

LISTA 8 - EXPERIMENTOS EM DOSIMETRIA

1) O processo de termoluminescência ocorre quando o material termoluminescente exposto a radiação ionizante, recebe energia suficiente para retirar um elétron da banda de valência, formando então uma lacuna, chamada "armadilha" de elétrons. Nessa armadilha, o elétron livre pode se mover entre a banda de valência e a banda de condução, podendo se recombinar entre si com diferentes armadilhas e elétrons. Quando isso ocorre, se o elétron estiver preso em uma armadilha muito profunda, ele não poderá retornar ao estado inicial caso seja excitado por energia térmica, para que então ele volte a sua banda de valência.

Dessa forma, após a irradiação, damos calor para retirar os elétrons que estavam na armadilha para se recombinar. E como eles passam de uma banda para outra, eles emitem luz. Essa armadilha é tipo um espaço entre a banda de condução e a banda de valência e como os elétrons não conseguem passar diretamente de uma banda para outra, ele fica preso nesse espaço. Quando o elétron passa direto da banda de valência para a de condução, sem cair na armadilha, ele também emite luz.

O OSL é uma tecnologia mais moderna disponível internacionalmente, emprega material isolante ou semicondutor que, ao ser estimulado por luz, após ser exposto à radiação ionizante, adquire propriedade luminescente com intensidade proporcional à quantidade de radiação absorvida ao longo de um período de tempo. Tem seu decaimento natural muito baixo, permitindo períodos mais longos de utilização. Há também maior sensibilidade do dosímetro à radiação, se comparando à sistemas termoluminescentes ou de filmes, além da possibilidade de arquivamento do dosímetro e a verificação de dose por meio de leitura não-destrutiva, o que torna possível a reanálise completa das amostras e a realização de avaliações incrementais para rastreamento da exposição ao longo do tempo.

CONTINUAÇÃO DA 1)

A natureza nos fornece alguns materiais cerâmicos adequados para aplicação termoluminescência, como o BeO , o Al_2O_3 e o CaF_2 (fluorita). Mas muitos materiais requerem a adição de impurezas para a criação de armadilhas e centros luminescentes; isso faz com que o número de materiais TL aumente, uma vez que podem ser utilizados diferentes tipos de dopantes.

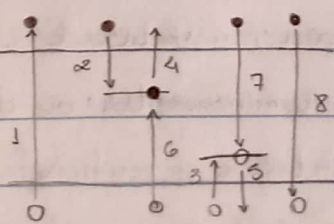
2) O dosímetro termoluminescente (TLD) possui uma pequena massa (aproximadamente de 1 a 100 mg) de material dielétrico cristalino contendo impurezas no cristal para fazê-lo funcionar como um fósforo termoluminescente. Essa adição de impurezas na rede do cristal cria três tipos de imperfeições: centros de armadilhas, centros de luminescência (ou centros de recombinação) e centros competitivos. As armadilhas não possuem potencial metastáveis que capturam e aprisionam portadores de cargas (elétrons, buracos) e são classificadas como:

- Armadilhas rasas: referem-se às armadilhas de elétrons, pois estes escapam antes que os buracos adquiram energia suficiente para se libertarem das suas armadilhas. Ou referem-se às armadilhas de buracos, em que estes são liberados antes dos elétrons, seguem para a banda de valência e podem se movimentar com liberdade pelo cristal até se recombinarem com os elétrons armadilhados, podendo também ocasionar a emissão de luz (transições 4 e 5).

- Armadilhas dosimétricas: os elétrons são liberados após um estímulo externo (não de maior interesse nos dosímetros TL e OSL).

- Armadilhas profundas: exigem aquecimento em altas temperaturas (TL) ou fótons com energia maior que a dos fótons de luz visível para liberar os elétrons armadilhados (OSL).

Banda de condução



Banda de valência

- Aplicações: nas áreas ambiental (terrestre e espacial) e clínica (radio-

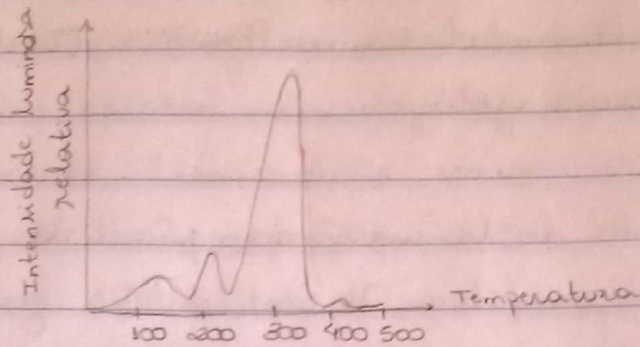
logia diagnóstica e radioterapia) e no uso de doses altas (esterilização de alimentos, reatores nucleares e testes de materiais). Um exemplo é a datação geológica.

3) Os dosímetros de luminescência são lidos termicamente ou por estimulação por fótons. Os cintiladores geram luz diretamente após a irradiação, que é lida com equipamentos sensíveis de detector de luz. As semelhanças entre os três detectores (TL, OSL e cintilador) respaldam-se em sua estrutura cristalina e por possuírem banda de valência e de condução.

Nos dosímetros TL e OSL, o princípio físico é muito similar entre os dois: os elétrons são excitados da banda de valência e movem-se até a banda de condução. Nesse processo, os elétrons perdem energia e, ao tentarem retornar para a banda de valência, são armadilhados entre uma banda e outra (região conhecida como banda proibida (gap)) e necessitam de um estímulo externo para que consigam retornar ou se recombinarem com um buraco, ocorrendo luminescência (final TL).

E nos detectores cintiladores, o princípio físico é parecido com o descrito anteriormente, a diferença consiste que, durante o processo de retorno do elétron para a banda de valência, este ainda possui energia suficiente para excitar outro elétron da banda de valência e reiniciar o processo. Para que isso não ocorra de maneira cíclica, adicionam-se impurezas no material, de modo que sejam acrescentados níveis de energia intermediários na região de gap, fazendo com que o elétron perca energia e não seja capaz de excitar outro elétron.

4) Leitura TL de um dado dosímetro que foi irradiado com partículas β .



a) Os picos que aparecem na curva de emissão termoluminescente estão relacionados com a probabilidade de escape do elétron, ou buraco, da armadilha correspondente, i.e., quando a temperatura do material é menor que a do pico considerado, poucos portadores de carga (elétrons ou buracos) são liberados, e a luz emitida é fraca. Aquecendo o cristal, a probabilidade de escape aumenta, causando um aumento de emissão, que é máxima na temperatura do pico. A intensidade decai, em seguida, devido à redução de portadores de carga armadilhados.

A forma da curva de emissão depende dos tipos de armadilhas e dos centros de luminescência existentes no cristal, em razão do aquecimento e do aparelho detector utilizado. A presença de mais de um pico na curva revela a existência de mais de um tipo de armadilha.

Os picos em torno de 100°C decaem mais rapidamente, em torno de poucas horas após a irradiação, podendo ser relacionados às armadilhas rasas. Em torno de 150°C, o decaimento é um pouco mais demorado, cuja meia-vida é de poucos dias. E entre 200 e 225°C, a meia-vida aumenta, levando meses ou anos para o decaimento, podendo ser relacionados às armadilhas dosimétricas.

b) Os picos TL acima de 225°C, como o terceiro pico apresentado na curva de emissão, são mais estáveis e trazem as mais vantagens

para a dosimetria termoluminescente. mas para temperaturas tão altas, há influências do sinal infravermelho, podendo indicar que o indivíduo exposto recebeu uma dose muito alta, quando na realidade está sendo medido a radiação de corpo negro da cavidade. Então, o pico TL entre 200 e 225°C seria suficiente para a dosimetria.

5) As vantagens da utilização do dosímetro TL são o tamanho nas características únicas de medida, estar disponível em vários formatos, com uma leitura independente da distribuição angular da radiação, tendo baixo custo, não necessitando de cabos e uma rápida leitura, podendo ser reutilizável. As desvantagens são que a leitura é única (a informação é perdida após a leitura), apresenta ruídos, é sensível à luz, necessita de calibração, e tanto a calibração, o tratamento e a leitura são processos demorados.

As vantagens da utilização de dosímetros OSL no controle da qualidade e dosimetria in vivo vem crescendo como técnica alternativa para a dosimetria termoluminescente (TLD) por permitir sua utilização sem a necessidade de tratamento térmico, além de proporcionar sensibilidade aumentada de 40 a 60 vezes, baixo custo e possibilidade de releitura, o que permite uma análise estatística precisa da resposta OSL em relação à dose sendo determinada. Além disso, os curtos intervalos de releitura, bem como a facilidade de manipulação do sistema de leitura OSL, evidenciam as vantagens da técnica OSL. E as desvantagens do OSL são: apresentam limite mínimo de detecção, dependência em relação ao ângulo de radiação, o espalhamento da luz que é utilizada como estímulo nesses detectores.