24 ^c	83,37 ± 8,71 ^b	1,99 ± 0,27 ^c	52 ± 7 ^c	34 ± 4 ^c
FM ₄	9,03 ± 1,91 ^{b,c}	91,48 ± 7,83 ^b	2,29 ± 0,38 ^{b,c}	60 ± 10 ^{b,c}	39 ± 6 ^b
FM ₁₂	9,80 ± 1,18 ^b	89,60 ± 9,57 ^b	2,39 ± 0,30 ^b	62 ± 8 ^b	40 ± 5 ^b

¹ CAS: caseína; FSM: feijão sem maceração; FM₄: feijão submetido a 4 horas de maceração; FM₁₂: feijão submetido a 12 horas de maceração.

² Valores constituem médias ± desvios-padrão. Em uma mesma coluna, médias com letras diferentes apresentam diferenças estatísticas significativas (Teste de Tukey, p<0,05). NPR: Net Protein Ratio; RNPR: Relative Net Protein Ratio; NPU: Net Protein Utilization. A variação de peso do grupo aptotéico foi de -10,83g.

Quanto aos resultados do índice NPR (Tabela 3), a qualidade protéica do feijão macerado por 12 horas foi superior à do feijão sem maceração ($p < 0,05$), o que explica o maior ganho de peso do grupo FM₁₂ em relação ao grupo FSM, uma vez que o consumo de dieta deles foi semelhante (Tabela 3). Essas diferenças não foram observadas entre os tratamentos FM₄ e FSM, o que pode ter ocorrido em razão do tempo de maceração de 4 horas ter sido insuficiente para melhorar a qualidade protéica do feijão. Ressalta-se ainda que, em ensaios com animais consumindo proteína-teste, o período mínimo de adaptação para que mudanças nos níveis séricos de aminoácidos sejam observadas é de cerca de sete dias após o início da ingestão (PENCHARZ; BALL, 2003). Como o presente estudo teve a duração de dez dias, este tempo pode ter sido insuficiente para evidenciar diferenças na resposta biológica entre os grupos experimentais. Oliveira et al. (1999) obtiveram resultados controversos para o índice NPR em dietas contendo feijão cozido submetido à maceração prévia por 16 horas, sugerindo que o referido processo não afetaria a qualidade protéica deste alimento. Em outro estudo, a eliminação parcial do tegumento dos grãos cozidos e a extração parcial de polifenóis também não elevaram a qualidade protéica do feijão (CHIARADIA; COSTA; GOMES, 1999). Por outro lado, em estudo com feijão macerado por 16 horas, foi verificada uma redução nos teores de fitatos (85%) e taninos (88%) dos feijões, e que a remoção dessas substâncias foi mais efetiva no tratamento em que a água de maceração não era utilizada na cocção dos feijões (OLIVEIRA et al., 2001). Helbig et al. (2003) também verificaram redução nos conteúdos de fitatos (61%) e taninos (89%) no feijão macerado por 16 horas e cozido sem a água de maceração. Além disso, em estudo com feijão macerado e cozido em panela de pressão, foi constatado aumento dos teores de metionina disponível em relação ao feijão sem maceração (TOLEDO; CANNIATTI-BRAZACA, 2008).

Os valores de RNPR (Tabela 3), que expressam

a qualidade protéica em relação à proteína de referência, foram de aproximadamente 60% para os feijões submetidos ao processo de maceração, e de 52% para o feijão sem maceração. A retenção protéica endógena, estimada pelo método NPU, foi em torno de 40% para os grupos FM₄ e FM₁₂, superior à do grupo FSM, e de 62% para a proteína de referência (grupo CAS), cujo valor é compatível com a literatura (NAVES et al., 2004; NAVES et al., 2006). Assim, esses resultados sugerem que o processo de maceração, inclusive no tempo de 4 horas, melhora a qualidade protéica do feijão comum. Cabe ressaltar que o processo de maceração do feijão, aliado à combinação deste alimento com o arroz, pode elevar a qualidade protéica dessa mistura, visto que a combinação desses alimentos apresenta boa qualidade protéica (NPU=57%; RNPR=86%), conforme relatado por Naves et al. (2004).

Por conseguinte, a hipótese de que a maceração aumenta a qualidade protéica do feijão foi confirmada pelos índices NPR e NPU, mas não pelo índice NPR, no tempo de 4 horas de maceração. Para melhor compreensão e elucidação do problema, faz-se necessária a realização de ensaios biológicos com feijão submetido a tempos de maceração inferiores ao período de 12 horas, incluindo o tempo de 4 horas e em um período maior de experimento. É importante confirmar se há melhora na qualidade protéica também em tempos menores de maceração, pois isso simplificaria o processo e reduziria o custo de preparo do feijão, pelo menor tempo necessário para sua cocção em relação ao feijão sem maceração (Tabela 1), facilitando assim a incorporação deste hábito pelas comunidades mais carentes. Além disso, seria interessante a realização de experimentos com diferentes cultivares de feijão, incluindo a análise dos teores de fitatos e taninos em todas as etapas do processamento, e ensaio com animais para avaliar a influência de outros alimentos na qualidade protéica do feijão.

Estudos para melhorar a qualidade protéica do feijão são importantes, considerando que o feijão é

um alimento básico na dieta da população brasileira. Além disso, fornece relevante aporte de proteínas e outros nutrientes, sobretudo para comunidades carentes, cujo consumo de alimentos de origem animal é geralmente limitado (SANTOS et al., 2005; VEIGA; SICHIERI, 2006).

Conclusões

- A maceração por 4 horas foi suficiente para reduzir o tempo de cocção do feijão pela metade.

- A maceração por 12 horas melhorou a qualidade protéica do feijão.

- A maceração do feijão pode ser uma alternativa para melhor aporte protéico de populações mais carentes.

Referências

BENDER, A. E.; DOELL, B. H. Biological evaluation of protein: a new aspect. *British Journal of Nutrition*, London, v. 11, n. 2, p. 140-148, 1957.

BOHÉ, J.; LOW, A.; WOLFE, R. R.; RENNIE, M. J. Human muscle protein synthesis is modulated by extracellular, not intramuscular amino acid availability: a dose response study. *Journal of Physiology*, London, v. 552, p. 315-324, 2003.

CHIARADIA, A. C. N.; COSTA, N. M. B.; GOMES, J. C. Retirada do tegumento e da extração dos pigmentos na qualidade protéica do feijão-preto. *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 12, n. 2, p. 131-136, 1999.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *Protein quality evaluation*. Rome: FAO, 1991. (FAO Food and Nutrition Paper, 51).

GOMES, M. R.; PIRES, I. S. O.; CASTRO, I. A.; TIRAPÉGUI, J. Effect of protein restriction on plasma and tissue levels of insulin-like growth factor-1 (IGF-1) in adult rats. *Nutrition Research*, New York, v. 23, n. 9, p. 1239-1250, 2003.

HELBIG, E.; OLIVEIRA, A. C.; QUEIROZ, K. D. S.; REIS, S. M. P. M. Effect of soaking prior to cooking on the levels of phytate and tannin of the common bean (*Phaseolus vulgaris*, L.) and the protein value. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, Tokyo, v. 49, n. 2, p. 81-86, 2003.

LEVY-COSTA, R. B.; SICHIERI, R.; PONTES, N.

S.; MONTEIRO, C. A. Disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil: distribuição e evolução (1974-2003). *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 39, n. 4, p. 530-540, 2005.

MARTÍNEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M. J.; ROS, G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, Caracas, v. 50, n. 1, p. 5-18, 2000.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Atenção à Saúde. *Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável*. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Guide for the care and use of laboratory animals*. Washington: National Institutes of Health, 1996.

NAVES, M. M. V.; SILVA, M. S.; CERQUEIRA, F. M.; PAES, M. C. D. Avaliação química e biológica da proteína do grão em cultivares de milho de alta qualidade protéica. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 34, n. 1, p. 1-8, 2004.

NAVES, M. M. V.; FERREIRA, C. C. C.; FREITAS, C. S.; SILVA, M. S. Avaliação da qualidade protéica de dois suplementos alimentares em ratos Wistar. *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, v. 17, n. 1, p. 35-42, 2006.

OLIVEIRA, A. C.; REIS, S. M. P. M.; LEITE, E. C.; VILELA, E. S. D.; PÁDUA, E. A.; TASSI, E. M. M.; CÚNEO, F.; JACOBUCCI, H. B.; PEREIRA, J.; DIAS, N. F. G. P.; GONZALEZ, N. B. B.; ZINSLY, P. F. Uso doméstico da maceração e seu efeito no valor nutritivo do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*, L.). *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 12, n. 2, p. 191-195, 1999.

OLIVEIRA, A. C.; QUEIROZ, K. S.; HELBIG, E.; REIS, S. M. P. M.; CARRARO, F. O processamento doméstico do feijão-comum ocasionou uma redução nos fatores antinutricionais fitatos e taninos, no teor de amido e em fatores de flatulência rafinose, estaquiose e verbascose. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, Caracas, v. 51, n. 3, p. 276-283, 2001.

PELLETT, P. L.; YOUNG, V.R. *Nutritional evaluation of protein foods*. Tokyo: The United Nations University, 1980.

PENCHARZ, P. B.; BALL, R. O. Different approaches to define individual amino acid requirements. *Annual Review of Nutrition*, Palo Alto, v. 23, p. 101-116, 2003.

REEVES, P. G.; NIELSEN, F. H.; FAHEY JUNIOR, G. C. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc committee on the formulation of the AIN-76A rodent diet. *Journal of Nutrition*, Bethesda, v. 123, n. 111, p. 1939-1951, 1993.

SANTOS, J. S.; COSTA, C. O. M.; NASCIMENTO SOBRINHO, C. L.; SILVA, M. C. M.; SOUZA, K. E. P.; MELO, B. O. Perfil antropométrico e consumo alimentar de adolescentes de Teixeira de Freitas – Bahia. *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 18, n. 5, p. 623-632, 2005.

SEFA-DEDEH, S.; STANLEY, D.W.; VOISEY, P.W. Effects of soaking time and cooking conditions on texture and microstructure of cowpeas (*Vigna unguiculata*). *Journal of Food Science*, Chicago, v. 43, n. 6, p. 1832-38, 1978.

TOLEDO, T. C. F.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Avaliação química e nutricional do feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) cozido por diferentes métodos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, n. 2, p. 355-360, 2008.

VEIGA, G. V.; SICHIERI, R. Correlation in food intake between parents and adolescents depends on socioeconomic level. *Nutrition Research*, New York, v. 26, n. 10, p. 517-523, 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Protein and amino acid requirements in human nutrition*. Geneva: WHO, 2007. (WHO Technical Report Series, 935).

WU, W.; WILLIAMS, W. P.; KUNKEL, M. E.; ACTON, J. C.; HUANG, Y.; WARDLAN, F. B.; GRIMES, L. W. True protein digestibility and digestibility-corrected amino acid score of red kidney beans (*Phaseolus vulgaris*, L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 43, n. 5, p. 1295-1298, 1995.

Recebido em 20 de dezembro de 2010 – Received on December 20, 2010

Aceito em 07 de julho de 2011 – Accepted on July 07, 2011

