

## PREVENÇÃO DE ACIDENTES NA INSTALAÇÃO CELESTE I

Etsuko I. Carvalho; Afonso S. T. Lobão; Victor H. Cohen; José A. Araújo  
Comissão Nacional de Energia Nuclear - IPEN-CNEN/SP  
Travessa R, 400 - Cidade Universitária  
05508-900 - São Paulo - SP

### RESUMO

A instalação CELESTE I do IPEN-CNEN/SP, sendo um laboratório de P & D em reciclagem de combustível nuclear, adotou a filosofia de avaliação de possíveis acidentes para prever procedimentos no caso de suas ocorrências. Procurou-se avaliar as possibilidades de acidente em caixa de luvas, células de tratamento, célula de análises e o sistema de ventilação, considerando-se as hipóteses de uma situação de emergência radiológica.

### INTRODUÇÃO

A instalação CELESTE I do IPEN-CNEN/SP é uma unidade de laboratório para estudos em reciclagem de combustível nuclear. Por suas características de flexibilidade, permite estudos de grande variedade de parâmetros de processos. Mantém as mesmas normas de segurança de uma instalação industrial apesar da grande diferença de escala e nos objetivos.

### AValiação de Acidentes

O processamento de material radioativo faz-se em duas células de aço inoxidável com blindagem biológica, devido à probabilidade de exposição à radiação [1].

Na primeira, denominada célula de tratamento, efetuam-se as operações de corte do elemento combustível, pesagem, dissolução, ajuste da alimentação e descontaminação dos produtos de fissão. Sob a célula e ao nível do piso está localizado o sistema intermediário de rejeitos.

A blindagem biológica é de 15cm de chumbo. Nos três postos de operação com manipuladores, a blindagem é substituída por visores de vidro plumbífero estabilizado com cério que apresentam fator de atenuação gama equivalente.

A capacidade nominal da planta em termos de atividade é de  $5,5 \times 10^{13}$  Bq, para uma fonte puntiforme localizada na parede interna da célula de tratamento.

Na segunda, denominada célula analítica, com blindagem de 10cm de chumbo, faz-se a partição parcial ou total do plutônio, reversão do urânio e o controle analítico das amostras ativas. Nesta fase, tem-se dois postos de operação com visores de vidro plumbífero estabilizado com cério com fator de atenuação gama equivalente à blindagem de 10 cm de chumbo.

Na Figura 1 apresenta-se vista em corte da blindagem das células de tratamento e análise.

**Teste de Fuga de Radiação.** Após a montagem das células, na fase pré-operacional, procedeu-se a execução de testes de fuga de radiação. Utilizou-se, para a varredura interna, uma fonte selada de irídio de  $1,85 \times 10^8$  Bq e, para a monitoração externa, um detector Geiger-Müller. Os resultados revelaram pontos de fuga de radiação nos reforços estruturais. Corrigiram-se as falhas acrescentando-se blindagem adicional e refizeram-se os testes de fuga de radiação. Desta forma, eliminou-se a possibilidade de exposição à radiação decorrentes de falhas construtivas da instalação.

**Probabilidade de Exposição à Radiação Decorrentes de Falhas Operacionais.** Algumas operações consideradas perigosas serão monitoradas, pois, oferecem possibilidade de exposição.

- Sistema "Padirac". O sistema "Padirac" é um castelo blindado, de fabricação La Calhène que utiliza no seu interior um recipiente plástico ou metálico com características estanques para evitar fuga

dos gases de fissão presentes no combustível irradiado. Faz-se a transferência do material para a célula de tratamento por acoplamento célula-"Padirac" do tipo dupla porta, ocorrendo ajuste contínuo da blindagem móvel à configuração da tampa do "Padirac". Essa operação deve ser monitorada devido à possibilidade de contaminação da dupla porta durante a operação de transferência.

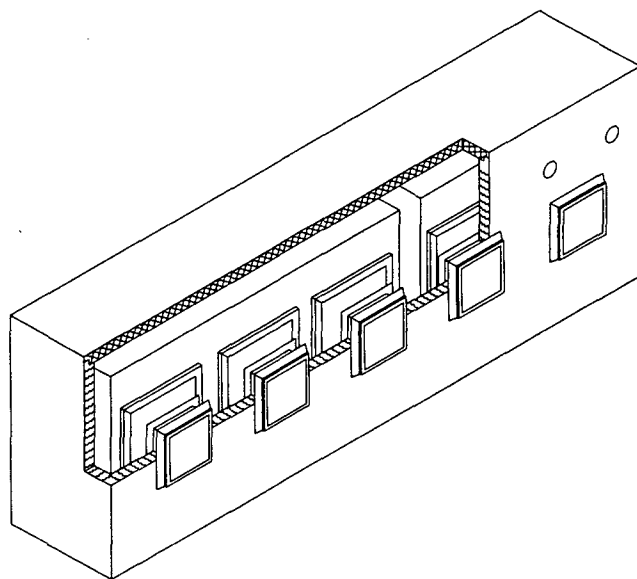


Figura 1 Blindagem da célula de tratamento e análise.

- Sistema de aquecimento do dissolvidor. Durante a dissolução do elemento combustível realiza-se o aquecimento por meio de circulação de óleo térmico. O aquecimento é feito por um sistema externo (área não ativa) e o óleo circula pela camisa do dissolvidor (área ativa). Instalaram-se duas válvulas para prevenir a possibilidade do material ativo escoar para o sistema de circulação do óleo em decorrência da possível corrosão na camisa do dissolvidor. Um aumento na taxa de exposição detectada pela monitoração contínua do banho de óleo, determina o fechamento das válvulas. Este monitor deverá ser instalado na operação definitiva da instalação.

- Monitoração dos gases de descarga da chaminé. Os gases de processo são filtrados em filtros de carvão ativo para a retenção do iodo radioativo. Entretanto, alguns gases atravessam todas as

barreiras de carvão ativo e filtros absolutos, sendo posteriormente lançados ao meio ambiente através de uma chaminé de 15m de altura. Cálculos conservadores mostram que mesmo considerando-se taxas de queima mais elevadas, as atividades lançadas no meio ambiente ainda se encontram muito abaixo dos limites estabelecidos pelos padrões internacionais. Entretanto, para controle, projetou-se um sistema de monitoração contínua do ar lançado no ambiente pela chaminé. Este sistema permite obter dados para que se possa detectar rapidamente e identificar a natureza e a quantidade de qualquer liberação não planejada para o meio ambiente. É uma monitoração direta, por intermédio de uma sonda detectora de radiação acoplada a um sistema de aquisição e registro de dados, calibrada para os radionuclídeos considerados críticos.

**Prevenção de Contaminação.** O principal meio de contenção de contaminação numa instalação nuclear se faz por intermédio do sistema de ventilação. Este, tem por objetivo principal, tornar improvável a fuga ou escape de contaminação radioativa por outros canais que não sejam os do sistema de ventilação [2].

O sistema de ventilação tem como função principal a proteção do trabalhador e dos indivíduos do público contra as possíveis contaminações radioativas provocadas pela liberação de aerossóis, vapores, gases perigosos ou contaminantes. Assegura uma renovação da atmosfera interna da instalação para evitar o acúmulo de produtos tóxicos ou contaminantes. Para o bom desempenho do sistema deve-se observar a instalação de controles, efetuar testes e definir redundâncias.

A observação desses itens, a concepção de detalhes de montagem e acabamento para permitir manutenção rápida e segura, minimizam a possibilidade de contaminação numa instalação nuclear.

Na Figura 2 apresenta-se, em esquema, o sistema de ventilação da instalação CELESTE I.

Os possíveis acidentes de contaminação que envolvem o sistema de ventilação são: falha no fornecimento de energia elétrica e perda de estanqueidade de células e caixas de luvas.

Para prevenir a falha de energia elétrica, deve-se dispor de gerador de emergência, circuitos elétricos bem dimensionados com componentes de segurança. Já a perda de estanqueidade deve-se a acidentes, em que a abertura causada por uma explosão ou implosão é de tal monta que o sistema de ventilação não consegue suprir depressão mínima no equipamento. Para tal caso, o manual de emergência da instalação deve prever a situação, com as medidas corretivas e as ações a serem tomadas. Apesar de possuir um manual de emergência, a instalação CELESTE I necessita de algumas adequações no sistema de ventilação para cumprir todas as exigências descritas.

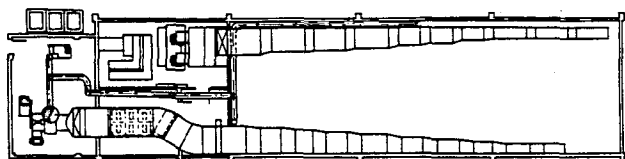


Figura 2 Sistema de ventilação da instalação CELESTE I.

**Probabilidade de Contaminação Devido a Fatores Operacionais.** A organização de um programa de proteção radiológica prevê a adoção de medidas preventivas com intuito de evitar ou minimizar a ação da contaminação. Entre as medidas preventivas, as mais importantes são o uso de equipamentos de proteção individual por trabalhadores e visitantes e um programa de monitoração pessoal e ambiental bem definido. Essas já estão implantadas como rotina na CELESTE I.

Os acidentes por contaminação ocorrem, mais frequentemente, durante as operações de substituição de:

- luvas de caixas de luvas;
- "bootings" dos manipuladores;
- manipuladores;
- filtros do sistema geral de ventilação.

Essas operações são planejadas e executadas, observando-se as normas pertinentes de proteção radiológica e os procedimentos operacionais, complementadas por monitorações locais e testes de esfregaço na região considerada crítica.

**Possibilidade de Acidentes de Natureza Química.** Uma caixa de luvas ou célula pode perder a estanqueidade e disseminar a contaminação, como decorrência de incêndio ou explosão de origem química.

As maiores possibilidades de acidentes químicos na CELESTE I são:

- explosão ou incêndio devido à evolução de  $H_2$ ;
- explosão durante a concentração de soluções contendo TBP.

No primeiro caso, o  $H_2$  é proveniente de processos eletrolíticos. Esses processos apresentam certas vantagens, como a não introdução de íons estranhos e minimização de volume de rejeito, porém provocam a liberação de  $H_2$ , podendo dar origem a focos de explosão. Na CELESTE I, por se encontrar em fase de desenvolvimento, previu-se, apenas, a injeção de ar como fator de diluição. Com a implantação definitiva do processo, poder-se-á, se necessário, introduzir detector de  $H_2$  e extintor de incêndio apropriados como medida de segurança.

No segundo caso, as soluções contendo TBP a temperatura acima de  $135^\circ C$ , podem formar óleo de fúsel com características explosivas. Para evitar este perigo, faz-se rigoroso controle químico e de temperatura, durante a operação de concentração, de forma a evitar que se atinja a temperatura limite de explosão do óleo de fúsel.

**Controle de Criticalidade.** A capacidade de processamento da instalação envolve volume e massa que estão muito abaixo daqueles que provocam acidentes de criticalidade. Entretanto, no futuro, deve-se prever estratégias simples que evitem o acidente sob condições de armazenamento.

## CONCLUSÃO

Previram-se e avaliaram-se várias possibilidades de acidentes na instalação CELESTE I. Esta avaliação é consequência da experiência adquirida durante as fases de montagem, pré-operacional e de análises feitas durante a redação dos manuais de operação, segurança e de emergência radiológica.

Diversos equipamentos ainda não foram instalados por falta de recursos ou por falta de definição de prioridades, mas deverão necessariamente ser instalados para garantir as condições de segurança da unidade. Esta situação deve ser complementada com a implantação do manual de emergência, sala de emergência e da realização da simulação de acidentes.

A instalação está em processo de intervenção para reformulação de equipamentos, adequação de linhas e substituição de componentes a fim de propiciar manutenção direta com manipuladores.

## REFERÊNCIAS

- [1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Manual on Safety Aspects of the Design and Equipment of Hot Laboratories. Vienna, Safety Series 70, p. 86-96, 1981.
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Safe Handling of Plutonium. Vienna, Safety Series 39, p. 33-71, 1974.

## ABSTRACT

Analysis of the possible accidents and required precautions at lab-scale CELESTE I installation are presented. Under process conditions, some accidents were postulated and the resultant potential hazards, leakage of radioactive materials, solvent fire and adequacy of the confinement system were the main safety aspects considered. Based on these studies, a radiological emergency room, as well as some preventive maintenance program to guarantee a safety operation are being planned.