

CARACTERIZAÇÃO DO NITRATO DE POTÁSSIO COMO MATERIAL DOSIMÉTRICO PARA OS PROCESSOS INDUSTRIAIS POR RADIAÇÃO

Ana Maria Sisti Galante*, Bárbara Maria Rzycki, Letícia L. Campos

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) / SP

Caixa Postal 11049

05422-970, São Paulo, Brasil

*e-mail: sgalante@net.ipen.br

RESUMO

O nitrato de potássio (KNO_3) é um composto que pode ser confeccionado na forma de pastilhas e utilizado como dosímetro nas irradiações industriais rotineiras. As modificações que ocorrem quando este dosímetro é irradiado podem ser detectadas pela técnica de espectrofotometria. A variação da absorção óptica num comprimento de onda pré-estabelecido, antes e após a irradiação, pode ser relacionada com a dose absorvida. Foram avaliadas as propriedades dosimétricas do KNO_3 como dependência com a taxa de dose, com o ângulo de incidência da radiação, com as condições ambientais e intervalo de dose, entre outras. O dosímetro foi caracterizado num intervalo de dose entre 1 - 150 kGy com radiação gama do ^{60}Co . Foram utilizadas duas fontes de ^{60}Co pertencentes ao CTRS (IPEN/CNEN).

I. INTRODUÇÃO

A pesquisa para aplicação da radiação ionizante na indústria continua em expansão, novos produtos e serviços são desenvolvidos com o uso desta técnica, e o intervalo de dose de utilização é ampliado. Para o controle de qualidade dos processos de irradiação são utilizados materiais, os dosímetros, que determinam a dose absorvida no material irradiado. A maioria dos dosímetros atua em um intervalo de dose restrito. É necessário, então, pesquisar novos compostos que abranjam um intervalo de dose mais amplo [1].

Na dosimetria química, as mudanças que ocorrem em certos compostos, quando submetidos à radiação ionizante, podem ser detectadas por várias técnicas, como espectrofotometria, termoluminescência, ressonância de spin eletrônico e lioluminescência. Em materiais em que esteja bem estabelecida a relação das doses com as espécies químicas formadas, a concentração de íons pode ser determinada pela técnica de espectrofotometria óptica.

Vários sistemas dosimétricos estão em uso, como exemplos podemos citar [4]:

- 1) **dosímetros sólidos:** materiais cristalinos (pastilhas de fluoreto de lítio e sulfato de cálcio), materiais amorfos (vidros), plásticos sem corantes (placas de polimetilmetacrilato, triacetato de celulose), plásticos com corantes (polimetilmetacrilato colorido);
- 2) **dosímetros líquidos:** sulfato ferroso, dicromato de prata, iodeto de potássio, corantes e indicadores;
- 3) **dosímetros gasosos:** óxido de nitrogênio, dióxido de carbono.

Em instalações industriais onde se processam vários tipos de materiais, e em grandes quantidades, é necessário garantir que a irradiação seja a mais uniforme possível de modo a impedir heterogeneidade da distribuição da dose.

Os dosímetros de rotina permitem determinar a distribuição da dose em uma irradiação, e o controle adequado da dose absorvida em cada ponto garante a qualidade do processo de irradiação.

As características do nitrato de potássio, na forma de pastilhas, foram estudadas para averiguar a possibilidade de usá-lo como dosímetro de rotina.

Como dosímetro de referência foi usado o composto de sulfato ferroso, conhecido como solução de Fricke, que permitiu determinar a taxa de dose

absorvida nas fontes de cobalto utilizadas neste trabalho.

II. METODOLOGIA

O nitrato de potássio em pó passou por um processo de secagem em estufa à temperatura de 80°C por 2 horas. As pastilhas foram prensadas a frio com as características seguintes: a) massa = 50 mg; b) diâmetro = 6 mm; c) espessura = 0,8 mm. As pastilhas foram seladas entre duas folhas de polietileno com 0,18 mm de espessura. O dosímetro consiste de três pastilhas colocadas entre duas placas de Lucite® com 3 mm de espessura, para manter a condição de equilíbrio eletrônico.

Para a irradiação foram utilizadas duas fontes de ⁶⁰Co, uma tipo câmara (Gammacell) e outra tipo Panorâmica pertencentes ao CTRS/IPEN/CNEN.

A curva de calibração foi determinada irradiando-se as pastilhas num intervalo de dose entre 1 e 150 kGy na fonte Gammacell e entre 10 e 50 kGy na fonte Panorâmica.

Para verificar a dependência da resposta do dosímetro em função da taxa de dose, as pastilhas foram irradiadas com taxas de dose diferentes entre 0,059 e 3,82 kGy/h. Para obtenção de diferentes taxas de dose, na fonte Panorâmica variou-se a distância do dosímetro com relação à fonte e na fonte Gammacell foram utilizados atenuadores de chumbo para reduzir a taxa de dose.

Para averiguar se a resposta dosimétrica dependia do ângulo de incidência da radiação, as pastilhas foram irradiadas nas duas fontes de ⁶⁰Co variando-se o ângulo de inclinação do dosímetro, entre 0° e 90° com relação à fonte.

Nas irradiações rotineiras não se pode garantir que todo o volume de um produto receba uma dose uniforme, uma dose mínima necessária para alcançar as especificações e uma máxima que não cause danos ao produto deve ser determinada; são necessários testes com materiais dosimétricos que documentem este procedimento. A determinação da distribuição da dose em um embalado, isto é, determinação da dose máxima e mínima aplicada ao embalado, foi feita com pastilhas distribuídas dentro e fora de um recipiente (caixa) contendo um produto fictício, distribuído em todo o seu volume.

Para determinar a absorvância no sistema óptico, antes e após a irradiação, cada pastilha deve ser dissolvida em 50 mL de água com elevada pureza em balão volumétrico de 100 mL. Adicionam-se 20 mL de solução corante (a) **solução A**: 2 g de sulfanilamida p.a. em 1 L de solução 30 % de Ácido acético glacial

p.a.; b) **solução B**: 1 g de diidroclorato de N – (1-Naftil) etilenodiamina p.a. em 1 L de solução 30 % de Ácido acético glacial p.a.. No momento de preparar as pastilhas para leitura, misturam-se as **soluções A e B** na proporção de 5:1). Aguardam-se 10 minutos para proceder a leitura no comprimento de onda igual a 546 nm [2,3,5].

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As pastilhas são confeccionadas com facilidade e o tempo gasto para a prensagem é pequeno. A dissolução das pastilhas para a leitura não requer cuidados especiais.

A solução com a pastilha não irradiada não apresenta um pico de máxima intensidade, mas um patamar entre 540 e 560 nm e, após a irradiação, ocorre uma intensificação nos valores de absorção óptica e o espectro de absorção óptica apresenta um pico nesta região, como pode ser visto na **figura 1**.

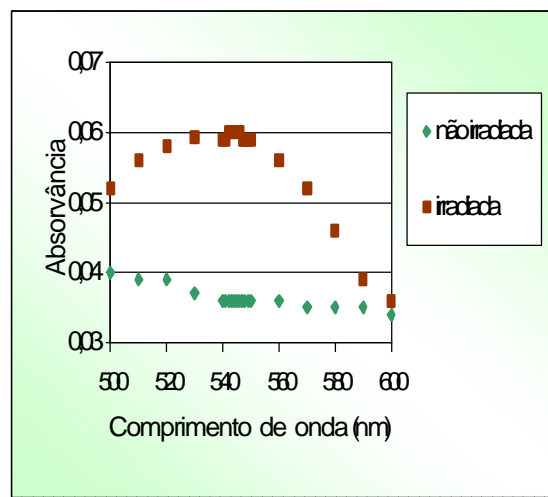


Figura 1. Espectro de absorção óptica da solução preparada a partir de uma pastilha de nitrato de potássio não irradiada e irradiada com 5 kGy na fonte Gammacell.

Nas irradiações realizadas na fonte Panorâmica, com diferentes taxas de dose, observou-se que a amostra posicionada mais próximo à fonte (10 cm) apresenta uma intensificação na resposta, como pode ser vista na **figura 2**. Esta intensificação pode ser causada pela influência da geometria da fonte, por se tratar de uma posição muito próxima. Na fonte Gammacell não se observou influência da resposta com a taxa de dose.

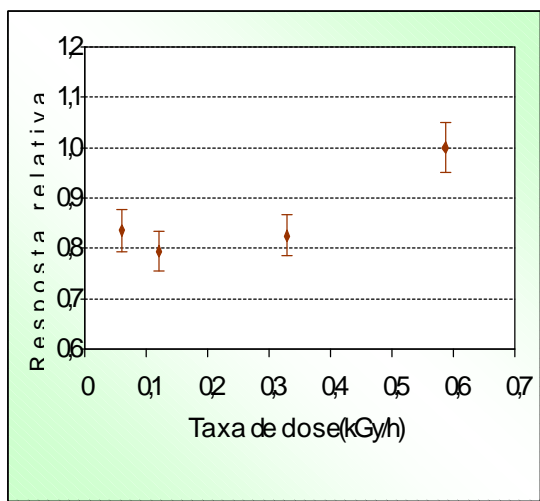


Figura 2. Variação da absorção óptica de soluções preparadas a partir de pastilhas de nitrato de potássio irradiadas com taxas de dose diferentes na fonte de ^{60}Co Panorâmica.

A curva de calibração das pastilhas de nitrato de potássio foi obtida irradiando-as na fonte Gammacell. Cada ponto da curva é resultante de três medidas (três amostras por dose). A curva pode ser vista na **figura 3**.

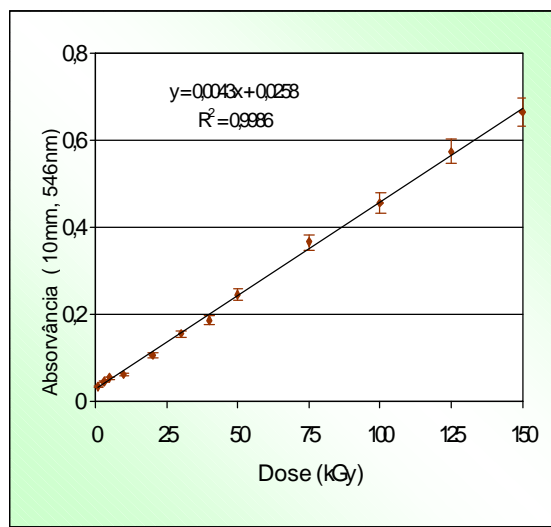


Figura 3. Curva de calibração da solução de nitrato de potássio. Pastilhas irradiadas com raios gama do ^{60}Co . A leitura foi feita em $\lambda = 546 \text{ nm}$.

O dosímetro não apresentou dependência da resposta com o ângulo de incidência da radiação quando posicionado de lado com relação à fonte, mas apresentou uma variação de 2,5 % na intensidade óptica quando posicionado de frente com relação à fonte nas posições vertical (90°) e na horizontal (0°).

O manuseio das pastilhas deve ser feito em ambiente com umidade abaixo de 60 %, porque este composto é higroscópico. As variações de temperatura ambiente entre 10°C e 35°C não influenciam a resposta do dosímetro.

Os resultados obtidos para cada conjunto de três pastilhas distribuídas no embalado mostram os locais onde ocorrem as doses mínimas e máximas no volume considerado. A **tabela 1** mostra os resultados obtidos.

Tabela 1. Distribuição de Dose em um Produto Fictício, Irradiado na Fonte Panorâmica.

Posição	Dose (kGy)
1	7,36
2	7,07
3	11,43 $D_{\text{máx}}$
4	6,20
5	5,62 $D_{\text{mín}}$
6	7,07
7	8,82
8	6,78
9	10,56
10	9,98

IV. CONCLUSÕES

O estudo das propriedades dosimétricas do KNO_3 mostrou que:

- O intervalo de dose de utilização é amplo, podendo ser utilizado em vários serviços de irradiação;
- Não apresenta dependência com o ângulo de incidência da radiação;
- A resposta independe das condições ambientais, desde que mantido em local de pouca umidade;
- A resposta óptica é reprodutível em todo intervalo de dose analisado;
- O custo de fabricação é baixo;
- Não apresenta os inconvenientes causados pela importação.

As características que este composto apresenta qualificam-no para aplicações rotineiras em dosimetria das radiações.

dosimeter was characterized in a dose range between 1 and 150 kGy with gamma radiation ^{60}Co source. Two ^{60}Co sources belonging CTRS (IPEN/CNEN) were used.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, pelo apoio financeiro que possibilitou a realização deste trabalho e são gratas ao IPEN que disponibilizou suas instalações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ATTIX, F.H.; ROESCH, W.C. **Radiation Dosimetry**. New York, Academic Press, v 1 e 3, 1968.

[2] BOF, E. Comunicação pessoal, 1997

[3] DORDA, E.M.; MUNÓZ, S.S. Potassium Nitrate / Nitrite Dosimeter for High-Dose. In: High-Dose Dosimetry - **Proceeding** of an International Symposium IAEA SM 272/1, Vienna, 1984.

[4] McLAUGHLIN, W.L.; BOYAD, A.W.; McDONALD, J.C.; MILLER, A. **Dosimetry for Radiation Processing**. Taylor & Francis, New York, 1989.

[5] TORRES C., R.R. **Medicion de Altas Dosis de Radiation Gamma por el Sistema Nitrato-Nitrito de Potasio**. Callao- Peru: Tese (para obter el título de Ingeniero Químico) Universidade del Callao. Facultad de Ingenieria química, 1993.

ABSTRACT

The potassium nitrate is a compound that can be prepared in the pellet form and used as dosimeter in the routine industrial irradiation. The changes that occur when this dosimeter is irradiated can be detected by the spectrophotometry technique. The optical absorption change in a pre-established wavelength, before and after irradiation, can be related with the absorbed dose. Dosimetric properties of the KNO_3 as a function of dose rate, radiation incidence angle and environmental conditions between others were evaluated. The