



## **Proposta para tratamento e deposição final de NORM no Brasil**

**Jabarra<sup>a</sup> C., Jabarra<sup>a</sup> C. P., Jabarra<sup>a</sup> G. P., Muniz<sup>a</sup> L. P., Teles G., Ribeirinho E.**

**<sup>a</sup> Jabarra Radioproteção, Avenida Silvio Picanço 463 – Charitas, Niterói – Rio de Janeiro**

**e-mail: luiza@jabarra.com.br**

### **Introdução:**

Existe uma grande controvérsia mundial sobre o destino de produtos e rejeitos contendo Material Radioativo Natural Tecnologicamente Modificado (TENORM) e, conseqüentemente, há diferentes abordagens para tratar desta questão.

O descarte de rejeitos sólidos ou de água produzida contendo TENORM, quando feito de forma não controlada, pode causar contaminação do solo ou de águas subterrâneas. Daí a necessidade de se encontrar alternativas para descarte desses rejeitos sem risco de contaminação para o homem e o meio ambiente [1]. No Brasil, a responsabilidade normativa sobre este assunto é assumida pela CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear.

Em alguns países, as empresas de O&G adotam práticas - legalmente permitidas - que solucionam a deposição desse material, como a injeção em cavernas de sal e o descarte no mar, por exemplo. No Brasil, nenhuma prática é permitida atualmente, fazendo com que os rejeitos contendo NORM fiquem armazenados nas próprias plataformas, causando enormes prejuízos para a indústria do petróleo. Esse cenário é extremamente preocupante do ponto de vista da segurança do trabalho e do meio ambiente.

Tendo em vista esse impasse tecnológico e, buscando uma solução que atenda à demanda brasileira, avalia-se a viabilidade de um tratamento inédito e inovador que atenda às necessidades ambientais, sociais e comerciais de qualquer país, resolvendo, definitivamente e de forma segura, a deposição final de rejeitos contendo NORM.

### **Metodologia:**

A tecnologia aqui desenvolvida pode ser dividida em cinco subprocessos: 1- análise radioquímica do rejeito radioativo (contendo TENORM) para determinação da concentração da atividade ( $\text{kBq kg}^{-1}$ ) dos radionúclídeos da amostra bruta; 2- os tambores seguem para a área de peneiramento e acondicionamento em bandejas, que irão para o forno estático; 3- inicia-se o a dessorção térmica da parte orgânica do substrato; 4 - os gases produzidos são encaminhados para uma câmara de pós-combustão, onde serão completamente destruídos, restando apenas o substrato inorgânico com os compostos radioativos; 5 - recolhimento do material calcinado e preparação deste para diluição com material inerte até que a concentração, em  $\text{kBq kg}^{-1}$ , atinja o limite para descarte incondicional de rejeito radioativo autorizado pela CNEN. Desta forma, o material poderá ser disposto em aterro sanitário, sem risco potencial de emissão danosa.

Amostras de borra oleosa de diferentes origens foram obtidas. Previamente, apuraram-se, em laboratório, as concentrações de atividade dos elementos Ra-226 e Ra-228 tanto na amostra bruta quanto na amostra tratada livre de material orgânico, através de espectrometria gama. Após a identificação dos radionúclídeos presentes nessas amostras, determinou-se a faixa de temperatura a ser utilizada no processo de dessorção térmica em atmosfera não oxidante (etapa 3). O objetivo desta etapa é separar a fase orgânica da fase inorgânica, ou seja, o óleo do material radioativo, sem que haja a ignição das frações orgânicas. É de fundamental importância que a temperatura durante este processo não ultrapasse o ponto de fusão de nenhum dos radionúclídeos ( $696^{\circ}\text{C}$  no caso do Ra-226 e Ra-228), sendo controlada por um sistema supervisorio previamente programado. Desta forma, o material radioativo se concentra apenas na fase inorgânica. Para evitar que o material orgânico entre em ignição, a atmosfera do forno deve ser



controlada de forma que o teor de oxigênio não ultrapasse 13%, caso contrário o petróleo entra em combustão.

### **Resultado:**

Os resultados obtidos nas análises laboratoriais mostraram que as amostras no estado bruto apresentaram concentração de atividade média do Ra-226 ( $\text{kBq kg}^{-1}$ ) de  $3,739 \pm 0,122$  e do Ra-228 de  $2,036 \pm 0,074$ ; enquanto as amostras submetidas a tratamento apresentaram uma média de  $4,657 \pm 0,15$  para o Ra-226 e  $2,601 \pm 0,90$  para o Ra-228. Essas análises laboratoriais comprovaram que as concentrações dos radionuclídeos aumentaram cerca de 24% para o Ra-226 e cerca de 27% para o Ra-228. Esse aumento de concentração sugerem que os radionuclídeos não são eliminados com a parte orgânica, ficando concentrados na parte inorgânica. Este resultado coincide com a literatura de HAZIN, Clovis Abrahao et al. [2].

Um dos laboratórios forneceu, ainda, os resultados em concentração mássica ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ), corroborando com o resultado apresentado para a concentração de atividade dos radionuclídeos: a concentração mássica aumentou em, aproximadamente, 14%, passando de  $0,164 \pm 0,004$  para  $0,187 \pm 0,002$ , no caso do Ra-226, e de  $0,297 \times 10^{-3} \pm 0,022 \times 10^{-3}$  para  $0,316 \times 10^{-3} \pm 0,012 \times 10^{-3}$ , no caso do Ra-228.

Finalmente, através da concentração de atividade dos radionuclídeos encontrada, determina-se a quantidade de material inerte (argila) a ser adicionado ao material inorgânico para descarte em aterro. Para viabilizar o descarte, essa diluição deve atingir o limite permitido para concentração de atividade que, segundo a legislação brasileira [3], é de  $10 \text{ kBq kg}^{-1}$  para dispensa de materiais  $\leq 1.000 \text{ kg}$  e  $1 \text{ kBq kg}^{-1}$ , para dispensa de materiais  $> 1.000 \text{ kg}$ .

### **Conclusões:**

Os resultados das análises permitem concluir que o primeiro objetivo do estudo foi atingido com sucesso: após o tratamento, os radionuclídeos não são eliminados com a parte orgânica, permanecendo concentrados na parte inorgânica do material analisado. Em função desta permanência, obtivemos o material radioativo isolado da parte orgânica e, portanto, pronto para ser descartado, após diluição adequada.

A quantidade de material inerte a ser adicionado ao material inorgânico para descarte em aterro deve ser calculada de acordo com os resultados das amostras analisadas, considerando um cenário no qual a quantidade de descarte supera  $1.000 \text{ kg}$ , já que é a realidade mais comum atualmente. Assim, a massa de argila calculada dependerá da concentração de atividade encontrada para cada amostra.

O tratamento apresentado, além de inédito e inovador, resolve definitivamente e de forma segura a disposição final de rejeitos contendo NORM.

### **Referências:**

[1] GAZINEU, Maria Helena Paranhos et al. Radioactivity concentration in liquid and solid phases of scale and sludge generated in the petroleum industry. *Journal of environmental radioactivity*, v. 81, n. 1, p. 47-54, 2005.

[2] HAZIN, Clovis Abrahao et al. Teores de radionuclídeos em processos de extração e de produção de petróleo no nordeste do Brasil. 2005.

[3] CNEN. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Norma CNEN NN 8.01 - Gerência de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação.

