

SISTEMA DE BANCO DE DADOS PARA O CONTROLE DE EFLUENTES
RADIOATIVOS GERADOS PELAS INSTALAÇÕES DO IPEN-CNEN/SP

MARCELO FRANCIS MADUAR
INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
IPEN-CNEN/SP

RESUMO

Foi desenvolvido um sistema de banco de dados para microcomputadores compatíveis com IBM-PC com a finalidade de otimizar o controle dos efluentes líquidos e gasosos gerados pelas instalações do IPEN-CNEN/SP. O sistema automatiza a geração do termo-fonte, otimiza o gerenciamento desses efluentes no que diz respeito à sua liberação para o meio-ambiente e implementa diversas formas de recuperação de dados referentes aos efluentes.

INTRODUÇÃO

O sistema CONTREF ("CONTROLE de Efluentes"), desenvolvido para uso em microcomputadores compatíveis com IBM-PC, é um sistema de banco de dados com o objetivo de otimizar o controle de efluentes líquidos e gasosos gerados no IPEN-CNEN/SP. Para levar a efeito esse controle, o sistema automatiza as seguintes funções:

a) A geração do termo-fonte. A interface com o usuário é efetuada por meio de "telas" que facilitam a entrada de dados referentes aos efluentes; por outro lado, a disponibilidade do termo-fonte em banco de dados é interessante por viabilizar a sua utilização direta como entrada para códigos de cálculo de dose.

b) Gerenciamento dos efluentes, de modo a permitir uma rápida decisão no que diz respeito à sua liberação para o meio-ambiente. Para tanto, o sistema inclui arquivos de dados referentes a limites de eliminação de efluentes recomendados pelas normas vigentes de proteção radiológica, assim como mecanismos de acesso que permitem uma rápida comparação da atividade dos radionuclídeos com os limites de descarga.

c) Suporte à avaliação das condições de operação das instalações do IPEN-CNEN/SP que geram efluentes, por meio da análise comparativa, ao longo do tempo, de algumas características desses efluentes. O sistema implementa métodos de seleção e apresentação dos dados que permitem evidenciar possíveis alterações nessas características.

CONTROLE DE EFLUENTES

Com o objetivo de controlar a liberação de efluentes líquidos e gasosos, bem como quantificar a atividade dos efluentes efetivamente liberada, a Divisão de Monitoração Ambiental do IPEN-CNEN/SP realiza rotineiramente a análise de amostras de efluentes [1,2].

Os efluentes líquidos são armazenados temporariamente em tanques de retenção ou em recipientes apropriados. Quando é necessária

a eliminação do lote de efluente, é coletada uma amostra representativa do lote e são realizados os diversos tipos de análise radiométrica pertinentes à mesma, de acordo com sua origem. Dependendo dos resultados, o lote é eliminado para a rede de esgoto ou é encaminhado para tratamento como rejeito radioativo.

Os efluentes gasosos são liberados por meio de chaminés, após filtração e passagem por um sistema de controle (detectores). A amostragem é feita "off-line" por um sistema de sucção que força a passagem do efluente por filtros de dois tipos: de carvão ativo, para retenção dos gases, e de papel ou fibra de vidro, para retenção de aerossóis. Após cada ciclo de operação da instalação, os filtros utilizados são substituídos e analisados por espectrometria gama.

Todos os dados relativos às amostras (origem, período ou data de coleta, tipo, resultados das análises e data de descarga) bem como dados relacionados às instalações constituem os dados de entrada do sistema CONTREF, que será detalhado a seguir.

PROJETO DO SISTEMA

Pode-se entender um sistema de banco de dados como sendo constituído dos seguintes elementos [3,4]:

a) Um conjunto de arquivos em meio permanente (tipicamente, discos magnéticos) com o objetivo de registrar e manter informação, sendo que esta informação consiste tanto nos dados em si como também nas relações que interligam tais dados de forma consistente. Esses arquivos constituem o banco de dados.

b) A implementação de mecanismos que permitem controlar a atualização (inclusão, exclusão e alteração) e o acesso aos dados, de acordo com o necessário para levar a efeito cada função do sistema. Esses mecanismos constituem o gerenciador de banco de dados.

O sistema CONTREF foi desenvolvido para uso em microcomputadores PC-compatíveis, amplamente difundidos, e

utiliza um gerenciador de banco de dados também facilmente disponível no mercado.

FUNÇÕES DO SISTEMA

Entrada e tratamento preliminar de dados. No caso dos efluentes líquidos, após a realização de análises radiométricas pertinentes à amostra é obtida uma relação dos radionuclídeos detectados e de suas respectivas concentrações na amostra analisada. O sistema CONTREF realiza no momento da entrada desses resultados dois tipos de consistência de dados:

a) Existência do radionuclídeo, com base no arquivo de radionuclídeos interno ao sistema.

b) Possibilidade de existência de cada radionuclídeo na amostra de acordo com a sua instalação de origem no IPEN-CNEN/SP. Isso é feito por meio de um arquivo que contém os radionuclídeos que são processados em cada instalação. Em caso de discrepância (ou seja, a presença de um radionuclídeo que não consta como sendo manipulado na instalação geradora do efluente), o radionuclídeo pode ser facilmente incluído no banco de dados após a devida checagem junto à instalação.

Em ambos os casos, os arquivos em questão podem ser atualizados por meio de telas específicas de modo a incluir os novos dados, após a confirmação de sua validade.

Para os efluentes gasosos, após a realização de análise radiométrica por espectrometria gama, é obtida a relação dos radionuclídeos detectados e de suas respectivas atividades na amostra. O sistema CONTREF, com base nos dados arquivados relativos à vazão do sistema de exaustão de cada instalação e do respectivo sistema de amostragem, calcula então:

a) A concentração média de cada radionuclídeo no efluente gasoso, durante o período de amostragem.

b) A atividade total de cada radionuclídeo liberado, neste mesmo período.

No caso de efluentes gasosos e aerossóis são liberados radionuclídeos de meia-vida curta em relação ao período durante o qual é feita a amostragem (I-131, por exemplo). O sistema CONTREF realiza automaticamente as correções pertinentes que levam em conta o decaimento dos radionuclídeos retidos no filtro durante a amostragem.

Gerenciamento dos efluentes líquidos.

Com o objetivo de limitar a dose a que está exposto o indivíduo do público, a descarga de efluentes radioativos para o meio ambiente é condicionada pela obediência aos limites previstos nas normas vigentes de Proteção Radiológica.

No caso, a norma vigente é a Norma Experimental CNEN-NE-6.05 [5]. Esta Norma recomenda limites de descarga de efluentes líquidos com base em dois critérios distintos:

a) A atividade de cada radionuclídeo presente no efluente que é liberada em um dia (denominado LDD - limite de descarga diária)

b) A concentração de cada radionuclídeo para cada forma química (solúvel ou insolúvel em água) que é liberada pela instalação. De forma

conservativa, supõe-se que essa concentração é a obtida na análise da amostra, ou seja, que não há diluição desse efluente na rede de esgoto, desde o ponto em que é descarregado até o ponto em que deixa o IPEN-CNEN/SP.

A Norma recomenda que estes dois limites não podem ser simultaneamente ultrapassados para a permissão de liberação do lote de efluente.

O sistema CONTREF, com base no arquivo de dados que inclui todos os limites previstos na Norma 6.05 para liberação de efluentes apresenta, automaticamente, para cada amostra, os limites que lhe são aplicáveis, e realiza, ainda, as seguintes verificações:

a) verifica, para cada radionuclídeo da amostra, se um ou ambos os limites estão sendo ultrapassados.

b) verifica todas as outras amostras cuja liberação está prevista para o dia em que se pretende descarregar a amostra em questão e totaliza os valores da atividade para cada radionuclídeo; compara então este valor com o LDD previsto na Norma.

c) verifica a possibilidade de descarga diária parcelada do lote de efluente e calcula o número mínimo de parcelas em que o efluente pode ser descarregado de modo a não infringir o LDD.

Em todos os casos descritos, o sistema alerta convenientemente o operador.

Geração do termo-fonte. O termo-fonte de uma instalação é a atividade do material radioativo efetivamente liberado para o meio-ambiente, discriminado por radionuclídeo e por via de liberação. Constitui-se, portanto, em dado básico para o cálculo de dose no indivíduo do público.

O sistema CONTREF possibilita a criação de arquivos com os dados selecionados pertinentes ao termo-fonte, em um determinado ano. Esses dados incluem a data de descarga, o volume, o ponto de descarga, os radionuclídeos e respectivas atividades, para cada lote de efluente descarregado.

Além da geração do termo-fonte total anual, o sistema CONTREF permite a recuperação de dados classificados segundo a instalação de origem bem como a contribuição percentual de cada instalação por radionuclídeo e por ponto de descarga, num determinado intervalo de tempo. Esse dado permite avaliar em que medida cada particular instalação do IPEN-CNEN/SP contribui para o termo-fonte total e verificar a variação dessa contribuição ao longo do tempo.

ESTRUTURA DE DADOS

O sistema CONTREF foi desenvolvido dentro da abordagem relacional de projeto de banco de dados. Dentro dessa visão, tanto os dados como as relações que estes mantêm entre si são representados por diferentes tabelas [3]. Cada conjunto de dados relativo a um determinado objeto que deve ser representado no sistema é denominado "entidade" e cada conjunto de dados que representa associações entre diferentes entidades é denominado "relacionamento". Isso pode ser representado num diagrama de entidades-relacionamentos.

Na Figura 1 é mostrado tal diagrama para o Sistema CONTREF. As entidades são representadas por retângulos e os relacionamentos por setas interligando os retângulos. As indicações "1" e "N" junto às setas mostram o tipo de correspondência existente entre duas entidades (se é ou não unívoca ou biunívoca). Exemplificando, para cada registro da entidade "instalação" pode haver um ou mais registros correspondentes na entidade "amostra".

Na Tabela 1 são descritos os atributos (campos) dos registros de dados que compõem cada entidade.

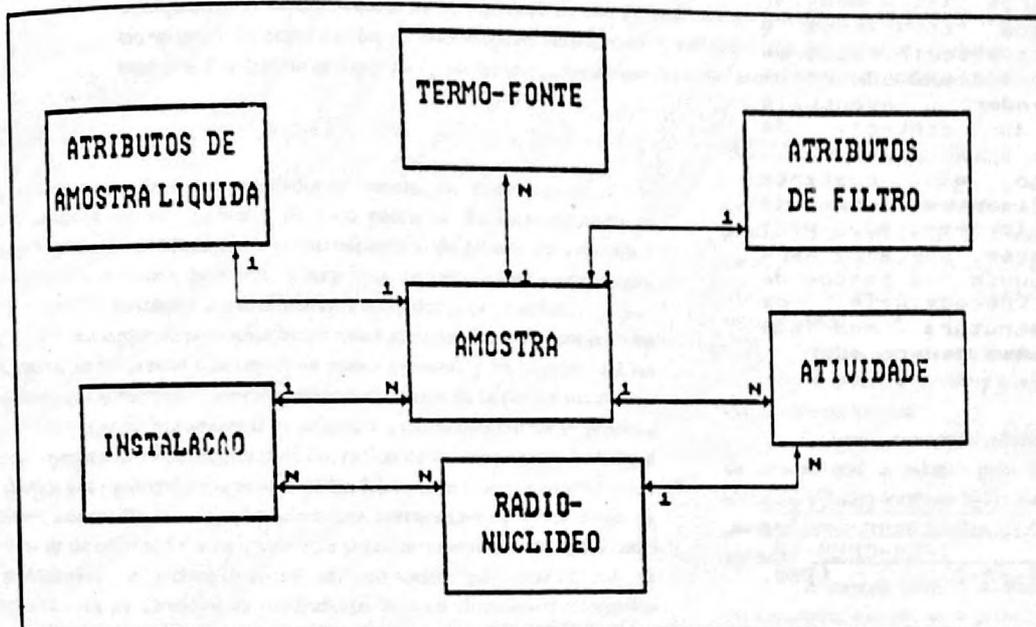


Figura 1. Diagrama entidades-relacionamentos do sistema CONTREF.

Tabela 1. Atributos das entidades.

<p>1. AMOSTRA</p> <p>a) código da amostra b) código da instalação c) tipo de amostra</p> <p>2. ATRIBUTOS DE AMOSTRA LÍQUIDA</p> <p>a) código da amostra b) data de coleta c) volume total do lote de efluente d) forma físico-química</p> <p>3. ATRIBUTOS DE FILTRO</p> <p>a) código da amostra b) período de amostragem c) volume amostrado d) tipo de filtro</p> <p>4. TERMO-FONTE</p> <p>a) código da amostra b) data(s) de descarga c) via de liberação</p>	<p>5. INSTALAÇÃO</p> <p>a) código da instalação b) nome da instalação c) vazão do sistema de exaustão d) vazão do sistema de amostragem</p> <p>6. RADIONUCLÍDEO</p> <p>a) código do radionuclídeo b) nome c) meia-vida d) limite de descarga por concentração para efluente líquido (forma solúvel) e) limite de descarga por concentração para efluente líquido (forma insolúvel) f) LDD (limite diário de descarga) para efluente líquido g) limite de descarga para efluente gasoso</p> <p>7. ATIVIDADE</p> <p>a) código da amostra b) código do radionuclídeo c) atividade</p>
---	--

CONCLUSÃO

A abordagem relacional utilizada no desenvolvimento do sistema CONTREF permite que atualizações nos arquivos que compõem o banco de dados possam ser realizadas com grande facilidade, já que existe certo grau de independência entre as diversas estruturas de dados. Essas atualizações são necessárias sempre que ocorrem modificações na operação das instalações ou na sistemática de amostragem de efluentes que impliquem em alterações dos dados armazenados no sistema.

Por outro lado, a organização modular das diversas rotinas que constituem o sistema CONTREF simplifica a modificação de rotinas já existentes ou a inclusão de novas rotinas, de modo a atender a eventuais necessidades futuras do controle de efluentes do IPEN-CNEN/SP.

O sistema proposto, não obstante objetivar o controle de efluentes no caso do IPEN-CNEN/SP, pode ser implementado para outras instalações nucleares, bastando para tal a modificação do conteúdo dos bancos de dados, não havendo necessidade de modificações em sua estrutura nem nas rotinas que compõem o sistema gerenciador.

REFERÊNCIAS

- [1] Controle dos Efluentes Radioativos Gasosos e Aerossóis Gerados pelas Instalações do IPEN-CNEN-SP. Procedimento IPEN-PR-070. 1990. Divulgação interna.
- [2] Controle dos Efluentes Radioativos Líquidos Gerados pelas Instalações do IPEN-CNEN-SP. Procedimento IPEN-PR-071. 1990. Divulgação interna.
- [3] DATE, C.J. Introdução a Sistemas de Bancos de Dados. Rio de Janeiro, Campus, 1989.
- [4] DAVIS, W.S. Análise e Projeto de Sistemas: Uma Abordagem Estruturada. Rio de Janeiro, LTC, 1987.
- [5] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. Gerência de Resíduos Radioativos em Instalações Radioativas. Rio de Janeiro, 1985. (CNEN-NE-6.05.85).

SUMMARY

A PC-compatible database system has been developed in order to optimize the control of liquid and gaseous effluents generated by the installations of IPEN-CNEN/SP. The system implements source-term generation, optimizes the discharge control of the effluents and allows several ways for the retrieval of data concerning to the effluents.