

ESTUDO DAS PROPRIEDADES DOSIMÉTRICAS DE AREIA PROVENIENTE DE DESCALVADO

Maria Inês Teixeira e Linda V. E. Caldas

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN / CNEN - SP)
Av. Professor Lineu Prestes 2242
05508-000 São Paulo, SP
lcaldas@ipen.br e miteixei@ipen.br

RESUMO

Amostras de areia provenientes de Descalvado, São Paulo, foram estudadas com relação as suas propriedades dosimétricas pela técnica de Termoluminescência (TL) para dosimetria de doses altas. Essas amostras de areia apresentam características físicas e químicas estáveis aos produtos finais e são utilizadas na indústria vidreira e para fundição. Para obtenção das curvas de emissão TL, as amostras foram expostas à radiação gama utilizando-se um sistema Gamma-Cell (^{60}Co), do IPEN. As curvas de emissão TL apresentaram dois picos aproximadamente em 80°C e 220°C. Foram obtidas curvas de calibração para as doses entre 50Gy e 5,0kGy. Os resultados indicam que as amostras de areia podem ser utilizadas em dosimetria de altas doses em diversas áreas de aplicações para radiação ionizante.

1. INTRODUÇÃO

As características dosimétricas de amostras de areia têm sido estudadas em relação às propriedades dosimétricas de altas doses, bem como a sua aplicação como dosímetros de rotina [1-4].

A areia é um material encontrado na natureza em grandes quantidades e na década de noventa despertou interesse pelo estudo de suas propriedades dosimétricas. A areia é constituída principalmente de quartzo e feldspato, que apresentam o fenômeno da termoluminescência. A areia contém também vários elementos pesados em menor quantidade [1,2] O grupo dos silicatos representa os materiais de maior número e importância no mundo.

Vaijapurkar e Bhatnagar [2] estudaram areia proveniente de Rajasthan, Índia, que apresentou na curva TL dois picos: a 80 °C e a 220 °C. O primeiro pico não é utilizado em dosimetria devido ao seu rápido decaimento térmico à temperatura ambiente, enquanto que o segundo pico TL apresenta uma resposta adequada em função da dose absorvida. Neste trabalho viu-se que a areia poderia ser usada como um dosímetro termoluminescente para a radiação gama e X até 20 Gy.

No Laboratório de Calibração de Instrumentos do IPEN já foram testadas amostras de areia provenientes de diferentes praias brasileiras (Praia de Ponta Negra -RN, Praia do Santinho - SC e Praia de Barra do Sahy – SP), quanto à possibilidade de sua utilização em dosimetria gama, pelas técnicas de termoluminescência (TL) [3] e ressonância paramagnética eletrônica

(RPE) [4]. As curvas de emissão TL dessas amostras irradiadas com doses gama de 5 Gy até 80 kGy apresentaram dois picos: 110°C e 170°C, aproximadamente. Foram estudadas as propriedades dosimétricas das amostras de areia: reprodutibilidade, uniformidade de lote, reutilização, linearidade e resposta à dose absorvida; apresentaram resultados satisfatórios para dosimetria de doses altas (5Gy a 80kGy).

Foram utilizados neste trabalho dois tipos de areia provenientes de Descalvado, interior de São Paulo, uma para fabricação de vidros, silicatos, cerâmicos e outra para indústria de fundição. O interesse em particular pelas amostras de areia é devido ao fato de apresentarem pequena dimensão (quando em forma de pastilha), boa rigidez e fácil manuseio, com possibilidade de serem utilizadas em dosimetria de altas doses nas áreas industrial, médica, de agricultura e farmacêutica [5,6]. As amostras de areia apresentam a desvantagem do rápido decaimento térmico nas primeiras vinte e quatro horas após a irradiação. Esse efeito pode ser amenizado tomando-se as medidas sempre após o mesmo intervalo de tempo depois de cada irradiação, ou utilizando-se um tratamento térmico especial pré- e pos-irradiação do material [7].

Neste trabalho, o objetivo é determinar as propriedades termoluminescentes de amostras de areia com alta pureza e compará-las com as amostras de areia provenientes das praias brasileiras, para se verificar a possibilidade de utilização em dosimetria de doses altas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de areia estudadas neste trabalho, são provenientes de uma reserva natural em Descalvado, São Paulo. São manufaturados dois tipos de areia: uma apresenta características físicas e químicas estáveis, em conformidade com as exigências na área industrial para a fabricação de vidros, silicatos e cerâmicas; e a outra amostra tem propriedades físicas estáveis aos produtos finais, com especificações determinadas para o mercado de fundição, apresentadas em diferentes granulometrias. Essas amostras de areia foram denominadas neste trabalho de ADV (para vidro) e ADF (para fundição), respectivamente.

As amostras de areia foram peneiradas para obter grãos com partículas de diâmetro entre 0,180 mm e 0,075mm. Para se eliminar as impurezas orgânicas, as amostras de areia foram lavadas com uma solução de ácido clorídrico a 1N (1 molar) e em seguida com água destilada para retirar o HCl [1].

Foi efetuada a secagem das amostras de areia em estufa elétrica de temperatura regulável, marca Formitex, que fornece temperaturas de 0 a 150 °C, com variação de 5 °C, por cinquenta minutos a 150°C.

Para remoção das partículas magnéticas, principalmente o ferro, e para minimizar os sinais de TL, utilizou-se um separador magnético S.G.Frantz Com. Ind. – Isodynamic, modelo L-1. Para facilidade de manuseio, foram produzidas pelo Laboratório de Produção de Materiais Dosimétricos do IPEN pastilhas sinterizadas de areia e PVA (Poliacetato de vinila [-CH₂CH(O₂CCH₃)-n], Teflon), utilizado como aglomerante, à temperatura de 300 °C. A compactação a frio destas pastilhas foi feita utilizando-se uma prensa Schulz, com pressão máxima de 15,0 ton/cm². A matriz utilizada para a confecção das pastilhas possui um

diâmetro de 7,0 mm, e a pressão máxima para a compactação foi de 1,0 ton/cm². As pastilhas apresentam diâmetro de 5,5 mm e espessura menor que 1,0 mm. Elas foram guardadas à temperatura ambiente em papel alumínio, recobertas por sacos plásticos pretos.

As amostras foram submetidas a um tratamento térmico a 300 °C por uma hora (por causa do agregante de Teflon), para reutilização do material [3]. As pastilhas de areia foram irradiadas com doses entre 50 Gy e 1 kGy, utilizando-se uma fonte tipo Panorâmica, Yoshizawa Kiko Co, Ltda, do Centro de Tecnologia das Radiações do IPEN, com taxa de dose absorvida de 0,3346 kGy/h, à distância de 40 cm da fonte (maio/2005). A fim de manter o equilíbrio eletrônico das amostras durante a irradiação, foram utilizadas placas de Lucite com 6 mm de espessura.

Para avaliar as pastilhas de areia foi utilizado um sistema leitor de termoluminescência (TL) Harshaw Chemical Co., modelo 2000 A/B, EUA, com taxa de aquecimento de 10 °C/s. As curvas de emissão foram obtidas por um programa PicoLog (PLW32). Todas as medidas TL foram efetuadas da temperatura ambiente até 300 °C, utilizando-se um fluxo constante de N₂ de 4 L/min. Devido ao decaimento térmico do primeiro pico TL, as medidas foram sempre efetuadas exatamente uma hora após a irradiação.

3. RESULTADOS

Algumas propriedades dosimétricas foram estudadas neste trabalho para a verificação da possibilidade de utilização pastilhas de areia como dosímetros de altas doses.

As Figuras 1 e 2 mostram as curvas de emissão termoluminescente das amostras de pastilhas de areia ADV e ADF, irradiadas com doses de 0,1kGy, 0,5 kGy e 1,0 kGy. As curvas apresentam dois picos: 80°C e 200°C para as duas amostras.

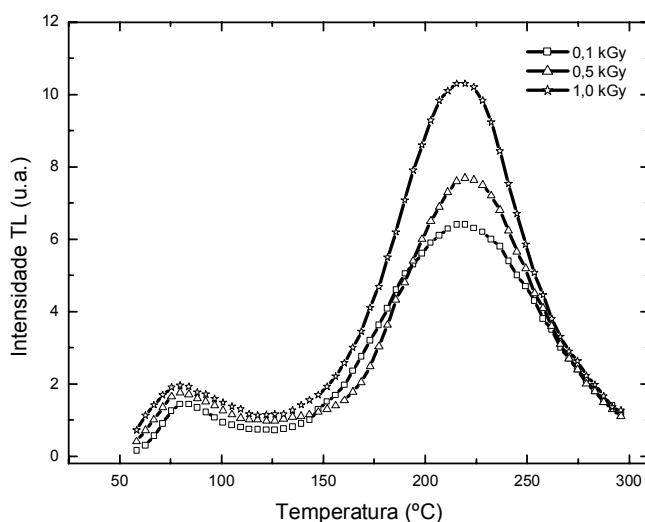


Figura 1. Curva de emissão termoluminescente de amostras de pastilhas de areia ADV (areia utilizada na indústria vidreira) irradiadas com ⁶⁰Co.

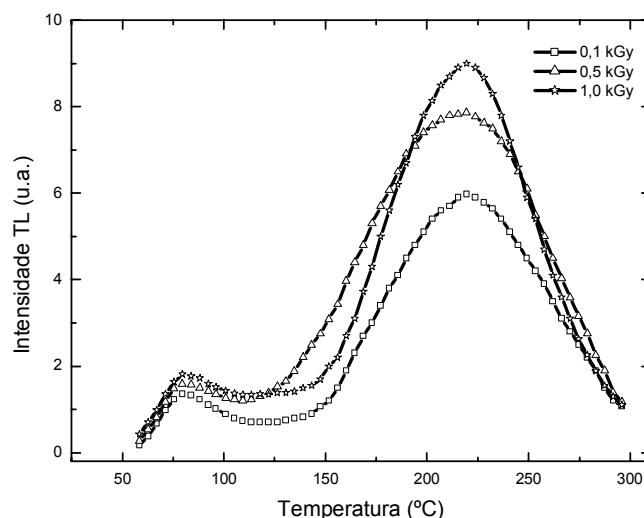


Figura 2. Curva de emissão termoluminescente de amostras de pastilhas de areia ADF (areia utilizada na indústria de fundição) irradiadas com ^{60}Co .

As amostras de pastilhas de areia foram irradiadas com feixes de ^{60}Co , num intervalo de 50 Gy a 1,0 kGy. A Figura 3 apresenta a curva de calibração das pastilhas dos dois tipos de areia. Pode-se observar que a resposta à dose absorvida aumenta convenientemente para dosimetria de doses altas para as duas amostras de areia. Pode-se ainda observar na Figura 3 que as respostas acima de 1,0 kGy indicam uma tendência à saturação em ambas as amostras.

Deve-se levar em consideração que as pastilhas de areia apresentam um decaimento térmico à temperatura ambiente [3,7]. Os resultados obtidos são exclusivamente para as amostras da areia estudada, sendo necessário obter-se uma curva de calibração para cada tipo de amostra de areia a ser utilizada.

A dose mínima detectável foi obtida, tomando-se três vezes o valor do desvio padrão de dez medidas de três amostras de cada tipo de areia não irradiados, expresso em unidades de dose absorvida. Foram obtidos os valores de 0,5 Gy e 0,7 Gy para as pastilhas de areia ADV e ADF respectivamente.

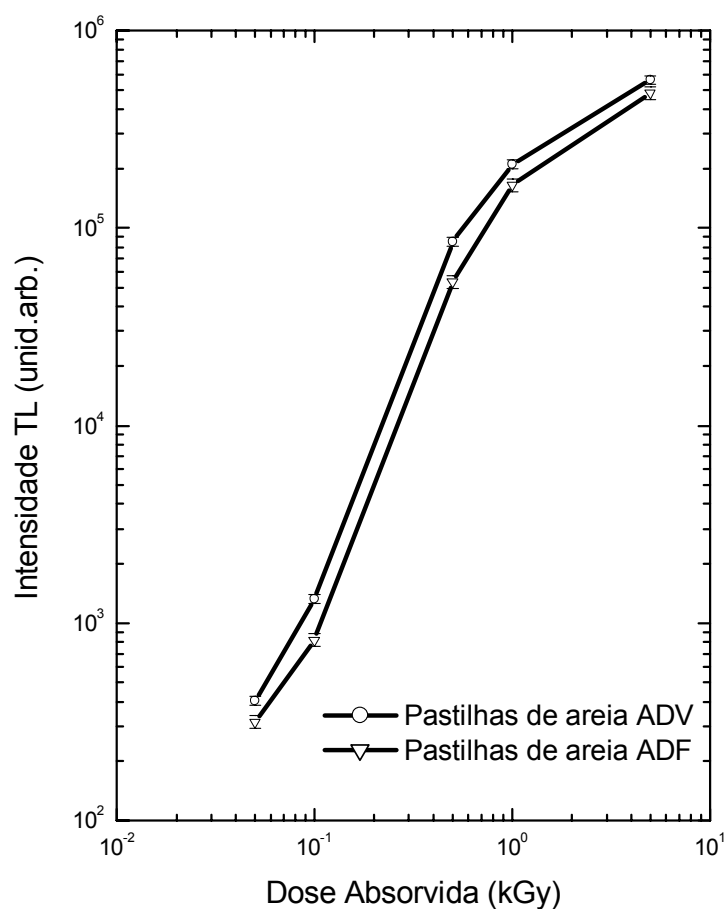


Figura 4. Curva de calibração de pastilhas de areia ADV e ADF irradiadas com ^{60}Co ; medidas efetuadas após 1 hora após as irradiações.

4. CONCLUSÃO

As características dosimétricas (possibilidade de reutilização, reprodutibilidade de resposta, resposta à dose absorvida), estudadas neste trabalho, mostram que as amostras de areia de Descalvado podem ser utilizadas em dosimetria de doses altas, levando-se em consideração o decaimento térmico à temperatura ambiente, com aplicação de fatores de correção à resposta do material.

As vantagens da utilização dessas amostras em dosimetria de doses altas são devido ao baixo custo e fácil manuseio. As curvas de dose obtidas mostram que esses tipos de amostras poderão ser utilizadas em diferentes áreas de aplicação em dosimetria das radiações, num intervalo entre 1,0 Gy e 5,0 kGy (processos de purificação da água, pasteurização, esterilização, desinfestação de produtos, entre outras).

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao Sr. Manoel Jacomo Bonilha Cordova, da Mineração Jundu Ltda, Descalvado, São Paulo, pelo fornecimento das amostras de areia; à equipe do Laboratório de Materiais Dosimétricos do IPEN pela confecção das pastilhas de areia e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro parcial.

REFERÊNCIAS

- [1] Vaijapurkar, S.G.; Raman, R.; Bhatnagar, P.K.; Sand-a high gamma dose thermoluminescence dosimeter, *Radiat. Meas.*, **29 (2)**, p. 223-226 (1998).
- [2] Vaijapurkar, S.G.; Bhatnagar, P.K., Low cost thermoluminescence (TL) gamma dosimeter for radiotherapy. *Nucl.Tracks Radiat.Measur.* **21 (2)**, 267-269, (1993).
- [3] Teixeira, M.I., Caldas, L.V.E.; Sintered sand pellets for high-dose dosimetry *Nucl. Inst. Meth. Phys. Rer. B*, **218**, p.194-197, (2004).
- [4] Teixeira, M.I., Ferraz, G.M.; Caldas, L.V.E.; Sand for high-dose dosimeter using the EPR technique *Appl.Radiat.Isot.*, **62**, p.359-363, (2005).
- [5] Farrar,H. Dosimetry standards for radiation processing, *Proceedings of Symposium Techniques for High Dose Dosimetry in Industry, Agriculture and Medicine*, Vienna, November,1998. IEA-TEC DOC-1070,307-11.
- [6] McLaughlin, WL.; BOYD, A.W.; Chadwick, K.H.; McDonald, J.C. and Miller, A. *Dosimetry for radiation processing.* (London-Taylor & Francis Ltd.) ISBN 0-85066-740-2, 1998.
- [7] Caldas, L.V.E., Teixeira, M.I., Ferraz, G.M.; Influence Of Thermal Treatments On The Response Of Sand Radiation Detectors For High Dose Dosimetry. *Proceeding of Meeting in USA*, New Haven, CT, 27 junho a 2 julho, *Proceedings of 14th International Conference on SOLID STATE DOSIMETRY* (2004).