

PROGRAMAS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS EM UNIVERSIDADES BRASILEIRAS

**José Cleiton Sousa dos SANTOS⁰¹ (1); Mário Sérgio de Oliveira PAZ⁰² (2); Ana Paula Aquino
BENIGNO⁰³ (3)**

(1) Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, 60455-760, Fortaleza- CE, e-mail: jsCleiton@gmail.com

(2) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Fortaleza, Av. Treze de Maio, 2081, 60040-531, Fortaleza-CE, e-mail: mariospaz@gmail

(3) Universidade Federal de Alagoas, Av. Lourival de Melo Mota,s/n, , 57072-970, Maceió,-AL,
e-mail: hannna_p@yahoo.com.br

RESUMO

Este trabalho relata as diversas experiências de implantação de programas de gerenciamento de resíduos químicos em universidades brasileiras destacando o programa da Universidade Estadual do Ceará. No estabelecimento de um Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos – PGRQ, deve ser observada uma ordem de prioridade nas ações que visam minimizar ou mesmo eliminar alguns dos resíduos produzidos numa unidade geradora. Em termos gerais, a hierarquia das ações envolve uma série de atitudes, as quais são apresentadas neste trabalho. A adoção de um PGRQ por uma instituição de ensino superior é capaz de sensibilizar a comunidade acadêmica criando uma visão crítica dos problemas ambientais gerados pela sua produção de resíduos químicos e buscando desenvolver procedimentos para diminuir os danos ao meio ambiente.

Palavras-chave: gerenciamento de resíduos, universidades, meio ambiente.

1 INTRODUÇÃO

Em busca de um desenvolvimento sustentável uma nova postura química visa manter e melhorar a qualidade ambiental e oferecer condições que contribuam para o bem-estar humano. Uma das vertentes desse paradigma envolve o tratamento de resíduos químicos (Figura 1) gerados em atividades laboratoriais em instituições de ensino e pesquisa.



Figura 1 – Resíduos químicos sendo despejados indiscriminadamente no meio ambiente e consequente contaminação ambiental.

Alberguini e colaboradores (2003) relatam que o tratamento de resíduos químicos engloba muitos desafios, dos quais destacam os seguintes pontos:

- (1) Como um instituto de Química deve agir para que os resíduos químicos gerados não agredam o meio ambiente ou, melhor ainda, como recuperar resíduos químicos transformando-os em matéria prima;
- (2) Como desenvolver no aluno consciência ética com relação ao uso e descarte de produtos químicos e
- (3) Como o professor deve proceder para tratar e recuperar os resíduos químicos gerados em laboratórios? Em adição, resíduos químicos são gerados por vários laboratórios, cujos geradores não têm, necessariamente, conhecimentos de química, como por exemplo, laboratórios fotográficos, museus, centros esportivos, oficinas mecânicas etc. Como instruir tais usuários a manusear, tratar e recuperar resíduos químicos?

No estabelecimento de um programa de gerenciamento de resíduos químicos (PGRQ), Jardim (2001) afirma que deve ser observada uma ordem de prioridade nas ações que visam minimizar ou mesmo eliminar alguns dos resíduos produzidos numa unidade geradora. Em termos gerais, a hierarquia das ações envolve uma série de atitudes (neste caso específico em número de sete), as quais são apresentadas pelo pesquisador na seguinte ordem decrescente de prioridade:

1. Otimização da Unidade Geradora
2. Minimizar a proporção de resíduos perigosos que são inevitavelmente gerados
3. Segregar e concentrar correntes de resíduos de modo a tornar viável e economicamente possível a atividade gerenciadora
4. Reuso interno; ou externamente via transferência de resíduos
5. Reciclar o componente material ou energético do resíduo
6. Manter todo resíduo produzido na sua forma mais passível de tratamento
7. Dispor o resíduo de maneira segura

No estabelecimento de um programa de gerenciamento de resíduos químicos é necessário classificar os resíduos em dois tipos:

- a) resíduos **ativos** - resíduos produzidos rotineiramente nas atividades do laboratório;
- b) resíduos **passivos** - consistem de soluções e reagentes estocados ao longo do tempo e cuja identidade é desconhecida (inexistência de rótulos ou rótulos rotos e ilegíveis) e que merecem identificação para uma disposição final adequada.

Num programa de gerenciamento de resíduos químicos é importante a identificação das espécies químicas, pois o conhecimento da natureza química do resíduo gerado é uma ferramenta que contribui para o reaproveitamento, o reciclo e a destinação final adequada. Entretanto, o estabelecimento da identidade de um composto representa uma tarefa árdua, podendo ser ainda periculosa, requerendo muitas vezes, análises específicas.

Jardim (2001) apresenta uma sugestão de protocolo para a caracterização preliminar de resíduos químicos normalmente encontrados em laboratórios. Os procedimentos sugeridos pelo autor encontram-se mostrados na tabela a seguir:

Tabela 2- Protocolo de caracterização de resíduos químicos.

Protocolo para caracterização de resíduos químicos não identificados	
Reatividade com água	Adicione uma gota e observe se há formação de chama, geração de gás, ou qualquer outra reação violenta.
Presença de cianetos	Adicione uma gota de cloroamina-T e uma gota de ácido barbitúrico/piridina em três gotas de resíduos. A cor vermelha indica teste positivo.
Presença de sulfetos	Na amostra acidulada com HCl, o papel embebido em acetato de chumbo fica enegrecido quando na presença de sulfetos.
pH	Usar papel indicador ou pH-metro.
Resíduo oxidante	A oxidação de um sal de Mn(II), de cor rosa claro, para uma coloração escura indica resíduo oxidante.
Resíduo redutor	Observa-se a possível descoloração de um papel umedecido em 2,6-dicloro-indofenol ou azul de metileno.
Inflamabilidade	Introduza um palito de cerâmica no resíduo, deixe escorrer o excesso e coloque-o na chama.
Presença de halogênios	Coloque um fio de cobre limpo e previamente aquecido ao rubro no resíduo. Leve à chama e observe a coloração: o verde indica a presença de halogênios.
Solubilidade em água	Após ensaio de reatividade, a solubilidade pode ser avaliada facilmente.

Fonte: Jardim, 2001.

Segundo o pesquisador, os resíduos podem ser novamente caracterizados sendo geradas as seguintes correntes segregadas: *a) Ácidos b) Bases c) Orgânicos d) Inorgânicos e) Sólidos f) Líquidos g) Gasosos h) Oxidantes*. Esse procedimento de desagregação dos resíduos em diferentes correntes pode ser sucessivamente melhorado, o que dependerá da disponibilidade de recursos da instituição, da legislação vigente, do modo selecionado para a disposição final, incluindo-se ainda vários fatores considerando-se as relações custo/benefício e risco/benefício, Jardim 2001 (<http://lqa.iqm.unicamp.br>).

2 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS EM UNIVERSIDADES BRASILEIRAS

No Campus da Universidade de São Paulo, em São Carlos, foi criado um laboratório exclusivo para o gerenciamento e tratamento dos resíduos químicos gerados em todos os laboratórios da universidade. Nesse programa, depois de submetidos ao tratamento, os resíduos são transformados em insumos químicos, sendo disponibilizados para a reutilização. Nessa instituição de ensino superior, além da preocupação com os resíduos, foram implantadas também mudanças com o uso da água, como por exemplo, a substituição da utilização de destiladores, para o uso de análises químicas e experimentos em casa de vegetação pela desionização em resinas de troca iônica, (Tavares, 2005).

Alertando sobre as implicações advindas dos efeitos causados por substâncias químicas, Biniecka (2005) comenta que “o inerente potencial dos riscos envolvidos no manejo de substâncias químicas, aumenta a importância da implantação de programas de gerenciamento de resíduos eficazes, a fim de evitar o comprometimento da segurança e saúde de trabalhadores, população e meio ambiente”.

A implantação de programas de gerenciamento de resíduos não é uma atitude recente, pois visando uma iniciativa de recuperar e tornar esses resíduos laboratoriais em produtos reaproveitados “Há 20 anos o Instituto de Química da UFRGS iniciou um programa de conscientização ecológica, através de sua comunidade de professores, funcionários e alunos, onde todos os rejeitos químicos gerados nos laboratórios passaram a ser devidamente recolhidos em frascos individualizados” (Gerbase et al., 2006). No entanto, programas de gerenciamento de resíduos implantados recentemente são encontrados. Exemplo ocorreu na Universidade de Brasília em meados de 2002/2003 onde “Um plano de gerenciamento de resíduos químicos no *Campus* Darcy Ribeiro também foi implementado, tendo sido várias etapas disponibilizadas para a comunidade universitária no site da comissão para Gestão de Resíduos Químicos da Unb” (Guarita-Santos et al., 2006).

No IQ/UFRJ - Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Afonso et al, 2003), em 1998, criou uma disciplina “Tratamento de Resíduos Químicos de Laboratórios”, estruturada em visitas a indústrias químicas, palestras com especialistas na área, trabalhos inicial e final da disciplina e práticas de laboratórios. No ano seguinte foi criada a comissão de segurança multidisciplinar, destacando-se pela elaboração de um manual de segurança e a remoção do passivo ambiental, correspondendo ao envio para incineração dos resíduos estocados nas dependências do Instituto, em alguns casos por mais de 30 anos. Coletas seletivas de resíduos são rotineiras nos laboratórios das disciplinas experimentais de todos os Departamentos. O corpo docente e discente é informado através de seminários, palestras e cursos sobre o gerenciamento de resíduos químicos, e sabem que os resíduos químicos causam grandes problemas ambientais, levando à poluição de águas e solos por formas hidrossolúveis, contendo metais tóxicos, bem como compostos carcinogênicos, como exemplo sais de cromo (VI).

Na Universidade Federal do Paraná (Cunha, 2001), o programa de gerenciamento de resíduos surgiu da mobilização de um grupo de Professores conscientizados para o problema e não como fruto de imposição de lei ou de pressões causadas por ações paliativas pós-tragédias, muito comuns no país.

Outras experiências de programas gerenciamento de resíduos químicos em universidades brasileiras podem ser encontradas na literatura, merecendo destacar-se: IQ/UFRGS - Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Amaral et al., 2001); DQ/UFPR – Departamento de Química da Universidade Federal do Paraná (Cunha, 2001); IQSC/USP - Instituto de Química da Universidade de São Paulo do Campus São Carlos (Alberguini et al, 2003); IQ/UERJ - Instituto de Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Barbosa et al, 2003); URI – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (Demaman et al., 2004); UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro (Afonso et al., 2003); CENA/USP - Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (Tavares, 2005).

Esse levantamento bibliográfico não representa o número total de programas de gerenciamento de resíduos executados em universidades brasileiras, sendo apenas uma mostra de alguns programas mais recentemente encontrados na literatura especializada.

Atualmente em nosso país, as reuniões, encontros e demais eventos científicos estão enfatizando as questões do gerenciamento dos resíduos químicos, propondo cursos, palestras, debates sobre esse tema tão importante e que se preocupa com a sustentabilidade ambiental. Dentre esses eventos é importante destacar o 3º ENSEQUI, realizado na Universidade Federal Fluminense (UFF), em Niterói, RJ, onde foram debatidos os

aspectos mais importantes relacionados ao gerenciamento de resíduos químicos e ao atendimento das exigências de legislação ambiental e de segurança vigentes. Neste evento foram convidados representantes das Instituições de Ensino e Pesquisa de todo o país com objetivo de propor atividades que buscassem difundir a cultura e a prática do gerenciamento dos resíduos perigosos oriundos das atividades de ensino e pesquisa. Como resultado dessa reunião foi elaborada a “Carta de Niterói” (anexo 1), documento que destaca e sugere inúmeras ações aos órgãos do país visando o incentivo à implementação de Programas de Gestão Ambiental e Gerenciamento de Resíduos Perigosos nas Instituições de Ensino e Pesquisa. A elaboração e seguimento das proposições do documento demonstram que as instituições brasileiras de ensino estão realmente preocupadas com a mudança de postura e o desenvolvimento de novos meios adequados à disposição dos seus resíduos. A Universidade Estadual do Ceará através do PGRQ/UECE (Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos da UECE) estabelecido em nosso laboratório é signatária da “Carta de Niterói” assumindo o compromisso de gerenciar seus resíduos.

3 PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS DA UECE (PGRQ/UECE)

Com o intuito de estabelecer a segurança e a proteção ambiental, conciliadas às atividades experimentais desenvolvidas nos laboratórios de Química Analítica e Química Geral, foi implantado o Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos da UECE (PGRQ/UECE). O programa envolve as seguintes etapas:

- 1) Elaboração do Manual de Biossegurança em Laboratórios de Química: no manual são abordados os seguintes temas: normas de segurança; orientação sobre as propriedades, usos, periculosidade, incompatibilidade, manipulação, transporte e estocagem de substâncias químicas; orientação sobre a rotulagem preventiva de produtos químicos perigosos; uso de materiais, equipamentos elétricos e sistemas a vácuo e de aquecimento; medidas adotadas em situações emergenciais;
- 2) Organização do almoxarifado de reagentes e vidrarias: na organização foram consideradas as classes das substâncias: orgânicos, inorgânicos, ácidos, bases, solventes, obedecendo-se também os critérios de segurança e tomando-se como base as características dos reagentes quanto às propriedades, usos, periculosidades, incompatibilidades. A fim de orientar sobre os cuidados necessários durante a manipulação e visando a prevenção de acidentes, os reagentes mais perigosos foram especialmente rotulados, apresentando explicações baseadas em recomendações citadas na literatura. Informações sobre as propriedades, usos e incompatibilidades dos reagentes mais perigosos presentes no almoxarifado, bem como algumas medidas de primeiros socorros a serem tomadas em casos de acidentes, foram disponibilizadas em fichas explicativas, cujo modelo é apresentado no anexo 2.
- 3) Elaboração de uma cartilha sobre implementação de um programa de gerenciamento de resíduos químicos: a cartilha orienta sobre os requisitos necessários à implementação de um PGRQ, além de alertar sobre as ações preventivas e os potenciais riscos ambientais devido ao uso e descarte inadequado de produtos químicos;
- 4) Inventário do passivo e do ativo: o inventário teve como finalidade a identificação e a quantificação dos resíduos químicos estocados, bem como aqueles resultantes de rotineiros experimentos didáticos e de atividades de pesquisa realizados nos laboratórios de Química Analítica e Química Geral;
- 5) Estudo e diagnóstico dos problemas: a partir do inventário do ativo é feito o diagnóstico sobre a natureza e os efeitos ambientais causados pelos resíduos gerados na rotina de trabalho das unidades geradoras de interesse;
- 6) Programa de ações: nessa etapa estuda-se: a) a viabilidade da redução das quantidades de reagentes usados nos experimentos; b) a possibilidade de substituição de produtos danosos por outros menos nocivos; c) a exequibilidade de adaptação dos processos e reações empregados;
- 7) Tratamento e disposição final dos resíduos: diversos métodos e operações são utilizados nos tratamentos dos sistemas contendo os resíduos. Esses tratamentos visam a recuperação, o reaproveitamento e/ou a passivação desses resíduos para obtenção da forma mais apropriada e inerte possível. Deve ser selecionado o local para receber definitivamente o resíduo descartado.
- 8) Divulgação das ações: a divulgação do programa de gerenciamento e dos resultados obtidos tem como objetivo a conscientização da comunidade universitária e demais usuários de laboratórios quanto à responsabilidade ambiental. As mudanças de atitudes na execução de procedimentos, processos e reações a

fim de evitar, reduzir e/ou controlar os efeitos danosos ao meio ambiente são exigências da contemporaneidade.

O material impresso que serve de base para o programa PGRQ/UECE, inclui um “Manual de Biossegurança em Laboratório de Química” (Sousa e Vasconcelos, 2001), uma cartilha “Gerenciamento de Resíduos Químicos: Uma Questão de Química e Educação Ambiental” e as fichas explicativas nas quais encontram-se disponíveis para consulta de todos os usuários do laboratório. O tratamento dos resíduos químicos gerados na disciplina de Química Analítica II foi apresentado numa monografia de graduação (Veras, 2003).

Estas etapas são essenciais para o estabelecimento das metas a serem atingidas no PGRQ/UECE, garantido a qualidade ambientalmente segura dos resíduos gerados em atividades experimentais na universidade.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades de laboratórios químicos realizadas, seja em aulas experimentais, seja em atividades de pesquisa, geram resíduos que podem oferecer riscos ao meio ambiente ou à saúde. Um meio apropriado à disposição dos resíduos gerados é a aplicação de tratamentos, uma vez que, quando devidamente tratados e recuperados, esses produtos podem não somente ser sucessivamente usados no mesmo processo em que foram originados, como também podem se transformar em matéria-prima para outras atividades, diminuindo assim as emissões de agentes poluentes.

A adoção de um PGRQ por uma instituição de ensino superior é capaz de sensibilizar a comunidade acadêmica criando uma visão crítica dos problemas ambientais gerados pela sua produção de resíduos químicos e buscando desenvolver procedimentos para diminuir os danos ao meio ambiente.

A sensibilização da comunidade acadêmica através da adoção de um PGRQ por uma instituição de ensino superior é capaz de criar uma visão crítica dos problemas ambientais acarretados pelos resíduos químicos que a instituição gera. A tomada de consciência por todos que compõem a universidade é fundamental para propagação de meios apropriados ao descarte dos resíduos originados em diversas atividades.

Conclui-se que a redução de efeitos ambientais impactantes é o principal resultado alcançado com a implantação de um programa de gerenciamento de resíduos químicos, além de uma maior conscientização ecológica dos participantes desse processo.

REFERÊNCIAS

AFONSO, J. C. **Gerenciamento de Resíduos Laboratoriais: Recuperação de Elementos e Preparo Para Descarte Final**, Revista Química Nova, São Paulo, n.4, v. 26, p.602-612, 2003.

ALBERGUINI, L.B.; SILVA, L.C.; REZENDE, M.O.O. **Laboratório de Resíduos do Campus da USP - São Carlos - Resultados da Experiência Pioneira em Gestão e Gerenciamento de Resíduos Químicos em um Campus Universitário**. Revista Química Nova, São Paulo, n.2, v.26, p.291-295, 2003

BINIECKA, M., CAMPANA, P., IANNILLI, I.; **The technological and economic management of the environmental variable in the pharmaceutical-chemical industry**. Journal of Microchem, New York, v. 79, p. 325-329, 2005.

CUNHA, C. J. **O programa de gerenciamento de resíduos laboratoriais do depto de química da UFPR**. Revista Química Nova, São Paulo, n. 3, v. 24, p. 424-427, 2001.

GERBASE, A. E. **Gerenciamento dos Resíduos da Disciplina Química Inorgânica II do Curso de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. Revista Química Nova, São Paulo, n. 2, v. 29, p.397-403, 2006.

GUARITA-SANTOS, A. J. M; **Gestão de Resíduos Químicos em Universidades: Universidade de Brasília em Foco**. Revista Química Nova, São Paulo n. 2, v. 29, p.404-404, 2006.

JARDIM, W.F. **Cartilha para Implementação de um Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos**. Laboratório de Química Ambiental (LQA), Instituto de Química / UNICAMP, São Paulo, 2001.
Disponível em: <<http://lqa.iqm.unicamp.br>>. Acesso: 12/11/2009.

TAVARES, G.A. **Implantação de Um Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos e Águas Servidas nos Laboratórios de Ensino e Pesquisa no CENA/USP**. Revista Química Nova, São Paulo, n. 4, v. 28, p.732-738, 2005.