

Efeitos da radiação gama nas características físico-químicas do arroz pré-cozido

Valter Arthur^{1,2}, Eliane D. F. da Silva Guedes^{1,3}, Lucia C. A. S. Silva², Juliana Â. Pires^{1,2},
Marcia Nalesso Costa Harder³, Suely S. H. Franco^{1,2}, Paula B. Arthur^{1,2},
Camilo Flamarion de Oliveira Franco⁴ e Jorge Cazé Filho⁵

^{1,3}Centro de Energia Nuclear na Agricultura, CENA/USP, Universidade de São Paulo, Av. Centenário, 303, Piracicaba, SP, Brasil, CEP: 13400-970, E-mail: arthur@cena.usp.br, ^{1,2}Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN / CNEN - SP) Universidade de São Paulo Av. Professor Lineu Prestes 2242 05508-000 São Paulo, SP, Brasil, 3Agroindústria, FATEC, Piracicaba –SP Rua Diácono Jair de Oliveira, s/n, Santa Rosa, Piracicaba, SP, Brasil, CEP:13414-141.4 ⁴Pesquisador, Doutor, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa/Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A. - EMEPA-PB, João Pessoa, PB, Brasil (camilo.urucum@hotmail.com) ⁴Pesquisador, Doutor, Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A. (ailtommmoraes@hotmail.com; jorgecazeffilho@yahoo.com.br)

Resumo - A pesquisa teve como objetivo avaliar os efeitos da radiação gama nas características físico-químicas do arroz pré-cozido como um método de conservação. A pesquisa foi realizada no laboratório de Radiobiologia e Ambiente do Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA/USP, Piracicaba, SP., Brasil. As amostras foram irradiadas com doses de: 0 (controle); 1,0; 2,0; e 3,0 kGy, em um irradiador de Cobalto-60, tipo Gammacell-220, sob uma taxa de dose de 0,256 kGy/hora. Após a irradiação foram realizadas análises físicas químicas das amostras irradiadas e do controle. Para a análise dos resultados foi utilizado teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para verificar as diferenças estatísticas entre os tratamentos. Pelos resultados concluiu-se que o processo de irradiação na dose de 3 kGy pode ser utilizado na conservação das propriedades do arroz pré-cozido.

Palavras-chave: arroz, irradiação, análises físico-química.

Effects of gamma irradiation on the physicochemical characteristics of pre-cooked rice

Abstract - The research aimed to evaluate the effects of gamma radiation on the physicochemical characteristics of pre-cooked rice as a method of conservation. The survey was conducted in the laboratory of Radiobiology and Environmental Nuclear Energy in Agriculture Center - CENA / USP, Piracicaba, SP., Brazil The samples were irradiated with doses of: 0 (control); 1.0; 2.0; and 3.0 kGy. In an irradiator with a Cobalt-60, Gammacell 220 type, under a dose rate 0.256 kGy/hr. After irradiation were performed physicochemical analysis of the irradiated samples and the control. To analyze the results we used Tukey test ($p \leq 0.05$) to determine the statistical difference between treatments. From the results it was concluded that the irradiation process in the dose of 3 kGy can be utilized to conservation of the physicochemical properties of the pre-cooked rice.

Keywords: rice irradiation, physicochemical analysis.

Introdução

O arroz é um dos mais importantes do mundo, tendo grande importância social. É um alimento presente, principalmente, em países em desenvolvimento, pois apresenta melhor balanceamento nutricional, fornecendo 20% da energia e 15% da proteína “per capita” necessárias ao homem (Zanão et al., 2009).

O arroz está entre os cereais mais consumidos do mundo. O Brasil é o nono maior produtor mundial e colheu 8,50 milhões de toneladas na safra 2015/2016. A produção está distribuída pelos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Mato Grosso (Ministério da Agricultura, 2015). O Brasil estava no ranking em nono lugar como produtor mundial de arroz. Sendo que a produção estava distribuída principalmente nos estados

da Região sul, como Rio Grande do Sul e Santa Catarina e também presente no estado de Mato Grosso (Guimarães, 2013).

O arroz é a espécie com maior potencial de produção no combate a fome do mundo. Também é uma cultura versátil e adaptável a várias condições de solo e clima (Zanão et al., 2009).

No entanto suas qualidades tecnológica e nutricional podem ser afetadas por condições de umidade, qualidades do solo, beneficiamento e armazenamento. (Guimarães et al., 2013).

Nos últimos tempos métodos empregando o uso da irradiação em alimentos vem ganhando espaço como método alternativo de beneficiamento, principalmente por controlar diferentes microrganismos (Guimarães et al., 2013).

Segundo Bassinello et al. (2004), 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. Alguns fatores podem afetar a qualidade tecnológica e nutricional do arroz, tais como a variação fenotípica, as condições de umidade, os fertilizantes usados, as qualidades de solo, o processo de beneficiamento e o armazenamento (Castro et al., 1999).

A utilização da radiação gama em alimentos possui amplo espectro de benefícios, com o aumento de vida útil de prateleira, eliminação de parasitas, bactérias patogênicas, fungos e leveduras e insetos pragas assim como também o retardo da maturação e deteriorização de frutas e inibição de germinação de tubérculos e bulbos após a colheita (Zanão et al., 2009; Arthur, 1997; Arthur, et al., 2015).

Dentre os métodos tradicionais de preservação de alimentos, o processo de irradiação vem ganhando mais atenção, no controle de diferentes micro-organismos. Caracterizada pela exposição do produto a uma dose controlada de radiação ionizante (raios gama, X ou elétrons acelerados), por um determinado tempo específico, 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 sem alteração do produto e o mais importante não deixa resíduos tóxicos (Arthur, 1997; Spolaore et al., 2001; Omi, 2005; Cena, 2015). Mas dependendo da dose de radiação os radicais livres gerados pela irradiação nos alimentos podem interferir na estrutura das macromoléculas, dentre elas o amido, sendo, portanto, que a irradiação, pode ser considerada um método de modificação física do amido Bao et al. (2005).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da radiação gama nas características físico-químicas do arroz pré-cozido.

Material e Métodos

O arroz foi obtido em comércio de hortifrutigranjeiros da cidade de Piracicaba e levado para o laboratório de Radiobiologia e Ambiente do Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA/USP, em Piracicaba, SP. Foram pesados 280g e posteriormente cozido em fogão elétrico segundo metodologia adotada por Ciacco & Chang (1986) e Hummel (1996). O tempo de cozimento foi definido como o tempo necessário para que atingisse 50% do total de gelatinização do amido. A determinação deu-se com a colocação de 10 gramas 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 com 50% de núcleo branco no centro.

Cada amostra de arroz foi homogeneizada, fracionada e divididas em 280 g, em seguida as amostras foram acondicionadas em recipientes plásticos (polietileno) sendo num total de 12 amostras. Todas as amostras foram acondicionadas em embalagens plásticas devidamente lacradas e identificadas, conferindo condições mais uniformes possíveis durante o processo de irradiação.

Após o preparo das amostras foram irradiadas em uma fonte de Cobalto-60, tipo Gammacell-220, sob uma taxa de dose 0,256 kGy/hora, com as doses de: 0 (controle), 1 kGy, 2 kGy e 3 kGy, e posteriormente armazenadas em um refrigerador com temperatura variando de 6 a 8 °C.

Foram realizadas análises físico-químicas, sendo elas: umidade, pH, acidez titulável, fibra solúvel e insolúvel, colorimétrica (fatores L , a , b), croma e huge angle e também foi realizada visualmente a análise de contaminação das amostras por micro-organismos. A primeira análise foi realizada 1 dia após a irradiação, a segunda após 15 dias e a terceira após 30 dias. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso com três repetições para cada tratamento.

Determinação da umidade - Por meio gravimétrico as amostras foram secas em estufas, a 105°C, até o peso constante.

Determinação de pH - Os valores de pH foram medidos com o auxílio de um pHmetro da marca Marccone.

Determinação de sólidos solúveis - Os sólidos solúveis foram medidos em °Brix, utilizando-se um refratômetro digital.

Determinação acidez titulável - Determinado por titulometria com solução de NaOH (0,4%) e expressa em porcentagem de ácido fítico (AOAC, 1995) para titular 10g da amostra triturada, diluída em 100 mL de água destilada.

Determinação de fibras - A metodologia utilizada para a determinação de fibra solúvel e insolúvel das amostras do arroz foi a proposta pela (AOAC, 1995).

Determinação da colorimetria - A coloração do arroz branco polido irradiado foi avaliada com o auxílio do colorímetro da marca Minolta Chroma Meter CR-200, para medir as possíveis mudanças na coloração e brilho. Foram realizadas leituras em triplicatas do arroz contido nas embalagens, com três parâmetros para cada leitura.

Sendo estes parâmetros analisados sob os seguintes aspectos: a) valores de a^* : tons de cores que vão do verde azulado (valores negativos) até o vermelho púrpuro (valores positivos); b) valores de b^* : tons que vão do amarelo (valores positivos) até o azul (valores negativos); c) valores de L^* : indicados pelas coordenadas de a^* e b^* , num plano retangular de eixos, destacando-se a luminosidade da coloração entre tons de branco e preto (em valores positivo e negativos respectivamente).

Análise Estatística - O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso com três repetições para cada tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação entre médias dos tratamentos foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Constam na Tabela 1 os resultados das análises de umidade, pH, acidez titulável, fibra solúvel e insolúvel, calorimétrica (fatores L , a , b), croma e huge angle, e as respectivas análises estatísticas do arroz pré-cozido e irradiados com diferentes doses de radiação gama do Cobalto-60.

Pelos resultados das análises de umidade, pH, acidez titulável, fibra solúvel e insolúvel em arroz branco polido pré-cozido e irradiado com doses de radiação gama nos 3 períodos de avaliação 1, 15 e 30 dias, pode-se observar que não houve diferença significativa entre os tratamentos com doses de radiação e a testemunha, estando esses resultados semelhantes aos encontrados por outros autores (Guimarães et al., 2013; Zanão et al. 2009; Lima, 2013).

Tabela 1. Valores médios das análises de umidade, pH, acidez titulável, fibra solúvel e insolúvel e colorimétricas, de arroz pré-cozido irradiados após 1, 15 e 30 dias do processo de irradiação com doses crescentes de radiação gama do Cobalto-60.

Doses/kGy	Umidade (%)	pH	A. titulável (%)	Fibra insolúvel	Fibra solúvel	L	a	b	Chroma	Hue-angle
1 dia										
0(controle)	80,10a	6,50a	46,0a	3,65a	2,56a	84,14a	4,91a	12,55ba	13,48ba	1,44a
1 kGy	82,20a	6,62a	43,2a	2,27a	1,90a	80,92a	4,86a	13,80a	14,63a	1,45a
2 kGy	82,50a	6,54a	40,8a	1,96a	1,95a	79,13a	4,53a	14,50a	15,19a	1,47a
3 kGy	78,60a	6,32a	42,9a	2,09a	2,47a	83,04a	4,71a	15,85a	16,53a	1,48a
15 dias										
0(controle)	80,12a	6,43a	43,0a	3,55a	2,58a	84,20a	5,00a	12,50a	13,32a	1,20a
1 kGy	82,19a	6,52a	43,1a	2,28a	1,91a	81,02a	4,90a	13,81a	14,33a	1,40a
2 kGy	82,37a	6,50a	43,0a	1,93a	2,00a	79,83a	4,50a	14,45a	15,09a	1,20a
3 kGy	78,57a	6,25a	43,3a	2,10a	2,45a	83,14a	4,55a	14,95a	15,73a	1,43a
30 dias										
0(controle)	80,00a	6,50a	44,2a	3,45a	2,51a	84,11a	4,90a	12,40a	13,18a	1,11a
1 kGy	82,25a	6,62a	43,0a	2,20a	1,98a	80,43a	4,85a	13,70a	14,36a	1,21a
2 kGy	82,30a	6,54a	42,9a	1,91a	1,90a	79,10a	4,45a	14,20a	15,03a	1,17a
3 kGy	79,60a	6,32a	42,5a	2,29a	2,40a	83,00a	4,19a	14,80a	15,43a	1,42a

Médias com mesmas letras, nas colunas e no mesmo tempo de irradiação, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Já com relação aos valores médios de L , a e b , obtidos nas análises colorimétricas do arroz irradiado com doses de radiação gama observou-se que a amostra apresentou resultado na coloração um pouco maior quando comparado aos resultados obtidos por Zanão et al. (2009). O valor que expressa a luminosidade da amostra varia de 0 a 100, pois quanto mais próximo de 100, mais clara é a amostra, e quanto mais distante, mais escura, portanto, não houve diferenças significativas da luminosidade das amostras submetidas à radiação gama e a testemunha estando os resultados semelhantes aos

de (Guimarães et al., 2013; Sirisoontarak; Noomhrm, 2006; Lee, 2007; Zanão et al. 2009; Lima, 2013). Os resultados comparativos de Chroma e Hue-Angle também não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos com radiação gama e a testemunha nos períodos das análises, estando esses resultados semelhantes aos de diversos autores (Guimarães et al., 2013; Sirisoontarak; Noomhrm, 2006; Lee, 2007; Zanão et al. 2009; Lima, 2013). Com relação à contaminação das amostras por micro-organismos após os 30 dias de avaliação somente as amostras irradiadas com a dose de

3 kGy estavam isentas de contaminação. Já as demais amostras apresentavam pontos com início de contaminação.

Conclusões

1. Pelos resultados obtidos podemos concluir que as doses de radiação gama não alteraram as qualidades físicas químicas do arroz pré-cozido.

2. Doses de até 3 kGy pode ser usada para a conservação do arroz pré cozido.

Referências

ARTHUR, V. Controle de insetos pragas por radiações ionizantes. **Biol.**, v.59, n.1, p.77-79, 1997.

BAO, J.; AO, Z.; JANE, J. Characterization of physical properties of flour and starch obtained from gamma-irradiated white rice. **Starch/Starke**, v. 57, . 480-487, 2005.

BASSINELLO, P. Z.; ROCHA, M. S.; COBUCCI, R. M. A. **Avaliação de diferentes métodos de cocção de arroz de terras altas para teste sensorial**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 48p. 2004. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 8)

CASTRO, E. M.; VIEIRA, N. R. A.; RABELO, R. R.; SILVA, A. S. **Qualidade de grãos em arroz**. Santo Antônio de Goiás,. Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 30p. (Embrapa Arroz e Feijão. **Circular Técnica**, 34).

CENA - Centro de Energia Nuclear na Agricultura. **Divulgação da tecnologia de irradiação de alimentos e outros materiais**. Disponível em: <<http://www.cena.usp.br/irradiacao/index.asp>>. Acesso em: 20 ago 2008.

CIACCO, C. F.; CHANG, Y. K. **Massas: tecnologia e qualidade**. Campinas, Unicamp. 127p., 1986.

DONNELLY, Y. B. J. Pasta products: raw material, technology, evaluation. **Macaroni Journal**, 61:06-18, 1979.

GUIMARÃES, I. C. O.; PEREIRA.; CORENLIO, V. M. O.; BATISTA, L. R.; FERREIRA, E. B. Qualidade tecnológica do arroz branco polido submetido à irradiação gama (Co^{60}). **Rev. Ceres**, Viçosa, MG, v.60, n.6, 2013.

HUMMEL, C. **Macaroni products, manufacture, processing and packing**. 2ª ed. London, Food Trade,1996. 287p.

LEE, J. The effect of irradiation temperature on the non-enzymatic browning reactions in cooked rice. **Radiation Physics Chemistry**, v.76, p. 886-892, 2007.

LIMA, D. C. Propriedades físicas, físico-químicas e sensoriais de arroz submetidos a irradiações. **Trabalho de Conclusão de Curso**, ESALQ/USP, Piracicaba, SP., 2013, 48p.

MAPA - Ministério da Agricultura Arroz. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/arroz>>. Acessado em: 16 nov. 2015.

OMI, N. M. A irradiação de alimentos e os hábitos alimentares atuais. In: **International Nuclear Atlantic Conference**, Santos. **Anais**, INAC, Inderscience News, 2005, p.18.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. 16 ed. Arlington, USA, 1995.

SINGH, N.; KAUR, L.; SODHI, N. S.; SEKHON, K. S. Physicochemical, cooking and textural properties of milled rice from different Indian rice cultivars. **Food Chemistry**, v. 89, p. 433-439, 2005.

SIRISOONTARALSK, P.; NOOMHORM, A. Changes to physicochemical properties and aroma of irradiated rice. **Journal of Stored Products Research**, v.42, p. 264-276, 2006.

SPOLAORE, A. J. G.; GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. Irradiação de alimentos. In: GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. São Paulo, Varela, p. 421-442, 2001.

YU, Y.; WANG, J. Effect of γ -ray irradiation on starch granule structure and physicochemical properties of rice. **Food Research International**, v.40, 297-303, 2007.

ZANÃO, C. F. O.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; SARMENTO, S. B. S.; ARTHUR, V. 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**, v. 29, p. 46-55, 2009.