

# Efeitos da Umidade, da Temperatura e do Tempo de Armazenamento de Grãos de Feijão Carioca Sobre a Aparência Visual e Propriedades Tecnológicas

18

*Angélica Demito<sup>1</sup>; Valmor Ziegler<sup>2</sup>; Jorge Tiago Schwanz Goebel<sup>3</sup>; Sílvia Renata Machado Coelho<sup>4</sup>; Moacir Cardoso Elias<sup>5</sup>*

---

## RESUMO

O feijão faz parte, junto com o arroz, da famosa dobradinha “feijão com arroz”, que além de saborosa e apetitosa, também se complementa em aminoácidos essenciais, no entanto, a qualidade dos grãos de feijão são influenciadas pelas condições de armazenamento, sendo assim, objetivou-se, com esse estudo, avaliar os efeitos da umidade, da temperatura e do tempo de armazenamento de grãos de feijão carioca sobre a aparência visual e as propriedades tecnológicas. Grãos de feijão carioca foram armazenados nas umidades de 13,8 e 16,7%, nas temperaturas de 12, 20, 28 e 36°C, durante 240 dias. A cada 80 dias foram coletadas amostras homogêneas e avaliou-se a aparência visual, o tempo de cocção e a dureza. O armazenamento em alta temperatura proporciona o escurecimento dos grãos de feijão, além do aumento do tempo de cocção e da dureza ao longo do armazenamento, por outro lado, as temperaturas de resfriamento foram as que proporcionaram as menores alterações na aparência visual, bem como no tempo de cocção e na dureza. Dessa forma, o resfriamento é uma ótima alternativa para manter a aparência e as propriedades de cocção de grãos de feijão carioca ao longo do armazenamento.

Palavras-chave: feijão carioca, Armazenamento, Aparência visual, Tempo de Cocção, Dureza.

---

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas. Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos, DCTA – FAEM – UFPEL, Campus Universitário - UFPEL, s/n, CEP 96010-900 - Caixa Postal 354 - Pelotas/RS, Fone: (53) 3275-7258 - ramal 205. E-mail: demito@coolseed.com.br

<sup>2</sup>Instituto Federal Farroupilha – campus Júlio de Castilhos. E-mail: vamgler@hotmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas. E-mail: jorge.goebel@gmail.com

<sup>4</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná. E-mail: srmcoelho@gmail.com

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas. Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos. E-mail: eliasmc@uol.com.br

## INTRODUÇÃO

O feijão faz parte da base da alimentação dos brasileiros e, juntamente com o arroz, forma a famosa dobradinha “feijão com arroz”, a qual se completa em nutrientes essenciais para o organismo humano. O feijão do gênero *Phaseolus* apresenta várias espécies com ampla variedade de coloração. São exemplos os feijões carioca, roxo, mulatinho e preto, sendo o feijão carioca o mais produzido e consumido dentre os citados.

Devido a sazonalidade de produção do feijão, têm-se a necessidade de armazenamento dos grãos para atender a demanda no período de entressafra. No entanto, nesse período, uma série de reações químicas e enzimáticas acabam ocorrendo e, conseqüentemente, reduzindo a qualidade dos mesmos, o que acarreta redução do valor econômico e da aceitação no mercado (SIQUEIRA et al., 2016).

Uma das principais dificuldades do setor armazenista de grãos de feijão carioca, é impedir o escurecimento dos grãos, que é resultado da oxidação dos compostos fenólicos, pela ação da enzima polifenoloxidase na presença de oxigênio, formando novos compostos que alteram significativamente a cor dos grãos e deprecia seu valor comercial (SIQUEIRA et al., 2014).

Outra alteração bastante relevante que ocorre em grãos de feijão durante o período de armazenamento, é o aumento do tempo de cocção e da dureza. As principais causas deste aumento são a utilização de temperatura e teor de água elevados durante o armazenamento, que levam a formação do defeito “HTC – Hard-to-cook”, que significa difícil de cozinhar. O aumento do tempo de cocção é caracterizado pela dificuldade de absorção de água pelos grãos durante o processo de hidratação e cocção, acarretando em elevados tempos de cocção, reduzindo a palatabilidade, aceitabilidade e valor comercial (NASAR-ABBAS et al., 2008; NJOROGÉ et al., 2014).

Em virtude dos desafios encontrados na armazenagem do feijão carioca, surge a necessidade de estudos que busquem novas alternativas para manter a qualidade dos grãos no período de entressafra. Com isso, objetivou-se, com esse estudo, avaliar os efeitos da umidade, da temperatura e do tempo de armazenamento de grãos de feijão carioca sobre a aparência visual e as propriedades tecnológicas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados grãos de feijão carioca da cultivar IPR Campos Gerais, produzidos no município de Piraí do Sul, na região centro-oriental do Paraná, Brasil, Latitude 24°31'34"S, Longitude 49°56'55"W e altitude de 1036 metros. Os grãos foram colhidos mecanicamente com umidade próxima a 23% e secos em secador de múltipla intermitência, Modelo SMI - 40 toneladas, com ar parcialmente desidratado, até as

umidades aproximadas de 16,7 e 13,8%. A temperatura do ar de secagem na entrada do secador foi de 50°C e de saída de 30°C. A umidade relativa do ar (URA) na entrada do secador variou de 8 a 10%, sendo que essa baixa URA foi alcançada com o auxílio de uma Unidade de Tratamento de Ar (UTA) com potência de 60 TR (Toneladas de Refrigeração). A temperatura da massa de grãos na descarga do secador não ultrapassou, em nenhum momento, os 30°C.

Após a secagem, as amostras (3kg cada pacote) foram acondicionadas em sacos de polietileno de baixa densidade com 15 $\mu$  (micras) de espessura de filme plástico, dimensões de 25x35cm, vedados com máquina Webomatic® e ao abrigo da luz. O armazenamento foi realizado em quadruplicata, em câmaras nas temperaturas de 12, 20, 28 e 36°C com variações de  $\pm 1^\circ\text{C}$ ). As avaliações foram realizadas em triplicata no início do armazenamento (inicial), aos 80, 160 e 240 dias. Para cada tratamento foi coletada uma amostra de cada pacote, que posteriormente foi homogeneizada e analisada em triplicata para cada parâmetro de qualidade.

A aparência visual foi registrada com o auxílio de uma câmera digital profissional.

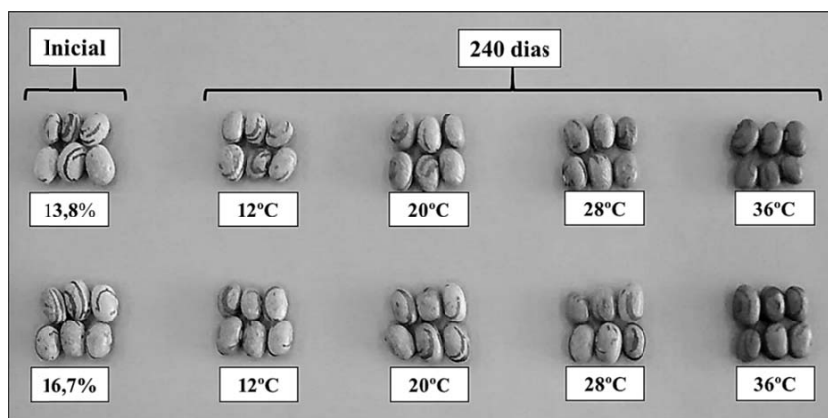
O tempo de cocção foi determinado segundo o método proposto por Mattson (1946) e alterado por Burr, Kon e Morris (1968), com adaptações. No equipamento de Mattson, com 25 hastes, foram colocados 25 grãos uniformes e inteiros previamente embebidos em 80 mL de água destilada, por 16 horas, a 25°C. Cada haste apresenta comprimento de 210 mm e massa de 89 gramas, possuindo, na extremidade, uma ponta afunilada com 2,05 mm de diâmetro e comprimento de 9 mm, para a penetração no grão em análise. O equipamento com os grãos foi colocado em Becker de 2000 mL, contendo 400 mL de água destilada, fervendo em chapa elétrica. Em continuidade, o tempo de cocção das amostras passou a ser cronometrado após a água atingir a temperatura de 90 °C. O tempo de cocção foi finalizado pela queda da 13ª haste, o que representa mais de 50% dos grãos, e os resultados foram expressos em minutos.

O teste de dureza foi realizado no início e após 240 dias de armazenamento utilizando um texturômetro (*Stable Micro Systems Texture Analysers*, modelo TA.XTplus), conforme método descrito por Bourne (1978). O tempo utilizado para a cocção dos grãos de feijão será de 14 min, correspondente ao tempo de cocção obtido no início do armazenamento. Serão realizadas 30 repetições, onde os grãos serão colocados individualmente na base do aparelho e submetidos a uma compressão de 80% com uma sonda cilíndrica de 40 mm de diâmetro e velocidade do teste de 1 mm.s<sup>-1</sup>, em dois ciclos, empregando-se carga de 5 Kg para calibração. A dureza corresponde a força máxima obtida durante o primeiro ciclo de compressão.

Para comparação dos resultados foi aplicado o teste de variância ANOVA, seguido pela comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 está apresentada a aparência visual dos grãos de feijão carioca armazenados em diferentes condições de umidade e temperatura durante 240 dias.



**FIGURA 1.** Aparência visual dos grãos de feijão carioca armazenados por 240 dias em diferentes condições de umidade e temperatura.

No início do armazenamento, observa-se que os grãos de feijão carioca apresentaram aparência visual característica de grãos de feijão recém colhidos, no entanto, depois de 240 dias de armazenamento, a aparência dos grãos sofreu alterações marcantes, principalmente quando armazenados nas temperaturas de 28 e 36°C, pois esses grãos adquiriram uma coloração escura, o que descaracteriza o feijão carioca e acarreta em expressiva redução do valor comercial desses grãos.

O escurecimento dos grãos de feijão é resultado de reações de oxidação dos compostos fenólicos presentes no tegumento dos grãos pela enzima polifenoloxidase associado a atividade enzimática da peroxidase, produzindo compostos escuros (RIOS et al., 2002). As menores alterações na aparência dos grãos quando armazenados em temperaturas de resfriamento, é ocasionada pela redução da atividade enzimática da polifenoloxidase e da peroxidase, conseqüentemente, inibindo o escurecimento dos grãos.

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados do tempo de cocção dos grãos de feijão carioca armazenados em diferentes condições de umidade e temperatura durante 240 dias. Observa-se que no início do armazenamento, o tempo de cocção foi de 13min e 31s e 13min e 59s, respectivamente, nas umidades de 13,8 e 16,7%. Durante o período de armazenamento, observa-se um expressivo aumento ( $p \leq 0,05$ ) no tempo de cocção, principalmente de acordo com o aumento da temperatura de armazenamento. Nas temperaturas de armazenamento de 12 e 20°C, os grãos apresentaram aumento no tempo de cocção, no entanto, não apresentaram o defeito HTC, o qual foi identificado nos grãos armazenados a 36°C com 80 e 160 dias de armazenamento. Ao final dos 240 dias de armazenamento, o defeito HTC foi identificado nas temperaturas de 28 e 36°C, independente da umidade de grãos estudada.

O defeito HTC também foi encontrado por Ferreira et al. (2017), no armazenamento de grãos de feijão preto armazenados com 17% de umidade na temperatura de 32°C já com 4 meses de armazenamento, seguindo até um ano. Aumento no tempo de cocção também foi verificado por Zambiasi (2015) em grãos de feijão carioca armazenado por 90 dias, com 11,7% de umidade, na temperatura de 30°C. Em ambos os estudos, os menores aumentos no tempo de cocção foram verificados nos grãos armazenados em temperaturas de resfriamento.

**TABELA 1.** Tempo de cocção (minutos (min), segundos (s) de grãos de feijão carioca armazenados em diferentes condições de umidade e temperatura durante 240 dias.

Temperatura (°C)	Tempo de armazenamento (dias)			
	Inicial	80	160	240
<b>Umidade inicial 13,8%</b>				
12	A 13,31 ± 1,15 c*	F 19,50 ± 0,50 b	D 28,00 ± 1,00 a	D 30,33 ± 1,52 a
20	A 13,31 ± 1,15 d	D 40,50 ± 3,50 c	B 56,00 ± 2,00 b	B 71,67 ± 1,52 a
28	A 13,31 ± 1,15 c	B 68,33 ± 0,57 b	A 144,67 ± 4,50 a	HTC
36	A 13,31 ± 1,15	HTC	HTC	HTC
<b>Umidade inicial 16,7%</b>				
12	A 13,48 ± 0,59 c	E 29,00 ± 2,00 b	C 38,00 ± 1,00 a	C 38,67 ± 1,52 a
20	A 13,48 ± 0,59 d	C 51,00 ± 3,00 c	B 59,00 ± 1,00 b	A 85,00 ± 1,00 a
28	A 13,48 ± 0,59 b	A 143,57 ± 4,04 a	A 148,33 ± 2,08 a	HTC
36	A 13,48 ± 0,59	HTC	HTC	HTC

\*Médias aritméticas simples de três repetições ± desvio padrão, seguidas por diferentes letras maiúsculas na mesma coluna, e minúsculas na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

HTTC – Hard Too Cook - Grãos de feijão que apresentaram tempo de cocção superior a 180min.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados de dureza dos grãos de feijão carioca armazenados em diferentes condições de umidade e temperatura, no início e após 240 dias. Observa-se um expressivo aumento ( $p \leq 0,05$ ) da dureza dos grãos após 240 dias de armazenamento, em relação ao início do armazenamento. Observa-se ainda que a dureza aumentou ( $p \leq 0,05$ ) gradativamente de acordo com o aumento da temperatura de armazenamento, representando 165,70 e 167,53N de aumento, respectivamente para os grãos armazenado com 13,8 e 16,7% de umidade na temperatura de 36 °C. Em estudos realizados por Ferreira et al. (2017) durante o armazenamento de feijão preto em diferentes condições de umidade e temperatura, durante 12 meses, também foi verificado aumento da dureza dos grãos de acordo com o aumento da temperatura de armazenamento.

O endurecimento dos grãos de feijão, verificados pelos aumentos do tempo de cocção e da dureza, podem ser ocasionados por inúmeros fatores, destacando a complexação de pectina-cátin-fitato (NJORGE et al., 2014), compactação das células de parede (SHIGA, 2004), interação entre proteínas e amido (LIU; MCWATTERS; PHILLIPS, 1992) e ligações de taninos e outros compostos fenólicos com proteínas (MARIA et al., 2007). Todos esses fatores atuam reduzindo a taxa de absorção de água dos grãos, o que dificulta a sua cocção, deixando-os mais duros. O resfriamento atua reduzindo a velocidade desse conjunto de reações, mantendo a qualidade de cocção por mais tempo, além disso, o alto tempo de cocção, geralmente, está relacionado com as alterações de cor em grãos de feijão carioca.

**TABELA 2.** Dureza (N) de grãos de feijão carioca armazenados em diferentes condições de umidade e temperatura durante 240 dias.

Temperatura (°C)	Dureza (N)
<b>Umidade inicial 13,8%</b>	
Inicial	61,56 ± 5,36 h*
12	67,59 ± 7,27 gh
20	80,95 ± 11,63 g
28	201,41 ± 19,11 c
36	227,26 ± 5,67 b
<b>Umidade inicial 16,7%</b>	
Inicial	107,07 ± 9,71 f
12	125,26 ± 8,99 e
20	174,80 ± 6,40 d
28	225,90 ± 19,41 b
36	274,60 ± 17,29 a

\*Médias aritméticas simples de três repetições ± desvio padrão, seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Com base nos resultados obtidos nesse estudo, observa-se que o resfriamento é uma excelente alternativa para impedir o escurecimento dos grãos, o aumento do tempo de cocção e da dureza ao longo do armazenamento, o que assegura ao armazenista um maior valor econômico e uma boa aceitabilidade desse produto no mercado consumidor.

## AGRADECIMENTOS

A Cool Seed - Indústria e Comércio de Equipamentos Agrícolas Ltda, a Universidade do Oeste do Paraná, a Castrolanda, ao CNPq, a CAPES, ao Polo de Inovação Tecnológica



em Alimentos da Região Sul e a Secretaria de Ciência e Tecnologia e Inovação do Estado do Rio Grande do Sul.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOURNE, M.C. Texture profile analysis. **Food Technology**, v. 32, p. 62-66, 1978.
- BURR, K.H.; KON, S.; MORRIS, H.J. Cooking rates of dry beans as influenced by moisture content, temperature and time of storage. **Food Technology**. v. 22, p. 336-338, 1968.
- FERREIRA, C. D.; ZIEGLER, V.; PARAGINSKI, R. T.; VANIER, N. L.; ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M. Physicochemical, antioxidant and cooking quality properties of long-term stored black beans: effects of moisture content and storage temperature. **International Food Research Journal**, v. 24, p. 2490-2499, 2017.
- LIU, K.; MCWATTERS, K. H.; PHILLIPS, R. D. Protein insolubilization and thermal destabilization during storage as related to hard-to-cook defect in cowpeast. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. v. 40, p. 2403-2407, 1992.
- MARIA, C.; COELHO, M.; BELLATO, M.; CESAR, J.; SANTOS, P.; MOISES, E.; ORTEGA, M.; TSAI, S. M. Effect of phytate and storage conditions on the development of the “ hard-to-cook .” **journal of science of food and agriculture**, v. 1243, p. 1237-1243, 2007.
- MATTSON, S. The cookability of yellow peas: a colloid-chemical and biochemical study. **Acta agriculturae Suecana**, v. 2, p. 185-231, 1946.
- NASAR-ABBAS, S. M.; PLUMMER, J. A.; SIDDIQUE, K. H. M.; WHITE, P.; HARRIS, D.; DODS, K. Nitrogen retards and oxygen accelerates colour darkening in faba bean (*Vicia faba* L.) during storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 47, p. 113-118, 2008.
- NJOROGE, D. M.; KINYANJUI, P. K.; MAKOKHA, A. O.; CHRISTIAENS, S.; SHPIGELMAN, A.; SILA, D. N.; HENDRICKX, M. E. Extraction and characterization of pectic polysaccharides from easy- and hard-to-cook common beans (*Phaseolus vulgaris*). **Food Research International**, v. 64, p. 314-322, 2014.
- RIOS, A. O.; ABREU, C. M. P.; CORREA, A. D. Efeitos da época de colheita e do tempo de armazenamento no escurecimento do tegumento do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 3, p. 550-558, 2002.
- SHIGA, T. Changes in the cell wall polysaccharides during storage and hardening of beans. **Food Chemistry**, v. 84, n. 1, p. 53-64, 2004.

SIQUEIRA, B. S.; BASSINELLO, P. Z.; SANTOS, S. C.; MARGAREZI, G.; FERRI, P. H.; RODRIGUES, A. G.; FERNANDES, K. F. Do enzymatic or non-enzymatic pathways drive the postharvest darkening phenomenon in carioca bean tegument?. **LWT - Food Science and Technology**, v. 69, p. 593-600, 2016.

SIQUEIRA, B. S.; PEREIRA, W. J.; BATISTA, K. A.; OOMAH, D. B.; FERNANDES, K. F.; BASSINELLO, P. Z. Influence of storage on darkening and hardening of slow – and regular – carioca bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. **Journal of Agriculture Studies**, v. 2, p. 2166-0369, 2014.

ZAMBIASI, C. A. **Qualidade de grãos de feijão armazenados em diferentes condições de temperatura**. Tese de Doutorado. 91f. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa/MG, 2015.