

## DOSIMETRIA EM PROCESSOS DE IRRADIAÇÃO

Celia Marina Napolitano<sup>1</sup>, Danilo Cardenuto Ferreira<sup>1</sup> e Sebastião F. da Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN / CNEN - SP)  
Av. Professor Lineu Prestes 2242  
05508-000 São Paulo, SP  
cmnapoli@ipen.br

### RESUMO

Nos processos de irradiação é essencial conhecer a Dose de Radiação Absorvida e, portanto, estabelecer um sistema dosimétrico confiável e com rastreabilidade nacional e internacional. Os procedimentos dosimétricos no Laboratório de Dosimetria em Processos de Irradiação do Centro de Tecnologia das Radiações (CTR) do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) são realizados de acordo com as práticas padronizadas pela *American Society Testing and Materials* (ASTM). Este trabalho apresenta os materiais utilizados para medidas de doses altas e distribuição de dose, constituindo os Sistemas Dosimétricos de Referência e de Rotina no controle de qualidade dos processos de irradiação. Os resultados das intercomparações internacionais de medidas de doses também são apresentados.

### 1. INTRODUÇÃO

Os processos induzidos pela radiação ionizante utilizando fontes de Co-60 e aceleradores de elétrons para a modificação e esterilização de materiais, desinfestação e preservação de alimentos e aplicações ambientais, com tecnologias já conhecidas ou a conhecer, geram produtos e contribuem para a Aplicação da Tecnologia da Radiação. O Centro de Tecnologia das Radiações (CTR) do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) possui irradiadores de Co-60 (*Gammacell*, Panorâmico e Multipropósito) e Aceleradores de Elétrons e muito tem colaborado com a comunidade científica brasileira para o desenvolvimento de novos produtos e processos.

A dosimetria é um parâmetro essencial para a validação e controle de processos de irradiação e para a garantia da qualidade dos produtos irradiados[1]. O interesse da indústria de processos de irradiação está direcionado para os sistemas dosimétricos de baixo custo, fácil utilização e confiável, assim como, na melhoria dos já existentes e desenvolvimento de novos dosímetros[2]. A utilização de técnicas de dosimetria adequadas e a avaliação de fatores que possam afetar a resposta dos sistemas dosimétricos utilizados nos leva a melhorar a exatidão e precisão da dose absorvida medida[3].

### 2. SISTEMAS DOSIMÉTRICOS

A aplicação da tecnologia da irradiação tende a contribuir em escala econômica pela geração de novos produtos ou modificação de outros, através de processos que utilizam fontes gama e/ou aceleradores de elétrons [4] e, portanto, é gerada uma preocupação em adequar os Sistemas Dosimétricos para os respectivos irradiadores e processos de irradiação.

## 2.1. Serviços de Irradiação

Os serviços de irradiação no CTR/IPEN objetivam a esterilização de produtos médicos, farmacêuticos, laboratoriais, ossos congelados, pele para transplante cirúrgico, ração de animais, especiarias, pupas de insetos de interesse epidemiológico; inativação de linfócitos do sangue; modificação de propriedades de monômeros e polímeros; reticulação de filmes, mantas de polietileno, tubos e peças termorretráteis; degradação de materiais lignocelulósicos; cura de tintas e vernizes; o tratamento de efluentes líquidos e gasosos; avaliação de danos estruturais em semicondutores e componentes eletrônicos; indução de cor em gemas; datação de materiais cerâmicos; inibição de brotamento; desinfestação e preservação de alimentos; o desenvolvimento de novos sistemas dosimétricos; medida de dose durante o trânsito (subida e descida) das fontes gama; calibração de dosímetros de rotina; medida da taxa de dose dos irradiadores; eliminação ou decréscimo da quantidade de microorganismos em turfa e mosto da cana de açúcar; destoxicação de veneno de cobra; e os estudos da indução dos efeitos da radiação em ossos, floração em plantas ornamentais, filmes comestíveis, açúcares, arroz, soja, colesterol, toxinas, carotenóides, fitoterápicos, colágeno e DNA em células de ratos e outros.

A demanda de dose variou de 5Gy a 300kGy e no intervalo de temperatura de  $-70^{\circ}\text{C}$  à ambiente, de acordo com as exigências de cada um dos processos de irradiação. O cliente tem a responsabilidade de especificar as doses mínimas e máximas aceitáveis para o material a ser irradiado.

## 2.2 Sistemas Dosimétricos e Calibração

No Laboratório de Dosimetria em Processos de Irradiação (LDPI) do CTR, os procedimentos de dosimetria são realizados de acordo com as normas da Sociedade Americana de Ensaio e Materiais (*American Society for Testing and Materials – ASTM*), que recentemente foi adotada como norma ISO (*International Organization for Standardization*).

O Sistema Dosimétrico de Fricke, de acordo com sua qualidade metrológica, é um sistema de referência e é utilizado no LDPI para a medida da taxa de dose das fontes de Co-60 e calibração de Sistemas Dosimétricos de Rotina.

Os Sistemas Dosimétricos de Rotina são utilizados para o Controle de Processos durante a irradiação de produtos, medir a distribuição de dose absorvida e monitorar diariamente as variações de campo de irradiação. Os dosímetros de rotina utilizados no LDPI são: Red Perspex 4034-Harwell (5-50kGy), Amber Perspex 3042-Harwell (1-30kGy), Gammachrome YR-Harwell (0,1-3kGy), CTA (Triacetato de Celulose)-Fuji Film Co. (10-300kGy), Gafchromic HD810-ISP Technologies Inc. (0,01-50kGy), FWT-Farwest Technology Inc. (0,01-150kGy) e  $\text{CaSO}_4(\text{Dy})$ -IPEN (0,2 $\mu\text{Gy}$  a 30Gy). Cada lote destes dosímetros é irradiado em diferentes doses, nos respectivos intervalos de sensibilidade de dose, para construir as Curvas de Calibração de Dose em função da Absorbância Específica. Os efeitos da radiação ionizante sobre as propriedades óticas dos dosímetros Harwell (Red, Amber e Gammachrome), CTA, Gafchromic e FWT foram avaliados por meio de análise espectrofotométrica. No LDPI utilizamos os espectrofotômetros Genesys 20 e Shimadzu UV1601PC e as espessuras são medidas com um micrômetro Mitutoyo. As leituras dos dosímetros de rotina devem ser feitas nos mesmos equipamentos utilizados para a construção das Curvas de Calibração.

As respostas dos dosímetros de rotina são freqüentemente influenciadas por fatores como: taxas de dose, temperatura de irradiação e tempo de pós irradiação. A compreensão e quantificação destes parâmetros permitem melhorar a exatidão da dose de radiação absorvida nos produtos irradiados e, conseqüentemente, o controle de qualidade dos processos de irradiação.

### 2.3. Intercomparação de Medidas de Doses

Para checar o Sistema de Medida de Dose, isto é, dosímetros, equipamentos de medidas, processamento de dados e estabelecer um sistema dosimétrico confiável, participamos anualmente de Intercomparações de Medidas de Dose pelo Serviço *International Dose Assurance Service* (IDAS) oferecido pela Agência Internacional de Energia Atômica (*International Agency Energy Atomic-IAEA*), que utiliza o dosímetro de alanina, como sistema dosimétrico de transferência, para estabelecer cadeias de rastreabilidade. A Tabela 1 mostra os resultados da participação do LDPI no Serviço IDAS.

**Tabela 1. Resultados da Intercomparação de Medidas de Dose com o IDAS**

Fonte	Distância da Fonte	Dose medida no LDPI (1)	Dose Medida no IDAS (2)	(1)/(2)	Ano
Gammacell 220		27,82kGy	29,01kGy	0,96	2001
		20,0kGy	20,52kGy	0,97	2003
		25,2kGy	25,4kGy	0,99	2004
Panorâmica	10cm	1,43kGy	1,36kGy	1,05	2003
	20cm	2,67kGy	2,55kGy	1,05	2003
	40cm	0,310kGy	0,302kGy	1,03	2003
	30cm	1,18kGy	1,24kGy	0,95	2004
	50cm	0,476kGy	0,503	0,95	2004

O Serviço IDAS certifica os pontos do campo gama, cujos valores de dose medidos com os Sistemas Dosimétricos estejam no intervalo de  $\pm 5\%$  dos valores de dose medidos pela IAEA. O IDAS mantém a rastreabilidade de suas medidas com o *National Physical Laboratory* (Laboratório de Dosimetria Padrão Primário)-*United Kingdom*.

### 3. CONCLUSÕES

No Laboratório de Dosimetria em Processos de Irradiação do CTR temos trabalhado para melhorar a exatidão do valor de dose absorvida, com rastreabilidade, que é utilizada como o parâmetro de controle de qualidade dos processos de irradiação para os irradiadores do CTR/IPEN; esse serviço é também oferecido aos Irradiadores Comerciais para a Calibração de Sistemas Dosimétricos em Irradiações Industriais.

## AGRADECIMENTOS

Os autores expressam sua gratidão a Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) pela contribuição que o Serviço “IDAS” tem prestado ao Laboratório de Dosimetria em Processos de Irradiação do CTR e também ao Dr. Paulo Roberto Rela, à Eng. Elizabeth S. R. Somessari, ao Eng. Carlos Gaia da Silveira, ao Eng. Samir Luiz Somessari e à MSc. Yasko Kodama pela valiosa colaboração técnica.

## REFERÊNCIAS

1. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION / AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard Guide for Selection and Calibration of Dosimetry Systems for Radiation Processing.** ISO/ASTM 51261:2002(E).
2. FUOCHI, P.G.; LAVALLE, M.; CORDA, U.; RECUPERO, S.; BOSETTO, A.; BASCHIERI, V.; KOVÁCS, A. In plant calibration and use of power transistor for process control of gamma and electron beam facilities. **Radiation Physics and Chemistry**, v.71, p.383-386, 2004.
3. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Dosimetry for food irradiation.** Technical Reports Series n° 409, Vienna, 2002.
4. CHMIELEWSKI, A.G.; HAJI-SAEID, M. Radiation Technologies: past, present and future. **Radiation Physics and Chemistry**, v.71, p.16-20, 2004.