



Qualidade tecnológica de grãos de feijoeiro especial durante o armazenamento

Adailza Guilherme CAVALCANTE *¹, Flávia Constantino MEIRELLES ¹, Vinicius Augusto FILLA ¹,
Alian Cássio CAVALCANTE ², Leandro Borges LEMOS ¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, Brasil.
² Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.
*E-mail: adailzacavalcante@gmail.com

Submetido em 17/08/2022; Aceito em 23/02/2024; Publicado em: 29/02/2024.

RESUMO: Objetivou-se avaliar o efeito do armazenamento dos grãos de feijoeiro especial em temperatura ambiente sobre as características qualitativas. Foram utilizados nove cultivares de feijoeiro com grãos especiais: BRS Radiante, BRSMG Realce, BRS Pitanga, BRSMG Tesouro, BRS Marfim, BRSMG União, IAC Tigre, EPAMIG Ouro vermelho e EPAMIG Ouro da mata, durante cinco períodos de armazenamento: recém-colhido, 60, 120, 180 e 240 dias após o armazenamento, com exceção do teor de proteína bruta dos grãos que foram avaliados em três períodos (recém-colhido, 120 e 240 dias). Os grãos foram acondicionados em embalagens plásticas fechadas (15,5 x 12 cm), com 1,5 kg de grãos, utilizando-se quatro repetições por cultivar e armazenados em condição ambiente. Foram avaliados: umidade dos grãos, teor de proteína bruta, tempo de cocção, tempo de máxima hidratação, relação de hidratação, embebição antes do cozimento, expansão volumétrica e grãos inteiros após o cozimento. O período de armazenamento influenciou nos parâmetros avaliados em todas as cultivares utilizadas. Há redução das características tecnológicas dos grãos com o período de armazenamento, com exceção do teor de umidade, tempo de cocção e relação de hidratação. Os grãos armazenados a partir dos 120 dias aumentam o tempo de cocção e a relação de hidratação.

Palavras-chave: segurança alimentar; *Phaseolus vulgaris* L.; temperatura ambiente.

Technological quality of special bean grains during storage

ABSTRACT: The objective was to evaluate the effect of storage of special bean grains at room temperature on the qualitative characteristics. Nine bean cultivars with special grains were used: BRS Radiante, BRSMG Realce, BRS Pitanga, BRSMG Treasury, BRS Marfim, BRSMG União, IAC Tigre, EPAMIG Ouro Vermelho and EPAMIG Ouro da mata, during five storage periods: freshly harvested, 60, 120, 180 and 240 days after storage, except the crude protein content of the grains, which were evaluated in three periods (newly harvested, 120 and 240 days). The grains were packed in closed plastic packages (15.5 x 12 cm), with 1.5 kg of grain, using four replications per cultivar and stored in ambient conditions. The following were evaluated: grain moisture, crude protein content, cooking time, maximum hydration time, hydration ratio, soaking before cooking, volumetric expansion and whole grains after cooking. The storage period influenced the parameters evaluated in all cultivars used. There is a reduction in the technological characteristics of the grains with the storage period, except for the moisture content, cooking time and hydration ratio. Grains stored after 120 days increase the cooking time and hydration ratio.

Keywords: food safety; *Phaseolus vulgaris* L.; room temperature.

1. INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum é uma das leguminosas mais cultivadas e consumidas em todo o mundo (KIBAR; KIBAR, 2019). Seus grãos são ricos em carboidratos, minerais, ácidos graxos insaturados, fibra alimentar e vitaminas do complexo B (Silva et al., 2013), constituindo um alimento importante para a nutrição humana, especialmente entre a população com baixa aquisição econômica (SIDDIQ; UEBERSAX, 2013).

O mercado dessa leguminosa caracteriza-se por grãos do grupo carioca (tegumento creme com estrias ou rajas marrom). O cultivo de feijoeiro pertencente a outros grupos comerciais, como os especiais com grãos de tegumento branco, vermelho, creme, amarelo, entre outros, com ausência ou presença de estrias ou rajas de outras cores, e

com grãos de tamanho médio a grande (Blair et al., 2010), pode disponibilizar no mercado interno e externo um produto diferenciado e com maior valor agregado. A adoção destas cultivares pelos produtores requer adequação dos sistemas de produção e avaliações sobre a qualidade tecnológica, nutricional e culinária dos grãos (Alves et al., 2009) durante o armazenamento.

O armazenamento visa prolongar ao máximo a qualidade dos produtos ao longo de determinado tempo (BRAGANTINI, 2005), podendo ser influenciado pela constituição genética, pelos fatores ambientais e pela interação dos genótipos com o ambiente (VIEIRA; YOKOYAMA, 2000). A umidade dos grãos, umidade relativa e a temperatura do ambiente são os principais fatores que interferem na deterioração dos grãos (Park et al., 2012),

afetando diretamente a qualidade do produto destinado ao consumo durante o armazenamento.

O desenvolvimento de pesquisas para entender a interação de cultivares de feijoeiro com grãos especiais e o ambiente de armazenamento são importantes para inserir no mercado produtos com características nutricionais e culinárias satisfatórias. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito do armazenamento dos grãos de feijoeiro especial em temperatura ambiente sobre as suas características qualitativas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no laboratório de Agricultura na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (UNESP), localizada no município de Jaboticabal, São Paulo.

Os grãos utilizados foram provenientes do experimento realizado em campo, na Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão (FEPE), pertencente à UNESP de Jaboticabal, colhidas no mês de agosto de 2018. De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Aw, tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Foram utilizados nove cultivares de feijoeiro

com grãos especiais: BRS Radiante, BRSMG Realce, BRS Pitanga, BRSMG Tesouro, BRS Marfim, BRSMG União, IAC Tigre, EPAMIG Ouro Vermelho e EPAMIG Ouro da Mata. As informações sobre as características das cultivares se encontram na Tabela 1.

A colheita das plantas procedeu-se de forma manual. Após a secagem ao sol, foi realizada trilha mecanizada e os grãos levados para o laboratório. O experimento foi instalado em outubro de 2018, acondicionando-se 1,5 kg dos grãos em embalagem plástica hermeticamente fechada (15,5 x 12 cm), sob condições ambiente, em bancadas no Laboratório. As embalagens foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizados durante oito meses, utilizando-se quatro repetições por cultivar. O período de armazenamento foi de outubro de 2018 a junho de 2019. Foram avaliados os atributos qualitativos e nutricionais dos grãos durante cinco períodos (recém-colhido, 60, 120, 180 e 240 dias após o armazenamento), com exceção do teor de proteína bruta dos grãos que foram avaliados em três períodos (recém-colhidos, 120 e 240 dias). Durante o armazenamento foram mensuradas a temperatura máxima, mínima, média (°C) e a umidade relativa do ambiente (%), com auxílio do termo higrômetro da marca Cetec, modelo 7663.02.0.00, realizada três vezes na semana cujos valores encontram-se na Figura 1.

Tabela 1. Informações referentes às cultivares de feijoeiro comum com grãos tipo especial. Jaboticabal, SP - 2022.
Table 1. Information regarding common bean cultivars with special type grains. Jaboticabal, SP - 2022.

Cultivares	Instituição pertencente ⁽¹⁾	Hábito de crescimento	Ciclo (dias) ⁽²⁾	Descrição do tegumento
BRS Radiante	EMBRAPA	Tipo II	80	Rajado - tegumento creme com estrias ou rajadas vermelhas
BRSMG Realce	EMBRAPA	Tipo I	67-75	Rajado - tegumento creme com estrias ou rajadas vermelhas
BRS Pitanga	EMBRAPA	Tipo II	80-85	Roxo
BRSMG Tesouro	EMBRAPA	Tipo II	80-90	Roxo
BRS Marfim	EMBRAPA	Tipo II	85-90	Mulatinho - tegumento marrom claro
BRSMG União	EMBRAPA	Tipo III	77	Jalo - tegumento amarelo
IAC Tigre	IAC	Tipo II	85	Rajado - tegumento creme com pintas marrom claro
EPAMIG Ouro Vermelho	EPAMIG	Tipo II	80-90	Vermelho
EPAMIG Ouro da Mata	EPAMIG	Tipo II	85-90	Vermelho

⁽¹⁾ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA); Instituto Agronômico de Campinas (IAC); Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). ⁽²⁾ De acordo com o boletim de lançamento pelos órgãos responsáveis pela cultivar.

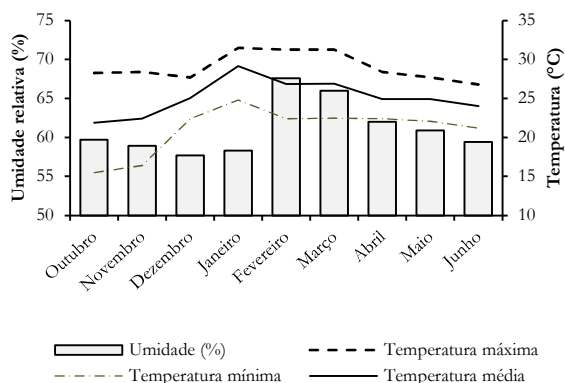


Figura 1. Temperaturas média, máxima, mínima e umidade relativa do ambiente mensuradas durante o período de armazenamento dos grãos de feijoeiro especial.

Figure 1. Average, maximum, minimum temperatures and relative humidity of the environment measured during the storage period of special bean grains.

A umidade dos grãos foi mensurada utilizando-se o medidor de umidade G600 (Gehaka®), antes de cada período

de avaliação. O teor de proteína bruta (%) foi obtido pelo teor de nitrogênio (N) contido nos grãos, o qual foi determinado por meio de digestão sulfúrica, destilação em meio fortemente alcalino e titulação com solução clorídrico. Posteriormente foi realizado o cálculo: PB = (N total x 6,25) onde, PB = teor de proteína bruta nos grãos (g kg⁻¹) e N total = teor de N nos grãos.

O tempo de cocção foi determinado com o auxílio do cozedor de Mattson que consta basicamente de 25 estiletos verticais com peso de cada unidade de 90 gramas e ponta de 1 mm de diâmetro. A ponta fica apoiada no grão de feijão durante o cozimento e quando o grão se encontra cozido, a ponta penetra-o deslocando o estilete. O tempo final para cozimento da amostra foi obtido quando 50% + 1, ou seja, 13 estiletos foram deslocados. Para essa determinação, os grãos ficaram em hidratação em água deionizada por 16 horas. Durante a condução do teste a temperatura da água foi mantida a 96 °C.

A capacidade de hidratação dos grãos foi determinada utilizando-se uma proveta graduada de 500 mL com precisão de 5 mL e copos de 250 mL. Cada copo recebeu uma amostra de 50 g de grãos previamente selecionados e depois 200 mL

de água destilada. De duas em duas horas, durante um período de 16 horas, o volume de água não absorvido pelos grãos foi avaliado, vertendo-o do copo para a proveta graduada. No final das 16 horas de avaliação, o excesso de água foi drenado e os grãos foram pesados. A relação de hidratação (RH) foi determinada pela razão entre massa final e massa inicial de grãos.

A porcentagem de embebição antes do cozimento (EANC), foi obtido por meio do método descrito por Garcia-Vela; Stanley (1989) e Plhak et al. (1989). Para isso, foram amostrados aproximadamente 30 g de grãos uniformes e inteiros, obtendo-se a massa seca dos grãos (MS) no estágio inicial do procedimento analítico. Os grãos foram embebidos em 100 mL de água deionizada em béquer de 250 mL por 16 horas e mantidos à temperatura ambiente. Após esse período, os grãos foram retirados e rapidamente secos com papel toalha e em seguida pesados, obtendo-se a massa de grãos úmidos (MU) e a porcentagem de embebição, determinada pela fórmula: $EANC = [(MU - MS)/MS] \times 100$.

A expansão volumétrica dos grãos após cozimento (EV) foi obtida de acordo com adaptações no método proposto por Martin-Cabrejas et al. (1997). Após o cozimento, as amostras foram colocadas em uma proveta com capacidade para 500 mL, contendo 250 mL de água destilada, sendo medido o volume deslocado de água (VD) e a taxa de expansão volumétrica, determinada pela fórmula: $EV = (MS/VD)$, em $g\ m\ L^{-1}$.

Determinou-se a porcentagem de grãos inteiros após cozimento (GI) pela contabilização do número de grãos total (TG) e separação em duas porções: inteiros (GI) e partidos (GP). A partir dessa contagem, calculou-se utilizando a fórmula: $PGI = [(TG - GP)/TG] \times 100$.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott. Foi realizada a análise de regressão para as cultivares no período de armazenamento com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS

O teor de proteína bruta nos grãos diminuiu à medida que aumentou o período de armazenamento (Tabela 2), porém, no período recém-colhido, todas as cultivares encontraram-se com teor entre 20 a 25%. Aos 240 dias do armazenamento, a redução foi de 2,5%, o que evidencia perda na qualidade nutricional dos grãos quando armazenados em temperatura ambiente por tempo prolongado.

Na Figura 2A e 2B encontram-se os teores de umidade dos grãos durante o armazenamento, em que se observa que houve um incremento para todas as cultivares durante todo o período de armazenamento.

A variação da umidade ocorre devido ao equilíbrio higroscópico dos grãos de feijão com o ambiente (ZUCARELI et al., 2015). Em países tropicais como o Brasil, é comum que o armazenamento do feijão ocorra em temperaturas entre 30 e 40 °C e umidade superior a 75%, sendo essas condições consideradas impróprias, podendo resultar em perdas qualitativas e quantitativas, contribuindo para sua depreciação nutricional e sensorial (MARTIN-CABREJAS et al., 1997; NASAR-ABBAS et al., 2008; VANIER et al., 2014).

O tempo de cocção foi influenciado durante o armazenamento, com aumento para todas as cultivares (Figura 3A e 3B). Quando recém-colhida, a cultivar BRS Marfim necessitou de 23 minutos para cozinhar, enquanto que aos 240 dias de armazenamento o tempo necessário para seu cozimento foi de 38 minutos, resultando em um aumento de 15 minutos (Figura 2A), sendo o maior aumento dentre as demais cultivares. Como observado nas Figuras 3A e 3B, a partir dos 120 dias de armazenamento os grãos foram classificados como resistentes a muito resistentes, acarretando maior consumo de gás e tempo para o preparo do feijão pelos consumidores.

Tabela 2. Teor de proteína bruta dos grãos de feijoeiro especial durante o período de armazenamento em temperatura ambiente.
Table 2. Crude protein content of special bean grains during storage at room temperature.

Cultivares	Armazenamento (dias)		
	0	180	240
	Teor de proteína -----%----		
BRS Radiante	22,0 Aa	20,4 Aa	19,2 Ab
BRSMG Realce	21,1 Aa	21,0 Aa	19,9 Aa
BRS Pitanga	20,2 Ba	19,1 Aa	19,1 Aa
BRSMG Tesouro	21,8 Aa	20,5 Aa	18,5 Ab
BRS Marfim	21,2 Aa	20,4 Aa	18,8 Ab
BRSMG União	20,6 Ba	19,9 Aa	19,2 Aa
IAC Tigre	20,8 Aa	17,9 Bb	17,5 Ab
EPAMIG Ouro Vermelho	22,7 Aa	20,8 Aa	17,3 Ab
EPAMIG Ouro da Mata	20,2 Ba	19,7 Ba	18,5 Aa
Média	21,1	19,9	18,6
Teste F	3,9**	6,2**	2,6*
CV (%)	5,5	-	-

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Scott e Knott ($p < 0,05$). * e ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade.

Qualidade tecnológica de grãos de feijoeiro especial durante o armazenamento

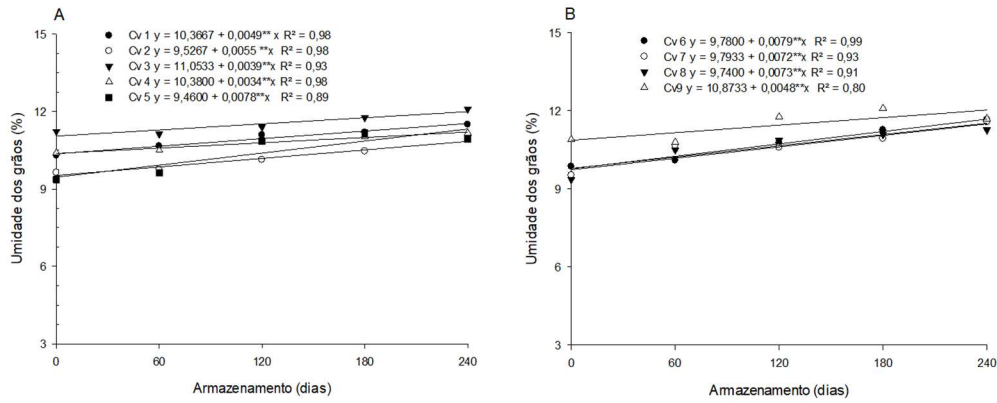


Figura 2. Umidade dos grãos de feijoeiro durante o período de armazenamento em temperatura ambiente. Jaboticabal, SP - 2018. Cv1= BRS Pitanga, Cv2= BRSMG Tesouro, Cv3= BRS Marfim, Cv4= EPAMIG Ouro Vermelho, Cv5= EPAMIG Ouro da Mata (A), Cv6= BRS Radiante, Cv7= BRSMG Realce, Cv8= BRSMG União e Cv9= IAC Tigre (B).

Figure 2. Moisture of bean grains during the storage period at room temperature. Jaboticabal, SP - 2018. Cv1= BRS Pitanga, Cv2= BRSMG Treasure, Cv3= BRS Ivory, Cv4= EPAMIG Ouro Vermelho, Cv5= EPAMIG Ouro da Mata (A), Cv6= BRS Radiante, Cv7= BRSMG Highlight, Cv8= BRSMG Union and Cv9= IAC Tiger (B).

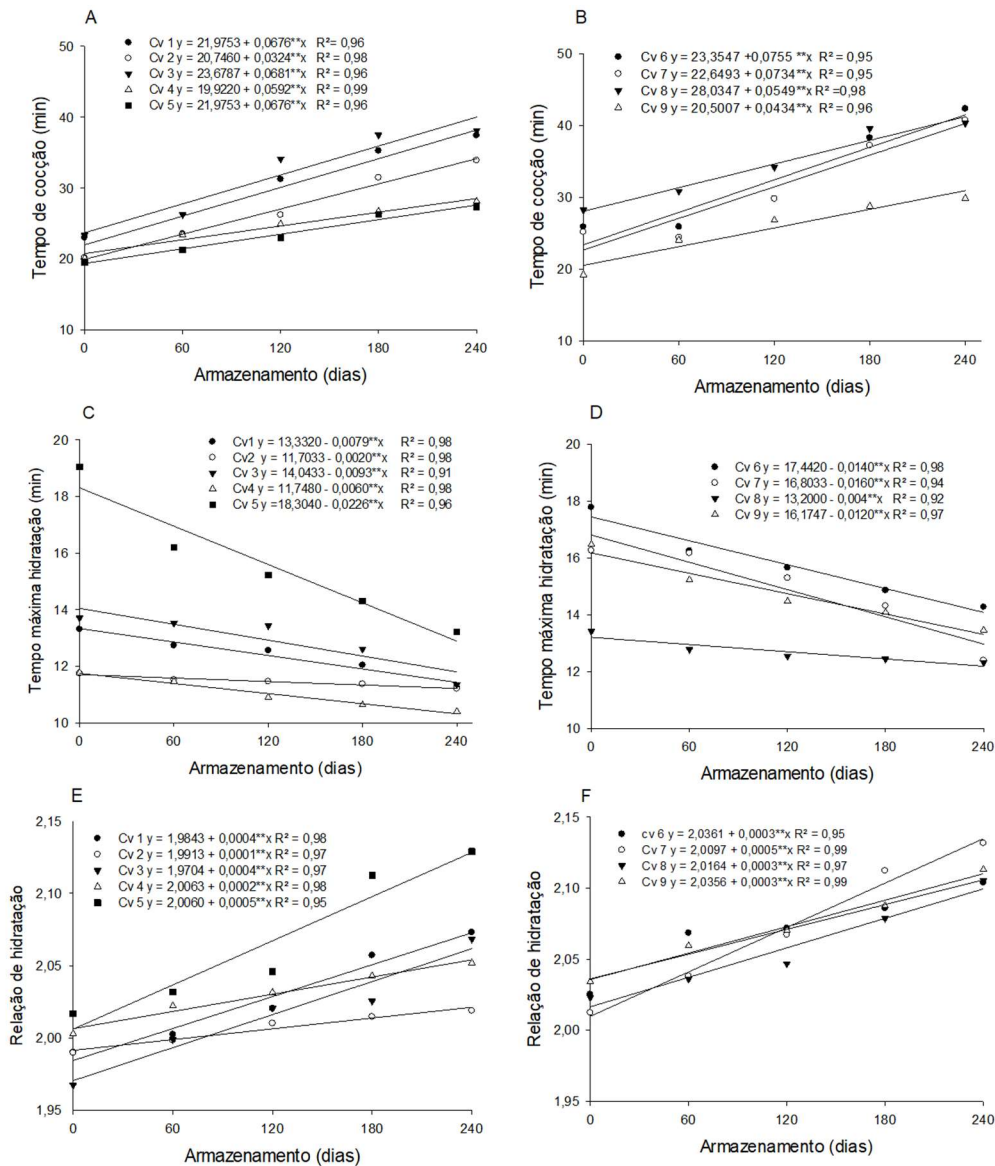


Figura 3. Tempo de cocção (A e B), tempo de máxima hidratação (C e D) e relação de hidratação (E e F) dos grãos em função do período de armazenamento em temperatura ambiente do feijoeiro com grãos especiais. Cv1= BRS Pitanga, Cv2= BRSMG Tesouro, Cv3= BRS Marfim, Cv4= EPAMIG Ouro Vermelho, Cv5= EPAMIG Ouro da Mata, Cv6= BRS Radiante, Cv7= BRSMG Realce, Cv8= BRSMG União e Cv9= IAC Tigre. Figure 3. Cooking time (A and B), maximum hydration time (C and D) and hydration ratio (E and F) of the grains as a function of the storage period at room temperature of the bean with special grains. Cv1= BRS Pitanga, Cv2= BRSMG Treasure, Cv3= BRS Ivory, Cv4= EPAMIG Ouro Vermelho, Cv5= EPAMIG Ouro da Mata, Cv6= BRS Radiant, Cv7= BRSMG Highlight, Cv8= BRSMG União and Cv9= IAC Tigre.

A hidratação dos grãos foi mais rápida com o decorrer do período de armazenamento (Figura 3C e 3D), possivelmente devido à degradação das membranas dos grãos, facilitando a penetração de água, como se observa nas Figuras 3E e 3F. O aumento da relação de hidratação dos grãos com o decorrer do período de armazenamento, ficando próxima de 2,0, indicam que os grãos de feijão foram capazes de absorver em massa de água aproximadamente o equivalente às suas massas iniciais, apresentando boa capacidade de absorver água. A EANC diminuiu durante o período de armazenamento (Figuras 4A e 4B). As cultivares com maiores EANC não

foram as mesmas cultivares que apresentaram o menor tempo de cocção dos grãos (Figuras 3A e 3B).

A expansão volumétrica dos grãos (Figura 4C e 4D) após o cozimento diminuiu com o decorrer do período de armazenamento. Essa variável é expressa pela difusão de água no interior dos grãos após o cozimento. Houve uma redução da quantidade de grãos inteiros após o cozimento (Figura 4E e 4F) com o decorrer do período de armazenamento para todas as cultivares, destacando-se os grãos da cultivar BRSMG União, nos quais foi obtido menor porcentagem (70%) mesmo quando recém-colhidos.

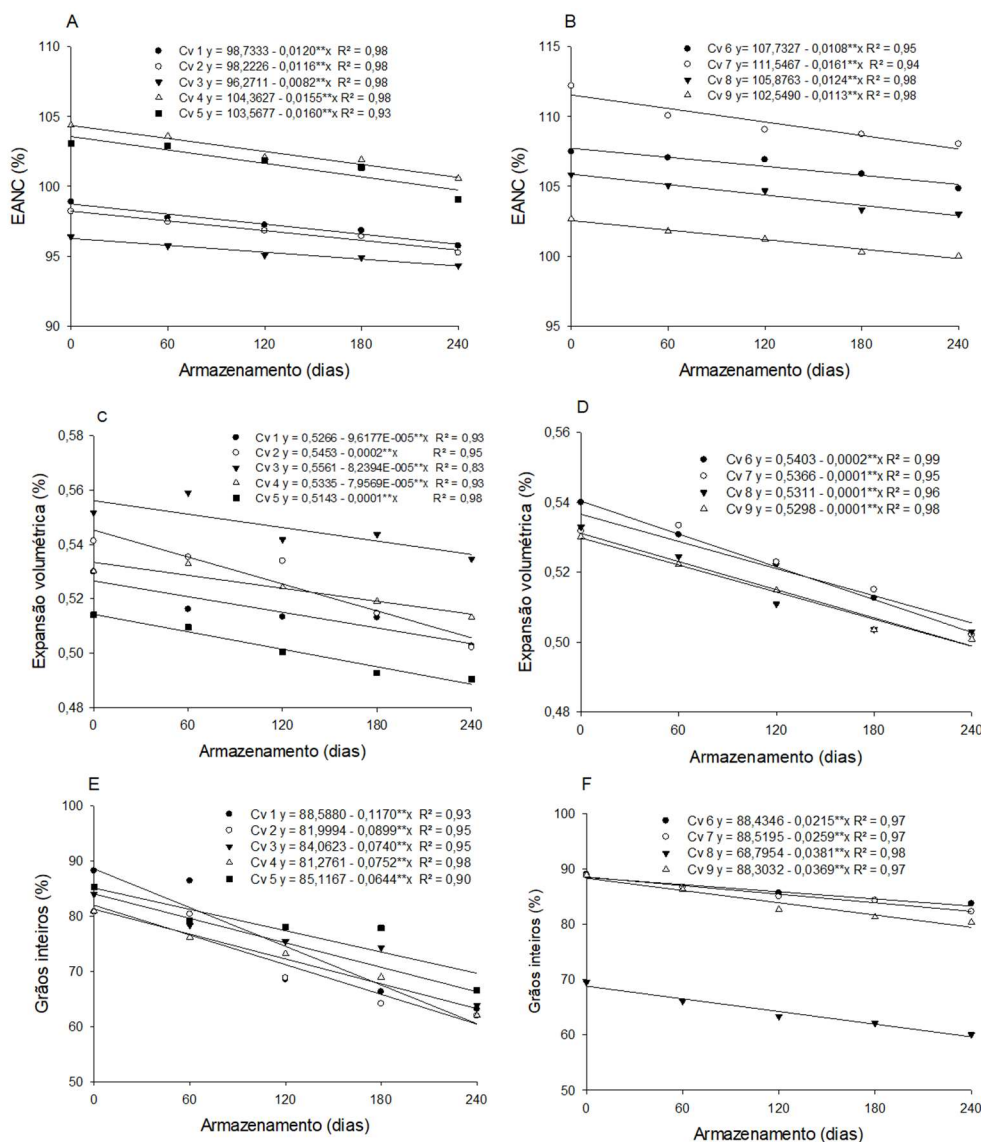


Figura 4. Embebição antes do cozimento (A e B), expansão volumétrica (C e D) e grãos inteiros após o cozimento (E e F) em função do período de armazenamento em temperatura ambiente do feijoeiro comum com grãos especial. Cv1= BRS Pitanga, Cv2= BRSMG Tesouro, Cv3= BRS Marfim, Cv4= EPAMIG Ouro Vermelho, Cv5= EPAMIG Ouro da Mata, Cv6= BRS Radiante, Cv7= BRSMG Realce, Cv8= BRSMG União e Cv9= IAC Tigre.

Figure 4. Soaking before cooking (A and B), volumetric expansion (C and D) and whole grains after cooking (E and F) as a function of storage period at room temperature of common bean with special grains. Cv1= BRS Pitanga, Cv2= BRSMG Treasure, Cv3= BRS Ivory, Cv4= EPAMIG Ouro Vermelho, Cv5= EPAMIG Ouro da Mata, Cv6= BRS Radiant, Cv7= BRSMG Highlight, Cv8= BRSMG União and Cv9= IAC Tigre.

4. DISCUSSÃO

A faixa de proteína encontrada segundo Geil; Anderson (1994); Borém; Carneiro (2008) é a faixa determinada para as cultivares nacionais de feijoeiro comum. Estudos realizados por Oliveira (2008) mostraram a ocorrência da queda dos

teores de proteínas dos grãos durante o prolongamento do armazenamento, possivelmente relacionada à desaminação, reações de hidrólise, descarboxilação e complexação com outros componentes dos grãos. O feijoeiro é uma das fontes de proteína de origem vegetal mais acessível para grande

parcela da população mundial, com baixo valor econômico quando comparado à proteína de origem animal. As cultivares de feijoeiro especial avaliados no presente estudo, podem representar uma alternativa para aumentar a qualidade proteica nas dietas alimentares da população.

Determinar a umidade dos grãos é um fator importante para garantir que as qualidades físicas, químicas, qualitativas e nutricionais dos grãos sejam preservadas durante o armazenamento (TOSIN; POSSAMI, 2002). Apesar da variação da umidade dos grãos, as cultivares demonstraram comportamento similar ao longo do armazenamento, apresentando teor de água abaixo de 13%, que segundo Bragantini (2005), quando a umidade dos grãos se mantém abaixo deste valor, o processo respiratório se mantém baixo, prolongando a manutenção da qualidade do produto armazenado. Ao armazenar grãos de feijoeiro comum Rani et al. (2013) obtiveram teor de umidade das sementes entre 12 a 14% considerando como mais adequado para manter a qualidade do feijão por períodos prolongados.

Para o tempo de cocção dos grãos de acordo com a classificação de Proctor; Watts (1987), grãos com cozimento variando entre 21 a 32 minutos são classificados com resistência normal à média; já os grãos com tempo superior a 37 minutos são considerados com nível de cozimento muito resistentes, com o aumento no período de armazenamento houve incremento esse tempo.

A diminuição da capacidade de penetração da água nos grãos pode ser devido aos efeitos de impermeabilidade do tegumento à água, causando uma hidratação mais lenta durante o cozimento (MORAIS et al., 2010), provocando os fenômenos hardshell e hard-to-cook, resultando no aumento no tempo de cocção (BERTOLDO et al., 2009). Outro fator que pode ocasionar o aumento do tempo de cozimento é o endurecimento dos cotilédones dos grãos que se deve a modificações na aderência entre as células, tornando os grãos mais resistentes ao amaciamento na cocção, resultando em alterações da textura e palatabilidade (BATISTA et al. 2010).

A relação de hidratação dos grãos é uma variável como relatados em trabalhos com feijoeiro com grãos tipo carioca (Farinelli e Lemos 2010; Mingotte et al., 2013; Flôres et al., 2017). A EANC expressa que nem sempre a maior capacidade dos grãos hidratarem indica menor tempo de cocção (CARBONELL et al., 2003). Possivelmente as diferentes respostas obtidas são em decorrência de fatores ambientais, genéticos e da interação entre genótipo e ambiente (PERINA, 2008). A expansão volumétrica dos grãos após o cozimento é uma característica que permite caracterizar o rendimento de panela dos grãos, que se caracteriza pelo aumento do volume após o cozimento, característica desejável pelo consumidor (CARBONELL et al., 2003; PERINA et al., 2010). A porcentagem de grãos inteiros é uma característica pouco estudada nos feijoeiros, mas de grande importância para o processo de industrialização, pois garantem alto rendimento e os consumidores preferem grãos moderadamente rachados após o cozimento, mas não totalmente partidos, o que auxilia na formação de caldo mais espesso (PERINA et al., 2010; PERINA et al., 2014).

5. CONCLUSÕES

O período de armazenamento influenciou nos parâmetros avaliados em todas as cultivares utilizadas. Há redução das características tecnológicas dos grãos para teor de proteína bruta, tempo de cocção, embebição antes do cozimento, expansão volumétrica e grãos inteiros após o

cozimento com o período de armazenamento, com exceção do teor de umidade e relação de hidratação.

Os grãos armazenados aumentam o tempo de cocção e a relação de hidratação com o decorrer do armazenamento.

6. REFERÊNCIAS

- ALVES, A. F.; ANDRADE, M. J. B.; RODRIGUES, J. R. M.; VIEIRA, N. M. B. Densidades populacionais para cultivares alternativas de feijoeiro no norte de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 1495-1502, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000600006>
- BATISTA, K. A.; PRUDÊNCIO, S. H.; FERNANDES, K. F. Changes in the biochemical and functional properties of the extruded hard-to-cook cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). **International Journal of Food Science Technology**, v. 45, p. 794-799, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02200.x>
- BERTOLDO, J. G.; COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A. F.; ROCHA, F. Tempo de cocção de grãos de feijão em função de doses de fósforo no plantio e do tempo de armazenamento. **Biotemas**, v. 22, n. 1, p. 39-47, 2009.
- BORÉM, A.; CARNEIRO, J. E. S. A cultura. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Eds.). **Feijão**. 2ª edição atualizada e ampliada. Viçosa: UFV, 2008. p.13-18.
- BLAIR, M. W.; GONZÁLEZ, L. F.; KIMANI, P. M.; BUTARE, L. Genetic diversity, inter-gene pool introgression and nutritional quality of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) from Central Africa. **Theoretical Applied Genetics**, v. 121, p. 237-248, 2010.
- BRAGANTINI, C. **Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 28p.
- CARBONELL, S. A. M.; CARVALHO, C. R. L.; PEREIRA, V. R. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**, v. 62, n. 3, p. 369-379, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052003000300004>
- FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Produtividade, eficiência agrônoma, características nutricionais e tecnológicas do feijão adubado com nitrogênio em plantio direto e convencional. **Bragantia**, v. 69, n. 1, p. 65-172, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052010000100021>
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>
- FLÔRES, J. A.; AMARAL, C. A.; PINTO, C. C.; MINGOTTE, F. L. C.; LEMOS, L. B. Agronomic and qualitative traits of common bean as a function of the straw and nitrogen fertilization. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47, n. 2, p. 95-201, 2017. <https://doi.org/10.1590/1983-40632016v4743979>
- GARCIA-VELA, L. A.; STANLEY, D. W. Water holding capacity in hard-to-cook beans (*Phaseolus vulgaris* L.): effect of pH and ionic strength. **Journal of Food Science**, v. 54, n. 3, p. 1080-1081, 1989. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1989.tb07950.x>
- GEIL, P. B.; ANDERSON, J. W. Nutrition and health implications of dry beans: a review. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 3, p. 549-558, 1994. <https://doi.org/10.1080/07315724.1994.10718446>

- KIBAR, H.; KIBAR, B. Changes in some nutritional, bioactive and morpho-physiological properties of common bean depending on cold storage and seed moisture contents. **Journal of Stored Products Research**, v. 84, e101531, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2019.101531>
- MARTIN-CABREJAS, M. A.; ESTEBAN, R. M.; PEREZ, P.; MAINA, G.; WALDRON, K. W. Changes in physicochemical properties of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) during long-term storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, p. 3223-3227, 1997. <https://doi.org/10.1021/jf970069z>
- MINGOTTE, F. L. C.; GUARNIERI, C. C. D. O.; FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Desempenho produtivo e qualidade pós-colheita de genótipos de feijão do grupo comercial carioca cultivados na época de inverno-primavera. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, p. 1101-1110, 2013.
- MORAIS, P. P. P.; VALENTINI, G.; GUIDOLIN, A. F.; BALDISSERA, J. N. C.; MEIRELLES, J. L. C. Influência do período e das condições de armazenamento de feijão no tempo de cocção. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p. 593-598, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902010000400011>
- NASAR-ABBAS, S. M.; PUMMER, J. Á.; DIDDIQUE, K. H. M.; WRITE, P.; HARRIS, D.; DODS, K. Cooking quality of fababean after storage at high temperature and the role lignins and other phenolics in bean hardening. **LWT. Food Science and Technology**, v. 41, p. 1260-1267, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.07.017>
- OLIVEIRA, M. **Temperatura de secagem e condições de armazenamento sobre propriedades da soja para consumo e produção de biodiesel**. 140p. Dissertação [Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial] - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2008.
- PARK, C. E.; KIM, Y. S.; PARK, K. J.; KIM, B. K. Changes in physicochemical characteristics of rice during storage at different temperatures. **Journal of Stored Products Research**, v. 48, p. 25-29, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2011.08.005>
- PERINA, E. F. **Qualidade tecnológica de grãos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) cultivados em diferentes ambientes**. 150 p. Dissertação [Mestrado] - Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, SP, 2008.
- PERINA, E. F.; CARVALHO, C. R. L.; CHIORATO, A. F.; LOPES, R. L. T.; GONÇALVES, J. G. R.; CARBONELL, S. A. M. Technological quality of common bean grains obtained in different growing seasons. **Bragantia**, v. 73, n. 1, p. 14-22, 2014. <https://doi.org/10.1590/brag.2014.008>
- PERINA, E. F.; CARVALHO, C. R. L.; CHIORATO, A. F.; CARBONELL, S. A. M. Avaliação da estabilidade e adaptabilidade de genótipos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) baseada na análise multivariada da “performance” genotípica. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 2, p. 398-406, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000200018>
- PLHAK, L. C.; CALDWELL, K. B.; STANLEY, D. W. Comparison of methods used to characterize water imbibition in hard-to-cook beans. **Journal of Food Science**, v. 54, n. 3, p. 326-336, 1989.
- PROCTOR, J. R.; WATTS, B. M. Development of a modified Mattson Bean Cooker procedure based on sensory panel cookability evaluation. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, v. 20, p. 9-14, 1987. [https://doi.org/10.1016/S0315-5463\(87\)70662-2](https://doi.org/10.1016/S0315-5463(87)70662-2)
- RANI, P. R.; CHELLADURAI, V.; JAYAS, D. S.; WHITE, N. D. G.; KAVITHA-ABIRAMI, C. V. Storage studies on pinto beans under different moisture contents and temperature regimes. **Journal of Stored Products Research**, v. 52, p. 78-85, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2012.11.003>
- SIDDIQ, M.; UEBERSAX, M. A. **Dry beans and pulses: Production, Processing and Nutrition**. Ames: Jonh Wiley & Sons, 2013. p. 55-74.
- SILVA, M. O.; BRIGIDE, P.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Caracterização da composição centesimal e mineral de diferentes cultivares de feijão comum crus e cozidos. **Alimentos e Nutrição**, v. 24, p. 339-346, 2013.
- TOSIN, J. C.; POSSAMAI, E. Qualidade de sementes de soja armazenadas em distintas condições de temperatura e umidades relativas do ar. **Scientia Agrária**, v. 3, p. 113-132, 2002.
- VANIER, N. L.; RUPOLLO, G.; PARAGINSKI, R. T.; OLIVEIRA, M.; ELIAS, M. C. Effects of nitrogen-modified atmosphere storage on physical, chemical and technological properties of Carioca bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Current Agricultural Science and Technology**, v. 20, n. 1, p. 10-20, 2014.
- VIEIRA, E. H. N.; YOKOYAMA, M. Colheita, processamento e armazenamento. In: VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. **As sementes de feijão: produção e tecnologia**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. p.233-248.
- ZUCARELI, C.; BRZEZINSKI, C. R.; ABATI, J.; WERNER, F.; RAMOS JÚNIOR, E. U.; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica de sementes de feijão carioca armazenadas em diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, p. 803-809, 2015.

Agradecimentos: Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), código de financiamento 001 pela concessão da bolsa de doutorado ao primeiro autor.

Contribuição dos autores: A. G. C. - instalação e condução do experimento, mensuração das variáveis; F. C. M. - análise estatística, validação, redação, revisão e edição; V. A. F. - coleta de dados, revisão e edição; A. C. P. C. - análise estatística e redação do rascunho original; L. B. L. - acompanhamento e orientação na condução do experimento, validação e correção da escrita do arquivo original. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

Disponibilização de dados: Os dados do estudo poderão ser obtidos mediante solicitação ao autor correspondente, via e-mail.

Conflito de interesses: Os autores declaram não haver conflito de interesses. As entidades de apoio não tiveram qualquer papel na concepção do estudo; na coleta, análise ou interpretação de dados; na redação do manuscrito ou na decisão de publicação dos resultados.