

Qualidade tecnológica do arroz branco polido submetido à irradiação gama (Co^{60})¹

Ívina Catarina de Oliveira Guimarães², Joelma Pereira³, Vanda Maria de Oliveira Cornélio⁴,
Luís Roberto Batista⁵, Eric Batista Ferreira⁶

RESUMO

A aplicação da radiação ionizante, com o propósito de garantir a segurança dos grãos, tem sido apresentada como alternativa eficaz e segura ao uso de defensivos agrícolas e prática promissora, a ser utilizada para estender a vida útil e reduzir as perdas das safras de grãos. Contudo, assim como outros tratamentos de conservação de alimentos, a irradiação pode alterar sua qualidade. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a qualidade de cocção do arroz submetido a diferentes doses de irradiação gama Co^{60} (0,0 kGy, 6,5 kGy e 7,5 kGy). Observou-se que o arroz irradiado com 7,5 kGy apresentou um tempo de cozimento significativamente maior (18,21 min.) que o do arroz irradiado na dose 6,5 kGy (17,11 min) e 0,0 kGy (16,83 min.). Os valores médios de expansão do volume do arroz não irradiado foi de 365,65%; já, para o arroz irradiado, os valores foram menores, apresentando-se com 322,19%. Quanto à perda de sólidos solúveis, essa foi significativamente maior no arroz branco polido irradiado (17,0%), do que no arroz não irradiado (10,35%). Embora a irradiação gama tenha influenciado em alguns parâmetros de cocção do arroz, refletindo-se em maior tempo de cozimento, para a irradiação na dose 7,5 kGy, no menor coeficiente de expansão do volume e na maior perda de sólidos solúveis, os valores encontrados assemelham-se aos valores referenciados, na literatura, como desejáveis para a qualidade deste cereal.

Palavras-chave: teste de cocção, tempo de cozimento, irradiação ionizante, arroz.

ABSTRACT

Technological quality of white rice subjected to gamma irradiation (Co^{60})

The application of ionizing radiation to ensure grain safety has been proposed as an effective and safe alternative to pesticides and a promising practice to extend the shelf life and reduce crop losses. However, like other treatments for food preservation, irradiation can change the product quality. Thus, the objective of this study was to evaluate the quality of cooking rice subjected to different doses of Co^{60} gamma irradiation (0kGy, 6.5 kGy and 7.5 kGy). The results showed that rice irradiated with 7.5 kGy had a significantly higher cooking time (18.21 min.) than with the doses 6.5 KGy (17.11 min) and 0 kGy (16.83 min.). The average volume expansion of the non-irradiated rice was 365.65%, while for irradiated rice, it was lower with 322.19%. The loss of soluble solids was significantly higher in irradiated polished white rice (17.0%) than in non-irradiated rice (10.35%). Although gamma irradiation has influenced some rice cooking

Recebido para publicação em 22/03/2012 e aprovado em 03/06/2013.

¹ Este trabalho é parte da dissertação de mestrado da primeira autora.

² Nutricionista, Mestre. Departamento de Ciências dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, *Campus* Universitário, Caixa Postal 3037, 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil. ivina@dca.ufla.br (autor para correspondência).

³ Engenheira-Agrônoma, Doutora. Departamento de Ciências dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, *Campus* Universitário, Caixa Postal 3037, 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil. joper@ufla.br

⁴ Engenheira-Agrônoma, Doutora. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Centro Tecnológico do Sul de Minas, *Campus* da UFLA, Caixa Postal 176, 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil. vanda.cornelio@epamig.ufla.br

⁵ Químico, Doutor. Departamento de Ciências dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, *Campus* Universitário, Caixa Postal 3037, 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil. luisrb@ufla.br

⁶ Engenheiro-Agrônomo, Doutor. Departamento de Ciências Exatas, Universidade Federal de Alfenas, Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700, Centro, 37130-000, Alfenas, Minas Gerais, Brasil. eric@unifal-mg.edu.br

parameters, resulting in a higher cooking time at 7.5 KGy dose, lower coefficient of volume expansion and increased loss of soluble solids, the values were similar to those recommended in the literature for the quality of this cereal.

Key words: test cooking, cooking time, ionizing radiation, rice.

INTRODUÇÃO

O arroz está entre os cereais mais consumidos do mundo. O Brasil é o nono maior produtor mundial e colheu 11,26 milhões de toneladas na safra 2009/2010. A produção está distribuída pelos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Mato Grosso (Ministério da Agricultura, 2012).

As características dos grãos, como a textura, o tempo de cozimento, a aparência, a expansão do volume, a absorção de água e a resistência à desintegração, do arroz beneficiado, durante o cozimento são determinantes da qualidade do grão do arroz e refletem-se diretamente no valor de mercado e na aceitação do produto pelo consumidor (Bassinello *et al.*, 2004). Vários são os fatores que podem afetar as qualidades tecnológica e nutricional do arroz, dentre eles a variação fenotípica, as condições de umidade, os fertilizantes usados, as qualidades de solo, o processo de beneficiamento e o armazenamento, dentre outros (Castro *et al.*, 1999).

Dentre os métodos tradicionais de beneficiamento e preservação de alimentos, a tecnologia da irradiação vem ganhando mais atenção, no controle de diferentes microrganismos. Caracterizada por expor o produto a uma quantidade controlada de radiação ionizante (raios gama ou X), o que implica tempos específicos, de acordo com os objetivos desejados, a irradiação tem como vantagem, em relação aos outros métodos, o fato de não elevar substancialmente a temperatura do alimento, resultando em menores perdas nutricionais e alterações do produto (Spolaore *et al.*, 2001; Omi, 2005; CENA, 2008). Contudo, segundo Bao *et al.* (2005), os radicais livres gerados pela irradiação dos alimentos podem interferir na estrutura das macromoléculas, dentre elas o amido, sendo, portanto, a irradiação, considerada um método de modificação física do amido.

Desta forma, considerando-se a possível interferência da irradiação ionizante nas características determinantes da aceitabilidade do arroz, este trabalho objetivou avaliar a qualidade de cocção do arroz, submetido a diferentes doses de irradiação gama.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostra

Foram utilizadas nesta pesquisa, sete amostras comerciais de arroz branco polido, longo fino, tipo 1, contidas

em embalagem de 2 kg, que se apresentavam em perfeito estado de integridade física e dentro dos prazos de validade.

Preparo das amostras

Cada amostra de arroz foi homogeneizada e fracionada em três subamostras, de 500 g, sendo duas delas destinadas às diferentes doses de irradiação sob estudo e, a outra, utilizada como controle (não irradiada). Todas as amostras foram acondicionadas em embalagens plásticas de polietileno, devidamente lacradas e identificadas, conferindo condições mais uniformes durante o processo de irradiação.

Procedimento de irradiação e acondicionamento das amostras

Para a irradiação das amostras de arroz, utilizou-se um irradiador Gammacell GB-127, IR-214 (MDS Nordion, Canadá), com fonte de cobalto (Co⁶⁰), do Laboratório de Irradiação Gama (LIG), do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN), localizado em Belo Horizonte, Minas Gerais. As doses empregadas no processo, 0,0 kGy (controle), 6,5 kGy e 7,5 kGy, foram escolhidas por serem significativas para a redução das populações fúngicas presentes no arroz, de acordo com pesquisa preliminar. A dose utilizada neste estudo foi de 6,0 kGy/hora. Foram mantidas condições de temperatura ambiente de $\pm 25^{\circ}\text{C}$, antes, durante e após o processo de irradiação.

Teste de Cocção

O teste de cocção é um importante método para avaliar a qualidade culinária de grãos de arroz e envolve as seguintes análises:

Tempo de cozimento: O tempo de cozimento é definido como o tempo necessário para a total gelatinização do amido. A determinação deu-se com a colocação de 10 g de arroz inteiro em 500 ml de água destilada, em ebulição, e, após 15 minutos, foram tomados alguns grãos entre duas lâminas de vidro, comprimindo-os. Essa compressão repetiu-se em determinados intervalos de tempo, até que o arroz se apresentasse sem nenhum núcleo branco no centro, de acordo com prática adotada por Ciacco & Chang (1986) e Hummel (1996).

Índice de absorção de água: Essa característica é determinada pelo aumento de peso durante a cocção e, para tanto, 10 g de arroz inteiro foram cozidos em 500 ml de água, pelo tempo ótimo de cocção predeterminado. O arroz foi drenado em peneira e deixado, durante cinco minutos, em papel absorvente para eliminar a água da superfície dos grãos, sendo, em seguida, pesado, e o coeficiente de absorção de água dado pela relação entre o peso do arroz cozido e o peso do arroz cru, conforme Donnelly (1979) e Hummel (1996).

Coefficiente de expansão do volume: A expansão do volume foi determinada, medindo-se, em proveta graduada, o volume de 100 ml de querosene, que foi deslocado por 10 g de arroz cru, procedendo-se, igualmente, com o arroz cru, depois de cozido pelo tempo previamente determinado. O coeficiente de expansão do volume foi dado pela relação entre o volume deslocado pelo arroz cozido e o volume deslocado pelo arroz cru, segundo Donnelly (1979) e Ciacco & Chang (1986).

Perda de sólidos solúveis: A perda de sólidos solúveis na água de cozimento foi determinada, medindo-se, numa proveta graduada de 500 ml, a água de cozimento de 10 g de arroz, em 500 ml de água destilada, depois de escorrido o arroz e coletando-se, a seguir, uma alíquota de 10 ml, a qual foi colocada em placa de Petri (previamente tarada) e levada à estufa, a 105 °C, durante cinco horas, resfriada em dessecador, durante 30 minutos, e pesada novamente. O resíduo seco presente na água de cozimento foi obtido pela diferença entre as duas pesagens das placas de Petri. A percentagem de perda de sólidos solúveis deu-se pela equação 1, de acordo com Maradini Filho (1983) e Ciacco & Chang (1986):

$$\%PSS = \frac{v \times rs \times 100}{a \times p}$$

em que:

PSS= perda de sólidos solúveis;

v= volume (ml) da água de cocção;

rs= resíduo seco;

a = alíquota (ml) da água de cocção;

p = peso do arroz cru (g).

Delineamento experimental e análise estatística

As variáveis referentes à qualidade do arroz foram estudadas, em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com três doses de irradiação gama Co^{60} (0,0 kGy, 6,5 kGy e 7,5 kGy) e seis repetições, para os grãos de arroz branco polidos.

Os dados obtidos foram analisados, estatisticamente, por meio de análise de variância (ANOVA), teste de F e

teste de Tukey estabelecendo-se o nível mínimo de significância de 5% ($p < 0,05$). Utilizou-se o *software* R (R Development Core Team, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são apresentados os resultados das análises de variância (ANOVA) para cada um dos parâmetros do teste de cocção, obtidos para as amostras de arroz branco polido, submetidas ao efeito da irradiação gama.

O índice de absorção de água do arroz branco polido não se alterou com o emprego da irradiação gama. O valor médio obtido neste estudo (267,71%) foi maior que os da faixa encontrada por Pereira (1996), de 204,52 a 211,4%, para distintos cultivares de arroz. Contudo, o uso da irradiação gama afetou significativamente ($p < 0,05$) o tempo de cozimento, o coeficiente de expansão do volume e a perda de sólidos solúveis do arroz branco polido, analisado nesta pesquisa.

Na Tabela 2, são apresentados os valores médios do tempo de cozimento, do coeficiente de expansão do volume, do índice de absorção de água e da perda de sólidos solúveis do arroz branco polido analisado, em função da irradiação gama.

Observa-se que o arroz irradiado com 7,5 kGy apresentou um tempo de cozimento significativamente maior do que o irradiado com as doses de 6,5 kGy e 0,0 kGy. Estas, por sua vez, não apresentaram diferenças entre si. Apesar desta diferença, a média do tempo de cozimento (minutos) para as amostras de arroz branco polido foi de 17,38 min. Este valor enquadra-se na faixa de tempo de cocção de 13 a 24 minutos, citada por autores que analisaram a qualidade culinária de diferentes variedades de arroz (Pereira, 1996; Singh *et al.*, 2005; Guimarães *et al.*, 2006). Além do mais, o valor obtido nesta pesquisa corresponde às exigências do consumidor, que prefere um arroz que demande menos tempo para cozinhar.

Com relação ao coeficiente de expansão do volume, o arroz irradiado apresentou valores significativamente menores ($p < 0,05$) do que o arroz não irradiado, indiferentemente da dose de irradiação utilizada. Porém, mesmo diminuindo a expansão do volume, os resultados para o arroz irradiado assemelharam-se aos obtidos, na literatura, para a expansão do volume deste cereal, de 263,30 a 354,73% (Pereira, 1996; Singh *et al.*, 2005; Guimarães *et al.*, 2006).

A perda de sólidos solúveis, no arroz branco polido irradiado (17,0%), foi significativamente maior que no arroz não irradiado (10,35%), concordando com os resultados obtidos por Sirisoontarak & Noomhorm (2006).

Zanão (2009), estudando o efeito da irradiação nas propriedades de pasta do arroz, observaram que mesmo doses baixas de irradiação gama (até 1,0 kGy) culminaram

Tabela 1. Análises de variância e significância do tempo de cozimento, índice de absorção de água, coeficiente de expansão do volume e perda de sólidos solúveis das amostras de arroz branco polido submetidas ao efeito da irradiação gama (Co⁶⁰)

Causa de variação	GL	Variáveis do teste de cocção			
		T.C.	I.A.A	C.E.V.	P.S.S.
Irradiação	2	0,0478*	0,1183 ^{ns}	0,0468*	0,0000*
Erro	18				
Total corrigido	20				
CV (%)		5,86	5,63	10,33	16,78
Média geral		17,38	267,71	336,68	14,79

*Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F

n.s - Não significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F

T.C.: tempo de cozimento; I.A.A: índice de absorção de água; C.E.V: coeficiente de expansão do volume; P.S.S.: perda de sólidos solúveis.

Tabela 2. Valores médios* observados do tempo de cozimento, coeficiente de expansão do volume e da perda de sólidos solúveis do arroz branco polido submetido ao efeito da irradiação gama (Co⁶⁰), com doses controle (0kGy), 6,5kGy e 7,5kGy

Dose de irradiação (kGy)	Valores médios* do tempo de cozimento, coeficiente de expansão do volume e perda de sólidos solúveis			
	Tempo de cozimento	Coefficiente de expansão do volume	Perda de sólidos solúveis	Índice de Absorção de Água
0	16,83 ^a ± 1,19	365,65 ^a ± 42,41	10,35 ^a ± 2,06	277,54 ± 19,79
6,5	17,11 ^{aA} ± 0,88	321,17 ^{bA} ± 27,67	15,69 ^{bA} ± 2,18	260,42 ± 11,23
7,5	18,21 ^{bA} ± 0,96	323,21 ^{bA} ± 32,65	18,32 ^{bA} ± 3,08	265,16 ± 12,79

*médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância;

*médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

na modificação da microestrutura do amido, resultando em significativa redução da viscosidade da pasta. Sirisoontarak & Noomhorm (2006) observaram que a irradiação de arroz aromático causou decréscimo em algumas propriedades de pasta, aumento da absorção de água e do teor de sólidos na água de cocção. Além disso, houve intensificação da coloração amarela e decréscimo da dureza do arroz cozido.

Yu & Wang (2007) observando, em microscópio eletrônico, os tamanhos dos grânulos de amido de arroz, verificaram que a amostra não irradiada apresentava maior número de grânulos de tamanho grande. Após a irradiação, o número de grânulos de tamanho menor foi aumentando com o aumento das doses de irradiação. Os autores concluíram que os grãos de arroz podem ser desestruturados pela irradiação gama, ocasionando quebras (grânulos de menor tamanho), com o aumento das doses empregadas, fato este que se relaciona com a maior perda de sólidos solúveis e a menor expansão do volume do arroz exposto à irradiação gama, o que representa menor rendimento, característica indesejada pelo consumidor (Luz *et al.*, 2010).

CONCLUSÃO

Embora a irradiação gama tenha sido capaz de alterar a qualidade de cocção do arroz, refletindo-se em menor coeficiente de expansão do volume e em maior perda de sólidos

solúveis, os valores encontrados neste trabalho assemelham-se aos valores referenciados, na literatura, como desejáveis para a qualidade deste cereal.

REFERÊNCIAS

- Bao J, Ao Z & JANE J (2005) Characterization of physical properties of flour and starch obtained from gamma-irradiated white rice. *Starch/Starke*, 57:480-487.
- Bassinello PZ, Rocha MS & Cobucci RMA (2004) Avaliação de diferentes métodos de cocção de arroz de terras altas para teste sensorial. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão. 8p. (Comunicado Técnico, 84).
- Castro EM, Vieira NRA, Rabelo RR & Silva AS (1999). Qualidade de grãos em arroz. Santo Antônio de Goiás, Embrapa. 30p. (Circular Técnica, 34).
- CENA - Centro de Energia Nuclear na Agricultura (2008) Divulgação da tecnologia de irradiação de alimentos e outros materiais. Disponível em: <<http://www.cena.usp.br/irradiacao/index.asp>>. Acessado em: 20 de agosto de 2008.
- Ciacco CF & Chang YK (1986) Massas: tecnologia e qualidade. Campinas, Unicamp. 127p.
- Donnelly YBJ (1979) Pasta products: raw material, technology, evaluation. *Macaroni Journal*, 61:06-18.
- Guiimarães COG, Cornélio VMO, Pereira J, Soares AA, Reis MS & Soares PC (2006) Qualidade de cocção dos grãos de arroz de diferentes cultivares. In: Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, Curitiba. Anais, FAPEMIG/EPAMIG. p.100-104.
- Hummel C (1996) Macaroni products, manufacture, processing and packing. 2^a ed. London, Food Trade. 287p.

- Luz ICA, Rodriguez JRM, Carvalho TA, Cornélio VMO, Reis, MS, Silva NAS & Pereira J (2010) Qualidade de grãos de duas cultivares de arroz de terras altas produzidas em Minas Gerais. In: Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, Belo Horizonte. Anais, FAPEMIG/EPAMIG. p.05.
- Maradini Filho AM (1983) Influência das condições de secagem e do uso de triticale na qualidade do macarrão. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 89p.
- Ministério da Agricultura (2012) Arroz. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/arroz>>. Acessado em: 16 de janeiro de 2012.
- Omi NM (2005) A irradiação de alimentos e os hábitos alimentares atuais. In: International Nuclear Atlantic Conference, Santos. Anais, Inderscience News. p.18.
- Pereira J (1996) Alterações na qualidade tecnológica de grãos de arroz (*Oryza Sativa L.*) durante o armazenamento. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 107p.
- R Development Core Team (2009) R: A language and environment for statistical computing. Vienna, R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acessado em: 13 de janeiro de 2009.
- Singh N, Kaur L, Sodhi NS & Sekhon KS (2005) Physicochemical, cooking and textural properties of milled rice from different Indian rice cultivars. *Food Chemistry*, 89:433-439.
- Sirisoontaralak P & Noomhorm A (2006) Changes to physicochemical properties and aroma of irradiated rice. *Journal of Stored Products Research*, 42:264-276.
- Spolaore AJG, Germano PML & Germano MIS (2001) Irradiação de alimentos. In: Germano PML & Germano MIS (2001) Higiene e vigilância sanitária de alimentos. São Paulo, Varela. p.421-442.
- Yu Y & Wang J (2007) Effect of γ -ray irradiation on starch granule structure and physicochemical properties of rice. *Food Research International*, 40:297-303.
- Zanão CFO, Canniatti-Brazaca SG, Sarmiento SBS & Arthur V (2009) Efeito da irradiação gama nas características físico-químicas e sensoriais do arroz (*Oryza sativa L.*) e no desenvolvimento de *Sitophilus oryzae L.* *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 29:46-55.