

Diagnóstico do gerenciamento de resíduos de laboratório de química de Instituição de Ensino Superior

Fernanda Augusta de Oliveira Melo
faomelo@yahoo.com.br
UniViçosa

Brenda Ferreira Monteiro
brenda.ferreira@yahoo.com.br
UniViçosa

Resumo: Os resíduos químicos constituem uma série de compostos gerados nas mais variadas atividades industriais e laboratoriais, tais resíduos merecem uma preocupação especial devido à complexidade e aos vários níveis de toxicidade que possuem. A grande diferença entre gerenciar resíduos industriais e resíduos de laboratórios está na forma de tratamento e disposição final. O grande problema destas formas de geração é a composição variada e inconstante que apresentam. As propriedades químicas dos resíduos mudam constantemente e dificilmente encontra-se um método padrão e eficaz para o seu tratamento. A metodologia aplicada para o gerenciamento dos resíduos químicos consiste em caracterizar, segregar, armazenar e destinar de forma correta e legal os resíduos gerados. Pensando-se nisso, desenvolver um plano para gerenciar os resíduos químicos no laboratório, pode contribuir para a otimização das atividades dos usuários do local bem como a contribuição para uma menor geração e disposição adequada final de resíduos.

Palavras Chave: Armazenar - Disposição final - Gerenciar - Resíduos Químicos - Laboratórios

1. INTRODUÇÃO

No desenvolvimento da sociedade verifica-se um aumento na quantidade de diversos resíduos gerados como subprodutos de atividades antropogênicas causando alterações e desequilíbrio no meio ambiente. Sendo que, segundo afirma Jardim (1998), existe uma tendência na nossa sociedade em considerar como impactante ao meio ambiente apenas aquelas atividades que geram grandes quantidades de resíduos.

Mas, tem-se que considerar as pequenas geradoras que contribuem para esse desequilíbrio, tais como: instituições de ensino e de pesquisa, laboratórios de análises, que normalmente são considerados pelos órgãos fiscalizadores como atividades não impactantes, e, portanto, raramente fiscalizados quanto ao descarte de seus resíduos químicos.

Levando-se em conta o grande número de pequenos geradores de resíduos existentes na nossa sociedade, e que os resíduos por eles gerados são de natureza variada, incluindo metais pesados, solventes halogenados, radioisótopos e material infectante, a premissa de que estas atividades dispensam um programa eficiente de gerenciamento de resíduos não procede. Visto que, nestas últimas décadas a conscientização e a mobilização da sociedade civil tem exigido que esta situação cômoda da qual desfrutam estes pequenos geradores de resíduos seja revertida, requerendo para estas atividades o mesmo grau de exigências que o Estado dispensa para os grandes geradores (JARDIM, 1998).

Os resíduos gerados em Laboratórios de Química em Instituições de Ensino Superior merecem uma preocupação especial devido à complexidade dos seus compostos e, principalmente, por apresentarem vários níveis de toxicidade, sendo eles de características físico-químicas ou bioquímicas, muito distintos em sua complexidade de geração (PENATTI, 2005).

Segundo Zancanaro Jr. (2002), se considerarmos a quantidade de geração de resíduos no setor industrial (100ton/mês), os resíduos de instituições de pesquisas aparentam ser insignificantes. Gil *et al.* (2007), afirma que a grande diferença entre gerenciar resíduos industriais e resíduos de laboratórios está na forma de tratamento e disposição final. O grande problema destas formas de geração é a composição variada e inconstante que apresentam. As propriedades químicas dos resíduos mudam constantemente e dificilmente encontra-se um método padrão e eficaz para o seu tratamento (GERBASE *et al.*, 2005).

A implementação e manutenção de um Plano de Gerenciamento de Resíduo Químico (PGRQ) demanda a adoção de três conceitos importantes, os quais nortearão as atividades a serem desenvolvidas no desenrolar do programa. O primeiro conceito importante é o de que gerenciar resíduos não sinônimo de “geração zero de resíduo”, ou seja, o gerenciamento de resíduos busca não só minimizar a quantidade gerada, mas também impõe um valor máximo na concentração de substâncias notadamente tóxicas no efluente final da unidade geradora, tendo como guia a Resolução CONAMA 357 (2005). O segundo conceito diz que só se pode gerenciar aquilo que se conhece, e assim sendo, um inventário de todo o resíduo produzido na rotina da unidade geradora é indispensável. O terceiro conceito importante é o da responsabilidade objetiva na geração do resíduo, ou seja, o gerador do resíduo é o responsável pelo mesmo, cabendo a ele sua destinação final (JARDIM, 1998).

O objetivo dessa pesquisa foi elaborar um diagnóstico do gerenciamento de resíduos dos Laboratórios de Química I e II de uma Instituição de Ensino Superior (IES) da Zona da Mata Mineira

A pesquisa foi fundamentada em análise de bibliografia formal, como também pesquisas normativas buscando uma melhor compreensão do processo de tratamento de resíduos de laboratórios de química de Instituição de Ensino Superior para a adoção adequada de políticas ambientais.

Neste contexto, a importância para o meio ambiente de um padrão de gerenciamento de resíduos químicos provenientes de Laboratórios de IES, justifica-se mediante o fato de que

as fiscalizações dos órgãos competentes não possuem respaldo legislativo quanto ao tratamento que realmente deve ser dado (JARDIM, 1998), pode contribuir para a otimização das atividades dos usuários do local bem como a menor geração de resíduos e a disposição final adequada desses resíduos.

2. GERAÇÃO DE RESÍDUOS QUÍMICOS EM UNIDADES DE ENSINO E PESQUISA

Segundo Gerbase et al. (2005), os Institutos e Departamentos de Química das Universidades, além de todas as unidades que utilizam produtos químicos em suas rotinas de trabalho, têm sofrido um certo desafio a solucionar o problema relacionado ao tratamento e à disposição final dos resíduos gerados em seus laboratórios de ensino e pesquisa.

Os resíduos gerados pelos setores de ensino e pesquisa nos diferentes segmentos têm despertado a atenção do homem moderno. Nas universidades do Brasil e outros países da América Latina vários pesquisadores de diferentes centros de pesquisa estão buscando alternativas que auxiliem na minimização e geração de resíduos. Neste contexto, a preocupação com os resíduos biológicos, químicos e radioativos gerados nas atividades de ensino, pesquisa e extensão acompanha uma tendência mundial na busca de sustentabilidade e empenho no estabelecimento de programas gerenciais.

2.1. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS NOS LABORATÓRIOS

Gerenciamento de resíduos é uma prática que consiste em controlar o potencial de impactos ambientais dos resíduos gerados de uma determinada atividade (ROCCA *et al.*, 1993). Esta atividade é considerada com uma prática de produção mais consciente na medida em que o gerenciamento de resíduos estabelece formas de conter ou minimizar uma geração exagerada de resíduos, ou até mesmo alternativas para as suas destinações.

Na Figura 1 estão esquematizadas todas as etapas necessárias para a manipulação dos resíduos de laboratórios de química.

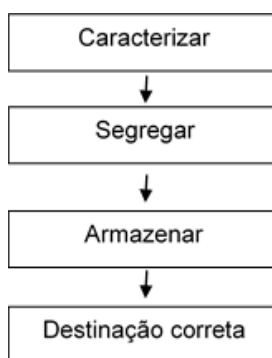


Figura 1: Fluxograma da metodologia aplicada para o Gerenciamento de Resíduos químicos

Fonte: Adaptado de Jardim, 1998.

Para Jardim (1998), esta forma de gerenciamento é figura de mérito para qualquer plano de gerenciamento e também propõe uma hierarquia de medidas visando uma otimização da “Unidade Geradora”, com intuito de proporcionar a minimização dos resíduos e a redução dos custos das análises, meta comum a ser cumprida por qualquer tipo de Sistema de Gestão Ambiental.

2.2 IMPLEMENTAÇÃO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS

A implementação e manutenção de um Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos requer o conhecimento e adoção de conceitos importantes que serão a base de todo o processo.

Segundo Di Vitta (2012) o gerenciamento de resíduos envolve uma série de etapas necessárias para a manipulação dos resíduos de laboratórios de química, representadas na Figura 2.

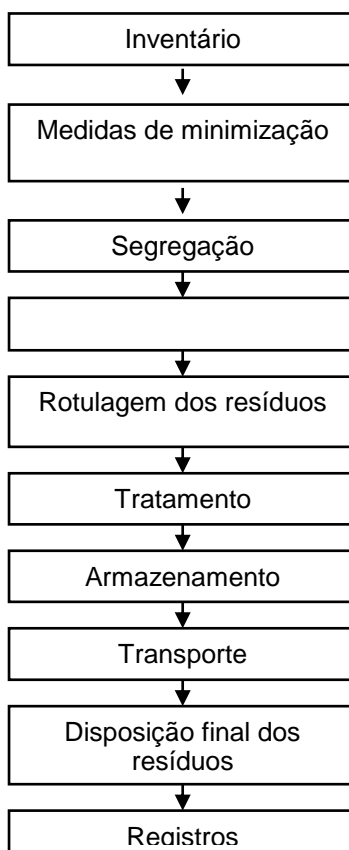


Figura 5: Fluxograma das etapas para implementação de Gerenciamento de Resíduos Químicos

Fonte: Adaptado de Di Vitta, 2012.

3. METODOLOGIA

3.1. TIPO DE PESQUISA

O presente trabalho foi fundamentado em pesquisa teórica com análise de bibliografia formal, como também pesquisas normativas buscando uma melhor compreensão do processo de tratamento de resíduos provenientes de laboratórios de química de uma Instituição de Ensino (IES) para a adoção correta de políticas ambientais.

Inicialmente foi realizada a coleta de dados do objeto dessa pesquisa para acompanhamento das atividades diárias, a fim de obter um diagnóstico da situação dos resíduos gerados e como é realizado o seu gerenciamento.

3.1. METODOLOGIA APLICADA

A metodologia aplicada para o gerenciamento dos resíduos químicos consiste em caracterizar, segregar, armazenar e destinar de forma correta e legal os resíduos gerados (JARDIM, 1998; CUNHA, 2001).

Realizou-se a caracterização preliminar dos resíduos líquido e gasoso (caso haja), procurando-se identificar, se o resíduo apresentava as seguintes características: Inflamabilidade; Corrosividade; Reatividade; Toxicidade (opcional).

De acordo com Jardim (1998), uma vez identificado e caracterizado da melhor maneira possível, o passo seguinte é avaliar as possíveis maneiras de se aproveitar ao máximo este estoque, o qual muitas vezes é passível de reaproveitamento. Nesta etapa deve-se considerar as seguintes opções: 1 - Avaliação econômica do passivo (estoque); 2 - Recuperação e reuso no local; 3 - Tratamento no local; 4 - Tratamento fora da unidade; 5 - Destinação final.

A partir desta primeira tentativa de segregação, o resíduo estocado pode passar por uma segunda ou outras atividades de segregação se necessário. Este refino pode ser feito baseando-se em algumas propriedades físico-químicas ou natureza química do resíduo gerado.

A seguir, na Tabela 1 é proposto um protocolo para a caracterização preliminar de resíduos químicos não-identificados.

Tabela 1: Protocolo para a caracterização preliminar de resíduos químicos não-identificados

Teste a ser realizado	Procedimento a ser seguido
Reatividade com água	Adicione uma gota de água e observe se há formação de chama, geração de gás ou qualquer outra reação volente.
Presença de cianetos	Adicione 1 gota de cloroamina-T e uma gota de ácido Barbitúrico/piridina em 3 gotas de resíduo. 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 pHmetro.
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	Enfie 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 o ensaio de reatividade, a solubilidade pode ser avaliada facilmente.

Fonte: Adaptado de Jardim (1998)

Assim sendo, numa etapa posterior, estes resíduos são novamente caracterizados, gerando as seguintes separações: Ácidos, Bases, Orgânicos, Inorgânicos, Sólidos, Líquidos, Oxidantes.

Como todo sistema de gerenciamento, além da organização da sua implantação, os dados levantados através dos inventários de resíduos devem ser analisados e tratados conforme os seus riscos correlacionados ao meio ambiente e o seu potencial de minimização. Nesta pesquisa foi proposto testes para avaliar os resíduos quanto ao risco químico, classificando-os como Classe I (resíduos perigosos) e Classe II (não-inertes).

A otimização na unidade geradora deve se tornar rotina de trabalho dos usuários. Um outro ponto importante, que faz parte desta metodologia, é a devida rotulagem de todo

reagente usado no laboratório, com a devida identificação do produto, prazo de validade, modo de estocagem e o nome do responsável pelo produto.

Foi proposto um modelo de rotulagem para os frascos de resíduos adaptado aos laboratórios de química I e II da Univiçosa, apresentado na Figura 3.

Univiçosa - Faculdade de Ciências e Tecnologia de Viçosa		
Resíduos Perigosos Químicos		
Descrição geral (assinale quantas forem necessárias)		
<input type="checkbox"/> Líquido	<input type="checkbox"/> Solvente halogenado	<input type="checkbox"/> Básico
<input type="checkbox"/> Sólido	<input type="checkbox"/> Solvente orgânico	<input type="checkbox"/> Infeccioso
<input type="checkbox"/> Aquoso	<input type="checkbox"/> Corrosivo	<input type="checkbox"/> Material autoclavado
<input type="checkbox"/> Inflamável	<input type="checkbox"/> Reativo	<input type="checkbox"/> Perfurocortantes
<input type="checkbox"/> Tóxico	<input type="checkbox"/> Volátil	<input type="checkbox"/> Animal
<input type="checkbox"/> Ácido	<input type="checkbox"/> Metal pesado	<input type="checkbox"/> Carcinogênico
Obs. 1) Caracterização do resíduo: Identifique e estime a concentração de todos os solventes e solutos, por exemplo: porcentagem, ppm etc. 2) Encha o recipiente até 3/4 do volume total e manipule com cuidado. 3) Preencha o rótulo com letra de forma bem legível. 4) Uma vez iniciada a coleta de um tipo de resíduo neste recipiente, não misture com outros tipos.		
Componentes		Concentração
Início da coleta: .../.../20.... Término da Coleta: .../.../20....		
Laboratório: _____		Depto: _____
Responsável: _____		

Figura 3: Rotulagem para os frascos de resíduos contidos no laboratório.

Fonte: Adaptado de Fonseca, 2009.

Para melhor utilização dos produtos pode-se fazer o reuso, que Segundo Jardim (1998), o reuso é a possibilidade de utilização de um material no estado em que se encontra, sem que para isto seja necessário submetê-lo a qualquer processo. O reuso pode ser feito dentro ou fora da unidade, e o material pode ser reutilizado de diversas formas e funções. Porém, o reuso é muito pouco praticado dentro dos laboratórios de química, dando espaço para o reciclo, o qual tem um potencial maior de aplicação, justamente porque o termo reuso tem sido também aplicado ao material que passou por um processo de reciclagem.

Os pré-tratamentos mais exigidos na reciclagem de um resíduo são bem simples, incluindo quase sempre a filtração e a destilação. Os resíduos mais propícios ao processo de reciclagem, são: solventes; combustíveis em geral; óleos; resíduos ricos em metais, principalmente metais preciosos; ácidos e bases; catalisadores.

No entanto nas instituições acadêmicas, a destilação é sem dúvida o processo mais utilizado na reciclagem de resíduos, principalmente quando se trata de solventes orgânicos. Esta atividade pode rotineiramente ser feita em menor escala, dentro dos laboratórios individuais de pesquisa, ou numa escala bem maior, centralizada em algum setor da unidade (JARDIM,1998).

Foi elaborado uma rotulagem de descarte usual para os resíduos gerados nos laboratórios de Química I e II quando retirados do local, apresentado na Figura 4.

Descarte Usual	
Grupo Descarte: _____	
cód.: _____	
<input type="checkbox"/> Ácido	<input type="checkbox"/> Básico
<input type="checkbox"/> Inflamável	<input type="checkbox"/> Aquoso
<input type="checkbox"/> Explosivo	<input type="checkbox"/> Radioativo
<input type="checkbox"/> Metais pesados	<input type="checkbox"/> Material Infecioso
<input type="checkbox"/> Oxidante Energético	Outros: _____
Data: _____ Val: _____	
Rubrica: _____	

Figura 4: Rotulagem de Descarte Usual

Para o mesmo autor, no caso dos resíduos químicos gerados em laboratórios de ensino, pesquisa e prestação de serviços, o destino final encontrado pela grande maioria é ignorado ou difuso (pias, ralos, terrenos baldios, agregado ao lixo doméstico, etc).

Segundo Di Vitta (2012), o gerenciamento de resíduos químicos prevê, como última etapa, o registro de todas as atividades realizadas nas outras etapas dos gerenciamentos. Assim, todos os documentos gerados durante a geração, o armazenamento, os tratamentos adotados, o transporte, etc. devem ser guardados para que se possa comprovar que os procedimentos realizados foram os exigidos por lei, que visam a preservação da saúde e do meio ambiente. Desta maneira foram elaborados modelos de Registro de Descarte do Laboratório e Registro de Descarte Final dos Resíduos, representados respectivamente nas Figuras 5 e 6.

Livro de Registro de Descarte dos Laboratórios de Química I / II					
Data	Identificação	Quant. Aproximada	Observações	Destinação	Responsável

Figura 5: Registro de Descarte dos Laboratórios.

Registro de Destinação Final de Resíduos dos Laboratórios de Química I / II					
Data	Identificação	Quantidade	Destino final	Responsável Entrega	Responsável Recebimento

Figura 6: Registro de Destinação Final dos Laboratórios.

4. DIAGNÓSTICO DOS LABORATÓRIOS DE QUÍMICA

Os Laboratórios de Química I e II da IES pesquisada, possuem uma listagem de produtos e reagentes que chega a 368 itens, dentre a geração de resíduos, têm-se em sua maioria resíduos no estado líquido.

No que se refere à identificação, adaptada a realidade desta Instituição, foi visto que os resíduos são identificados de forma a não conter graus de risco químico, o qual é fundamental e foi especificado na pesquisa como deve ser feito. Visto isso foi possível verificar a necessidade da elaboração de rótulos para as várias etapas do gerenciamento de resíduos de modo a atender as legislações.

Em relação a geração de resíduos, foi possível verificar que a geração nos laboratórios de química I e II é tão pequena que não possibilita se estimar a quantidade em um curto período de tempo, visto que a coleta externa costuma levar meses para se obter uma quantidade que viabilize a mesma.

E, quanto as diferentes fases do manejo dos resíduos, separadas em manejo interno (segregação, acondicionamento, identificação, armazenamento, coleta, transporte e tratamento interno) e manejo externo (coleta, transporte, tratamento externo e disposição final). Foi possível verificar que a segregação nos laboratórios de química não é feita de forma adequada, já que os frascos coletores de resíduos usados são em sua totalidade vidro âmbar, e como foi apresentado na literatura dessa pesquisa, cada resíduo gerado tem especificações quanto as embalagens no momento da segregação de acordo com sua compatibilidade química. O tratamento interno ocorre apenas para os resíduos gerados compostos por bases ou ácidos, o qual ocorre diluição e posterior descarte na pia. E quanto ao manejo externo envolvendo coleta, transporte, tratamento externo e disposição a Instituição obtém o serviço de forma terceirizada e não recebe nenhum tipo de retorno de substâncias para serem reutilizadas ou providencias tomadas referentes aos resíduos gerados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos (PGRQ) é importante para praticar a Gestão Ambiental dentro da Instituição de Ensino respeitando a variedade e a procedência dos materiais de acordo com as normas impostas. O PGRQ é de caráter educativo conscientizando os usuários de laboratórios de ensino e pesquisa. Assim como toda atividade exercida a fim de obter resultados na pesquisa, a principal dificuldade encontrada neste estudo foi a quantificação, assimilação e aplicação dos procedimentos implantados pelos funcionários dos laboratórios.

A quantidade de resíduos químicos originados em instituições de ensino vem retendo cada vez mais as atenções, tendo em vista que o descarte dessas substâncias é dado muitas vezes de forma inadequada sem haver o tratamento prévio ao rejeito ou até mesmo na falta de organização na coleta e armazenamento dos resíduos.

Com o estudo realizado nos laboratórios foi possível observar a necessidade da identificação dos resíduos quanto a periculosidade, características dos resíduos e assim propor uma forma correta de acondicionamento para seu posterior descarte.

Através da elaboração do Plano de Gerenciamento pode-se observar que é possível e viável a prática desse programa de gestão, que traz consigo benefícios econômicos e ambientais. Tais aspectos positivos, faz com que seja dada a devida importância aos fatores para se estabelecer o correto gerenciamento de resíduos e assim multiplicar atitudes benéficas

ao meio ambiente quando incentivadas pelos responsáveis e usuários diretamente envolvidos na continuidade e melhoria da gestão.

6. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

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

DI VITTA, P. B. Gerenciamento de resíduos químicos gerados em laboratórios de ensino e pesquisa: procedimentos gerais. Instituto de Química da Universidade de São Paulo, 2012.

GERBASE, A. E. Gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. Revista Química Nova, São Paulo, V. 28, N. 1, p.3, Jan/fev.2005.

GIL, E. S. (et. al.). Aspectos técnicos e legais do gerenciamento de resíduos químicos farmacêuticos. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, São Paulo, Vol. 43. N.1, p.19-29 Jan/mar. 2007.

JARDIM, W.F. Gerenciamento de resíduos químico em laboratórios de ensino e pesquisa. Revista Química Nova, São Paulo, v. 21, n. 5, p.671-673, maio.1998.

PENATTI F.E. (et. al.). Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de análises e pesquisa: o desenvolvimento do sistema em laboratórios da área química. Universidade Estadual Paulista – Campus Rio Claro, 2005, p. 106 a 117.

ROCCA, A.C.C. *et. al.* Resíduos sólidos industriais. São Paulo: CETESB, 1993.

SOUZA, K. E. Estudo de um método de priorização de resíduos industriais para subsídios à minimização de resíduos de laboratórios de universidades, 2005. 134 p. Dissertação de Mestrado – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, 2005. p.48.

ZANCANARO Jr. O Manuseio de produtos químicos e descarte de seus resíduos. In: HIRATA, M.H; MACINI FILHO, J. Manual de Biossegurança. Barueri/SP: Manole Ltda, 2002, p.121-184.