

Disposição Adequada de Resíduos de Laboratório Contendo Substâncias Tóxicas

Maria Aparecida Faustino Pires, Hélio Akira Furusawa; Marycel Elena Barbosa Cotrim
Reginaldo Ferraz (DTI); Luiz Fernando Moracci (IC), Maria Nogueira Marques.

Centro de Química e Meio Ambiente; Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares;
Av. Lineu Prestes 2242, Cidade Universitária; São Paulo - SP- CEP: 05508000.

mapires@net.ipen.br; helioaf@ipen.br

Resumo — Toda atividade relativa à qualidade de um bem ou serviço, incluindo laboratórios químicos e de pesquisa, tem se preocupado em garantir a qualidade total de seus serviços prestados, com a implantação de um Programa de Gerenciamento Integrado, baseado nos conceitos da ISO 14.000 e nos Princípios das Boas Práticas de Laboratório (BPL). Dessa forma, o gerenciamento de resíduos emerge como uma importante questão a ser estudada e implantada. A atividade laboratorial gera resíduos muitas vezes prejudiciais ao ser humano e ao meio ambiente, que na maioria das vezes pode ser minimizada. O objetivo deste trabalho é mostrar as ações a serem tomadas ao se implantar um programa de gerenciamento de resíduos, o estado da arte quanto ao tratamento e procedimentos de disposição adequada para diferentes resíduos, bem como alguns procedimentos básicos para redução da toxicidade e periculosidade.

Palavras-chave — gerenciamento de resíduos, resíduos de laboratório químico.

I. INTRODUÇÃO

Um programa de pesquisa ou ensino voltado para instituições dependentes da manipulação de produtos químicos para a geração de resultados científicos, tecnológicos ou acadêmicos necessita da qualificação e quantificação de todos os resíduos químicos que serão gerados pela pesquisa ao longo do seu cronograma. Uma previsão de descarte dos resíduos gerados, com descrição das medidas tomadas para eliminação dos resíduos é imprescindível nos dias de hoje. A solução definitiva para o problema de tratamento dos resíduos químicos gerados nas atividades de laboratório de análises químicas passa por uma série de etapas, devendo seguir sempre as diretrizes de um Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos de laboratório, previamente implantado na instituição.

Para que um programa de gerenciamento de resíduos se inicie, a primeira etapa é o compromisso da administração superior, os pesquisadores, professores e técnicos das unidades geradoras em administrar de forma eficiente, os materiais e resíduos perigosos usados e armazenados em suas instalações, de uma forma segura e ambientalmente responsável. A manipulação apropriada é responsabilidade de todos, incluindo orientadores,

bolsistas, estagiários, pós-graduandos e alunos de um modo geral.

Os laboratórios devem ter como regra principal “gerar menos - resíduos”, seguida do princípio de dispor dos resíduos perigosos de uma forma segura e ambientalmente responsável, a fim de reduzir ou eliminar os possíveis acidentes que estes materiais possam provocar. Há que se lembrar, sempre, que em última instância o gerador individual dos resíduos será o maior responsável por cumprir e fazer cumprir essas práticas, para manter o laboratório e a instituição como lugar limpo e segura.

Para que isso se cumpra é necessário que laboratórios credenciados e pessoal qualificado auxiliem para o treinamento e aperfeiçoamento de pessoal técnico que trabalha com produtos perigosos ou agressivos ao meio ambiente.

O objetivo deste trabalho é mostrar o estado da arte quanto ao tratamento e procedimentos de disposição adequada para diferentes resíduos tóxicos gerados em laboratório químico de ensino e pesquisa, bem como abordar alguns procedimentos básicos para redução da toxicidade e periculosidade, de modo a auxiliar na implantação, aperfeiçoamento ou reciclagem de informações quanto ao se estabelecer de um Programa de Gerenciamento de Resíduos.

São apresentadas as experiências, dificuldades e os principais resultados obtidos nos últimos dois anos, com a implantação do Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos, implantado nos Laboratórios da Divisão de Diagnóstico Ambiental do Centro de Química e Meio Ambiente, no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN / CNEN-SP, financiados pelo Programa Especial da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP - Infra-estrutura para tratamento de resíduos químicos Processo nº 2001/01207-0.

A. Disposição adequada de resíduos - segregação

- 1) *Resíduo perigoso*: Um resíduo perigoso se define como: "Uma substância se descartada pode ter efeitos tóxicos, mutagênicos, carcinogênicos ou teratogênicos,

ou pode ser um perigo substancial para a saúde humana, ou pode causar fortes impactos no meio ambiente, quando imprópriamente manipulado”. Esta substância poderá ser: resíduo ignitável; resíduo corrosivo; resíduo reativo; resíduo tóxico. Para obter esclarecimentos com respeito ao grau de toxicidade ou perigo do resíduo, essa classificação deverá ser realizada tendo como base as informações contidas nas fichas de segurança – MSDS (Material Safety Data Sheets) de cada substância [ACS, 1994; JBaker, 2002].

No escopo deste trabalho é considerado **resíduo** tudo que deverá ser descartado durante ou ao final de uma atividade no laboratório, efluentes que não poderão ser descartados na rede pública oriundos de análises ou lavagem de vidraria, reagentes com data de validade expirada, materiais e embalagens que não poderão ser reutilizadas ou recicladas.

Antes da segregação de um material como resíduo, deve-se primeiramente verificar a possibilidade da aplicação dos três R, isto é, redução na fonte ou origem, reaproveitamento ou reciclagem. A redução na fonte pode ser obtida por sua não geração, realizando alterações de hábitos, processos e/ou materiais, ou utilizando novas opções de produtos.

A reutilização consiste no aproveitamento do que seria descartado, com pouca ou nenhuma operação como, por exemplo reutilizar caixas, tambores e garrafas de vidro.

Na reciclagem os resíduos retornam ao sistema produtivo como matéria prima. A reciclagem pode ser considerada como uma forma de tratamento de parte dos resíduos sólidos gerados.

2) *Minimização da geração:* Um laboratório químico possui várias fontes de resíduos, as quais podemos destacar: reagentes e padrões com validade expirada; resíduos (restos) de amostras sólidas e líquidas; Resíduos (restos) de análises; efluentes líquidos gerados na análise; resíduos sólidos gerados na análise; vidraria e embalagens contaminadas, devendo este ser segregado até o momento de sua destinação final.

A adoção do termo “Produção mais Limpa” visa nomear um conjunto de ações que tornam o processo produtivo mais racional, com uso inteligente e econômico de utilidades e matérias primas com um mínimo, ou praticamente nenhuma geração de resíduos contaminantes. A proposta do PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), sugere em seu texto original “a aplicação continua de uma estratégia ambiental integrada e preventiva a processos, produtos e serviços, com a finalidade de aumentar a eficiência e reduzir os riscos aos seres humanos e ao meio ambiente”. O uso racional dos recursos naturais também deve ser observado na escolha de um processo.

Outro procedimento utilizado para a redução da geração é a substituição de processos. Os métodos analíticos para análise de compostos orgânicos são usualmente precedidos por processos de extração líquido-líquido ou então líquido-sólido

para remoção de interferentes e pré-concentração. Usualmente, a detecção é efetuada por cromatografia a gás ou cromatografia a líquido. Deve-se considerar que procedimentos de extração líquido-líquido empregam grandes volumes de solventes com elevado grau de toxicidade, levando a problemas de descarte, que somado ao custo do solvente oneram o valor da análise. Acrescentam-se ainda a estes fatos, problemas oriundos da exposição ocupacional dos analistas a estes solventes, fato este que por si só já justifica o desenvolvimento de metodologias alternativas denominadas “solvent-free” como a microextração em fase sólida (SPME) e *purge and trap*.

3) *Tratamento como parte do processo:* Tratamento no local da geração pode ocorrer como neutralização elementar; reciclagem; tratamento após acumulo em tranques ou *container* ou tratamento como parte do processo. Os geradores devem diminuir o volume e a toxicidade dos seus resíduos gerados. É possível reduzir a periculosidade ou toxicidade de muitas substâncias químicas utilizando processos químicos e biológicos realizados no próprio laboratório gerador. Dos diversos procedimentos físico-químicos adequados podemos destacar a precipitação, a neutralização de ácidos e bases minerais, os quais podem após neutralização ser lançados na rede de esgoto, a destilação de solventes [FURS,1993, NCR,1995]. A esterilização ou desinfecção química por adição de peróxidos, hipoclorito, ácidos, álcoois, cetonas ou autoclave são procedimentos mais utilizados para tratamento de resíduos sólidos de saúde, sendo a incineração, a disposição final. O tratamento físico-químico inclui a neutralização com o acerto de pH. Para lançamento nos corpos d’água a faixa é de 5 a 9. Para a rede pública a faixa é de 6 a 10.

O tratamento físico-químico para efluentes contendo fluoreto consiste em elevar o pH do efluente a 11, para que todos os fluoretos precipitem na forma de fluoreto de cálcio. Para a remoção de metais pesados o processo clássico consiste em elevar o pH com hidróxido de sódio ou carbonato de cálcio (soda ou cal) e destinar o lodo gerado de forma adequada. Existem vários procedimentos a serem estudados para implantar um sistema que seja técnico e efetivamente adequada em que a opção de lançamento, por força de legislação, é a rede pública. O Decreto n. 8468 preconiza, no seu artigo 19^A, o atendimento apenas aos padrões de emissão que são os parâmetros medidos no efluente. No caso de tratamento completo deve ser obedecido o artigo 18, com padrões de emissão mais rigorosos que o 19^A. Também há a necessidade de atender aos padrões de qualidade que são aqueles medidos no corpo receptor e que são características para cada classe de rio. Dessa forma, a escolha do sistema de tratamento mais adequado é função primordialmente da legislação de controle da poluição vigente, estadual e federal.

4) *Resíduos radioativos:* Para resíduos químicos que contenham radionuclídeos de meia-vida curta, o procedimento menos oneroso é o armazenamento no local de geração até seu decaimento. Porém, devido a normas de proteção radiológica o local de geração não é o mais

adequado para seu armazenamento, devendo este ficar em local ventilado, com exaustão e filtragem, drenos de piso que minimizem a dispersão e migração do material radioativo para o meio ambiente [CNEN,1985]. Permite-se o armazenamento de radionuclídeos de meia vida inferior a 65 dias. Após 10 meias-vidas, a mistura de resíduos químicos - radioativos pode ser tratada como resíduo químico. A EPA limita em 90 dias o tempo de armazenamento de resíduos químicos. Com relação à mistura com infectante, este deve ficar inativo em primeiro lugar e depois ser submetido a tratamento químico.

5) *Disposição*: A disposição final dos resíduos envolve seu envio a incineradores ou a aterros industriais ou sanitários seguindo as exigências técnicas e legais. O lançamento na rede de esgoto também está sujeito a aprovação de órgãos competentes. Substâncias químicas inócuas, que não apresentam características de corrosividade, inflamabilidade, reatividade, toxicidade e patogenicidade e não estão listadas como perigosas ou constantes na legislação, podem ser dispostas como lixo comum ou nos corpos hídricos, em quantidades limitadas ao máximo de 500g ou algumas centenas de mililitros. A disposição [ACS, 1994, ASTM, 1995] deve ocorrer com um volume de água 100 vezes maior do que foi descartado. Líquidos imiscíveis, mesmo os hidrossolúveis, não devem ser dispostos na rede de esgoto.

6) *Emissão atmosférica*: A emissão de resíduos para a atmosfera também é um método de disposição inaceitável quando as quantidades geradas são superiores a 50mL de material volátil. A emissão de efluentes gasosos gerados nas capelas de laboratório é muito pequena quando comparado a emissões industriais, porém devem ter dispositivos que impeça a sua liberação direta ao meio ambiente como filtros de carvão ou alumina ativada, filtros de partícula ou lavadores de gases. Todos estes métodos exigem manutenção e avaliações periódicas.

CONCLUSÕES

O gerenciamento de resíduos químicos envolve grandes desafios. O primeiro é desenvolver uma consciência ética ambiental com relação ao uso e descarte de produtos químicos gerados, em seguida minimizar a geração na fonte, de modo a diminuir a agressão ao meio ambiente e a saúde gerando menos. Outro grande desafio é instruir os usuários de produtos químicos, mesmo sem conhecimento de química a manusear, tratar e recuperar resíduos químicos. A melhor forma de tratamento dos resíduos é no próprio processo de produção.

Considerando a necessidade de reduzir o crescente impacto ambiental associado à destinação de resíduos de laboratório é essencial que procedimentos para o descarte adequado sejam adotados. A implantação de um programa de gerenciamento de resíduos com todas as etapas distintas, da classificação ao tratamento e disposição final, têm como base principal o envolvimento com responsabilidade dos integrantes dos

laboratórios com um programa educacional informativo bem como com um comprometimento institucional.

Para que um plano de gerenciamento de resíduos funcione de forma eficiente é necessário um comprometimento das pessoas pertencentes às unidades geradoras;

- Há necessidade de um comprometimento administrativo, um programa educacional consistente e orçamento compatível;

- Um treinamento de como realizar os procedimentos corretos de descarte na rede de esgoto e nos coletores para descarte final, também se faz necessário. Há necessidade do conhecimento das etapas de gerenciamento e dos dados toxicológicos de cada substância manipulada bem como o conhecimento da legislação ambiental vigente.

A implantação de um sistema de gerenciamento de resíduos está intimamente relacionada aos procedimentos adotados dentro de um sistema da qualidade e de boas práticas de laboratório (ISO 14.000 e NBR 17025),

¹ Maria Ap. F. Pires, mapires@net.ipen.br, Marycel E. B. Cotrim, mecotrim@net.ipen.br, Instituto de Pesquisas Energética e Nucleares – IPEN/CNEN-SP, Av. Lineu Prestes 2242, Cidade Universitária São Paulo-SP, Tel. +55-11-3816.9342, Fax +55-11-3816.9325.

Este trabalho foi parcialmente financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, através do Projeto No. 01/01297-0.

REFERÊNCIAS

- [1] ACS, “American Chemical Society Task Force on Laboratory waste management, Laboratory waste Management: a guide Book”, Washington (DC) American society, 1994.
- [2] AGENDA 21: Resumo. Conferencia das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro – RJ, 1992.
- [3] ARMOUR, M.A. Hazardous laboratory chemical: disposal guide. Boca Taton: CRC Press, 1996.
- [4] ASTM-Standard Guide for Disposal of Laboratory Chemicals and samples. D 4447-84, 1995.
- [5] CNEN. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Gerência de rejeitos radioativos em instalações radioativas. Rio de Janeiro, 1985 (CNEN.NE-6-05).
- [6] MSDS, 2002. Consulta - www.jbaker.com
- [7] NCR, National Research Council. Committee on hazardous substance in the Laboratory. *Prudent practices in the laboratory: handling and disposal of chemicals*. Washington (DC). National Academy Press, 1995.
- [8] PIRES, M.A F.; COTRIM, M.E.B. *Gerenciamento de Resíduos de Laboratório de Ensino e Pesquisa*. In: Anais do II Congresso Brasileiro de Pesquisas Ambientais, II CBPA, Santos, SP, Junho 2002. 5p.
- [9] Projeto Fapesp 01/01207-0. Programa de infraestrutura para tratamento de resíduos químicos, sob coordenação da Prof. Dra Maria Aparecida Faustino Pires, de 01/09/2003- 31/08/03.