

SISTEMA DE CONTENÇÃO DA CONTAMINAÇÃO EM LABORATÓRIOS
DE MANUSEIO DE MATERIAIS IRRADIADOS

Afonso dos Santos Tomé Lobão

José Adroaldo de Araujo

Ruth Luqueze Camilo

Departamento de Engenharia Química

Comissão Nacional de Energia Nuclear - IPEN/CNEN-SP

SUMÁRIO

Apresenta-se um estudo para a contenção da contaminação de laboratórios de materiais irradiados. Fundamentalmente, trata-se de contenção através de um sistema de insuflação e exaustão do ar, a fim de obter pressões diferenciais nos gradientes de contaminação. O trabalho tem por base as normas estabelecidas pela AIEA procurando-se, pela avaliação dos diferentes parâmetros envolvidos, especificar as zonas de trabalho, sistemas de dutos e de filtros, garantindo-se uma condição de segurança máxima no manuseio de radionuclídeos.

ABSTRACT

A study to prevent radioactivity release in lab scale is presented. As a basis for the design all the limits established by the IAEA for ventilation systems were observed. An evaluation of the different parameters involved in the design have been made, resulting in the specification of the working areas, ducts and filtering systems in order to get the best conditions for the safe handling of irradiated materials.

INTRODUÇÃO

O sistema de ventilação em laboratórios de materiais irradiados tem como função principal a proteção do trabalhador e dos indivíduos do público contra as possíveis contaminações radioativas provocadas pelo escape de aerossóis, vapores, gases perigosos ou contaminantes. Assegura uma renovação da atmosfera interna da instalação para evitar o acúmulo de produtos tóxicos ou contaminantes. Deve estabelecer uma relação entre o gradiente de pressão e o gradiente de contaminação das áreas associadas à instalação, para assegurar que o sentido do fluxo de ar seja sempre de uma zona de menor contaminação para outra de maior contaminação.

Para a implantação da CELESTE II (Células de Estudos e Testes de Extração), a Divisão de Reprocessamento (MQR), do Departamento de Engenharia Química (MQ), da CNEN-SP, realizou um estudo preliminar para prover de um sistema de ventilação o prédio desta instalação. O resultado deste estudo foi um memorial descritivo que forneceu as informações básicas e especificações técnicas a serem obedecidas no projeto detalhado do sistema de ventilação da CELESTE II. O objetivo principal do sistema de ventilação projetado é tornar improvável a fuga ou escape de contaminação radioativa por outros canais que não sejam os do sistema de ventilação do prédio.

ZONAS DE INSTALAÇÃO

De acordo com as normas da AIEA (1), (2), classificou-se a unidade CELESTE II em 4 zonas isoladas entre si e com grau crescente de risco:

- zona branca : área externa aos laboratórios;
- zona verde : área de trabalho, vestiários, oficina, sala de máquinas e áreas de circulação. Esta zona inclui a sala de controle da área ativa;
- zona amarela : sala dos filtros absolutos, caixas de luvas do laboratório de gases residuais ("off-gas"), caixas de luvas do laboratório de urânio e capelas;
- zona vermelha : célula de tratamento de rejeitos, célula de descontaminação e caixa de luvas de nuclídeos α -emissores.

Na Figura 1 observam-se as zonas da instalação CELESTE II.

Essas zonas são delimitadas pelo sistema de ventilação que proporciona uma diferença de pressão adequada entre cada zona (3).

Na unidade CELESTE II assumiram-se os seguintes valores para os diferenciais de pressão:

- ΔP entre as zonas verde e branca: -2 a -4mmCa;
- ΔP entre as zonas amarela e verde: -10 a -30mmCa;
- ΔP entre as zonas vermelha e verde: -30 a -50mmCa.

Outrossim, a cada diferencial de pressão, associou-se o parâmetro número de renovações de ar por hora (3) que é função da zona considerada e do tipo de trabalho realizado:

- zona verde : 8 renovações de ar por hora;
- zona amarela :12 renovações de ar por hora;
- zona vermelha:20 renovações de ar por hora.

O número de renovações de ar por hora é assegurado pelo sistema de insuflação e exaustão, independentes para cada zona. A Figura 2 mostra um esquema geral para um sistema de ventilação.

SISTEMA DE VENTILAÇÃO

É constituído por três sistemas independentes compostos por insuflação e exaustão de ar beneficiando todas as zonas da instalação. Assim, tem-se um sistema de insuflação e exaustão para a zona vermelha, um para a zona amarela e outro para a zona verde. As Figuras 3, 4 e 5 mostram os esquemas da ventilação de cada uma das zonas.

A insuflação é feita por meio de uma unidade ventiladora composta por gabinetes metálicos, pré-filtros convencionais e filtros absolutos (4).

O sistema exaustão é composto por uma unidade ventiladora exaustora, gabinetes metálicos, pré-filtros convencionais e filtros absolutos. Descreve-se a seguir, a ventilação da zona vermelha. Para as zonas amarela e verde a configuração e as características são semelhantes, diferindo apenas nas dimensões e qualidade dos pré-filtros.

VENTILAÇÃO DA ZONA VERMELHA

A unidade ventiladora de insuflação é do tipo centrífugo, de simples aspiração, com rotor de pás curvadas para trás, em chapas de aço carbono, balanceado estática e dinamicamente e com selo de ve-

dação para permitir estanqueidade. Esta unidade é responsável pela vazão de ar insuflado na zona vermelha.

Os gabinetes metálicos são utilizados para acomodar os filtros entre a unidade ventiladora e os dutos, para isolar os filtros em caso de emergência e para separar os filtros absolutos dos pré-filtros. Devem permitir a substituição dos filtros pelo sistema "bag in", "bag out".

A escolha dos pré-filtros da insuflação está condicionada ao clima, condições locais, localização da instalação e outras especificações técnicas. Estes filtros tem a finalidade de evitar que partículas do meio ambiente passem para o laboratório e proteger os filtros absolutos da insuflação, cujo custo é elevado. Os pré-filtros utilizados na insuflação apresentam características que os enquadram na classe G3 e F2 da norma NB-10 da ABNT.

Os pré-filtros da classe G3 possuem elemento filtrante de fibra de vidro e as seguintes características técnicas:

- Eficiência para partículas maiores que 5μ : 85% (teste gravimétrico);
- Poder de acumulação de pó: 800 a 2000 g/m²;
- Pressão diferencial inicial com velocidade de 2,5 m/s: 5mmCa;
- Resistência térmica: -30 a 70°C.

Os pré-filtros F2 são filtros com elemento filtrante de fibra sintética, em módulos tipo bolsa com as seguintes características:

- Eficiência média para partículas de 1 a 5μ : 85% (teste colorimétrico);
- Pressão diferencial inicial com velocidade de 2,5 m/s: 5mmCa;
- Resistência térmica : 120°C.

Utilizam-se filtros absolutos (4) na insuflação para prevenir a fuga de partículas radioativas por refluxo do ar interno contaminado para o meio ambiente. Os filtros absolutos ou filtros "HEPA" são filtros de alta eficiência para remoção de partículas maiores que $0,3\mu$ (> 99,97% no teste de DOP). Apresentam as seguintes características:

- Eficiência para partículas maiores que $0,5\mu$: 99,99% (teste de DOP);
- Pressão diferencial inicial: 25mmCa;
- Pressão diferencial final : 60mmCa;
- Resistência térmica : 120°C.

Na exaustão da zona vermelha, a unidade ventiladora exaustora, os gabinetes metálicos e os filtros absolutos apresentam as mesmas características mecânicas e funcionais dos equipamentos da insuflação. A diferença é a utilização de pré-filtros G3 na insuflação e pré-filtros F2 na exaustão.

Na exaustão, os pré-filtros são utilizados para prolongar a vida útil dos filtros absolutos. Os filtros da classe F3 são confeccionados em fibra sintética, em módulos tipo bolsa e apresentam as seguintes especificações:

- Eficiência para partículas de 1 a 5 μ : >95% (teste colorimétrico);
- Pressão diferencial inicial com velocidade de 2,5 m/s: 5mmCa;
- Resistência térmica: 120°C.

Os dutos do sistema são confeccionados em chapas de aço carbono, espessura 3mm, em seções retangulares e flangeados para eventual substituição, executados com juntas de vedação entre as seções para permitir que o sistema seja estanque. O acabamento interno é feito com tinta "epoxy" ou poliuretano para evitar acúmulo de partículas radioativas e facilitar a descontaminação. Todas as saídas de dutos devem ter reguladores de pressão.

CONTROLES E TESTES DE FUNCIONAMENTO

Os equipamentos, filtros e demais acessórios devem operar em condições controladas para se obter bom desempenho do sistema, dessa forma especificaram-se os seguintes indicadores e controles:

- Indicadores de perda de carga para todos os filtros do sistema;
- Indicadores de depressão para as três zonas e para os equipamentos;
- Reguladores de vazão para as três zonas e para os equipamentos;
- Alarmes sonoros e visuais de perda de depressão para todos os sistemas;
- Equalizadores de pressão nas antecâmaras;
- Intertravamento elétrico de acionamento dos motores para evitar refluxo de ar nas tubulações.

Após a montagem e instalação do sistema de ventilação da Instalação CELESTE II serão efetuados os seguintes ajustes e testes de funcionamento:

- Balanceamento das vazões de ar;

- Ajuste das depressões de cada zona;
- Verificação da pressão estática dos ventiladores;
- Testes de estanqueidade de dutos, gabinetes e equipamentos;
- Testes de aceitação dos níveis de ruído;
- Testes de desempenho dos equipamentos;
- Simulação de operação dos equipamentos.

Estes testes têm o objetivo de garantir as especificações determinadas pelas normas para laboratório de processamento de materiais irradiados.

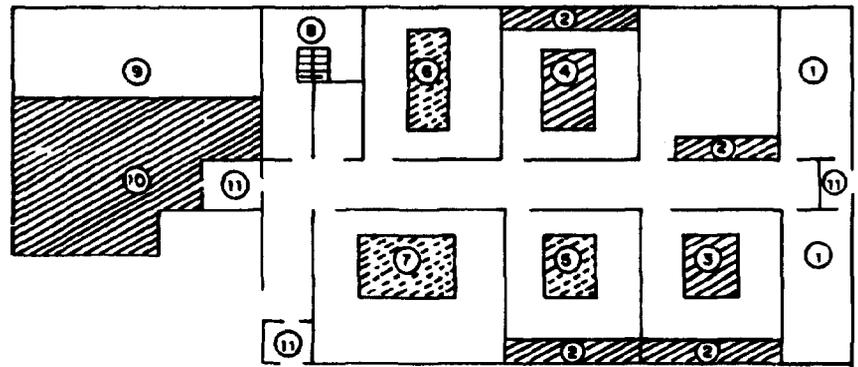
CONCLUSÃO

O memorial descritivo de ventilação da CELESTE II procurou definir criteriosamente as dimensões das zonas e as redundâncias do sistema considerando a otimização de custo e segurança. Considerou-se também, os detalhes de montagem e acabamento para permitir manutenção rápida e segura.

Estas condições foram obtidas com a experiência adquirida na montagem, operação e manutenção do sistema de ventilação existente na CELESTE I.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Techniques for controlling air pollution from the operation of nuclear facilities. Vienna, 1966. (Safety Series nº 17).
- 2 - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Safe handling of plutonium. Vienna, 1974. p. 33-71. (Safety Series nº 39)
- 3 - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Manual on safety aspects of design and equipment of hot laboratories. Vienna, 1981. p.86-96. (Safety Series nº 30).
- 4 - ENCEINTES de confinement et elements de transfert etanche. Saclay, CREA, Jui., 1974, Chapitre 4, 1^{ere} partie, p. 41-86. (catalogue des Centres D'Etudes Nucleaires; protection, manipulation, detection, securite).



-  Zona verde
-  Zona amarelo
-  Zona vermelha

- 11 Antecâmaros
- 10 Sala dos filtros
- 9 Sala de máquinas
- 8 Oficina
- 7 Célula de tratamento de rejeitos
- 6 Célula de descontaminação
- 5 Caixa de luvas (laboratório de α -emissores)
- 4 Caixa de luvas (lab. de purificação de urânio)
- 3 Caixa de luvas (laboratório de gases residuais)
- 2 Capelas
- 1 Vestiários

Figura 1 - ZONAS DA INSTALAÇÃO CELESTE II

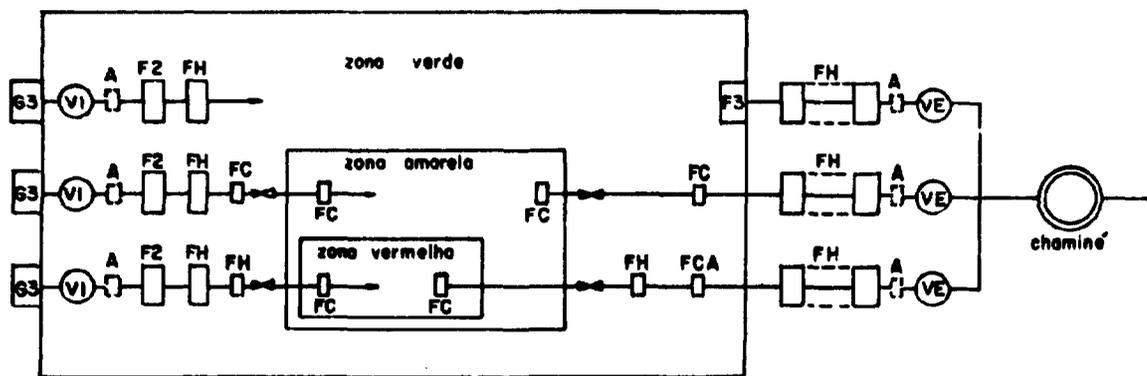


Figura 2 - ESQUEMA GERAL DO SISTEMA DE VENTILAÇÃO

- G3 Pré-filtros classe G3
- FH Filtros absolutos (HEPA) classe A3
- F2 Pré-filtros classe F2
- F3 Pré-filtros classe F3
- FC Filtros absolutos localizados
- VI Ventilador de insuflação
- VE Ventilador de exaustão
- A Atenuador de ruído
- FCA Filtro de carvão ativo

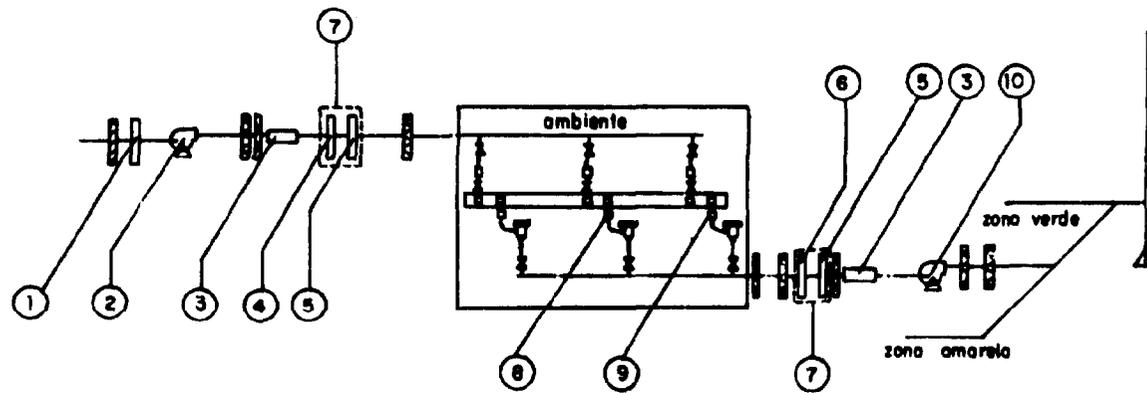


Figura 3 - ESQUEMA GERAL DA VENTILAÇÃO DA ZONA VERMELHA

- 10 Ventilador de exaustão
- 9 Filtros de carvão ativo
- 8 Filtros absolutos localizados
- 7 Gabinetes de filtros
- 6 Pré-filtros classe F3
- 5 Filtros absolutos classe A3
- 4 Pré-filtros classe F2
- 3 Atenuador de ruídos
- 2 Ventilador de injeção
- 1 Pré-filtros classe G3

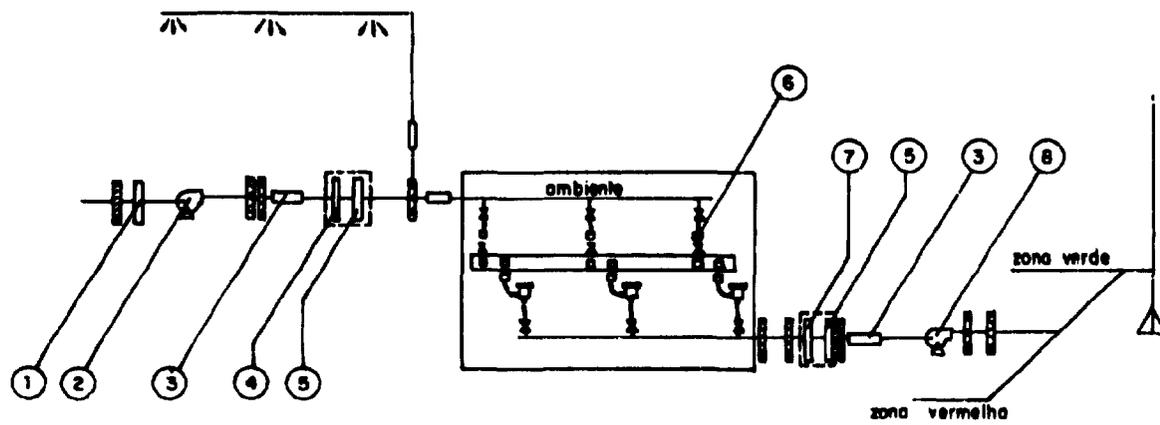


Figura 4 - ESQUEMA GERAL DA VENTILAÇÃO DA ZONA AMARELA

- 8 Ventilador de exaustão
- 7 Pré-filtros classe F3
- 6 Filtros absolutos localizados
- 5 Filtros absolutos classe A3
- 4 Pré-filtros classe F2
- 3 Atenuador de ruídos
- 2 Ventilador de insuflação
- 1 Pré-filtros classe G3

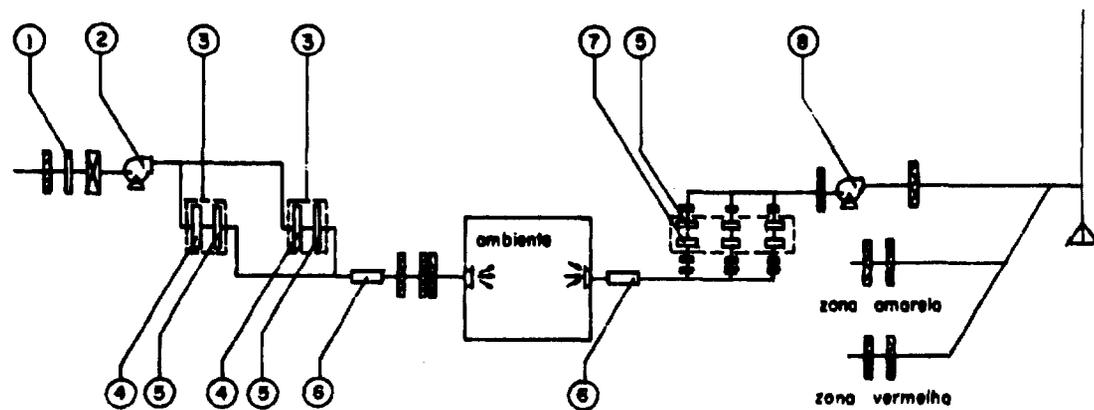


Figura 5 - ESQUEMA GERAL DA VENTILAÇÃO DA ZONA VERDE

- 8 Ventilador de exaustão
- 7 Pré-filtros classe F3
- 6 Atenuador de ruído
- 5 Filtros absolutos classe A3
- 4 Pré-filtros classe F2
- 3 Gabinetes de filtros
- 2 Ventilador de insuflação
- 1 Pré-filtros classe G3