

A EXPERIÊNCIA DAS FACULDADES OSWALDO CRUZ NO TRATAMENTO DE EFLUENTES GERADOS EM LABORATÓRIOS

Maria Lucila Ujvari de Teves, MSc – ujvari@uol.com.br

Faculdades Oswaldo Cruz, Departamento de Química

Rua Brigadeiro Galvão, 540

01151-000 – São Paulo – SP

Alice A. da Matta Chasin, PhD – alimoily@usp.br

Eduardo B. Govato, MSc – govato@uol.com.br

Mary Leda Caparroz Vancetto – maryleda@yahoo.com.br

Rubens Geidrate – geidrate@uol.com.br

Equipe de Acadêmicos Colaboradores

Alexandre Santos, Aline B.Ferreira, Ana Cristina Souza, Ana Paula Quartuccio, Augusto C. Santos, Bárbara Ronnan Ross, Demetrius C. Agouramis, Eduardo G.Simões, Gleyse Tufano, José Luiz B. Silveira Júnior, Josiane Cristina da Silva, Laura Oliveira Nascimento, Lauro Capellari, Letícia Úrsula da Silva, Marcelo A. Bastos, Maria Liduína M. G. Freitas, Milena A. Alvarez, Paulo Roberto Pedlowski, Sérgio Soares Lima, Soraia Selichevic, Rildo R. Gomes, Roberto A. Arai, Tiago G.M. Beirante

Resumo. *Este trabalho relata a experiência vivenciada pelos professores e alunos dos cursos de graduação em Engenharia Química, Farmácia e Química Industrial, das Faculdades Oswaldo Cruz, tendo como tema o tratamento de efluentes gerados nos diversos laboratórios acadêmicos dessa Instituição. Teve início com a catalogação dos efluentes gerados nas unidades e foi dividido em cinco etapas principais: a) o estudo dos procedimentos requeridos para a coleta dos resíduos químico e biológicos; b) a definição com base em levantamento bibliográfico, dos métodos de tratamento mais adequados para cada tipo de resíduo coletado; c) a aplicação do método de tratamento escolhido ao efluente gerado; d) a realização de análises físico-químicas do efluente tratado e do resíduo coletado; e) o estabelecimento de procedimentos requeridos para a destinação adequada dos efluentes já tratados e/ou aqueles que não forem passíveis de tratamento; f) o estudo dos custos envolvidos em alguns dos processos utilizados. Permeando estes dados, foram estudados dados toxicológicos das substâncias utilizadas nos laboratórios com conseqüente elaboração de fichas de segurança.*

Palavras-Chaves: *efluentes, tratamento, resíduos, educação, interdisciplinaridade.*

1. INTRODUÇÃO

É cada vez mais atual a preocupação com o meio ambiente e, neste contexto, a conscientização dos estudantes bem como o desenvolvimento e/ou a utilização de técnicas de recuperação de produtos químicos presentes nos efluentes dos laboratórios químicos e farmacêuticos assumem papel de fundamental importância.

Cabe, também, ressaltar que as novas propostas educacionais apontam para o indispensável processo de transformação das universidades brasileiras. Os desafios colocados às instituições de ensino consistem em sua responsabilização num processo de flexibilização: não mais currículos mínimos, não mais grades fechadas de disciplinas, não mais ênfase na transmissão de conteúdos (Revista Olho Mágico, 1999). As instituições têm a possibilidade de realização de propostas pedagógicas inovadoras baseadas na aprendizagem ativa, onde estudantes e professores construam a interdisciplinaridade, que passa a constituir-se em projeto de execução de práticas de formação profissional. Fica claro, que tanto maior a heterogeneidade do elenco de disciplinas tanto maior os desafios de se executar um projeto que se proponha a este fim. Partindo-se da prática, entretanto, a construção do projeto se embasa em dados que emanam da realidade e por este motivo trazem a responsabilidade do papel social que se espera do futuro profissional.

O trabalho teve início com a identificação e segregação dos efluentes gerados nas unidades. Durante o andamento das atividades, constatou-se a possibilidade da implantação de um projeto mais abrangente denominado “Gerenciamento de Resíduos”, possibilitando a integração entre as disciplinas : Balanço de Massas e Energia, Controle de Qualidade de Medicamentos e Insumos Farmacêuticos, Físico-Química, Genética, Gestão de Qualidade em Indústria Farmacêutica e Laboratório Clínico, Higiene Social, Química Ambiental, Química Analítica, Química Farmacêutica, Química Geral, Química Inorgânica, Química Orgânica e Toxicologia.

O projeto foi desenvolvido nas seguintes etapas:

- levantamento dos resíduos gerados em cada laboratório;
- estudo dos procedimentos requeridos para a coleta adequada dos resíduos líquidos e sólidos produzidos;
- definição, como base em levantamento bibliográfico, dos métodos de tratamento mais adequados para cada tipo de resíduos obtidos;
- aplicação do método de tratamento escolhido ao efluente gerado;
- realização de análises físico-químicas do efluente tratado e do resíduo coletado;
- estabelecimento de procedimentos requeridos para a destinação adequada dos efluentes já tratados e/ou aqueles que não forem passíveis de tratamento;
- estudos toxicológicos das substâncias utilizadas nos laboratórios com conseqüente elaboração de fichas de segurança;
- e estudo de custos envolvidos nos processos de tratamento.

2. METODOLOGIA

O levantamento dos resíduos gerados nos diversos laboratórios das áreas química e farmacêutica das Faculdades Oswaldo Cruz, foi feito através de um questionário respondido pelos professores responsáveis pelas disciplinas práticas.

A próxima etapa consistiu na pesquisa bibliográfica acerca do procedimento adequado à coleta e, em paralelo, ao tratamento dos resíduos produzidos e respectivas toxicidades. Em seguida, passou-se à etapa de coleta, onde ao final de cada aula os resíduos foram acondicionados em:

- biológicos: sacos plásticos brancos de polietileno incinerável de acordo com a NBR-9191.
- inorgânicos: embalagens de polietileno tereftalato;
- orgânicos: frascos de vidro;
- perfuro-cortantes: caixas de papelão de polietileno rígido ou papelão ondulado na cor amarela com simbologia internacional para material infectante, segundo a norma BS 7320.

Semanalmente os alunos participantes do projeto recolheram os resíduos, nos locais geradores, encaminhando-os para a Central de Tratamento. Para este recolhimento e transporte, foi obrigatório o uso de avental, óculos de segurança, luvas e caixa plástica própria para acondicionamento de vidros.

O tratamento de resíduos foi desenvolvido com base no levantamento bibliográfico efetuado anteriormente e constituiu-se nas seguintes estratégias:

- para o reaproveitamento de solventes orgânicos foi usada a técnica de destilação fracionada (SOARES et al, 1988).
- sais orgânicos foram purificados por recristalização(NIMITZ, 1991).
- misturas inorgânicos serão tratadas pela técnica de precipitação conforme o produto de solubilidade de cada substância. O líquido da filtração terá o pH acertado entre 5 e 9, para o descarte na rede de esgoto (ARMOUR, 1996).
- os resíduos sólidos, composto de metais pesados, foram acondicionados em bombonas plásticas com tampa removível, para posterior descarte em aterro de resíduos perigosos(IPT, 1996).
- resíduos líquidos, que não contaminem o meio ambiente, tiveram o seu pH acertado entre 5 e 7, e foram descartados no esgoto do laboratório;
- os resíduos de possível reutilização foram submetidos ao controle físico-químico: cromatografia gasosa, titulação volumétrica, densidade e ponto de ebulição.
- após o controle de qualidade os produtos aprovados retornaram ao Almoxarifado Geral para posterior reutilização;
- produtos reprovados como: solventes orgânicos são usados em limpeza de laboratório;
- visando a organização do Almoxarifado Geral de Produtos Químicos, foram elaboradas fichas de segurança de cada substância armazenada;

3. RESULTADOS

Foram recolhidos os efluentes nos diversos Laboratórios baseados na classificação de periculosidade e descarte. A partir da identificação a segregação foi feita em recipientes adequados de polietileno (bombonas). Coletaram-se cerca de 90 litros de resíduos, sendo aproximadamente 70 l orgânicos e 20 l inorgânicos. Destes, a Tabela 1 relaciona a quantidade de efluentes recolhidos e tratados.

Tabela 1. Efluentes recolhidos e tratados nos Laboratórios da Faculdades Oswaldo Cruz no período de fevereiro a junho de 2000

Produto químico	Quant. recolhida (l)	Quant. tratada (l)	Perda e resíduo (l)
Acetona	1,30	0,93	0,37
Álcool Etilico	0,85	0,65	0,20
Butanona	0,20	0,11	0,09
Clorofórmio	25,73	22,23	3,50
Éter de Petróleo	3,20	1,67	1,53
Éter Dietílico	6,00	2,97	3,03
Hexano	1,60	1,35	0,26
Total	38,88	29,90	8,98

Produto químico	Quant. recolhida (g)	Quant. tratada (g)	Perda e resíduo (g)
Ácido salicílico	530,00	343,00	187,00

Paralelamente, organizou-se a coleta de lixo do tipo hospitalar junto aos órgãos competentes. A geração desse tipo de resíduo se restringe à Faculdade de Farmácia nas disciplinas biológicas. Foram providenciados materiais de acondicionamento, como sacos plásticos brancos para material infectante e caixas especiais para os perfuro-cortantes.

A necessidade de organizar o almoxarifado de produtos químicos, de acordo com normas de segurança, levou à elaboração de “fichas de segurança” (Fig. 1) para cada item estocado. Neste processo houve o envolvimento das disciplinas: Química Geral, Química Inorgânica, Química Orgânica, Química Analítica, Físico-Química e Toxicologia. Foram envolvidos aproximadamente 750 alunos dos cursos sendo: 300 do Curso de Farmácia, 230 de Engenharia Química e 230 de Química Industrial. Cada aluno ficou responsável pela pesquisa de três substâncias. Foram elaborados “diamantes de Hömmel” (Fig. 1), utilizados como rotulagem de segurança.

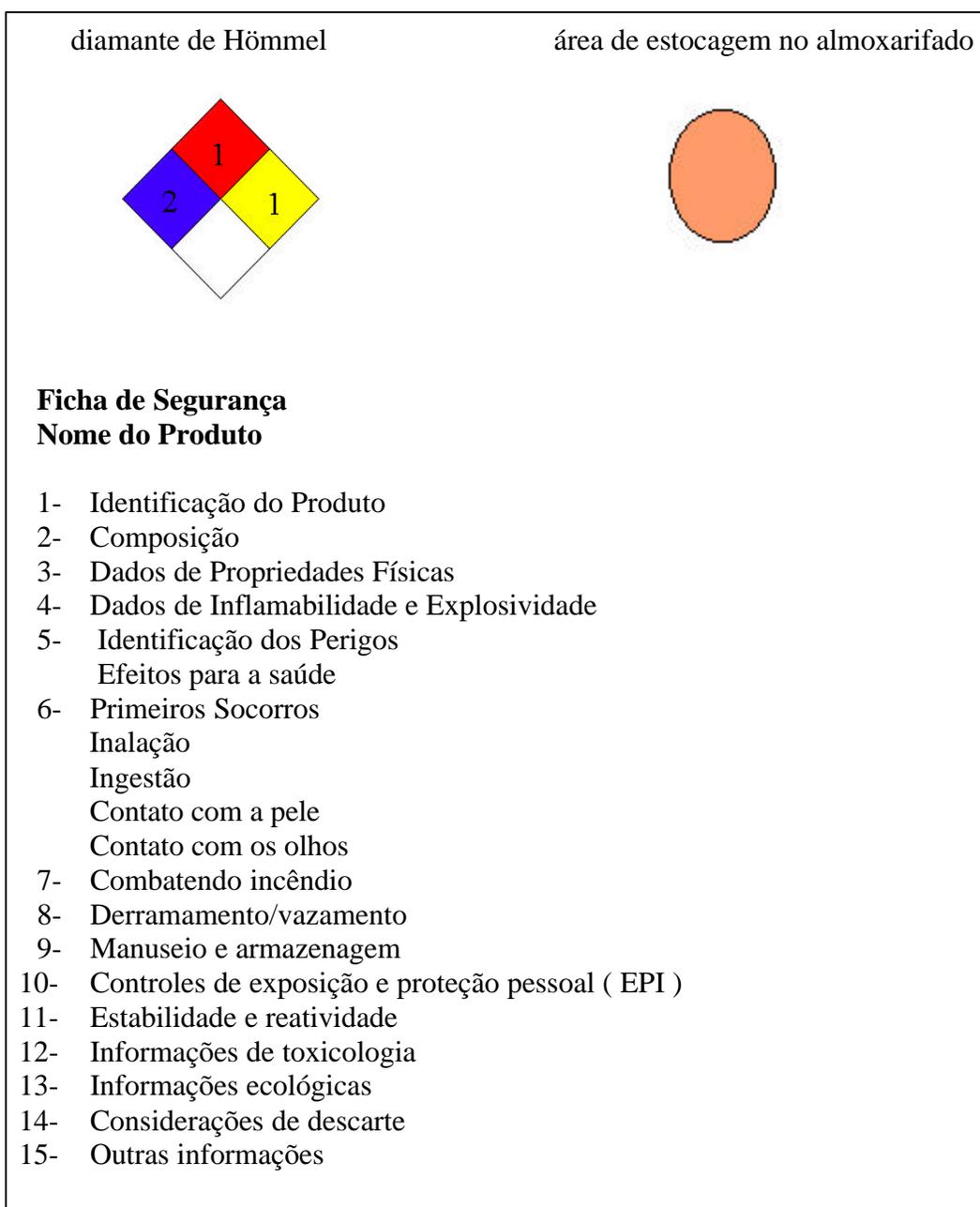


Figura 1. Modelo de “ficha de segurança” de produtos químicos desenvolvido nas Faculdades Oswaldo Cruz

4- DISCUSSÃO

Num primeiro momento houve dificuldade na mudança de comportamento em relação ao descarte e, embora não tenhamos estimado quantitativamente a geração de efluentes, houve um aumento de coleta no decorrer do período estudado, mostrando o aumento de adesão da comunidade. Os resíduos orgânicos, dada a periculosidade de armazenamento, são prontamente enviados à Central de Tratamento para imediata recuperação. Já os inorgânicos, por serem mais estáveis, estão sendo armazenados adequadamente nos locais geradores e serão tratados posteriormente em conjunto, visando a otimização do processo. Isto explica a quantidade significativamente menor deste tipo de resíduos que chegaram à Central de Tratamento.

No processo de implantações de ações efetivas de segregação e descarte houve a necessidade do conhecimento das substâncias para elaboração da classificação de periculosidade. Esta busca propiciou o aprofundamento da informação fazendo com que disciplinas restritas à área farmacêutica, como a Toxicologia, se integrassem ao projeto e se estendessem aos outros cursos - Engenharia e Química. Na elaboração das fichas de segurança, conceitos pouco trabalhados nos cursos de Química e Engenharia Química, tiveram que ser absorvidos. Isto demonstra a necessidade de revisão de conteúdos programáticos destes cursos que formam profissionais potencialmente responsáveis por segurança química em indústrias. Partir do problema real do descarte em laboratório, propiciou o engajamento inclusive nas questões de preservação ambiental em bases racionais.

A elaboração das fichas de segurança constituiu instrumento de avaliação nas disciplinas envolvidas. A adesão dos alunos foi pautada na motivação do projeto e não no valor de nota atribuído, o que demonstrou o potencial pedagógico do projeto e sua importância no contexto social. As disciplinas envolvidas forneceram bibliografia rapidamente suplantada por informações eletrônicas (*Internet*) trazidas pelos alunos que, via de regra, possuem familiaridade com esta via de comunicação. Assim, este recurso foi uma ferramenta poderosa não só na busca de informação como também na formatação das fichas, cumprindo, portanto, o objetivo primeiro da utilização da informática em projetos educacionais.

No início, os rendimentos obtidos na recuperação eram baixos, porém, com o aprimoramento das técnicas laboratoriais, estes aumentaram consideravelmente em até 70%.

Paralelamente, estão sendo iniciados estudos dos custos de recuperação e os primeiros resultados são muito satisfatórios, demonstrando que há uma economia real nas recuperações.

Os resultados obtidos permitiram desenvolver junto aos alunos a conscientização ambiental acerca dos principais tipos de resíduos gerados na escola. Adicionalmente, favoreceu o raciocínio crítico na pesquisa de métodos de recuperação de sub-produtos em efluentes laboratoriais, estimulando a busca do inter-relacionamento entre os diversos campos de conhecimento.

5. BIBLIOGRAFIA

- ARMOUR, M. *Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide*. USA: Lewis Publishers, 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. 1985. Sacos plásticos para acondicionamento de lixo – Especificação. Rio de Janeiro, 6p. (NBR-9191).
- BRITISH STANDARDS – BS . 1990. Sharps container. London, 12 p. (BS 7320).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S. A . – IPT. *Lixo Municipal – Manual de Gerenciamento Integrado*. São Paulo: Páginas e Letras, IPT n. 2163, 1996.
- NIMITZ, J. S. *Experiments in Organic Chemistry*. USA: Prentice Hall INC, 1991.
- SOARES, B. G., SOUZA, N.A., *Química Orgânica – Teoria e Técnicas de Preparação, Purificação e Identificação de Compostos Orgânicos*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.
- UNIVERSIDADE DE LONDRINA. *Revista Olho Mágico*. Londrina, Editorial, nov. 1999.