

Vanderleia Schoeninger<sup>1</sup>,  
Silvia Renata Machado  
Coelho<sup>2</sup>, Cristiane Lurdes  
Paloschi<sup>3</sup>, Naimara Vieira  
Prado<sup>4</sup>

---

---

**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E  
TEMPO DE COZIMENTO DE  
GRÃOS DE FEIJÃO NOVOS E  
ENVELHECIDOS EM CONDIÇÕES  
DE ARMAZENAMENTO  
REFRIGERADO**

**RESUMO:** O armazenamento de grãos de feijão em condições inadequadas resulta em aumento significativo do tempo de cozimento, acarretando redução na sua qualidade e diminuição da aceitação do produto pelo consumidor. O armazenamento refrigerado é uma alternativa indicada para a manutenção da qualidade tecnológica do produto. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do armazenamento refrigerado na qualidade de grãos de feijão, novos e envelhecidos, das variedades IPR-Uirapuru e Rosinha durante o período de 12 meses. Verificou-se que os grãos de ambas as variedades, armazenados novos e com defeito HTC apresentaram teores de proteína dentro das faixas aceitáveis para o grão de feijão indicando que a qualidade protéica é mantida quando utilizasse condições de baixa temperatura no armazenamento. Ocorreu diminuição do pH e aumento da acidificação do produto devido a condição de envelhecimento acelerado. O tempo de cocção do feijão armazenado novo demonstrou que a condição de refrigeração contribui para a manutenção da qualidade dos grãos.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Phaseolus vulgaris* L, envelhecimento acelerado, refrigeração.

---

Data de aceite: 19-01-2012

1 Eng. Agrícola, Mestre em Engenharia Agrícola, Aluna do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – nível Doutorado, UNIOESTE. E.mail: vanderleia\_sch@yahoo.com.br

2 Agrônoma, professor Adjunto da Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

3 Eng. Agrícola, Aluna do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – nível Mestrado, UNIOESTE.

4 Matemática, Eng. Agrícola, Mestre em Engenharia Agrícola, Aluna do Programa Pós-graduação em Estatística e Experimentação Agronômica – nível Doutorado-Universidade de São Paulo (ESALQ/USP)

## PHYSICO-CHEMICAL QUALITY AND TIME COOKING OF NEW AND AGING BEANS UNDER REFRIGERATED STORAGE

**ABSTRACT:** Storing beans in inadequate conditions results in significant increase in cooking time, causing a reduction in the quality and decreased acceptance of the product by consumers. The refrigerated storage is an alternative for maintaining the technological quality of the product. The purpose of this study was to evaluate the effect of refrigerated storage on the quality of beans, new and aging grains, from the varieties IPR-Uirapuru and Rosinha for 12 months. It was found that the grains of both varieties stored new and with defect HTC presented protein levels within acceptable ranges for bean indicating that the protein quality is maintained when using conditions of low temperature storage. There was decreased pH and increased acidification of the product due to accelerated aging condition. The cooking time of beans stored again demonstrated that the refrigeration condition contributes to the maintenance of grain quality.

**KEYWORDS:** *Phaseolus vulgaris* L, accelerated aging, refrigeration.

### INTRODUÇÃO

O feijão é uma leguminosa de grande importância na dieta de muitas populações, sendo fonte de proteína acessível que faz parte das refeições em todas as regiões do país. O gênero *Phaseolus* compreende todas as espécies conhecidas como feijão, sendo a *Phaseolus vulgaris* L. a mais popular e a que possui inúmeras variedades tais como, Carioca, Roxo, Mulatinho, Preto, entre outras (PIRES et.al, 2005). Esta diversidade permite que sejam atendidas as preferências regionais dos consumidores e também a adaptabilidade das culturas com relação as suas necessidades no momento do cultivo. Para que sejam mantidas as qualidades físico-químicas, nutricionais e tecnológicas dos grãos de feijão, condições controladas no armazenamento são essenciais, onde o teor de água do produto, umidade relativa do ar e temperatura de armazenamento são os parâmetros mais críticos (RESENDE et al., 2008).

Quando o armazenamento do produto é realizado em condições inadequadas de umidade e temperatura, além de ocorrer o desenvolvimento de insetos-pragas e fungos (RESENDE et al., 2008) que poderão causar danos aos grãos e perdas pós-colheita, estas condições propiciam a ocorrência de reações químicas e enzimáticas aceleradas. O feijão torna-se endurecido e resistente ao cozimento devido principalmente a dois defeitos. O primeiro é o endurecimento da casca (“hardshell”), no qual a mesma torna-se impermeável a água.

E também o defeito difícil de cozinhar (“hard-to-cook” ou HTC), onde os grãos são capazes de absorver água, mas os cotilédones não amaciam durante o cozimento, mesmo quando estão completamente hidratados (REYES-MORENO; PAREDES-LÓPES; GONZALEZ, 1993; DONADEL e PRUDENCIO-FERREIRA, 1999). Dessa maneira os grãos que apresentam o HTC precisam de maior tempo em seu processamento, encarecendo o seu preparo e reduzindo a aceitação para consumo e industrialização.

O armazenamento refrigerado é uma alternativa indicada para a manutenção da qualidade tecnológica dos grãos de feijão. Brackmann *et al.*, (2002) observaram menores tempos de cozimento em grãos de feijão da variedade carioca armazenados sob refrigeração, o que pode estar relacionado ao menor envelhecimento do produto e a não instalação do defeito hard-to-cook nestas condições. Maurer *et al.*, (2004) sugerem que há possibilidade de reversão do defeito HTC nos grãos quando o produto é mantido sob condições de baixa temperatura. De acordo com Reyes-Moreno; Paredes-Lópes; Gonzalez (1993), estudos que visam compreender mecanismos de reversibilidade e prevenção do defeito HTC podem ter impacto tanto nutricional, quanto econômico para esta cadeia produtiva.

Rigueira, Lacerda Filho e Volk (2009), estudando o efeito do resfriamento artificial da massa de grãos de feijão com diferentes teores de água, verificaram que a condição de refrigeração constituiu-se de um método eficaz na manutenção das características físico-químicas do produto por um período de 120 dias. A avaliação dos benefícios da utilização da refrigeração dos grãos de feijão é importante vistas às possibilidades de novos estudos para implementação desta metodologia a campo.

Objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito do armazenamento refrigerado na qualidade de grãos de feijão novos e envelhecidos, das variedades IPR-Uirapuru e Rosinha, durante o período de 12 meses.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Processamento de Produtos Agrícolas, na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Cascavel – PR.

## Matéria - prima

Foram utilizados grãos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) das variedades Rio Vermelho (Grupo comercial cores) e IPR Uirapuru (Grupo comercial preto) cultivados na região oeste do Paraná, na safra 2008/2009, secos a 12% de umidade em condições de secagem natural e encaminhados ao laboratório para serem submetidos aos tratamentos.

Os grãos de ambas as variedades foram primeiramente divididos em dois tratamentos: grãos armazenados novos e grãos armazenados após envelhecimento.

## Envelhecimento do produto

Para a obtenção dos grãos envelhecidos realizou-se o processo de envelhecimento acelerado, que foi equivalente a um ano de armazenamento em condições ambientais, seguindo a metodologia de MORI (2001). Para tal, amostras de 800 g de grãos novos foram armazenadas em recipientes plásticos fechados, estes foram mantidos por um período de 45 dias em incubadora refrigerada BOD a 76% ( $\pm 1$  %) de umidade relativa e temperatura de 40°C. Para a obtenção desta condição de umidade relativa foi utilizada uma solução saturada de cloreto de sódio depositada no fundo dos recipientes plásticos que continham os grãos. O produto era mantido acima da solução, dentro de telas de polipropileno perfuradas. Os recipientes fechados criavam então um microclima para os grãos armazenados, possibilitando então uma condição extrema e a aceleração do envelhecimento do produto e consequentemente, a instalação do defeito HTC.

## Condição de armazenamento

Os grãos novos e envelhecidos (com HTC) de feijão foram dispostos em embalagens plásticas e submetidos ao armazenamento refrigerado à 5 °C durante o período de doze meses. Após a armazenagem, os grãos foram analisados quanto às características físico-químicas e tempo de cozimento.

## Caracterização físico-química

Foram determinados após o armazenamento refrigerado os parâmetros de pH, acidez e teor de proteínas dos grãos. Primeiramente as amostras foram preparadas na forma de farinha de feijão. O procedimento foi realizado da seguinte maneira: após a retirada da estocagem e repouso de 12 horas à temperatura ambiente, as amostras foram trituradas em liquidificador e peneiradas em peneira de 50 mesh, obtendo-se a farinha do produto que foi acondicionada em recipientes plásticos fechados para a posterior realização das análises.

Na determinação do pH das amostras, 1,000 g da farinha preparada foi adicionado a 50,00 mL de água destilada. Esta mistura foi agitada por 2 minutos em haste agitadora e posteriormente, mediuse o pH com a utilização de um peagâmetro de bancada segundo a metodologia recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005).

A acidez dos grãos foi determinada utilizando-se 5,000 g de farinha, os quais foram adicionados a 50,00 mL de água destilada e esta mistura foi agitada por 2 minutos em haste agitadora. Posteriormente realizou-se a filtragem da solução e uma alíquota foi retirada para determinação da acidez, medida por meio de titulação com NaOH 0,01M padronizada e calculada como gramas de ácido acético por quilogramas de farinha de feijão (BRASIL, 2005; MARTIN-CABREJAS *et al.*, 1997).

O teor de proteína dos feijões foi determinado pelo método micro-Kjeldahl, utilizando 0,2 gramas de amostra para 1,5 gramas de mistura catalítica e 3 mL de ácido sulfúrico. Estes foram submetidos a um programa de digestão em bloco digestor com temperatura inicial de 50 °C até a temperatura máxima de 350 °C, seguida de destilação utilizando ácido bórico à 4% com indicador e titulação com ácido clorídrico 0,1 N, obtendo-se assim a quantidade de nitrogênio da amostra. O teor de proteína foi obtido multiplicando o teor de nitrogênio pelo fator 6,25; sendo expresso em porcentagem (BRASIL, 2005).

## Determinação do tempo médio de cocção dos grãos

A determinação do tempo médio de cocção foi realizada com o auxílio do Cozedor de Mattson adaptado, seguindo o método proposto por Proctor e Watts (1987). Para tal, de cada uma das amostras foram selecionados 25 grãos secos que foram submetidos ao processo de maceração em 50,00 mL de água destilada por um período de 16 horas

em condições ambientais. Após o processo, os grãos foram colocados em cada uma das vinte e cinco cavidades do aparelho cozedor, com as varetas metálicas suspensas em cima de cada grão. O cozedor de Mattson adaptado foi então colocado em um aparelho de banho-maria contendo 1000 mL de água em ebulição, sendo este volume completado durante o cozimento com água também em ebulição. O tempo de cocção dos grãos foi quantificado quando mais de 50% dos grãos foram perfurados pelas varetas metálicas do aparelho cozedor.

### Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 X 2, com duas variedades de feijão (Rio Vermelho e IPR Uirapuru) e dois tipos de grãos submetidos ao armazenamento refrigerado (feijão novo e feijão envelhecido), com três repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, teste F e teste de comparação de médias (Teste de Tukey), com nível de significância igual ou menor que 5%. Foi verificada antes da análise de variância a homocedasticidade dos tratamentos, verificando se havia a necessidade de transformação dos dados obtidos. Para tal, realizou-se o Teste de igualdade de variância de Hartley. Os dados foram analisados através do programa computacional SISVAR 5.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância do parâmetro pH dos dois tipos de grãos de feijão (novos e envelhecidos) das variedades Rio Vermelho e IPR Uirapuru, armazenados durante 12 meses, não apresentou como significativa a interação dos fatores estudados, apenas o fator tipo de grão foi significativo ao nível de 5%. Os valores relativos às médias da determinação do pH dos grãos de feijão estão apresentados na Tabela 1. Verificou-se que não ocorreu diferença estatística significativa entre as duas variedades analisadas, porém a variedade IPR Uirapuru apresentou valores de pH maiores, comparada à Rio Vermelho. Já o pH dos grãos armazenados novos diferiu estatisticamente do valor apresentado pelos grãos armazenados já envelhecidos, sendo menor para estes.

**Tabela 1** Valores médios para pH dos grãos de feijão das variedades Rio vermelho e IPR Uirapuru novos e envelhecidos armazenados sob refrigeração por 12 meses.\*

Variedade	Feijão armazenado		Média
	Novo	Envelhecido	
Rio Vermelho	6,24	6,09	6,17 A
IPR Uirapuru	6,51	6,12	6,32 A
Média	6,38 a	6,11 b	

NOTA: Médias na coluna, acompanhadas por letras maiúsculas diferentes e na linha, acompanhadas por letras minúsculas diferentes, para cada componente, diferem significativamente pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade.

Foi verificado em ambas as variedades que os grãos passados pelo processo de envelhecimento acelerado sofreram redução no valor do pH, ocorrendo então a acidificação do produto. Em grãos de feijão é notável essa redução no pH durante o armazenamento. Ribeiro (2005) verificou diminuição do pH do feijão, variedade IAPAR 81 preto após o período de dois meses de armazenamento (6,47 para 6,23). Liu *et al.*, (1992) sugerem que esta diminuição do pH é um indicador confiável de HTC no grão de feijão provocado por condições adversas de estocagem, o que possibilita certificar a metodologia de envelhecimento utilizada neste trabalho.

Quanto ao parâmetro acidez dos grãos, não foram verificadas diferenças estatísticas significativas entre os fatores estudados. A variedade Rio Vermelho apresentou média de 1,075 e a IPR Uirapuru 1,160 g de ácido acético.kg<sup>-1</sup> de farinha de feijão. Grãos armazenados novos apresentaram menor teor de acidez (1,041 g de ácido acético.kg<sup>-1</sup> de farinha) quando comparados aos que já estavam envelhecidos (1,194 g de ácido acético.kg<sup>-1</sup> de farinha), porém estes valores também não diferiram estatisticamente. Martin-Cabrejas *et al.*,(1997) verificaram que o armazenamento de diferentes variedades de feijão por um longo período de tempo em condições ambientais resultou em aumento da acidez do produto, sendo este o indicativo do defeito HTC nos grãos.

As médias dos teores de proteína dos grãos armazenados novos não diferiram estatisticamente entre as duas variedades analisadas (Tabela 2), porém ocorreu diferença entre Rio Vermelho e Uirapuru para o grão que passou pelo processo de envelhecimento antes do armazenamento. Para as duas condições de armazenamento também

não houve diferença significativa, porém a variedade Rio Vermelho apresentou aumento no teor de proteína no grão que foi envelhecido. Já para a variedade IPR Uirapuru ocorreu o contrário, o grão apresentou redução na média do teor de proteína após passar por processo de envelhecimento acelerado e ser armazenado sob refrigeração. Rios *et al.*, (2003), após estudo com 3 variedades de feijão e diferentes condições de colheita, verificaram que os teores de proteína bruta apresentaram-se entre 24,11 e 30,41%, os resultados obtidos neste trabalho tanto para os grãos novos quanto para os envelhecidos ficam dentro deste intervalo. De acordo com Oliveira *et al.*, (2011), o armazenamento refrigerado em diferentes variedades possibilitou a manutenção da qualidade nutricional do produto.

**Tabela 2** Valores médios para teor de proteína dos grãos de feijão das variedades Rio vermelho e IPR Uirapuru novos e envelhecidos armazenados sob refrigeração por 12 meses.\*

Variedade	Feijão armazenado		Média
	Novo	Envelhecido	
Rio Vermelho	24,48 aA	25,09 aA	24,79
IPR Uirapuru	24,85 aA	23,02 bB	23,94
Média	24,67	24,06	-

NOTA: Médias na coluna, acompanhadas por letras maiúsculas diferentes e na linha, acompanhadas por letras minúsculas diferentes, para cada componente, diferem significativamente pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade.

Com relação ao tempo médio de cocção, não ocorreu efeito significativo do fator variedade, apenas do tipo de grão armazenado (Tabela 3). O tempo de cozimento para grãos de feijão logo após a colheita varia entre 19 a 24 minutos dependendo do cultivar, época, local e condições de cultivo (OLIVEIRA *et al.*, 2011). Observando os resultados obtidos para os grãos armazenados novos, verificou-se que a condição de refrigeração foi favorável para a manutenção de qualidade culinária do feijão das variedades após o período, principalmente para o cultivar Rio Vermelho que apresentou após um ano de armazenagem tempo de cocção médio de 20 minutos.

Para os grãos envelhecidos e posteriormente armazenados por 12 meses, observou-se o aumento de cerca de 9 a 12 vezes no tempo de cozimento comparado aos grãos que novos. Coelho *et al.*; (2009) verificaram que o armazenamento de duas variedades de feijão (carioca e preto) tanto em condições de envelhecimento natural quanto acelerado incrementa significativamente o tempo de cocção do produto.

**Tabela 3** Valores médios para o tempo médio de cocção (minutos) dos grãos de feijão das variedades Rio vermelho e IPR Uirapuru novos e envelhecidos armazenados sob refrigeração por 12 meses

Variedade	Tempo de cocção		Média
	Novo	Envelhecido	
Rio Vermelho	20	250	135 A
IPR Uirapuru	29	242	136 A
Média	25 a	246 b	

NOTA: Médias na coluna, acompanhadas por letras maiúsculas diferentes e na linha, acompanhadas por letras minúsculas diferentes, para cada componente, diferem significativamente pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade.

Donadel e Prudêncio-Ferreira (1999) analisaram a qualidade do feijão comum envelhecido da variedade Carioca, e verificaram que houve incremento no tempo de cozimento dos grãos à medida que o tempo de armazenamento foi aumentado. Mostraram que ocorreu o endurecimento nos grãos e que o método utilizado para acelerar o processo de envelhecimento foi eficiente, já que feijões envelhecidos são duros e resistentes ao cozimento, o mesmo pode-se verificar com os resultados em análise neste estudo, com relação ao observado ao tempo de cocção dos grãos envelhecidos.

Maurer *et al.*, (2004) verificou que o tempo de cozimento de grãos que apresentavam o defeito HTC foi reduzido após o período de armazenagem sob refrigeração (para feijão vermelho ocorreu redução de 56 para 38 minutos e para o feijão preto de 70 para 42 minutos). Os autores sugerem que as condições de refrigeração possibilitam a reversão do HTC, sendo então uma alternativa para diminuição de perdas e melhores condições para o processamento do feijão envelhecido. Neste sentido sugerem-se novos estudos que permitam avaliar o efeito da refrigeração sob o feijão que apresenta qualidade reduzida.

## CONCLUSÕES

Após o período de um ano em condições de refrigeração, os grãos de ambas as variedades armazenados novos e com defeito HTC apresentaram teores de proteína dentro das faixas aceitáveis para o grão de feijão indicando que a qualidade nutricional do produto é mantida quando se realiza este tipo de armazenamento. Ocorreu diminuição do pH e aumento da acidificação do produto devido a condição

de envelhecimento acelerado. O tempo de cocção do feijão armazenado novo demonstrou que a condição de refrigeração contribui para a manutenção da qualidade dos grãos.

## REFERÊNCIAS

BRACKMANN, A.; NEUWALD, D.A.; RIBEIRO, D.R.; FREITAS, S.T. Conservação de três genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo carioca em armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.32, n.6, p.911-915, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instituto Adolfo Lutz. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. Brasil: Ministério da Saúde, 2005. p. 819-877.

COELHO, S.R.M.; PRUDENCIO, S. H.; NOBREGA, L.H.P; LEITE, C. F. R. Alterações no tempo de cozimento e textura dos grãos de feijão comum durante o armazenamento. *Ciência e Agrotecnologia*. Lavras, v.33, n.2, p. 539-544, 2009.

DONADEL, M.E.; PRUDENCIO-FERREIRA, S.H. Propriedades funcionais de concentrado protéico de feijão envelhecido. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.3, p.380-386, 1999.

LIU, K.; MCWATTERS, K. H.; PHILLIPS, R. D. Protein insolubilization and thermal destabilization during storage as related to hard-to-cook defect in cowpeas. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Daves, v. 40, p. 2483-2487, 1992.

MARTIN-CABREJAS, M. A.; ADRIA, B. S.; MOLLÁ, S.; ESTEBAN, R.; LÓPEZ-ANDRÉU, F. J. Effect of fermentation and autoclaving on dietary fiber fractions and antinutritional factors of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Columbus, v. 52, n. 20, p. 261-266, 2004.

MAURER, G.A.; OZEN, B.F.; MAUER, L.; NIELSEN, S.S. Analysis of Hard-to-cook Red and Black Common Beans using Fourier Transform Infrared Spectroscopy. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Columbus, v. 52, n.6, p 1470-1477, 2004.

MORI, A.L.B. **Solubilidade das proteínas de feijão comum envelhecido. 2001.78f.** Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina. Londrina.

OLIVEIRA, V.R.; RIBEIRO, N.D.; MAZIERO, S.R.; CARGNELUTTI FILHO, A.; JUST, E. Qualidade para o cozimento e composição nutricional de

genótipos de feijão com e sem armazenamento sob refrigeração. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.41, n.5, p.746-752, 2011.

PIRES, C.V.; OLIVEIRA, M.G.A.; CRUZ, G.A.D.R.; MENDES, F.Q.; DE REZENDE, S.T.; MOREIRA, M.A. Composição físico-química de diferentes cultivares de feijão (*Phaseolus Vulgaris* L). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.16, n.2, p.157-162, 2005.

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**, Apple Hill, v.20, n.1, p.9-14, 1987.

RESENDE, O.; CORRÊA, P.C.; FARONI, L.R.A.; CECON, P.R. Avaliação da qualidade tecnológica do feijão durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.2, p.517-524, 2008.

REYES-MORENO, C.; PAREDES-LOPEZ, O. GONZALEZ, E. Hard-to-cook phenomenon in common beans - a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Filadelfia, v.33, n.3, p.227-286, 1993.

RIBEIRO, H. J. S. S.; PRUDENCIO-FERREIRA, S.H.; MIYAGUI, D. T. Propriedades físicas e químicas de feijão comum preto, cultivar Iapar 44, após envelhecimento acelerado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 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. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.20, n.4, p. 649-655, 2009.

RIOS, A.O.; ABREU, C.M.P.; CORRÊA, A.D. Efeito da estocagem e das condições de colheita sobre algumas propriedades físicas, químicas e nutricionais de três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v,23, n.(Supl), p.39-45, 2003.