

ALTERAÇÕES NO TEMPO DE COZIMENTO E TEXTURA DOS GRÃOS DE FEIJÃO COMUM DURANTE O ARMAZENAMENTO

Alterations in the cooking time and texture of the common bean grains during storage

Silvia Renata Machado Coelho¹, Sandra Helena Prudencio²,
Lucia Helena Pereira Nóbrega³, Carla Fabiana Rolin Leite⁴

RESUMO

Objetivou-se, no presente trabalho, foi comparar alterações no tempo de cozimento e dureza dos grãos de duas variedades de feijão comum, durante o envelhecimento natural e o acelerado. O envelhecimento de um lote de cada variedade de feijão (Iapar 81 - variedade carioca e Iapar 44 - variedade preto) foi acelerado em estufa a 40°C e 76% de UR% por 15, 30, 45, 60, 75 dias. Outro lote, das mesmas variedades, foi submetido ao envelhecimento em condições ambientais por três, seis, nove e doze meses. O lote-controle foi armazenado a 5 °C. Após cada tempo de armazenagem, foram determinados os parâmetros de tempo de cozimento e dureza. Os grãos da variedade carioca apresentaram maiores tempos de cozimento em relação ao feijão preto, em ambos os sistemas de armazenagem. O feijão cozido da variedade carioca apresentou dureza maior que o feijão da variedade preto, tanto no envelhecimento acelerado quanto no envelhecimento natural. A dureza dos grãos cozidos e resfriados à temperatura ambiente foi superior a dos grãos resfriados a 60 °C, visto que a temperatura influenciou nas medições, provavelmente pela maior retrogradação do amido à temperatura ambiente. O envelhecimento acelerado por vinte dias foi equivalente a um ano em condições naturais, em relação à dureza dos grãos.

Termos para indexação: Armazenamento, pós-colheita, dureza, *Phaseolus vulgaris* L., tempo de cozimento.

ABSTRACT

This experiment aimed to compare the changes of two varieties of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) concerning the cooking time and hardness data during their natural and accelerated aging processes. The aging of a parcel of each variety of bean (Iapar 81 - carioca variety and Iapar 44 - black variety) was performed in a 40°C oven at 76% RH during 15, 30, 45, 60, and 75 days. Another parcel of the same varieties was submitted to the aging at room conditions during 3, 6, 9, and 12 months. The control lot was storage at 5 °C. After each storage time, cooking time and hardness parameters were registered. Carioca variety showed the longest cooking times when compared to the black beans, in both storage systems. Cooked beans of carioca variety presented greater hardness than the black beans, not only in the accelerated aging but also in the natural aging. The hardness of the grains cooked and then cooled at room temperature was higher than the grains cooled at 60 °C, since the temperature influenced the measurements, probably due to the greatest starch retrogradation at room temperature. At last, it may be concluded that twenty days of the accelerated aging was equivalent to one year in natural conditions, concerning the hardness of the grains.

Index terms: Storage, Post-harvest, Hardness, *Phaseolus vulgaris*, cooking time.

(Recebido em 14 de março de 2007 e aprovado em 18 de setembro de 2008)

INTRODUÇÃO

Entre as espécies de plantas, os grãos de fabáceas são considerados boa fonte de proteína na dieta, tanto em países em desenvolvimento quanto nos altamente desenvolvidos. As fabáceas são fonte de energia e nutrientes, e seus grãos utilizados como suplemento de proteínas para cereais na dieta humana. Entre as espécies de fabáceas, os feijões do gênero *Phaseolus* são os que apresentam maior importância econômica (Ron et al., 1999).

Um dos principais problemas de aceitabilidade de grãos do gênero *Phaseolus* é um defeito conhecido como *hard-to-cook* (HTC) ou difícil de cozinhar, o qual provoca o aumento do tempo de cozimento dessas fabáceas (Reyes-Moreno & Paredes-Lópes, 1993). Estocagem prolongada a altas temperaturas e umidade relativa (UR) acelera o aparecimento do defeito HTC, que leva ao endurecimento dos grãos e o feijão se torna menos aceito pelos consumidores, causando considerável perda pós-colheita do produto (Jackson & Varriano-Marston, 1981; Garcia & Lajolo, 1994).

¹Engenheira Agrônoma, Doutora em Ciência de Alimentos – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas/CCET – Universidade Estadual do Oeste do Paraná/UNIOESTE – Rua Universitária, 2069 – Jardim Universitário – 858119-110 – Cascavel, PR – srmcoelho@unioeste.br

²Farmacêutica - Bioquímica, Doutora em Ciências dos Alimentos – Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Centro de Ciências Agrárias – Universidade Estadual de Londrina/UDEL – Rodovia Celso Garcia Cid, 445 – Km 380 – Campus Universitário – Cx. P. 6001 – 86051-990 – Londrina, PR – sandrah@uel.br

³Engenheira Agrônoma, Doutora em Engenharia Agrícola – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas/CCET – Universidade Estadual do Oeste do Paraná/UNIOESTE – Rua Universitária, 2069 – Jardim Universitário – 858119-110 – Cascavel, PR – lhpn@unioeste.br

⁴Nutricionista – Departamento de Nutrição – Universidade Paranaense/UNIPAR – Av. Parigot de Souza, 3636 – Jardim Prada – 85903-171 – Toledo, PR – carlarolim@hotmail.com

A qualidade de grãos pode ser determinada pela aceitabilidade ao consumo, a qual está relacionada principalmente a suas características tecnológicas de absorção de água antes e após o cozimento, tempo de cozimento, porcentagem de sólidos solúveis no caldo, cor do tegumento e do caldo. Essas características podem ser alteradas durante o armazenamento em condições inadequadas ou mesmo pela presença de inseto-praga (Reyes-Moreno & Paredes-López, 1993; Bassinello, 2007; Resende et al., 2008).

O endurecimento dos grãos está relacionado a mecanismos múltiplos, como a gelatinização do amido, desnaturação de proteína, perda de frações da parede celular (Liu, 1995; Shiga et al., 2004). A estocagem em condições inadequadas resulta em aumento do tempo de maceração e de cozimento e aumento na dureza final dos grãos de feijão (Yousif et al., 2002). Carbomel et al. (2003), avaliando a qualidade tecnológica de dezenove genótipos de feijoeiro, observaram diferenças no tempo de cozimento dos genótipos avaliados, inferindo, assim sobre a importância da utilização de parâmetros de qualidade para a seleção de genótipos nos programas de melhoramento. Os grãos com HTC apresentam perda de valor nutritivo, principalmente pelo maior tempo de aquecimento requerido para obtenção da textura desejada.

Várias metodologias são utilizadas para promover o envelhecimento acelerado dos grãos, com o objetivo de reduzir o tempo de armazenamento necessário para estudo do defeito HTC, porém, não existe padronização de temperatura e umidade relativa a ser utilizada ou mesmo estudos entre o tempo de envelhecimento acelerado, que corresponde ao envelhecimento em condições ambientais (Garcia & Lajolo, 1994; Donadel & Prudencio-Ferreira, 1999; Mori, 2001; Shiga et al., 2004).

Objetivou-se, no presente trabalho, foi comparar as alterações no tempo de cozimento e dureza dos grãos de feijão submetidos ao envelhecimento natural e acelerado, e avaliar o tempo de envelhecimento acelerado que corresponde a um ano de armazenamento, em condições ambientais.

MATERIALE MÉTODOS

Foram utilizados grãos de feijões comuns (*Phaseolus vulgaris* L.), das variedades preto (Iapar 44) e carioca (Iapar 81), cultivados em Mafra, no estado de Santa Catarina, no período das águas, no ano de 2002. O lote-controlado de cada variedade foi estocado a 5°C por 12 meses. Outro lote foi estocado em condições ambientais de armazenamento, nas cidades de Toledo e Cascavel, no Paraná, e retiradas amostras após 3, 6, 9 e 12 meses de estocagem. Um terceiro lote foi estocado a 40°C, com umidade relativa de 76% (obtida com solução saturada de

cloreto de sódio) para envelhecimento acelerado, em duas estufas com controle de temperatura e as amostras foram coletadas a 15, 30, 45, 60 e 75 dias.

O tempo de cozimento foi realizado pelo método citado por Jackson & Varriano-Marston (1981), utilizando-se o equipamento de Mattson adaptado. O tempo de cozimento foi obtido quando 50% mais um dos grãos foram perfurados pela ponta do cilindro.

Para a determinação da dureza, 10 g de grãos foram cozidos em 250 mL de água destilada a 100 °C em bquer coberto e resfriados a 60 °C e à temperatura ambiente (25 °C). O tempo de cozimento de cada variedade foi o tempo determinado para o feijão-controlado. A dureza foi medida nos grãos inteiros utilizando-se texturômetro TA-XT2i (Stable Micro Systems, Surrey UK), com força de compressão de 0,05 N, a uma velocidade constante de 2,0 mm s⁻¹ (Mori, 2001).

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados (DBC). Para cada método de envelhecimento (natural e acelerado), os tratamentos, em esquema de parcelas subdivididas, foram os tempos de envelhecimento (dias ou meses, como parcelas) e as variedades (feijão preto e carioca, como subparcelas), sendo as estufas e as localidades consideradas, os blocos. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), teste F, de Snedecor. Após a análise de variância, as médias foram submetidas à análise de regressão, com nível de significância igual ou menor que 5%. A análise de variância e de regressão foram realizadas pelo programa ESTAT – Sistema para análises estatística – V.2.0 (Universidade Estadual Paulista, 1991).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as variáveis analisadas, os valores de F para os parâmetros tempo de armazenamento e variedades foram significativos ($P \leq 0,05$), exceto para a dureza de feijões envelhecidos em condições naturais cozidos e resfriados a 60 °C, na qual o valor de F foi não significativo para as variedades. Os resultados da análise de variância das variáveis estudadas indicam que o valor de F foi significativo para a interação tempo de armazenamento e variedades, exceto para a dureza de feijões envelhecidos a 40 °C e 76% de UR e em condições naturais cozidos e resfriados a 60 °C.

Verificou-se aumento no tempo de cozimento dos grãos dos feijões preto e carioca à medida que se aumentou o tempo de armazenamento, tanto no envelhecimento natural quanto no acelerado (Figura 1 a e b).

Na ANOVA, houve interação entre o tempo de armazenamento e as variedades, para os feijões armazenados a 40°C e 76% de UR. Os grãos da variedade carioca apresentaram maiores tempos de cozimento que a

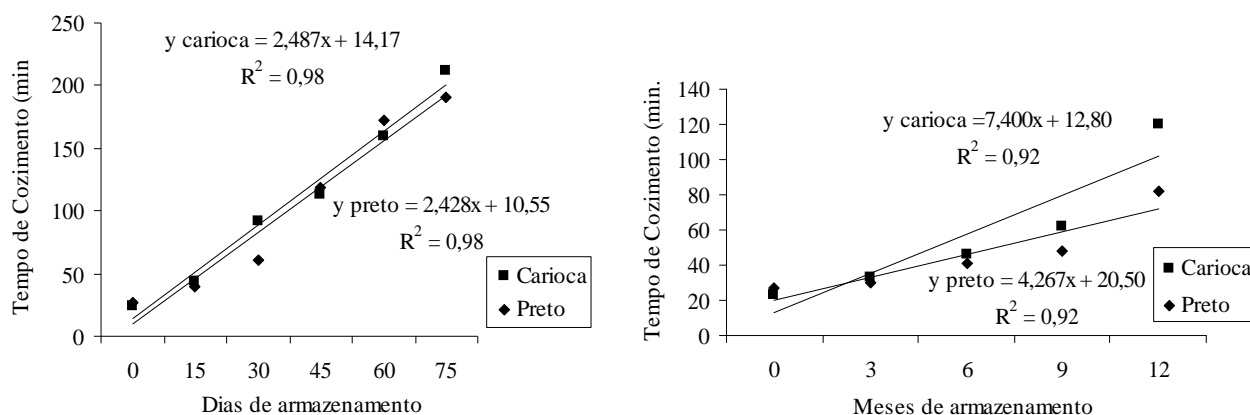


Figura 1 – Tempo de cozimento (minutos), de feijões das variedades Iapar 81 (carioca) e Iapar 44 (preto) envelhecidos a 40°C e 76% de UR (a) e de feijões envelhecidos naturalmente (b).

variedade preto e o aumento no tempo de cozimento dos grãos foi gradativo durante o armazenamento, resultado esse já esperado, uma vez que um dos principais efeitos do defeito hard-to-cook (HTC) é o aumento do tempo de cozimento, o qual se manifesta diferente de acordo com a variedade estudada.

Segundo Liu (1995), os grãos HTC cozidos são caracterizados por limitada separação das células e restrita gelatinização do amido. Esses defeitos podem ser atribuídos, parcialmente, à competição pela água entre a coagulação da proteína e o inchamento do amido. Se há coagulação das proteínas em grãos com defeito HTC, há formação de uma barreira física que restringe a água e impede a gelatinização do amido durante o cozimento, o que leva ao aumento do tempo de cozimento desses grãos.

Para ambos os tipos de armazenamento (Figura 1), o modelo linear representou satisfatoriamente os dados experimentais, com valores de coeficiente de determinação superiores a 0,90. Resende et al. (2008), em estudo com feijão armazenado em presença de inseto-praga, observaram que o tempo de cozimento dos grãos aumenta linearmente ao longo do período de armazenamento dos grãos.

Houve um aumento de 14 vezes e 18 vezes no tempo de cozimento das variedades carioca e preto, respectivamente, com 75 dias de envelhecimento acelerado a 40°C e 76% de UR. No armazenamento em condições naturais, o aumento do tempo de cozimento dos grãos-controlados em relação aos grãos armazenados por 12 meses foi de oito e 3,5 vezes para os grãos da variedade carioca e preto, respectivamente, utilizando-se as equações de regressão apresentadas na Figura 1.

Donadel & Prudencio-Ferreira (1999), após armazenamento de feijão carioca a 41°C sem controle de umidade relativa, observaram aumento de seis vezes no tempo de cozimento após 40 dias. Maurer et al. (2004),

estudando o defeito HTC em feijão comum, observaram que o tempo de cozimento sofreu um acréscimo de 2,41 e 2,5 vezes, em relação ao feijão controle nas variedades preto e vermelho, estocados a 65% de UR e 29°C por 3,5 meses.

A redução do tempo de cozimento é importante do ponto de vista nutricional por diminuir a perda de sólidos e evitar destruição de vitaminas e conveniente na redução de gasto de energia. Observou-se, no presente trabalho, aumentos significativos no tempo de cozimento durante o armazenamento, o que irá levar à redução da qualidade dos grãos. O cozimento e a textura dos grãos de feijão podem ser influenciados por diversos fatores que incluem a variedade, local de crescimento, condições de estocagem, além da composição química do produto (Reyes-Moreno & Paredes-López, 1993).

Para a determinação da dureza, os grãos foram cozidos nos tempos obtidos para o feijão-controlado, em cada variedade. Verificou-se que os valores de dureza, para as duas variedades, aumentaram com o aumento do tempo de armazenamento, tanto para os testes realizados em grãos cozidos e resfriados até temperatura ambiente (25 °C), quanto para os resfriados até 60 °C (Figuras 2 e 3). A dureza dos grãos cozidos e mantidos à temperatura de 25 °C foi superior a dos grãos mantidos a 60 °C, sendo que a temperatura influenciou nas medições, provavelmente pela maior retrogradação do amido ocorrida, durante o resfriamento até a temperatura ambiente. A medição de dureza dos grãos a 25 °C apresentou maiores diferenças entre as variedades e os tempos de armazenamento.

No armazenamento a 40 °C e 76% de UR (Figura 2), a variedade preto apresentou valores menores de dureza dos grãos que os grãos da variedade carioca, nos testes realizados com grãos cozidos e resfriados a 25 e 60 °C e o aumento desse parâmetro ocorreu com o aumento do tempo de armazenamento.

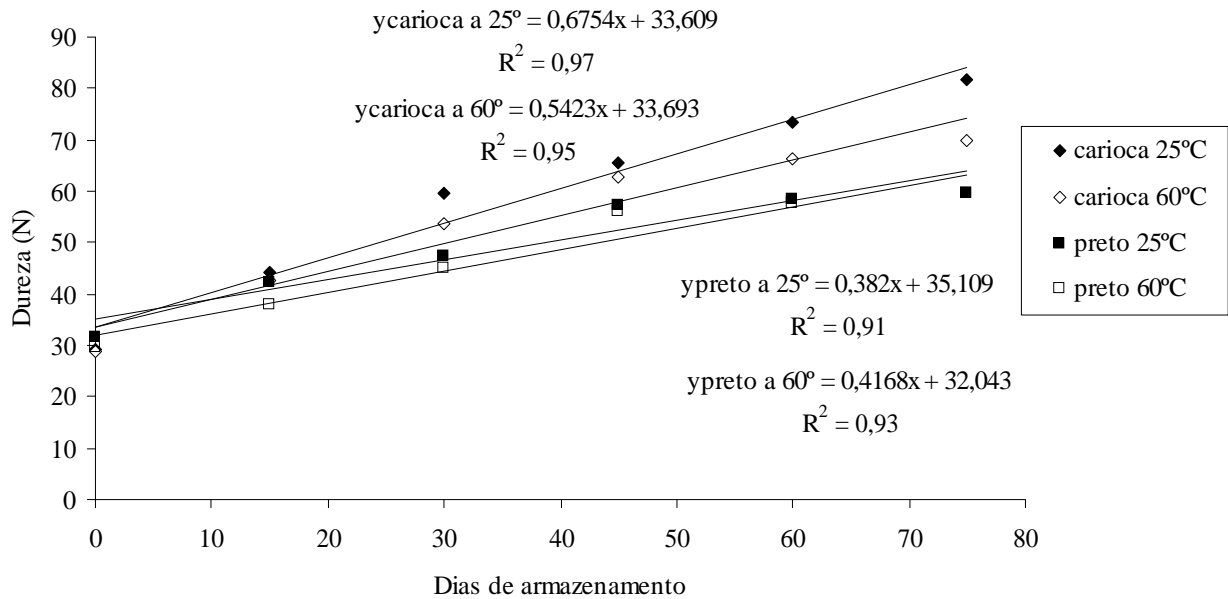


Figura 2 – Dureza, em Newtons, de feijões cozidos das variedades Iapar 81 (carioca) e Iapar 44 (preto) envelhecidos a 40°C e 76% de UR e resfriados a 25 °C e 60°C após o cozimento.

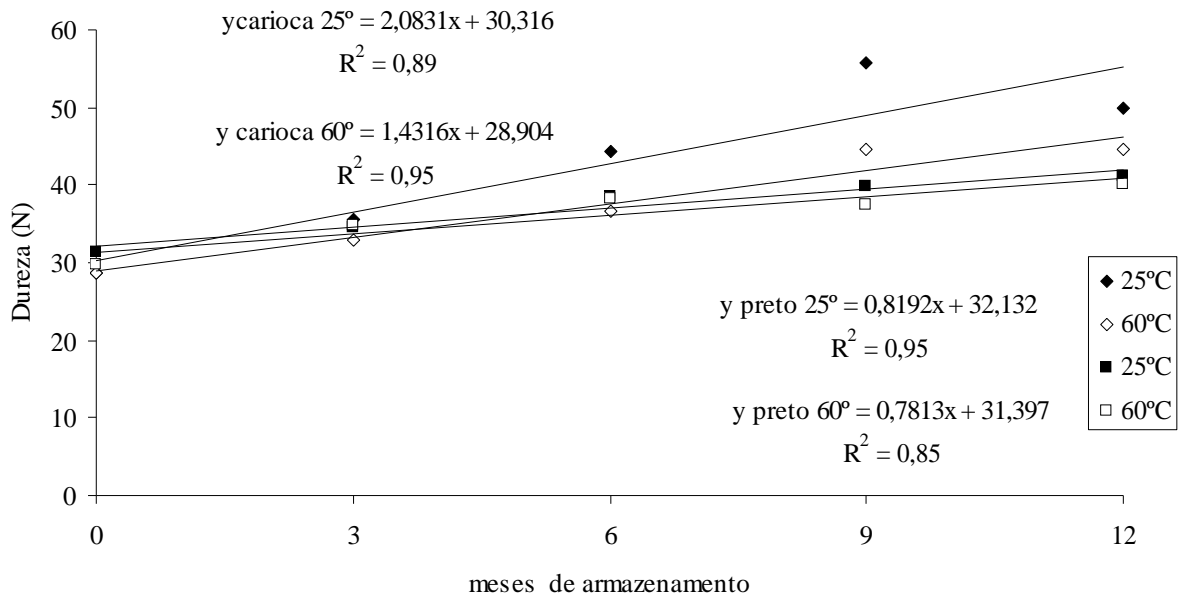


Figura 3 – Dureza, em Newtons, de feijões cozidos das variedades Iapar 81 (carioca) e Iapar 44 (preto), envelhecidos naturalmente e resfriados a 25 °C e 60°C após o cozimento.

No armazenamento em condições ambientais (Figura 3), para as ambas variedades analisadas, ocorreu aumento de dureza com o envelhecimento e os grãos de feijão carioca apresentaram maior dureza medida a 25 °C que os de feijão preto. Observou-se aumento da dureza com o tempo de armazenamento.

Os valores de dureza dos grãos submetidos ao envelhecimento acelerado foram diferentes dos grãos sob envelhecimento natural. Utilizando-se as equações de regressão apresentadas nas Figuras 2 e 3, observou-se que a dureza dos grãos de feijão carioca cozido e resfriado a 25 °C envelhecidos por 75 dias a 40 °C e 76% de UR

apresentou aumento de 2,5 vezes em relação ao controle, enquanto o feijão envelhecido naturalmente apresentou aumento de dureza de 1,8 vezes, em relação ao controle. A variedade preto, envelhecida por 75 dias nas mesmas condições anteriores, mostrou aumento de 1,80 vezes em relação à dureza do controle e os grãos envelhecidos naturalmente apresentaram aumentos de dureza de 1,3 vezes, em relação ao controle.

Observou-se que o feijão da variedade carioca apresentou dureza maior que o feijão da variedade preto, tanto no envelhecimento acelerado quanto no envelhecimento natural. Esse fato também foi constatado por Mori (2001), no armazenamento a 40°C e 76% de UR por 20 dias das mesmas variedades. O autor também observou que a ausência do tegumento do grão de feijão não influenciou a dureza dos grãos.

Barcellos et al. (1999), estudando a textura subjetiva por análise sensorial e a textura objetiva medida com texturômetro nas mesmas condições do presente experimento, encontraram que valores de dureza de até 42 Newtons apresentam resultados de textura satisfatórios, na análise sensorial de feijão guandu. Isso poderia indicar que o feijão armazenado em condições ambientais por um ano não apresentaria alterações na qualidade, em relação à textura, uma vez que o aumento da dureza dos grãos armazenados foi pequeno em relação aos grãos-controle. Porém, estudos sensoriais utilizando o feijão comum são necessários para confirmar essa observação.

Ainda, utilizando-se as equações de regressão apresentadas nas Figuras 2 e 3 observou-se que a dureza determinada em grãos cozidos e resfriados a 25 °C nas variedades carioca e preto, armazenadas por 12 meses em condições ambientais foi equivalente ao envelhecimento acelerado por 24 e 16 dias, respectivamente. Já a dureza determinada em grãos cozidos e resfriados a 60 °C dos grãos armazenados por 12 meses, correspondeu ao envelhecimento acelerado por 20 dias, para ambas as variedades. Não houve influência da temperatura de medição da dureza na comparação entre o envelhecimento natural e acelerado, uma vez que o envelhecimento acelerado por cerca de 20 dias correspondeu a um ano de envelhecimento, em condições ambientais.

CONCLUSÕES

O envelhecimento acelerado e natural dos grãos de feijão das variedades preto e carioca causou aumento da dureza e tempo de cozimento, produzindo o defeito HTC (hard-to-cook) nos grãos.

Os grãos da variedade carioca foram mais susceptíveis ao aparecimento do defeito HTC.

Um tempo de cerca de 20 dias de aceleração do envelhecimento (estocagem a 40° e 76% de umidade relativa) foi equivalente a uma estocagem em condições naturais por um ano, quando se analisou o parâmetro de dureza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARCELOS, M.F.P.; TAVARES, D.Q.; SILVA, M.A.A.P.; MIRANDA, M.A.C.; GERMER, S.P.M.; SADAHIRA, M.S.; FERREIRA, C.P.M. Aspectos tecnológicos e sensoriais do guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] enlatado em diferentes estádios de maturação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, p.73-83, 1999.

BASSINELLO, P.Z. **Pós-produção**: qualidade dos grãos. Brasília, DF: Embrapa Arroz e Feijão, 2007. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia4/AG01/arvore/AG01_2_28102004161635.html>. Acesso em: 20 mar. 2007.

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

GARCIA, E.; LAJOLO, F.M. Starch alterations in hard-to-cook beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.42, p.612-615, 1994.

JACKSON, M.G.; VARRIANO-MARSTON, E. Hard-to-cook phenomenon in beans: effects of accelerated storage on water absorption and cooking time. **Journal of Food Science**, Chicago, v.46, p.799-803, 1981.

LIU, K. Cellular, biological, and physicochemical basis for the hard-to-cook defect in legume seeds. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.35, n.4, p.263-298, 1995.

MAURER, G.M.; OZEN, B.F.; MAUER, L.J.; NIELSEN, S.S. Analysis of hard-to-cook red and black common beans using fourier transform infrared spectroscopy. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.52, p.1470-1477, 2004.

MORI, A.L.B. **Solubilidade das proteínas de feijão comum envelhecido**. 2001. 70p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos)-Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2001.

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. Hard-to-cook phenomenon in common beans: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.33, n.3, p.227-286, 1993.

RON, A.M.; MAQUET, A.; BAUDOIN, J.P. Editorial: improvement of sustainable *Phaseolus* production in Europe for human consumption – PHASELIEU. **Biotechnological Agronomic Society Environmental**, Pontevedra, v.3, n.4, p.195-196, 1999.

SHIGA, T.M.; LAJOLO, F.M.; FILISETTI, T.M.C.C. Changes in the cell wall polysaccharides during storage and hardening of beans. **Food Chemistry**, London, v.84, p.53-64, 2004.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. **Sistema para análise estatística ESTAT v.2.0**. Jaboticabal, 1991.

YOUSIF, A.M.; DEETH, H.C.; CAFFIN, N.A. Effect of storage time and conditions on the hardness and cooking quality of adzuki (*Vigna angularis*). **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, Zurich, v.35, p.338-343, 2002.