

OBTENÇÃO DE IMAGEM EM DOSIMETRIA NUCLEAR USANDO DOSIMETRIA TERMOLUMINESCENTE

Gita Guinsburg, Masao Matsuoka, Shiguo Watanabe
Instituto de Física - USP

O trabalho que estamos apresentando tem como proposta produzir, a baixo custo, imagens de órgãos afetados dentro do corpo humano aos quais se administrou internamente radioisótopos.

Esta proposta baseia-se no processo físico da termoluminescência. Um filme dosimétrico de material TL ou um conjunto de dosímetros TL formando uma matriz, colocado sobre a superfície do órgão afetado, como a tireóide, por exemplo, pode fornecer informações em forma de imagem semelhante à obtida na cintilografia.

Para esse fim fabricamos dosímetros incorporando no Teflon P.8 $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ produzido pelo IPEN. Esses dosímetros foram compactados a frio e sinterizados em nosso laboratório numa proporção de 50% de material TL e 50% de Teflon. Foram cortados em pastilhas de 1 mm de espessura e suas faces são quadradas de 4 mm^2 ou 9 mm^2 de área; são flexíveis, não higroscópicas e manipuláveis à luz natural, além de, é claro, terem sido caracterizadas quanto às suas propriedades dosimétricas.

O pico principal de emissão TL destes dosímetros aparece a 212°C aproximadamente e toda a sua luz TL é integrada entre 120 e 280°C . Como o Teflon mantém as suas propriedades físicas até uma temperatura próxima de 320°C , os dosímetros podem ser reutilizados após um recozimento durante um tempo e temperatura adequados.

Estas pastilhas, justapostas sob a forma de uma matriz bidimensional, ficam perfeitamente definidas quanto à posição. E, a partir de uma correspondência entre o pico de emissão TL de cada dosímetro, que é proporcional à intensidade da radiação que recebeu de uma fonte radiativa, e a sua respectiva posição na matriz, é possível desenhar uma distribuição da radiação emitida pelo corpo radiativo, isto é, uma imagem dele, similar à produzida pelos cintilógrafos.

Os primeiros testes realizados com essa matriz consistiram em aplicá-la diretamente sobre o fantoma de Picker, um fantoma de tireóide de lucite constituído de simislacros de nódulos frios e quentes, no qual se injetou ^{99m}Tc . O nosso objetivo era a obtenção da imagem do nódulo frio de 5 mm de diâmetro e dos bordos da tireóide. O resultado definiu a região quente e a imagem do nódulo frio e dos bordos apresentou-se difusa. Testes "in vivo" com paciente do Centro de Medicina Nuclear da USP apresentaram os mesmos resultados.

Por isso a necessidade de um colimador fez-se premente para se obter uma melhor resolução da imagem. Testes com colimadores de diferentes materiais e dimensões geométricas foram realizados (Tabela 1). O resultado conduziu à construção de um colimador de Pb de (5×5) cm² de área e 5 mm de profundidade. Trata-se de uma placa de múltiplos orifícios cilíndricos paralelos de 2mm de diâmetro, separados por septos de 1,2 mm de espessura (Fig. 1). As características geométricas deste colimador apresentam para o ^{99m}Tc uma atenuação em cerca de 95% para os fótons provenientes da fonte que atingiriam os dosímetros depois de atravessarem os septos.

Metade dos orifícios do colimador foi recoberta com dosímetros de (2×2) mm² de área e, a outra metade, com os de (3×3) mm² de área. A resolução desse conjunto colimador-matriz bidimensional de dosímetros varia entre 4,6 a 6,9 mm que foi obtida em função da distância entre uma fonte linear de ^{99m}Tc e o plano do colimador diretamente voltado para a fonte. Essa distância variou entre 5 a 25 mm. Esse resultado indica a possibilidade da detecção do nódulo frio de 5 mm de diâmetro do fantoma.

Esse sistema colimador-matriz bidimensional foi colocado sobre um dos lóbulos do fantoma de Picker onde se situa o nódulo frio de 5 mm de diâmetro. Injetou-se no fantoma 100 μCi de ^{99m}Tc . Após 24 horas de exposição, os dosímetros foram lidos e a imagem construída apresentou definição do nódulo e dos bordos da tireóide do fantoma. A comparação com a imagem produzida do mesmo fantoma por um cintilógrafo de resolução média para alta é bastante razoável (Fig. 2 e Fig. 3).

O mesmo conjunto foi aplicado a pacientes de uma clínica de São Paulo. Apresentamos aqui um dos resultados de um pa

ciente ao qual se administrou, de véspera 47 μCi de ^{131}I . O conjunto ficou exposto durante uma hora sobre um dos lóbulos da tireóide do paciente onde havia um nódulo frio palpável. Após a leitura dos dosímetros, a região fria fica definida no "mapa" porém de forma difusa (Fig. 4). Este resultado está diretamente ligado ao colimador que se adequa a fótons provenientes do $^{99\text{m}}\text{Tc}$ e não do ^{131}I .

A construção de um colimador mais opaco para os fótons de 364 KeV, o tempo mínimo de exposição do sistema e a quantidade mínima de atividade capaz de sensibilizar os dosímetros para a produção de imagem serão parâmetros que permitirão a obtenção de imagem a baixo custo, principalmente em regiões desprovidas de equipamentos mais sofisticados.

TABELA 1

| Nº do TESTE | Material | COLIMADOR | | DOSÍMETRO | | Espesura (mm) | Área (mm) |
|-------------|--------------------------|---|---------------|-------------------------|---|---------------|-----------|
| | | FORMA DO ORIFÍCIO (c: cilindro; Q: quadrangular) φ: diâmetro do orifício em mm □: lado do quadrado em mm | Espesura (mm) | Espessura do septo (mm) | S: CaSO_4 + Teflon T: TLD - 200 | | |
| 1 | Lucite | sem orifícios * | 1.5 | - | S | 0.5 | 1 |
| 2 | Lucite | c, φ:2 | 1.5 | 1 | S | ~0.2 | 9 |
| 3 | Lucite | sem orifícios * | 1.5 | - | S | ~0.4 | 9 |
| 4A | ** AL Lucite AL | c, φ:2 | 1 3 1 | 1 1 1 | S : | ~0.4 | 9 |
| 4B | ** AL AL AL | c, φ:2 | 1 1.5 1 | 1 1 1 | S | ~0.4 | 9 |
| 5A | Cu | c, φ~25 | 5 | 1 | S | ~0.4 | 9 |
| 5B | Latao | c, φ:28 | 3 | 1 | S | ~0.4 | 9 |
| 5C | - | sem colimador (p/comparação) | - | - | S | ~0.4 | 9 |
| 6 | Pb | sem orifícios | 0.5 | - | S | ~0.4~0.2 | 9 e 4 |
| 7A | Pb | Q□ :3 | 5 | 0.5 | S*** | ~0.4 | 9 |
| 7B | Pb | Q□ :2 | 7 | 0.5 | S*** | ~0.4 | 4 |
| 7C | Pb | Q□ :2 | 7 | 0.5 | S | ~0.4 | 4 |
| 7D | Pb | Q□ :3 | 5 | 0.5 | T*** | ~1. | ~9 |
| 7E | Pb | QC :3 | 5 | 0.5 | T | ~1. | ~9 |
| 7G | - | sem colimador | - | - | S*** | ~0.4 | 4 |
| 7H | - | sem colimador | - | - | S | ~0.4 | 4 |
| 7I | - | sem colimador | - | - | T | ~1. | ~9 |

* Placa lisa sem perfuração;

** Sanduiche de colimadores;

*** Cada um dos dosímetros tem 1 folh. de Pb de 0.5mm de espessura e área igual a do dosímetro que recobre a face do dosímetro voltada para a fantoma.

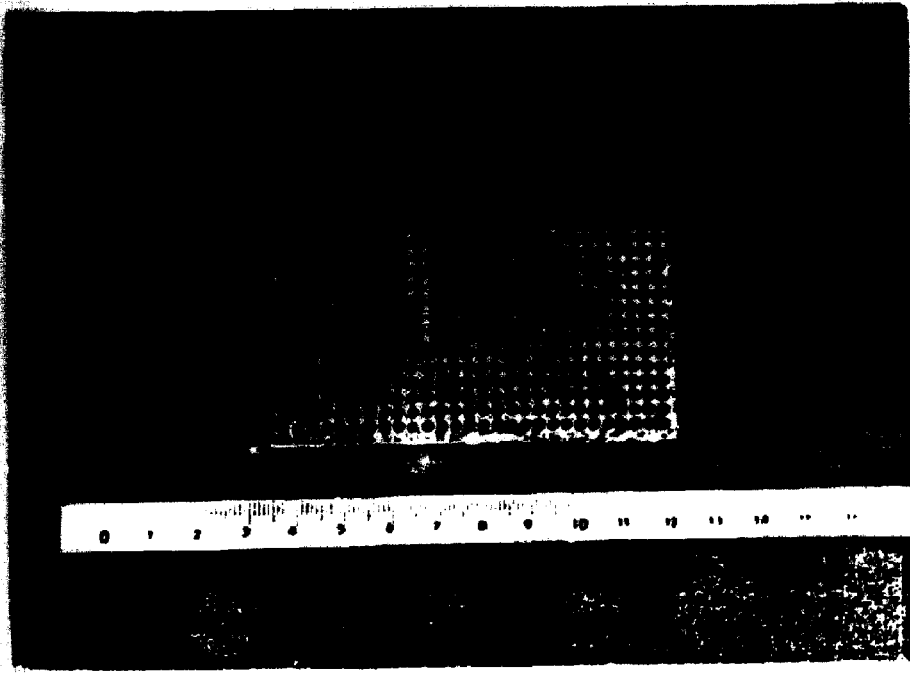


Fig. 1

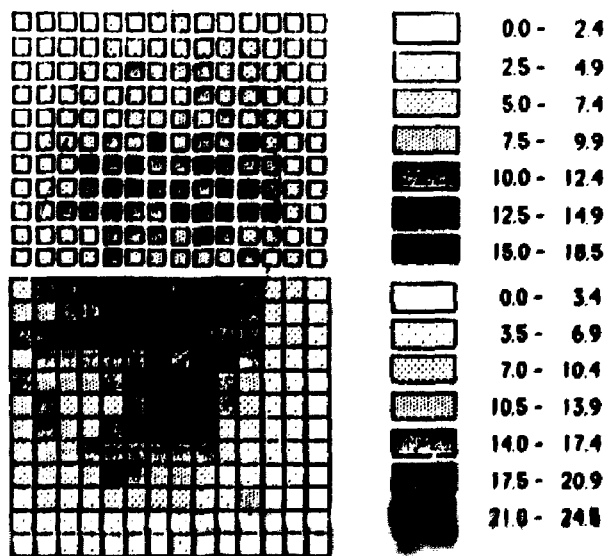


Fig. 2

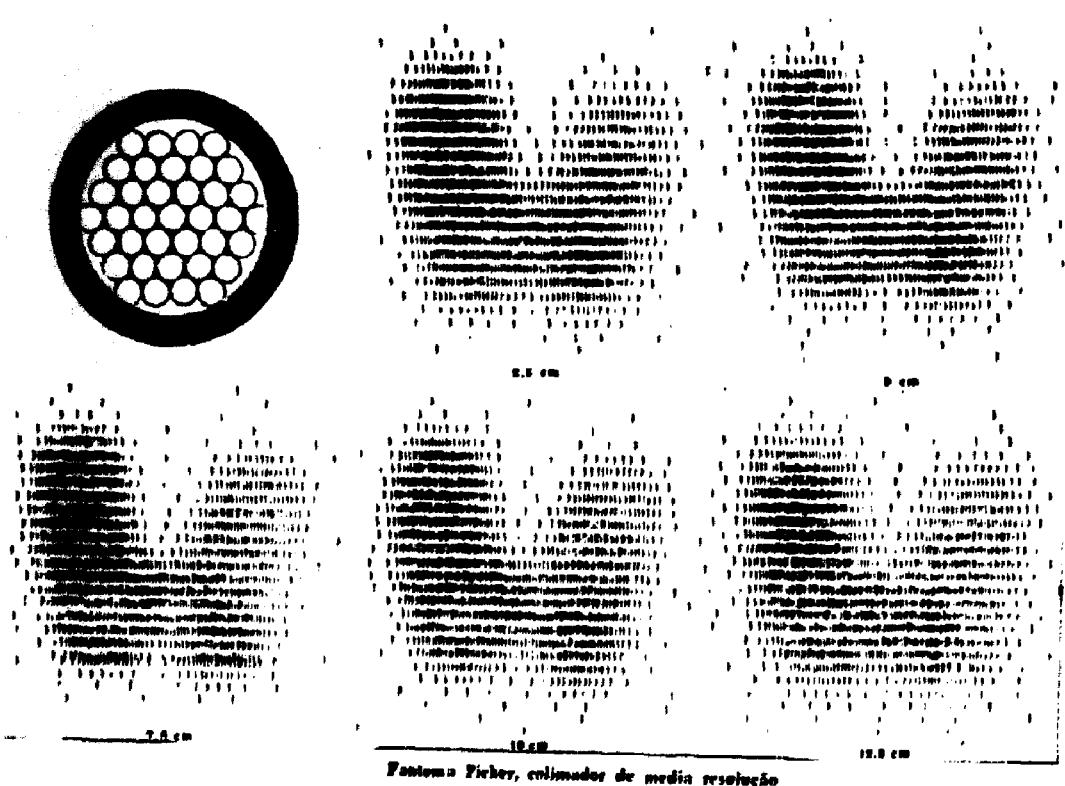


Fig. 3

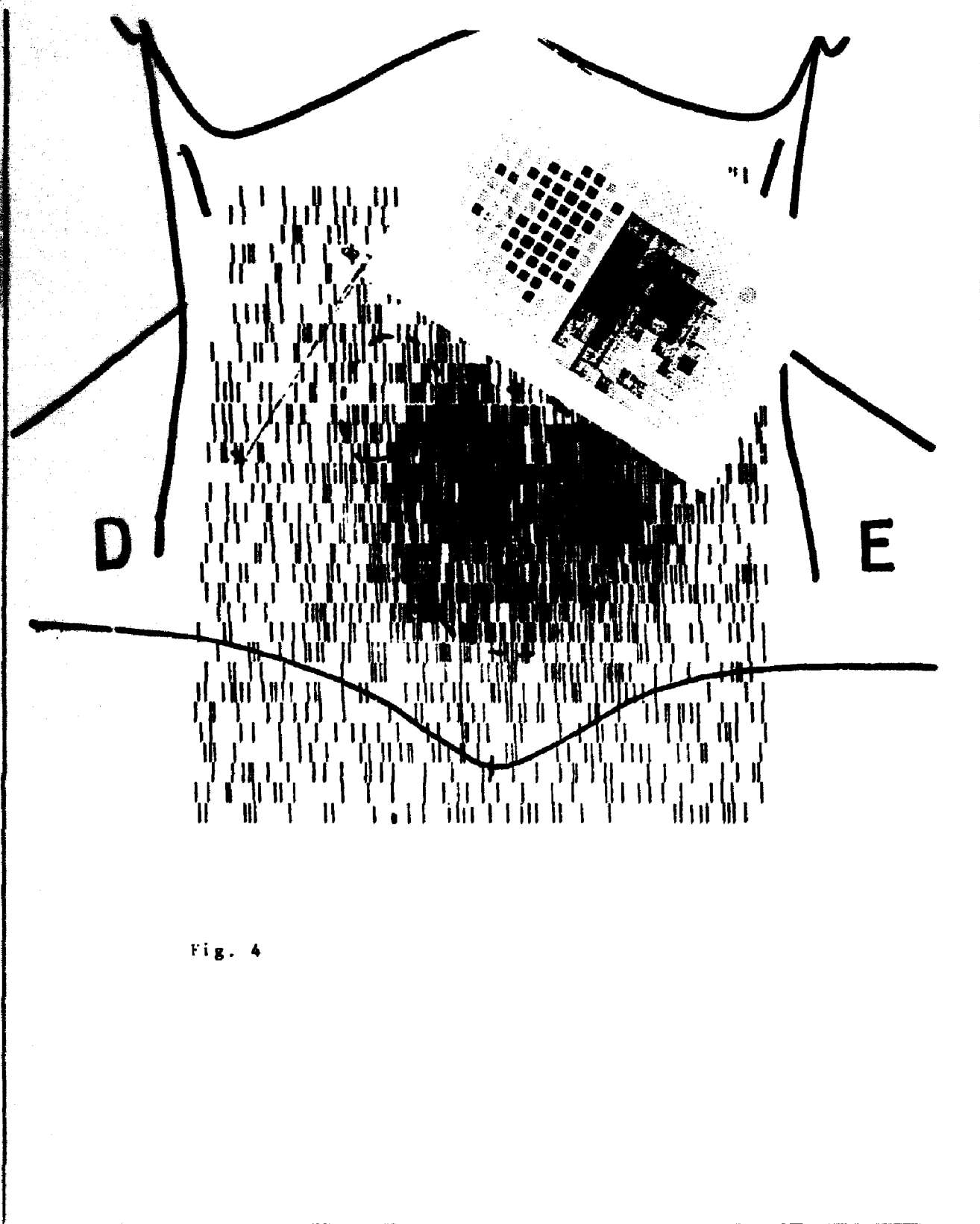


Fig. 4