

Avaliação dos Efeitos das Radiações Ionizantes em Farinhas – Artigo de revisão

Ana Paula Nunes de Sá¹*, Anna Lucia Casanas Haasis Villavicencio

Laboratório de Análise de Alimentos Irradiados - Centro de Tecnologia das Radiações - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN-CNEN/SP, São Paulo, SP.

* Av. Prof. Lineu Prestes, 2242- 05508-000 Cidade Universitária- SP

E-mail: ana.sa@ipen.br

RESUMO

A radiação é uma alternativa eficiente, de grande valor tecnológico no emprego de doses até 10 kGy para alimentos secos, desidratados e com baixo teor de gorduras. O objetivo desta pesquisa é realizar através de levantamento bibliográfico sobre os trabalhos existentes com finalidade tecnológica em farinhas e disponíveis na literatura para médias e altas doses de radiação. O estudo foi baseado nos dados de bases brasileiras e internacionais, tais como: "Google Scholar", "ScienceDirect", "Pubmed", "SciELO", "Web of Science". Foram coletados resultados do período compreendido entre os anos de 1980 e 2017, em farinhas provenientes de milho, mandioca, trigo, feijão, arroz, castanha, fubá e banana. Foram utilizadas palavras-chave tanto em Português como em Inglês: irradiação de alimentos; farinhas irradiadas e aspectos tecnológicos de farinhas irradiadas; food irradiation, technology aspects of irradiated flour. Os resultados da pesquisa/busca mostram que as doses variam desde a aplicação para fitossanitário até doses mais altas relacionadas às características tecnológicas. Foram encontrados 10 trabalhos com finalidade fitossanitária (0,1 a 1,0 kGy) e 20 com as características tecnológicas (doses acima de 1 kGy até 10 kGy). Nos trabalhos foram observados estudos relacionados com redução de carga microbiológica, composição nutricional, modificações organolépticas e relação do aumento do índice de acidez presente em fubá/castanha e também uma tendência de melhora como meio de aperfeiçoamento na produção de panificação em alguns artigos. Desta forma, com base na literatura avaliada, Concluímos que as tecnologias de irradiação de alimentos com doses médias apresentam vantagens e melhoram as características na produção de pães.

Palavras- chaves: Tecnologia de irradiação; Farinhas irradiadas; Aspectos tecnológicos

ABSTRACT

The radiation is an efficient alternative, of great technological value in employment of 10 kGy doses up to dry, dehydrated foods and low in fat. The objective of this research is accomplishing through bibliographical survey on existing work with purpose flours and technology available in the literature for medium and high doses of radiation. The study was based on data from Brazilian and international bases, such as: "Google Scholar", "ScienceDirect", "Pubmed", "SciELO", "Web of Science". Results were collected from the period since 1980, in flour from maize, cassava, wheat, beans, rice, nuts, cornmeal and banana. Fpreach used keywords in both Portuguese and English: food irradiation; irradiated meal and technological aspects of irradiated meal; food, irradiation technology aspects of irradiated flour.

Search results/search showed that doses vary from plant application to higher doses related to technological features. 10 works were found about phytosanitary purposes (0.1 to 1.0 kGy) and 20 with the technological features (doses up to 1 kGy to 10 kGy). In this work related studies have been observed with microbiological load reduction, nutritional composition, organoleptic changes and increased ratio of acid value present in cornmeal/Brown and also a tendency of improvement as a means of improving the production of baking in some articles. In this way, based on the literature, we concluded that food irradiation technologies with medium doses present advantages and improve the features in production of breads.

Keywords: Irradiation technology; Irradiated flours; Technological Aspects

1. INTRODUÇÃO

O processo de irradiação de alimentos é um método que consiste em uma exposição controlada do alimento a uma fonte de radiação ionizante (EHLERMANN, 2016; RASHID 2017). Atualmente a radiação ionizante é vista como uma alternativa eficiente, de grande valor tecnológico no emprego das doses de até 10 kGy para alimentos secos, desidratados e com baixo teor de gorduras (EHLERMANN,2016).

Vários estudos utilizam o processo da irradiação ionizante como uma ferramenta de possível controle na redução da carga microbiana e entomológica para garantir ao consumidor um produto como um prazo de validade maior (Hilsenrath, 2005; Marather et. al. 2002). Além disso, o processo desencadeia algumas alterações nas suas características físico-químicas da farinha que podem ser utilizadas incrementando a sua aplicação tecnológica, aprimorando a utilização da farinha irradiada no emprego da panificação, melhorando assim o seu desempenho na elaboração de pães (Singes, 2006, Teixeira 2011).

Com a perspectiva de agregar valor no tema de irradiação de alimentos, estudos mostram a utilização de diferentes doses de radiação com a finalidade de melhorar a qualidade das propriedades em farinhas bem como sua aplicação na indústria. A literatura descreve que doses relativamente baixas (até 2,0 kGy) podem afetar positivamente seu desempenho na confecção de pães (Agúndez-Arvizu, 2006).

O objetivo foi realizar um levantamento bibliográfico sobre os artigos existentes com médias e altas doses de radiação com finalidade tecnológica em farinhas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia aplicada neste levantamento bibliográfico tomou por base dados eletrônicos no período que abrange o ano de 1980 até o ano de 2017. Foram verificados dados em farinhas irradiadas provenientes de milho, mandioca, trigo, feijão, arroz, castanha, fubá e banana e está em andamento desde janeiro de 2017. Os estudos foram realizados com o auxílio da biblioteca do

IPEN, o tema proposto é de grande interesse industrial. Apresenta no seu corpo de análises 22 trabalhos (Artigos, Teses e Dissertações), assim selecionados, com foco em utilização das diferentes doses de radiação nas diferentes farinhas e o período das pesquisas. Esta pesquisa é baseada nos dados de bases brasileiras e internacionais, tais como: “Google Scholar”, “ScienceDirect”, “Pubmed”, “SciELO”, “Web of Science”. Na realização da busca foram utilizadas palavras-chave tanto em Português como em Inglês: irradiação de alimentos; farinhas irradiadas e aspectos tecnológicos de farinhas irradiadas; food irradiation, technology aspects of irradiated flour.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Foram encontrados 10 trabalhos com finalidade fitossanitária (0,1 a 1,0 kGy) e 20 dentre os 22 pesquisados com a característica tecnológica (doses acima de 1kGy e até 10 kGy) observados na tabela 1.

Na década de 80, se iniciavam os estudos sobre os efeitos da radiação ionizante como método de conservação de alimentos, aprovado nos Estados Unidos pelo “Food and Drug Administration” (FDA). Surgia espaço para estudos relacionados ao controle de insetos em frutas, verduras, grãos e farinha de trigo (Singer, 2006). Bernardes e Dias-Filho (1982), em levantamento bibliográfico, no emprego da tecnologia da irradiação com finalidade em controle da infestação de insetos em grãos de trigo e farinha de trigo durante o armazenamento constatou naquela época que doses fitossanitárias (de 0,05; 0,1; 0,5 kGy) não alteravam os parâmetros de cinza, glicídios totais, açúcar redutores e não redutores, acidez, lipídios e proteínas em 2 meses de armazenamento.

Marathe, *et. al.* (2002), também concluíram que doses baixas de até 0,25 kGy foram suficientes para prolongar a vida útil da farinha em até 6 meses, sem alterações significativas nos seus atributos nutricionais.

Com o intuito de apresentar uma característica tecnológica benéfica para a panificação, alguns estudos de Agundez- Arvizu (2006) que utilizou a irradiação com dose de 1 kGy em fonte de ^{60}Co na farinha de trigo para a função da fabricação do típico pão mexicano “taco”, concluíram que o efeito da dose baixa empregada (fitossanitária) apresentou pequenas alterações na composição química e na propriedade reológica da farinha de trigo.

Singes (2006) analisou o desempenho na produção de pão francês com farinha de trigo irradiada em 0,5; 1,0; 10,0; 20,0 kGy e observou que o volume específico dos pães aumentaram significativamente com o aumento das doses, destacando que não apresentou diferença significativa na análise sensorial. Desta forma pudemos observar que na literatura se inicia uma nova linha relacionada à utilização de diferentes doses de radiação como inovação tecnológica em produtos alimentícios.

Por sua vez, Teixeira (2011) em sua dissertação analisou as alterações causadas pela radiação ionizante com dose de (1; 3 e 9 kGy) em diferentes tipos e quantidade de produtos ricos em amido (farinha de trigo, centeio, polpa de banana verde e milho) na confecção de pão para a substituição de 30% da farinha de trigo por diferentes farinhas irradiadas, e pode concluir que com o aumento da dose, houve mudanças das propriedades físicas e texturas dos pães produzidos pelas farinhas irradiadas, apresentando uma diminuição da perda de umidade e aumento na altura dos pães, classificando um ótimo parâmetro para a produção de pão de forma.

É conhecido na literatura que o processamento de alimentos por radiação, em flores e frutas, produz um aumento nos açúcares redutores, o mesmo foi observado em relação às farinhas, um aumento na quantidade de açúcar redutor foi mencionado por alguns autores Marathe, *et. al.* (2002), Paredes-López; Covarrubias-Alvarez (1984), Modenese, (2011) à medida que o aumento das doses eram utilizadas (medias e altas) devido às quebras de ligações.

Relacionado aos aspectos reológicos, um importante parâmetro observado em todos os trabalhos estudados na revisão, foi a perda da viscosidade como o aumento da dose, assim observado no estudo de Uehara (2011) com a degradação dos carboidratos tais como a celulose, pectina e amido, visto que com 3 kGy houve uma mudança na quebra do carboidrato em farinha de banana verde.

A relação da estabilidade oxidativa e o índice de acidez foram constatados em três trabalhos (Silva, 2003; Bicudo & Akanbi, 2013; Ocloo *et.al.* 2014), respectivamente em farinha de fubá, farinha de feijão e farinha de castanha. Os autores constataram que no decorrer do tempo de armazenamento houve ação das doses altas de irradiação e da ação da estabilidade oxidativa que alteraram as suas características. É conhecido na literatura que a oxidação lipídica sofre alterações relacionadas ao processo de irradiação conforme o aumento das doses de radiação, quando comparados aos respectivos controles.

Relacionado ao tema de microbiologia, o processo de irradiação é utilizado com eficácia há muitos anos. Em farinhas também foi observada que a radiação interferiu na redução da carga microbiológica presente na farinha Hilsenrath, (2005); Inamura *et.al.* (2012).

Bashir *et. al.* (2017) concluíram em seu trabalho que a irradiação pode ser utilizada como um método eficiente e rápido para a modificação das propriedades da farinha e de amido, tornando se um diferencial dos outros tratamentos como enzimáticos e químicos que consomem tempo.

TABELA 1. Trabalhos com características fitossanitárias e tecnológicas

Autor / Ano	Alimento	Intervalo de dose (kGy)	Finalidade
BERNARDES FILHO, 1982	Farinha de trigo	0,75- 0,3 a 0,5	Fitossanitária
Paredes-López; C.A., 1984	Farinha de trigo	1,0 a 10,0	Tecnológica
CATTANI, M.M., 1995	Farinha de trigo	0,2-3,0	Fitossanitária/Tecnológica
ZAIED et. al., 1996	Farinha de trigo	2,0; 4,0; 8,0	Tecnológica
MARATHE, et. al., 2002	Farinha de trigo integral	0,25- 1,00	Fitossanitária
SILVA, R. C, 2003	Farinha de trigo e fubá	3,0; 4,5; 6,0	Tecnológica
ABU et. al., 2005	Farinhas de feijãocaupi	2,0 10,0 e 5,0	Tecnológica
BAO et. al., 2005	Farinha de arroz	0,5,;1,0; 3,0; 5,0; 7,0; 9,0	Fitossanitária/Tecnológica
HILSENRATH, F. C., 2005	Farinha de trigo	0,0; 0,5; 1,0; 2,0	Fitossanitária/Tecnológica
KANEMARU, et. al., 2005	Farinha de trigo	0,0; 0,5; 1,0; 2,0	Fitossanitária/Tecnológica
Agúndez-Arvizu, 2006	Farinha de trigo	1	Tecnológica
SINGES, C. S, 2006	Farinha de trigo	0; 0,5; 1,0; 10; 20	Fitossanitária/Tecnológica
MOHAMED et. al., 2010	Farinha de milho	2	Tecnológica
UEHARA, V. B, 2011	Farinha de banana verde	0; 1; 3; 5; 10	Tecnológica
MODENESE. D, 2011	Farinha de banana verde	1; 2; 5; 10	Tecnológica
TEIXEIRA, C. A. H , 2011	Farinhas de trigo, trigo integral, centeio e sêmola de milho	1; 3; 9 Farinha de banana verde 0, 5; 10	Tecnológica
DARFOUR et. al., 2012	Farinha de feijão	0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5	Fitossanitária/Tecnológica
INAMURA et. Al., 2012	Farinha Mandioca	3	Tecnológica
BICUDO; AKANBI, 2013	Farinha Guandu (feijão)	5; 10; 15; 20	Tecnológica
OCLOO et. al. 2014	Farinha de castanha (Tipo Tigre)	2,5; 5,0; 10,0	Fitossanitária/Tecnológica
BHAT et. al., 2016	Farinha de trigo	2,5 e 5	Tecnológica
BASHIR et. al., 2017	Farinha de trigo integral	0,5; 1,0; 2,5; 5; 10,0	Fitossanitária/Tecnológica

4. CONCLUSÃO

Baseados nos trabalhos revisados, pudemos concluirmos que a tecnologia de irradiação de alimentos em doses baixa média e alta, apresenta vantagens inovadoras e melhoram as características na produção de pães.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio financeiro do IPEN/CNEN, CNPq e a contribuição da Biblioteca do IPEN.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABU J. O., MULLER K., DUODU K. G., MINNAAR, A. Functional properties of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) flours and pastes as affected by c-irradiation. **Food Chemistry**, v.93, p. 103–111, 2005.

AGÚNDEZ-ARVIZU, Z; FERNANDEZ-RAMIREZ, M. V; ARCE- CORRALES, M. E; CRUZ-ZARAGOZA, E; MELÉNDREZ, R; CHERNOV, V; BARBOZA- FLORES, M. Gamma radiation effects on commercial Mexican Bread made with wheat flour. **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research**, v. B 245, n.4, p.455-458, 2006.

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

BASHIR, K., SWER, T. L., PRAKASH, K. S., AGGARWAL, M. Physico-chemical and functional properties of gamma irradiated whole wheat flour and starch. **Food Science and Technology**, v. 76, p.131-139, 2017.

BERNARDES B.; DIAS FILHO. M. Levantamento bibliográfico de trabalhos realizados sobre arroz, batata, café, cebola, feijão, milho, morango, trigo e farinha de trigo irradiado. Departamento de instalações e materiais nucleares. Rio de Janeiro. CNEN, 1982. 56p.

BHAT, N. A., WANI, I. A., HAMDANI, A. M.,GANI,A.,MASOODI,F.A. Physicochemical properties of whole wheat flour as affected by gamma irradiation.LWT - **Food Science and Technology**, v. 7, p. 175-183. 2016.

BICUDO M.R. P.; AKANBI C. T. Efeito da irradiação gama na Propriedades físico-químicas da farinha armazenado Guandu (*Cajanus cajan*). **Alimento Sci Nutr**, v.1, n.5, p.377-383, 2013.

CATTANI M. M. Estudo por Ressonância paramagnética eletrônica (RPE) em grãos e farináceos irradiados com 60CO. São Paulo, 1995. 103f Dissertação de mestrado Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares Tecnologia Nuclear – aplicações, IPEN-CNEN.

- DARFOUR, B., WILSON, D. D., OFOSU, D. O., OCLOO, F. C. K. Physical, proximate, functional and pasting properties of flour produced from gamma irradiated cowpea (*Vigna unguiculata*, L. Walp). **Radiation Physics and Chemistry**, v. 81, p.450–457, 2012.
- EHLERMANN, D. A. E. Wholesomeness of irradiated food. **Radiat. Phys. Chem.** v.129, p. 53-57, 2016.
- EHLERMANN, D. A. E. The early history of food irradiation. **Rad. Phys. Chem.** v.129, p.24–29, 2016.
- HILSENATH, F. C. Estudo do impacto da irradiação sobre a qualidade do trigo e da farinha de trigo. São Paulo. 2005. 61f. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica.
- INAMURA, P. Y.; UEHARA, V. B.; TEIXEIRA, C. A. H. M. del MASTRO, N. L. Mediate gamma radiation effects on some packaged food items. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 81 p.1144–1146, 2012.
- KANEMARU, J.; TAVARES, D. T., SINGER, C. S., HILSENATH, F. C., SABATO, S. F., TADINI, C. C. Influence of gamma radiation on rheological properties of wheat flour. In: EURO THERM SEMINAR 77- HEAT AND MASS TRANSFER IN FOOD PROCESSING, **Eurotherm Seminar v.77**, p.89-93, 2005.
- MARATHE, S. A.; MACHAIAH, J. P.; PEDNEKAR, B. Y. K. M. D.; SUDHA, V. RAO, Extension of shelf-life of whole -wheat flour by gamma radiation. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 37, p. 163-168, 2002.
- MODENESE, D. Efeito da radiação gama e tratamentos hidrotérmicos sobre as características físico-químicas, funcionais e nutricionais da farinha e do amido de banana verde (*Musa acuminata* cv. Nanica). Piracicaba, 2011 111 f. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.
- MOHAMED, E. A., AHMED, I. A. M., YAGOUB, A. E. A., BABIKER, E. E. Effects of radiation process on total protein and amino acids composition of raw and processed pearl millet flour during storage. **International Journal of Food Science and Technology**, v.45, p.906–912, 2010.
- MOURA, A. F. P. de. Ocorrência de produtos da oxidação do colesterol em hambúrgueres irradiados estocados sob congelamento. São Paulo. 2004. f Tese (Doutorado), Faculdade de Ciências Farmacêuticas.
- OCLOO, F. C. K., OKYERE, A. A., ASARE, I. K. Physicochemical, functional and pasting properties of flour produced from gamma irradiated tiger nut (*Cyperus esculentus* L.). **Radiation Physics and Chemistry**, v.103. p. 9–15, 2014.

PAREDES-LÓPEZ, O.; COVARRUBIAS-ALVAREZ, M.M. Influence of gamma radiation on the rheological and functional properties of bread wheat. **Journal of Food Technology**, v.19, p. 225-331, 1984.

RASHID, I. A. Current activities in food irradiation as a sanitary and phytosanitary treatment in the Asia and the Pacific Region and a comparison with advanced countries. **Food Control**, v.72, p.345-359, 2017.

SILVA, R. C. **Qualidade tecnológica e estabilidade oxidativa de farinha de trigo e fubá irradiados**. Piracicaba. 2003. 89p. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo.

SINGER, C. S. **Propriedade físico-química, reológica, entálpicas e de panificação da farinha obtida de trigo irradiado**. São Paulo, 2006. 120 f. Dissertação (Mestrado na Área de engenharia química). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

TEXEIRA, C. A. H. M. **Efeito da radiação ionizante em diferentes tipos de farinhas utilizadas em tecnologia de panificação**. São Paulo. 2011. 159f. Dissertação de mestrado Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares Tecnologia Nuclear – aplicações, IPEN-CNEN.

UEHARA, V. B. **Efeito da irradiação gama em propriedades da farinha de banana verde**. São Paulo, 2011. 89f. Dissertação de mestrado Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares Tecnologia Nuclear – aplicações, IPEN-CNEN.

ZAIED, S. E. A F., ABDEL-HAMID, A. A., ATTIA, EL-SAIED A. Technological and chemical characters of bread prepared from irradiated wheat flour. **Nahrung**, v.40, n.1, p. 28-31, 1996.