



Composição química de oito cultivares de feijão-caupi

Chemical composition of eight cultivars of cowpea

Júlia Medeiros Bezerra¹, Maria Marlene da Silva Vieira², Adriana Ferreira dos Santos³, Emanuel Tarcísio do Rêgo Farias⁴, Maíra Felinto Lopes⁵, Anielson dos Santos Souza⁶

¹Doutoranda em Engenharia de Processos, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande; juliamedeiros1709@hotmail.com; ²Mestre em Sistemas Agroindustriais, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal; lenaengenharia@hotmail.com; ³Professora do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal; adrefesantos@ccta.ufcg.edu.br; ⁴Mestre em Sistemas Agroindustriais, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal; emanueltarcisio@ccta.ufcg.edu.br; ⁵Professora do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal; mairafelinto@ccta.ufcg.edu.br; ⁶Professor do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal; anielson@ccta.ufcg.edu.br.

ARTIGO

Recebido: 06/05/2018
Aprovado: 07/11/2018

Palavras-chave:

Composição centesimal
Cozimento
Feijão macassar
Vigna unguiculata

Key words:

Centesimal composition
Cooking
Macassar beans
Vigna unguiculata

RESUMO

O feijão é um dos alimentos mais produzidos em todo o território nacional, sendo intensa a busca por cultivares produtivas, com boas características culinárias e diferentes propriedades nutricionais. Com o presente estudo, visou-se avaliar a influencia do cozimento na composição centesimal de oito cultivares de feijão-caupi: Costela de Vaca, BRS Marataoã, BRS Itaim, BR 17-Gurguéia, BRS Novaera, Paulistinha, Setentão e Patativa. Os grãos foram submetidos a dois procedimentos diferentes para realização das análises: *in natura* (farinha) e cozido (com maceração) sob pressão. Foram realizadas as determinações de umidade, cinzas, lipídios, proteínas, carboidratos, valor energético, pH, acidez e açúcares. Todas as análises foram realizadas em quadruplicata nas cultivares *in natura* e cozidas, sendo os resultados expressos como média \pm desvio-padrão. Os resultados mostraram que o conteúdo de umidade variou de 7-11% nas cultivares cruas, com aumento após o cozimento (60-70%). Ao passo que, o conteúdo de proteínas, cinzas, carboidratos, valor energético e açúcares, diminuíram em todas as cultivares cozidas. Pode-se concluir que, dentre as cultivares analisadas, a Setentão foi a que apresentou o maior teor de proteína, antes e após o cozimento. Mesmo com redução nos demais parâmetros, as cultivares de feijão-caupi mantiveram características nutritivas e funcionais relevantes, apresentando um tempo de cocção entre 8 a 10 minutos, sendo consideradas de rápido cozimento e, portanto adequadas para atender a demanda atual dos consumidores.

ABSTRACT

Beans are one of the most produced foods in the whole national territory, being intense the search for productive cultivars, with good culinary characteristics and different nutritional properties. The present study aimed to evaluate the influence of cooking on the centesimal composition of eight cultivars of cowpea: Costela de Vaca, BRS Marataoã, BRS Itaim, BR 17-Gurguéia, BRS Novaera, Paulistinha, Setentão and Patativa. The grains were submitted to two different procedures to perform the analyzes: *in natura* (flour) and cooked (with maceration) under pressure. The determinations of moisture, ashes, lipids, proteins, carbohydrates, energy, pH, acidity, and sugars were carried out. All analyzes were performed in quadruplicate in the *in natura* and cooked cultivars, and the results were expressed as mean \pm standard deviation. The results showed that the moisture content varied from 7-11% in the raw cultivars, with increase after cooking (60-70%). Whereas, the content of proteins, ashes, carbohydrates, energetic value and sugars, decreased in all the cooked cultivars. It can be concluded that, among the cultivars analyzed, the Setentão showed the highest protein content, before and after cooking. Even with a reduction in the other parameters, the cultivars of cowpea maintained relevant nutritional and functional characteristics, presenting a cooking time between 8 and 10 minutes, being considered fast cooking and therefore adequate to meet the current demand of consumers.



INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), é uma das mais importantes leguminosas produzidas em regiões tropicais e subtropicais do mundo, principalmente nos países em desenvolvimento da África, América Latina e Ásia, sendo a principal fonte de proteínas, calorias, fibras alimentares, minerais e vitaminas para um grande segmento da população mundial (CARVALHO et al., 2012). É uma cultura de importância econômica, cultivada por pequenos e médios produtores das regiões Nordeste e Norte do Brasil, representando uma das principais fontes de renda e emprego para a região, sendo popularmente conhecido por feijão-macassar, feijão-de-corda, feijão-de-praia, feijão-fraldinha ou feijão-miúdo (FREIRE FILHO et al., 2005; FROTA et al., 2008).

Dentre as leguminosas, caracteriza-se por ser um alimento com um bom valor nutritivo, elevado teor de proteínas, fibras alimentares, que apresentam efeito hipoglicêmico e hipocolesterolêmico, carboidratos complexos e compostos fenólicos com elevada atividade antioxidante (SILVA et al., 2009). Os programas de melhoramento genético do feijoeiro visam obter cultivares que apresentem alta produtividade, aliada a resistência às doenças, com produção de grãos apresentando forma, tamanho, cor e brilho aceitáveis no mercado. Além disso, os grãos de feijão devem possuir características culinárias e nutricionais desejáveis, como facilidade de cocção, boa palatabilidade, textura macia do tegumento, capacidade de produzir caldo claro e denso após o cozimento, maior teor de proteínas e minerais (MESQUITA et al., 2006).

Diversos métodos têm sido utilizados para melhorar a qualidade nutricional do feijão, como o descascamento, a maceração, o cozimento e a germinação. Os efeitos variam dependendo da cultivar e do tratamento. Em geral, todos estes processos reduzem os fatores antinutricionais, além da ocorrência de perdas no conteúdo de proteínas, vitaminas e minerais (RAMÍREZ-CÁRDENAS et al., 2008). Tendo em vista as propriedades químicas e nutritivas do feijão-caupi, objetivou-se caracterizar quimicamente oito cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) *in natura* e cozido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal (LTPOV) e no Laboratório de Química, Bioquímica e Análise de Alimentos (LQBAA) do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, no município de Pombal, Paraíba.

Foram utilizadas amostras de oito cultivares de feijão-caupi seco, sendo elas: Costela de Vaca, BRS Marataoã, BRS Itaim, BR 17-Gurgueia, BRS Novaera, Paulistinha, Setentão e Patativa. Os feijões foram provenientes de cultivos realizados em área experimental do setor de Agricultura da Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias (UAGRA/UFCG).

As amostras de feijão foram submetidas a dois métodos diferentes para a realização das análises físico-químicas: *in natura* (seco): feijão triturado até a obtenção de uma massa homogênea e cozido: em panela de pressão por 10 min, com maceração (12h antes do cozimento) em proporção feijão: água de 1:3 (p/v). Após a cocção os feijões foram separados

do caldo e submetidos ao congelamento a -18°C, para avaliações químicas.

Composição Centesimal

Umidade (%): determinada por meio de secagem em estufa a 105°C até peso constante de acordo com método do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008);

Cinzas (%): determinada pela incineração da amostra em mufla a 550°C até as cinzas ficarem brancas ou ligeiramente acinzentadas (IAL, 2008);

Proteínas (%): o teor de nitrogênio total das amostras foi determinado pelo Método de Kjeldahl, utilizando-se o fator de conversão genérico 6,25 para transformação do teor quantificado em proteína segundo o método descrito pelo IAL (2008);

Lipídios (%): foram determinados como extrato etéreo através da extração contínuo pelo método de Soxhlet, utilizando hexano como solvente conforme as normas do IAL (2008);

Carboidratos (%): calculado pela diferença entre 100 e a soma das percentagens de umidade, proteína, lipídios e cinzas (BRASIL, 2011);

Valor energético (kcal/100g): calculado multiplicando-se os valores de proteínas, carboidratos e lipídios pelos fatores atwater (BRASIL, 2011).

Avaliação Físico-Química

Acidez Titulável: AT (% de ácido cítrico): por titulometria com NaOH 0,1 M, segundo Instituto Adolfo Lutz - IAL (2008).

pH: determinado em pHmetro, com inserção direta do eletrodo, de acordo com IAL (2008).

Açúcares redutores (g.100g⁻¹): determinados conforme método do ácido dinitrosalicílico (DNS), descrito por Miller (1959). Os extratos foram preparados utilizando-se 1 g de feijão (*in natura*) diluído em 25 mL de água destilada e de 2 g de feijão (cozido) diluído em 25 mL de água destilada. Uma alíquota de 0,4 mL do extrato (feijão *in natura*) e de 1,2 mL (feijão cozido) foi misturada a 1,1 mL e 0,3 mL de água destilada respectivamente e a 1,0 mL da solução de ácido dinitrosalicílico para obtenção das amostras, seguida de agitação e repouso em banho-maria a 100 °C por 5 minutos. A curva padrão foi preparada com glicose e as leituras das amostras foram feitas em espectrofotômetro a 540 nm.

Açúcares solúveis totais (g.100g⁻¹): foram determinados pelo método da Antrona, segundo metodologia descrita por Yemm e Willis (1954). Os extratos foram obtidos através da diluição de 1g de feijão (*in natura* e cozido) em 200 mL de água destilada. As amostras foram preparadas em banho de gelo, adicionando-se em um tubo 50 µL do extrato, 950 µL de água destilada e 2,0 mL da solução de Antrona 0,2%, seguida de agitação e repouso em banho-maria a 100 °C por 3 minutos. A leitura das amostras foi realizada em espectrofotômetro a 620 nm, utilizando-se como referência a glicose para obtenção da curva padrão.

Delineamento Experimental e Análise Estatística

O experimento foi instalado segundo um delineamento inteiramente casualizado com 8 tratamentos (cultivares), com 4 repetições de 150g de feijão/parcela, para os feijões submetidos aos dois procedimentos: *in natura* e cozido, os quais foram avaliados independentemente. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as

médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa computacional ASSISTAT versão 7.7 (SILVA, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados para umidade, cinzas, lipídios, proteínas, carboidratos e valor energético obtidos para oito cultivares de feijão-caupi cruas e cozidas.

Com relação aos resultados obtidos para a umidade dos grãos crus, as cultivares BRS Itaim (7,97%) e BR 17-Gurguéia (7,12%) apresentaram os menores teores, demonstrando uma maior estabilidade, qualidade e composição, ou seja, menor sensibilidade à deterioração, quando comparado às demais cultivares. Barros (2014) ao avaliar quatro cultivares de feijão-caupi cru (BRS Milênio, BRS Aracê, BRS Tumucumaque e BRS Xique-xique) obteve valores próximos, variando de 9,70% a 10,58%.

Tabela 1. Composição centesimal e valor calórico das oito cultivares de feijão-caupi cruas e cozidas.

Composição Centesimal	Cultivares	Processamento	
		<i>in natura</i>	Cozido
		Média ± DP	Média ± DP
Umidade (%)	Costela de Vaca	10,52b ± 0,05	67,53b ± 0,35
	BRS Marataoã	10,50b ± 0,06	67,85b ± 0,52
	BRS Itaim	7,97d ± 0,08	66,97b ± 1,23
	BR 17-Gurguéia	7,12e ± 0,19	70,13a ± 0,44
	BRS Novaera	10,57b ± 0,10	68,15b ± 0,26
	Paulistinha	11,32a ± 0,08	67,94b ± 0,42
	Setentão	7,32e ± 0,06	67,84b ± 0,19
	Patativa	9,65c ± 0,03	67,16b ± 0,33
	CV	0,99	0,82
Cinzas (%)	Costela de Vaca	4,62bc ± 0,06	1,26a ± 0,04
	BRS Marataoã	4,74b ± 0,10	1,26a ± 0,05
	BRS Itaim	4,07cd ± 0,03	1,11bc ± 0,03
	BR 17-Gurguéia	4,51bcd ± 0,04	1,02cd ± 0,03
	BRS Novaera	3,20e ± 0,07	0,95d ± 0,04
	Paulistinha	3,98d ± 0,07	1,17ab ± 0,01
	Setentão	5,31a ± 0,49	1,26a ± 0,06
	Patativa	4,33bcd ± 0,42	1,18ab ± 0,06
	CV	5,42	3,75
Lipídios (%)	Costela de Vaca	0,54ab ± 0,21	0,88a ± 0,07
	BRS Marataoã	0,68ab ± 0,16	0,61ab ± 0,15
	BRS Itaim	0,49b ± 0,23	0,31c ± 0,13
	BR 17-Gurguéia	0,55ab ± 0,22	0,42bc ± 0,02
	BRS Novaera	1,09a ± 0,24	0,36bc ± 0,09
	Paulistinha	0,64ab ± 0,30	0,40bc ± 0,17
	Setentão	0,40b ± 0,25	0,41bc ± 0,05
	Patativa	0,62ab ± 0,31	0,43bc ± 0,15
	CV	38,56	23,89
Proteínas (%)	Costela de Vaca	22,00b ± 1,17	7,48c ± 0,80
	BRS Marataoã	22,63b ± 0,78	9,05bc ± 0,82
	BRS Itaim	21,17b ± 1,77	8,60bc ± 0,48
	BR 17-Gurguéia	20,66b ± 1,17	8,10bc ± 1,15
	BRS Novaera	20,67b ± 0,81	8,74bc ± 0,80
	Paulistinha	23,27b ± 1,48	9,68abc ± 0,59
	Setentão	26,06a ± 0,86	11,88a ± 1,75
	Patativa	22,70b ± 1,11	9,98ab ± 0,62
	CV	5,30	10,39
Carboidratos (%)	Costela de Vaca	62,30bc ± 1,03	22,84a ± 0,51
	BRS Marataoã	61,43bc ± 0,84	21,20ab ± 0,21
	BRS Itaim	66,28a ± 1,86	22,98a ± 1,22
	BR 17-Gurguéia	67,46a ± 1,77	20,31bc ± 0,84
	BRS Novaera	64,24ab ± 0,69	21,77ab ± 0,85
	Paulistinha	60,33c ± 1,77	20,78abc ± 0,58
	Setentão	61,28bc ± 1,42	18,79c ± 1,78
	Patativa	62,48bc ± 1,27	21,23ab ± 0,82
	CV	2,21	4,52

Valor Energético (Kcal/100g)	Costela de Vaca	342,17d ± 1,22	129,22a ± 1,48
	BRS Marataoã	342,43d ± 1,00	126,57a ± 1,52
	BRS Itaim	354,25ab ± 1,09	129,21a ± 4,75
	BR 17-Gurguéia	357,56a ± 2,84	117,44b ± 1,78
	BRS Novaera	349,56bc ± 2,52	125,40a ± 1,20
	Paulistinha	340,28d ± 4,85	125,53a ± 2,30
	Setentão	353,02ab ± 2,75	126,46a ± 1,92
	Patativa	346,35cd ± 3,41	128,75a ± 1,96
	CV	0,79	1,87

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação (%)

Para os grãos cozidos, o conteúdo de umidade aumentou em todas as cultivares, permanecendo dentro da faixa de 60-70%, com o menor teor observado para cultivar BRS Itaim (66,97%). Durante o cozimento, o tegumento do feijão encontra-se diretamente envolvido na absorção da água. Alguns trabalhos indicam a existência de uma proporção inversa entre o tempo de cozimento e a absorção de água, e quanto maior a capacidade de absorção menor o tempo de cocção. Assim, os teores de água variam de cultivar para cultivar, segundo as propriedades e características dos tegumentos (permeabilidade e composição), composição química, temperatura de cocção (a absorção aumenta com a temperatura) e condições fisiológicas das cultivares (CAMPOS et al., 2010).

De acordo com os resultados obtidos para cinzas, a cultivar Setentão apresentou o maior teor de cinzas (5,31%), isso indica maior quantidade de resíduo inorgânico, que é constituída principalmente de minerais. Após o cozimento, houve uma redução estatisticamente significativa no teor de cinzas totais em todas as cultivares. Barros (2014) ao analisar feijão-caupi cru e cozido, observou teores de 3,55% (BRS Aracê) e 1,42% (BRS Tumucumaque), respectivamente. Pinheiro (2013) analisou genótipos de feijão-caupi crus e cozidos e também obteve uma redução significativa ($p < 0,05$) após o cozimento, pois o feijão cru apresentou teores de cinzas variando de 3,56% a 3,79% e o feijão cozido variou de 0,58% a 1,31%. Ramírez-Cárdenas et al. (2008), em estudo sobre a composição centesimal do feijão-comum, observaram uma redução de 4% no teor de cinzas após o cozimento.

Esta diminuição no teor de cinzas pode ser atribuída à perda de minerais por difusão na água empregada pelo tratamento térmico (BARAMPAMA; SIMARD, 1995). Ahvenainen (1996), afirma que a manutenção das quantidades minerais em um alimento é um desafio, uma vez que, logo após a colheita, reações químicas e físicas passam a ocorrer e podem influenciar na qualidade, e os principais determinantes das perdas são os métodos de cocção, pois a temperatura, o tempo e o tipo de cocção influenciam diretamente na quantidade final destes nutrientes.

Os feijões apresentam, geralmente, um baixo conteúdo de lipídios em comparação com outros macronutrientes (RAMÍREZ-CÁRDENAS, 2006). Após o cozimento, ocorreu uma redução no conteúdo deste nutriente em todas as cultivares analisadas, com exceção da cultivar Costela de Vaca.

Resultados semelhantes foram obtidos por El-Jasser (2011), que observou uma redução no teor de lipídios após o cozimento, apresentando o feijão cru e cozido valores de 1,3% e 1,1%, respectivamente. Giami (2005) também observou uma diminuição no conteúdo deste nutriente após o cozimento de linhagens de feijão-caupi com diferentes

colorações dos tegumentos. A cultivar de feijão-caupi BRS Tumucumaque apresentou 1,69% de lipídeos na forma crua, e houve um aumento de 22% no seu conteúdo quando cozida (2,07%). Em estudo realizado por Pinheiro (2013), após o cozimento foi verificado aumento no teor de lipídios na linhagem MNC03-737F-5-4 quando comparado ao respectivo feijão cru. Um aumento de 9% no teor de lipídios também foi observado por Costa et al., (2001) em pesquisa com feijão da cultivar IAC-Carioca cozido sem maceração. O efeito de aumento e diminuição no teor de lipídios após o cozimento de cultivares de feijão comum também foi observado por Ramírez-Cárdenas et al. (2008). Tais autores enfatizam que a diminuição no conteúdo de lipídios pode ser devido às interferências durante a análise provocadas pela formação de um complexo lipídio-proteína.

As proteínas são um dos principais componentes de todos os feijões secos (SATHE, 2002). Os teores de proteínas, em 100g das amostras encontrados nas oito amostras de feijão-caupi estão maiores que os resultados de alguns alimentos como, fígado de boi (20g), carne de frango (18,20g), ovo de galinha cozido (12,80g), ervilha em conserva (5,25g), observados por Franco (2008). Porém, as proteínas tem seu valor nutritivo dependente de vários fatores, como digestibilidade, aminoácidos essenciais, fatores antinutricionais e processamento (DAMODARAN et al., 2010).

Segundo Carvalho et al. (2012), o conteúdo de proteínas totais de genótipos de feijão-caupi brasileiros varia de 20 a 30%, corroborando com os resultados obtidos no presente estudo, no qual o feijão-caupi cru apresentou teores proteicos entre 20% a 26% (Tabela 1). Após o cozimento, houve uma redução significativa ($p < 0,05$) no conteúdo de proteínas para todas as cultivares analisadas. Essa redução ocorreu, provavelmente devido à perda na maceração/cocção, pois proteínas e aminoácidos podem ter se solubilizado na água de maceração e, com isso, descartados, provocando a diminuição do teor. Os processamentos térmicos como o cozimento podem provocar alterações físico-químicas nas proteínas, amido e outros componentes das leguminosas, afetando o seu valor nutritivo (RAMÍREZ-CÁRDENAS et al., 2008).

As diferenças observadas no conteúdo de proteínas dos grãos do presente estudo em relação a outras pesquisas com o feijão-caupi obtido via melhoramento genético convencional sugerem que esta técnica produz mudanças nos valores nutritivos dos feijões, no tocante ao seu teor de proteínas. Além disso, outros fatores podem interferir nas qualidades nutricionais e tecnológicas do feijão como o genótipo e as condições do ambiente durante o desenvolvimento da planta (CASTELLÓN et al., 2003; RIBEIRO, 2010).

No que se refere à porcentagem de carboidratos nos grãos crus, apresentaram valores entre 60% e 67%,

posteriormente ao cozimento, os teores sofreram redução, variando de 18% e 22%, de acordo com a Tabela 2.

Os resultados obtidos nesse estudo estão em equivalência com os reportados por Barros (2014) que analisou cultivares de feijão-caupi e obteve teores de carboidratos que variaram de 61,28% e 14,95%, para o feijão cru e cozido, respectivamente. O elevado conteúdo de carboidratos no feijão-caupi era esperado, uma vez que apresenta um teor médio de 64% no feijão cru (ROCHA, 2009). Apesar da diminuição após o cozimento, o teor de carboidratos continuou expressivo, confirmando ser esse alimento uma boa fonte energética.

As cultivares apresentaram valores energéticos totais para o feijão cru de 357,56 Kcal/100g (BR 17-Gurguéia) para 342,17Kcal/100g (Costela de Vaca), de acordo com a Tabela 2. O feijão cozido apresentou uma redução no valor

energético com teores de 129,22 Kcal/100g (Costela de Vaca) para 117,44 Kcal/100g (1032,63 KJ). Esta diminuição também foi observada por Barros (2014) com quatro cultivares de feijão-caupi, em que o feijão cru apresentou valor de 362,39 Kcal/100g (BRS Aracê) e o feijão cozido 171,16 Kcal/100g (BRS Milênio). Pinheiro (2013) comprovou que o processamento térmico provocou uma redução do valor energético dos grãos crus para os cozidos em genótipos de feijão-caupi, onde o valor energético total variou de 329,57 a 346,72 Kcal/100g nos grãos crus e de 225,45 a 246,64 Kcal/100g. Thangadurai (2005) observou essa diminuição e verificou que o feijão-caupi cru apresentou valor de 392,2 Kcal/100g e o feijão cozido 382,4 Kcal/100g. A diminuição do valor energético dos genótipos após o cozimento pode ser atribuída à redução dos teores de alguns macronutrientes, como os carboidratos.

Tabela 2. Valores médios e desvios padrão de pH, acidez titulável e açúcares redutores e totais em oito cultivares de feijão-caupi cruas e cozidas.

Variáveis	Cultivares	Processamento	
		<i>in natura</i>	Cozido
		Média ± DP	Média ± DP
pH	Costela de Vaca	6,53a ± 0,12	7,14ab ± 0,10
	BRS Marataoã	6,44ab ± 0,08	7,15ab ± 0,08
	BRS Itaim	5,96c ± 0,02	7,12ab ± 0,04
	BR 17-Gurguéia	6,38ab ± 0,14	7,10ab ± 0,01
	BRS Novaera	6,25b ± 0,08	7,23ab ± 0,08
	Paulistinha	6,39ab ± 0,12	7,24a ± 0,08
	Setentão	6,30b ± 0,09	7,11ab ± 0,03
	Patativa	6,31ab ± 0,06	7,09b ± 0,03
	CV	1,51	0,89
Acidez Titulável (% ácido cítrico)	Costela de Vaca	0,81a ± 0,04	0,24ab ± 0,01
	BRS Marataoã	0,80a ± 0,06	0,26ab ± 0,02
	BRS Itaim	0,65bc ± 0,10	0,22b ± 0,02
	BR 17-Gurguéia	0,71ab ± 0,04	0,24ab ± 0,05
	BRS Novaera	0,62bc ± 0,08	0,21b ± 0,03
	Paulistinha	0,60bc ± 0,04	0,25ab ± 0,05
	Setentão	0,71ab ± 0,07	0,30a ± 0,02
	Patativa	0,53c ± 0,02	0,27ab ± 0,04
	CV	8,96	13,29
Açúcares Redutores (g.100g ⁻¹)	Costela de Vaca	2,69d ± 0,03	0,29b ± 0,07
	BRS Marataoã	2,75cd ± 0,07	0,42a ± 0,04
	BRS Itaim	2,88c ± 0,03	0,14c ± 0,01
	BR 17-Gurguéia	3,68a ± 0,06	0,14c ± 0,00
	BRS Novaera	2,71d ± 0,14	0,20c ± 0,00
	Paulistinha	3,17a ± 0,07	0,39a ± 0,02
	Setentão	2,83cd ± 0,05	0,29b ± 0,03
	BRS Patativa	3,74a ± 0,01	0,37a ± 0,02
	CV	2,23	11,07
Açúcares Totais (g.100g ⁻¹)	Costela de Vaca	12,32a ± 1,86	0,63c ± 0,08
	BRS Marataoã	13,40a ± 1,34	1,44ab ± 0,24
	BRS Itaim	13,20a ± 2,32	1,21b ± 0,15
	BR 17-Gurguéia	13,67a ± 1,07	1,07b ± 0,14
	BRS Novaera	13,63a ± 0,94	1,32b ± 0,19
	Paulistinha	13,40a ± 1,71	1,20b ± 0,14
	Setentão	12,57a ± 0,92	1,31b ± 0,16
	BRS Patativa	11,97a ± 1,02	1,72a ± 0,20
	CV	11,34	13,52

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação (%).

De acordo com os valores de pH e acidez do feijão-caupi cru e cozido apresentados na Tabela 2, é possível classificá-lo como um alimento de baixa acidez, ou seja, fracamente ácido.

A medida de pH de um alimento deve ser considerada na sua avaliação da qualidade, sob o ponto de vista microbiológico e químico. Na avaliação microbiológica, os alimentos se dividem em pH inferiores ou superiores a 4,5 que, de modo geral, indicam o seu grau de deterioração, atestado pela acidez ou basicidade desenvolvida. Nos aspectos químicos, a maior parte das reações ocorre durante o armazenamento e processamento dos alimentos e são significativamente alteradas, devido à variação da concentração hidrogeniônica do meio (GOMES; OLIVEIRA, 2011).

A determinação da acidez em conjunto com a medida de pH em grãos de feijão são parâmetro que pode contribuir na avaliação da qualidade tecnológica, nutricional e microbiológica destes produtos. As condições inadequadas de armazenamento podem levar à acidificação do tecido, conduzindo ao defeito de textura (LIU et al., 1993). A acidificação do tecido pode ser devida a processos biológicos como a hidrólise enzimática (lipases) de lipídios em ácidos graxos, à oxidação desses ácidos em ácidos orgânicos, hidrólise da fitina por ação da fitase, formando fosfato inorgânico e devido à ação de micro-organismos (RIBEIRO et al., 2005).

O pH de grãos de feijão branco comercial, adquiridos no segmento varejista, sem controle de tempo de armazenamento, temperatura e umidade foi reportado por Silochi et al. (2013), com valores próximos da neutralidade que variaram de 6,53 a 6,61. A acidez titulável variou de 5,73 a 7,63%, ou seja, o feijão apenas macerado e sem cocção apresentou maior acidez e, por consequência, apresentou redução no pH. Estudos sobre pH e acidez, em diversos tipos de feijões, considerando períodos de armazenamento, temperatura, umidade e diferentes tratamentos têm apresentado resultados semelhantes, relacionados ao pH/acidez (SILOCHI et al., 2013).

Os valores de pH em grãos de feijão, reportados por Ribeiro et al. (2005), apontaram que feijões armazenados a 41°C e 75% de umidade relativa pelo período de 30 e 60 dias também mantiveram índices próximos da neutralidade: 6,47, 6,30 e 6,23 para os feijões controle, 30 e 60 dias de armazenamento, respectivamente.

A qualidade do feijão relacionada ao período de armazenamento refrigerado e ao pH foi observada por Rigueira et al. (2009), que encontraram valores próximos da neutralidade (pH = 6,36) ao final do período do armazenamento.

Conforme a Tabela 2 é possível observar que após a cocção houve uma redução na concentração de açúcares redutores e totais para todas as cultivares avaliadas, com possíveis perdas para o caldo de cocção. Valores reduzidos de açúcares redutores foram observados para o feijão cozido (0,14 g.100g⁻¹, cultivares BRS Itaim e BR 17-Gurguéia) em relação ao feijão cru (3,68 g.100g⁻¹ cultivar BR 17-Gurguéia). Não foi detectada diferença entre as cultivares avaliadas quanto ao teor de açúcares totais no feijão cru, com redução após o cozimento.

Segundo Caniato et al. (2007), o conteúdo de açúcares totais representa os açúcares estruturais presentes nos grãos

como também os açúcares redutores, responsáveis pelo sabor adocicado, característico do produto fresco.

CONCLUSÕES

O processo de cozimento afeta a composição centesimal das cultivares de feijão-caupi, provocando aumento no teor de umidade e diminuição nos teores de proteína, carboidratos e valor energético, em comparação aos grãos crus, sendo esses nutrientes transferidos para o caldo de cocção.

Apesar das alterações provocadas pelo cozimento na composição centesimal das cultivares de feijão-caupi, os mesmos preservaram elementos e características nutricionais importantes que tornam seu consumo benéfico do ponto de vista nutritivo e funcional.

REFERÊNCIAS

- AHVENAINEN, R. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trends in Food Science and Technology*, v.7, n.6, p.179-187, 1996.
- BARAMPANA, Z.; SIMARD, R. E. Effects of soaking, cooking and fermentation on composition, in-vitro starch digestibility and nutritive value of common beans. *Plant Foods for Human Nutrition*, v.48, n.4, p.349-365, 1995.
- BARROS, N. V. A. Influencia do cozimento na composição centesimal, minerais, compostos bioativos e atividade antioxidante de cultivares de feijão-caupi. 2014. 90f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) Universidade Federal do Piauí, Piauí. 2014.
- BRASIL. Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO. 4.ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. 161 p.
- CAMPOS, E. S.; ALVES, J. M. A.; UCHÔA, S. C. P.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; SANTOS, C. S. V. Características morfológicas e físicas de grãos secos e hidratados de cinco cultivares de feijão-caupi. *Revista Agroambiente*, v.4, n.1, p.34-41, 2010.
- CANIATO, F. F. GALVÃO, J. C. C.; FINGER, F. L.; PUIATTI, M.; OLIVEIRA, D. A.; FERREIRA, J. L. Quantificação de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e amido nos grãos verdes de cultivares de milho na colheita. *Ciência Agrotécnica*, v.31, n.6, p.1893-1896, 2007
- CARVALHO, A. F. U.; SOUSA, N. M.; FARIAS, D. F.; ROCHA-BEZERRA, L. C. B.; SILVA, R. M. P.; VIANA, M. P.; GOUVEIA, S. T.; SAMPAIO, S. S.; SOUSA, M. B.; LIMA, G. P. G.; MORAIS, S. M.; BARROS, C. C.; FREIRE FILHO, F. R. Nutritional ranking of 30 Brazilian genotypes of cowpeas including determination of antioxidant capacity and vitamins. *Journal of Food Composition and Analysis*, v.26, n.1-2, p.81-88, 2012.
- CASTÉLLON, R. E. R. ARAÚJO, F. M. M. C.; RAMOS, M. V.; ANDRADE NETO, M.; FREIRE FILHO, F. R.; GRANGEIRO, T. B.; CAVADA, B. S. Composição elementar e caracterização da fração lipídica de seis cultivares de caupi. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.7, n.1, p.149-153, 2003.

- COSTA, G. R.; SILVA, S. M.; GARCIA, D. C.; HOFFMANN JÚNIOR, L. Variabilidade para absorção de água nos grãos de feijão do germoplasma da UFLA. *Ciência e Agrotecnologia*, v.25, n.4, p.1017-1021, 2001.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. *Química de Alimentos de Fennema*. 4. ed. Porto Alegre (RS): Artmed; 2010. 900p.
- EL-JASSER, A. S. H. Chemical and biological properties of local cowpea seed protein grown in Gizan Region. *International Journal of Agricultural and Biological Sciences*, v.1, n.2, p.68-75, 2011.
- FRANCO, G. Tabela de composição química dos alimentos. 9.ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2008. 164p.
- FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, A. A. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). *Feijão-caupi: avanços tecnológicos*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 28-92.
- FROTA, K. de M. G.; SOARES, R. A. M.; ARÊAS, J. A. G. Composição química do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.), cultivar BRS- Milênio. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.28, n.2, p.470-476, 2008.
- GIAMI, S. Y. Compositional and nutritional properties of selected newly developed lines of Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Journal of Food Composition and Analysis*, v.18, n.7, p.665-673, 2005.
- GOMES, F. P. E. Curso de Estatística Experimental. São Paulo, Nobel, p.96-125, 1987.
- GOMES, J. C.; OLIVEIRA, G. F. Análises físico-químicas de alimentos. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa - UFV, 2011.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 4ª ed. São Paulo: IAL, 2008. 1020 p.
- LIU, K.; PHILLIPS, R. D.; MCWATTERS, K. H. Mechanism of pectin change during soaking and cooking as related to hard-to-cook defect in cowpeas. *J. Agric. Food Chemistry*, v.41, n.9, p.1476, 1993.
- MESQUITA, F. R.; CORRÊA, A. D.; ABREU, C. M. P.; LIMA, R. A. Z.; ABREU, A. F. B. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): composição química e digestibilidade proteica. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.31, n.4, p.1114-1121, 2006.
- MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, v.31, p.426-428, 1959.
- PINHEIRO, E. M. Caracterização química, poder antioxidante e efeito do cozimento de genótipos de feijão-caupi. 2013. 65f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) Universidade Federal do Piauí, Piauí. 2013.
- RAMÍREZ-CÁRDENAS, L. Biodisponibilidade de zinco e ferro, valor nutricional e funcional de diferentes cultivares de feijão comum submetidos a tratamentos domésticos. 2006. 171f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2006.
- RAMÍREZ-CÁRDENAS, L.; LEONEL, A. J.; COSTA, N. M. B. Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de diferentes cultivares de feijão comum. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. v.28, n.1, p.200-213, 2008.
- RIBEIRO, N. M.; SANTOS, W. P. C.; CONCEIÇÃO, D. S.; PAIXÃO, C. B.; NETO, R. J. G. Análise de constituintes químicos do feijão-de-corda (*Vigna unguiculata*). In: Congresso de pesquisa e inovação da rede norte nordeste de educação tecnológica, 5., 2010, Alagoas. Anais... Alagoas: Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica, 2010.
- RIBEIRO, H. J. S. S. PRUDENCIO-FERREIRA, S. H.; MIYAGUI, D. T. Propriedades físicas e químicas de feijão comum preto, cultivar IAPAR 44, para envelhecimento acelerado. *Ciência Tecnologia Alimentos*, v.25, n.1, p.165-169, 2005.
- RIGUEIRA, R. J. A.; LACERDA FILHO, A. F.; VOLK, M. B. S. Avaliação da qualidade do feijão armazenado em ambiente refrigerado. *Alimentação e Nutrição*, Araraquara, v.20, n.4, p.649-655, 2009.
- ROCHA, M. de M. O feijão-caupi para consumo na forma de feijão fresco. 2009. Disponível em: <http://agrosoft.com/pdf.php/?node=212374>. Acesso em: 05 dezembro 2013.
- SATHE, S. K. Dry bean protein functionality. *Critical Reviews In Biotechnology*, v.22, n.2, p.175-223, 2002.
- SILLOCHI, R. M. H. Q.; VEITH, M. R.; HENNING, K.; MACHADO, S. R. C. Métodos para determinação de textura, fibra bruta, pH e acidez titulável em feijão branco (*Phaseolus vulgaris* L.). In: Encontro de segurança alimentar, 2013, Anais. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Uniãoeste, 2013.
- SILVA, A. G.; ROCHA, L. C.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Caracterização físico-química, digestibilidade proteica e atividade antioxidante de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). *Alimentos e Nutrição*. v.20, n.4, p.591-598, 2009.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016. 10.5897/AJAR2016.11522.
- THANGADURAI, D. Chemical composition and nutritional potential of *Vigna unguiculata* ssp. *Cylindrica* (Fabaceae). *Journal of Food Biochemistry*, v. 29, n.1, p.88-98, 2005.
- YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. *Biochemical Journal*, v.57, p.508-515, 1954.