



Rio de Janeiro, RJ, 2-6 de julho, 1995

**REDUÇÃO DE VOLUME DE REJEITOS RADIOATIVOS DE OPERAÇÕES DE
DESCONTAMINAÇÃO ATRAVÉS DA EVAPORAÇÃO**

IPEN / CNEN - SP
BIBLIOTECA
Produção Científica

Valdir Maciel Lopes¹
Barbara Maria Rzyski²

RESUMO

Muitas operações de descontaminação, em diversas áreas do ciclo do combustível nuclear, envolvem a utilização de ácido cítrico, reagente menos agressivo que outros ácidos usados para esta finalidade, e podem gerar rejeitos radioativos líquidos de nível baixo. O volume desses rejeitos é frequentemente muito grande o que requer operações de redução desse volume que podem ser alcançadas com a utilização de evaporadores. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um evaporador do tipo elétrico-solar de circulação natural e que permite evaporar aproximadamente $0,25\text{m}^3$ de líquidos por semana. O fator de redução de volume é de aproximadamente 10.

ABSTRACT

Several decontamination operations, in a number of nuclear fuel cycle areas, include reagents as the citric acid, less aggressive than other acids used for this purpose, and can give rise to low-level liquid radioactive wastes. The volume of these wastes is often high and need reduction what is achieved with evaporators. This work presents the development of an evaporator of electric-solar type and natural circulation which allows to evaporate about 0.25 m^3 per-week. The volume reduction factor is about 10.

1. INTRODUÇÃO

O volume de rejeitos radioativos líquidos provenientes de operações de descontaminação e limpeza de componentes, dentro de muitas unidades do ciclo do combustível nuclear, é alto. Um dos compostos químicos mais usados nas instalações de descontaminação é o ácido cítrico cuja função química não é tão agressiva nos metais como a do ácido nítrico ou sulfúrico. Este trabalho mostra a operação de um evaporador piloto que funciona com energia elétrica e solar e permite evaporar cerca de $0,25\text{ m}^3$ de rejeitos líquidos por semana.

¹ Químico Industrial, Pesquisador, Coordenadoria de Processos Especiais, IPEN-CNEN/SP
Travessa R, 400 CEP 05508-900, São Paulo, S.P.

² Física, Dr. Docente, Pesquisadora, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN



Os materiais usados na construção do evaporador tem custos muito baixos e o fator de redução de volume é de aproximadamente 10. A lama, resultante do processo, é neutralizada com cal e se necessário poderá ser encapsulada ou imobilizada com cimento em tambores de 200 L , para fins de deposição final.

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1 Construção do evaporador

O corpo do evaporador e a tampa foram confeccionados em polipropileno, chapas com 10 mm de espessura. A tampa permite acomodar um vidro transparente e liso, que deixa passar a luz solar e aquecer o sistema durante o dia.

O corpo do evaporador tem secção horizontal de forma quadrada com 133 cm de lado e a secção vertical tem forma trapezoidal com 165 cm de base , 62 cm de altura menor e 124 cm de altura maior, e foi construído de tal forma que acomoda uma resistência elétrica recoberta com teflon, um ventilador, um sensor de nível, um painel de controle e um sistema de alimentação em forma de funil. A Figura 1 mostra o desenho esquemático do evaporador.

O fundo do evaporador foi construído de tal forma que permitisse acomodar em um local rebaixado da placa, a resistência elétrica.

O sistema de ventilação é usado para forçar a saída do vapor de água pelas fendas abertas, localizadas na parte frontal do sistema, para o meio ambiente. Na etapa experimental , antes de permitir que este vapor saísse do evaporador, foram feitos testes exaustivos de controle do nível de atividade, tendo sido demonstrado que no vapor não havia nenhum traço de elementos radioativos.

O sensor de nível é interligado com um termostato e acusa o nível mínimo de líquido presente no evaporador, permitindo que a operação de evaporação seja finalizada quando o mesmo é atingido.



O painel de controle fica localizado na parte frontal do evaporador e comporta todos os instrumentos usados no equipamento.

A bacia de contenção dos líquidos, encaixada por fora do corpo do evaporador, foi construída com chapa de aço inoxidável com 4,5 mm de espessura, 161,6 cm x 161,6 cm de seção quadrada por 13 cm de altura. A capacidade desta bacia é o dobro do volume de líquidos que são evaporados como medida de segurança no caso de vazamentos. Esta bacia contém uma válvula tipo gaveta que permite a retirada de líquidos.

O suporte da bacia de contenção foi construído com cantoneira de aço carbono, e recebeu pintura protetora de tinta epóxi.

2.2 *Evaporação de soluções de descontaminação*

O volume de líquidos provenientes de operações de descontaminação, em uma das unidades da COPESP-IPEN, é muito grande chegando a 3 m³ /mês de soluções aquosas contendo alto teor de ácido cítrico e íons metálicos como F⁻, Cu²⁺, Ni⁺, Al³⁺, Fe²⁺, U_{nat} e seus produtos de decaimento, ²³⁴Th e ²³⁴Pa. A concentração salina média da solução é de 0,5 g.L⁻¹ que é considerado um teor baixo de sais e que não causa problemas no evaporador.

O ácido cítrico é usado em solução aquosa em concentração de 7,5 g.L⁻¹. A descontaminação de componentes é feita em tanques por processo de imersão, com auxílio de equipamentos de ultrassom.

Os líquidos resultantes da descontaminação, após a análise radioquímica, passam para a fase de evaporação. O evaporador é alimentado, no início da operação, com 250 L de solução de descontaminação e em seguida a alimentação é feita à razão de 50 L por dia.

O aquecimento do líquido é feito com o auxílio da resistência elétrica e a temperatura de operação é de 50 ± 5 °C. A luz solar incidente permite economizar energia elétrica durante o dia. Nas estações em que a insolação é mais intensa esta economia é mais efetiva.



3. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O evaporador do tipo elétrico-solar, descrito neste trabalho, é considerado como de circulação natural do tipo ascendente porque o vapor formado circula em sentido ascendente. Os evaporadores do tipo ascendente são mais vantajosos porque o acesso para se proceder a manutenção é mais fácil.

A taxa de evaporação média é de 50 L /dia possibilitando que a redução de volume esteja próximo a 10. À lama resultante da evaporação é acrescentado cal comum para a neutralização da mesma. Após a neutralização a mistura seca naturalmente pois a tampa do evaporador é retirada. Esta operação demora cerca de uma semana por este motivo a instalação deve ter dois evaporadores.

A fase destilada (vapor) não contém elementos radioativos em níveis que impeçam a sua liberação para o meio ambiente. A fase concentrada contém todos os radionuclídeos que estavam presentes no líquido antes da operação de evaporação. Esta fase concentrada denominada lama de evaporação deve ser gerenciada conforme os procedimentos normais de tratamento de rejeitos radioativos⁽¹⁾ tornando-se ou um efluente ou um material a ser imobilizado, para futura deposição em repositórios finais para rejeitos radioativos.

A redução de volume ao máximo possível depende da quantidade de sais dissolvidos no rejeito, bem como das propriedades químicas do líquido a ser evaporado⁽²⁾. O fator de descontaminação em evaporadores do tipo apresentado neste trabalho chega a ser de 10.000 e depende dos fatores limitantes que podem ser a cristalização dos sais dissolvidos nas regiões mais frias do equipamento.

A concentração de sais nas soluções de descontaminação é considerada baixa $0,5\text{g.L}^{-1}$ desta forma não se formam crostas por acúmulo de sais no final da evaporação^(3,4).

A lama seca é quimicamente estável, homogênea e permite que se trate o material conforme o tipo de gerenciamento mais adequado à questão. Caso seja necessário imobilizar o produto da evaporação a lama é quimicamente compatível com cimento.

Se nas operações de descontaminação forem usados ácidos mais fortes por exemplo o ácido nítrico ou sulfúrico, deve-se manter a concentração dos mesmos em níveis que não



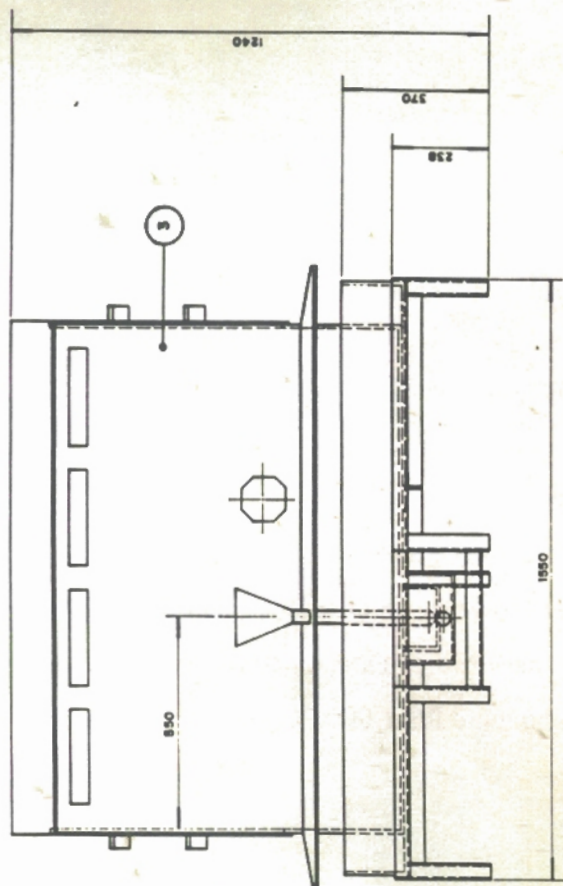
reduzam a vida útil do evaporador ou pre-tratar as soluções para torná-las quimicamente menos agressivas.

Do exposto conclui-se que:

- o evaporador tipo elétrico-solar permite economizar até cerca de 40 % de energia elétrica, em épocas de insolação alta, mormente no verão;
- o fator de redução de volume do evaporador chega a quase 10;
- a construção, operação e manutenção do equipamento é muito fácil;
- o custo da montagem de um evaporador tipo elétrico-solar de circulação natural está entre 10 a 15% do valor de uma instalação convencional. Atualmente, o custo do evaporador descrito neste trabalho está avaliado em aproximadamente R\$ 1.000,00;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR "Gerência de Rejeitos Radioativos em Instalações Radiativas", CNEN-NE-6.05, 1985.
- (2) RZYSKI, B.M. "Tratamento de Rejeitos Radioativos Sólidos e Líquidos", Publicação IPEN 242, São Paulo, S.P., 1989.
- (3) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY "The reduction of Low Active Solid Waste", Technical Reports Series 106, IAEA, Vienna, 1970.
- (4) TANG, Y. & GODBEE, H.W. "Radioactive Waste Management", U.S.A., 1990.



LISTA DE MATERIAL		MATERIAL
POS.	DESCRIÇÃO	
01	Vidro transparente liso	-
02	Tempe	Polipropileno Ø 10mm
03	Corpo	Polipropileno Ø 10mm
04	Base de contensão	Chapa de aço Ø 3/16"
05	Supporto de base	Contensão 1/2" x 1/2" x 3/16"
06	Válvula de gases	Brass 1/2" com gds 1/2" ou 3/4"

FIG. 1

EVAPORADOR ELÉTRICO - SOLAR

