

# Radioactive Waste Sampling by Laser Ablation Sample Transfer (LAST)

Gabriel Peixoto Pinheiro da Silva e Marcus Paulo Raelle  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares IPEN

## INTRODUÇÃO

O manuseio e armazenamento adequados de rejeitos radioativos são essenciais para garantir a segurança, tanto de vidas humanas, quanto do meio ambiente. Para tanto é necessária a caracterização adequada dos resíduos, que pode ser entendida como a determinação das características físicas e químicas do material de interesse, incluindo sua radioatividade [1]. Um método comum de determinar os contaminantes radioativos é chamado esfregaço ou "scubbing", no qual um operador utiliza um material poroso, como um filtro de papel, para esfregar na superfície do objeto, enquanto se aplica pressão. Neste processo, o material se torna uma amostra que pode ser analisada em busca de radionuclídeos específicos [2]. Entretanto, esse método não é capaz de avaliar consistentemente a quantidade de cada radionuclídeo presente no rejeito original, pois ela irá variar conforme a destreza do operador, a pressão que o mesmo aplica, a textura/porosidade do material e as interações químicas entre o material da superfície e os contaminantes radioativos.

Em vista disso, propõe-se um método que utilize ablação laser para a amostragem de resíduos radioativos metálicos superficialmente contaminados.

## OBJETIVO

Desenvolver um método de amostragem de resíduos radioativos metálicos superficialmente contaminados através de 'Laser-Induced-Sample-Transfer'].

A ablação causa a remoção de material do alvo na forma de partículas na forma gasosa e aerossolizada. Esse material pode ser depositado em outras superfícies [3].

Nesse projeto, escolheu-se utilizar lâminas de microscópio de vidro como substrato para a deposição dos radionuclídeos ablacionados, tornando-as amostras do objeto de interesse original. Com o intuito de simular um rejeito real, discos de aço de 1 polegada de diâmetro foram gotejados com uma solução aquosa de Cs-137 e colocados para secar sob uma lâmpada. Posteriormente, foram fixados com uma bomba de vácuo a um braço mecânico programável móvel durante o processo de ablação. Para gerar a ablação foi utilizado um laser Quantel 100 Nd:YAG com comprimento de onda de 1064 nm. O feixe, após ser gerado pelo equipamento, passava por uma lente convergente, pelo substrato de vidro, e então era focalizado no alvo, permitindo uma irradiância de aproximadamente 200 W/cm<sup>2</sup>, correspondendo a uma fluência de 10 J/cm<sup>2</sup>. Para garantir deposição de energia suficiente em todos os pontos da superfície afetada, o braço mecânico foi configurado para se mover a 4mm/s, assegurando uma sobreposição de pelo menos 50% entre passagens consecutivas do laser. Além disso, utilizou-se duas outras lâminas de microscópio de vidro de 1mm de espessura como espaçadores entre o disco de aço e a lâmina para deposição, de forma a facilitar a troca e remoção do substrato.

Após a ablação, a atividade em beta e gama das amostras ablacionadas e das

lâminas de vidro com material transferido foram medidas. Esses resultados foram comparados com as medições feitas antes da ablação, resultando em uma taxa de transferência de radionuclídeos presentes nos discos para as lâminas de 25%, 24% e 22%, respectivamente. Além disso, determinou-se a quantidade restante nos substratos originais de 9%, 11% e 8%, ou seja, entre 65% e 70% da atividade foi "perdida", não estando presente nem nos discos e nem nas lâminas. A explicação mais provável para o destino dessa quantidade de radionuclídeos é a de que os mesmos tenham sido aspirados pelo exaustor da capela onde o processo fora conduzido. Diante disso, pode-se afirmar a que a aparente consistência nas taxas de transferência de radionuclídeos indica a viabilidade do método, sendo necessário o refino e testes mais extensivos da mesma. Nesse sentido, a redução da atividade "perdida", o uso de um número maior de amostras, a determinação de uma taxa de transferência mais consistente e testes da capacidade de identificação de radionuclídeos específicos a partir das lâminas são propostos para o aprimoramento da técnica

Diante dos problemas encontrados no método do esfregado, ou "scrubbing", associados a caracterização de rejeitos, propôs-se, para rejeitos metálicos superficialmente contaminados, um método envolvendo a transferência de material para um substrato de vidro a partir de ablação laser. Concebeu-se o método e o aparato com substrato e laser fixos e a superfície de interesse móvel. Esse processo foi testado, resultando em uma taxa de transferência em torno de 23%, indicando a viabilidade do método, porém maior refino da técnica é necessário no sentido de reduzir a atividade "perdida", testar mais amostras para verificar a consistência da taxa de transferência e verificar a possibilidade de

identificação de radionuclídeos específicos a partir dos substratos de vidro.

[1] R. Burel, J. L. G. Gómez, J. J. Kelly, Strategy and Methodology for Radioactive Waste Characterization, International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria (2007).

[2] C. P. Lichtenwalner, "Evaluation of wipe sampling procedures and elemental surface contamination", American Industrial Hygiene Association Journal, vol. 53, pp. 657-659 (1992).

[3] A. Castelo, D. Nieto, C. Bao, M.T. Flores-Arias, M.V. Pérez, C. Gómez-Reino, C. LópezGascón, G.F. de la Fuente, Laser backwriting process on glass via ablation of metal targets, Optics Communications, vol.273, pp.193-199 (2007).

O projeto contou com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, processo de número 465763/2014-6, 407077/2023-5 e Sisfóton 440228/2021-2.