



PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS PARA LABORATÓRIOS DE INSTITUIÇÕES DE ENSINO MÉDIO E TÉCNICO

Anna Carolina Galli Laudeano⁽¹⁾

Licenciada em Química pela Universidade Estadual de Londrina, Especialista em Educação e Gestão Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina.

Professora em Química na Rede Pública Estadual e em Matemática no Instituto de Educação Infantil e Juvenil.

Tatiane Cristina Dal Bosco⁽²⁾

Tecnóloga Ambiental pelo CEFET-PR, Mestre e Doutora em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina.

Kátia Valéria Marques Cardoso Prates⁽³⁾

Bióloga pela Universidade Federal de São Carlos, Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos, Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo.

Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina.

Endereço⁽¹⁾: R: Noemia Barroso Machado, 268, Lagoa Dourada, Londrina/PR, CEP 86041-370. Fone: (43) 3341-0403. e-mail: annacarolinagalli@gmail.com

RESUMO

Seguindo propostas teóricas para Projetos de Gerenciamento de Resíduos Químicos, este trabalho apresenta informações e sugestões para o destino dos materiais residuais produzidos em laboratórios de Instituições de Ensino de nível médio e ensino profissionalizante, trazendo como estudo de caso, o laboratório de Química de uma Escola Estadual de Londrina. O estudo apresenta conceitos importantes à gestão dos resíduos químicos laboratoriais, principalmente no caso de escolas que ofertam cursos técnicos na área química, com a intenção em prevenir danos ambientais, culturais, sanitários e oferecer o correto ensino aos alunos. Por meio de observações e aplicação de questionários entre docentes e discentes buscou-se conhecer os seus interesses para a participação de um programa em gerenciar os resíduos produzidos em aulas práticas de química e/ou aulas interdisciplinares correlacionadas, além de descobrir as principais fontes de geração de rejeitos laboratoriais. Como resultado o projeto propõe uma sequência de técnicas à minimização de resíduos, bem como sua toxicidade, reaproveitamento, sugestão de metodologias de tratamento, meios de segregação, sugestão para a disposição final e a sensibilização e conscientização da comunidade escolar.

PALAVRAS-CHAVE: Substâncias residuais, Rejeitos laboratoriais, Minimização de resíduos, Tratamento residual, Segregação dos rejeitos.

1 INTRODUÇÃO

As instituições de ensino e pesquisas, além das indústrias, convivem diariamente com a problemática geração de resíduos perigosos. Nesses diferentes setores desperta-se a preocupação com os resíduos biológicos, químicos e radioativos, levando a uma tendência mundial buscar a sustentabilidade e programas gerenciais.

Isso acontece porque as atividades desenvolvidas nos laboratórios empregam substâncias e produtos de diversas classes. Entre eles estão os considerados materiais perigosos, por apresentarem características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, patogenicidade e toxicidade estabelecidas pela NBR 10.004 – 2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas que oferecem risco potencial aos seres vivos e/ou ao ambiente (FONSECA, 2009: 09).

A atual conscientização da sociedade com relação à questão ambiental, o processo de globalização e a normatização crescente induz à necessidade de criação de um programa de gerenciamento de resíduos. Os resíduos gerados por universidades e instituições de ensino/pesquisa causam grande preocupação, em função do potencial poluidor destes materiais.

Em Londrina algumas escolas estaduais oferecem cursos técnicos; uma iniciativa do Ministério da Educação pelo Programa de Expansão da Educação Profissional – PROEP. Entre esses cursos disponibilizam-se o Técnico em Meio Ambiente e o Técnico em Química, que levam à produção de resíduos químicos em laboratórios, conseqüentemente à necessidade pela demanda de uma correta destinação de seus rejeitos, como forma preventiva de acidentes, impactos ambientais e problemas sanitários.

As quantidades de resíduos geradas em laboratórios de instituições de ensino e pesquisa são muito pequenas comparadas às indústrias e quase desprezíveis se consideradas às escolas de ensino médio e de cursos profissionalizantes, porém, estes resíduos são constituídos de grande diversidade de substâncias, muitas vezes tóxicas. Cabe ressaltar que existem no país centenas de laboratórios deste tipo e que o montante de resíduos produzidos, se não tiver destinação própria, pode promover a contaminação de recursos naturais ou até mesmo à saúde humana.

Nos cursos em que atividades experimentais envolvendo substâncias químicas estão presentes, a geração de resíduos perigosos é uma realidade ainda não muito conhecida e somente há pouco tempo, após a década de 90, os gestores e os docentes vêm se preocupando com a destinação destas substâncias. Essa preocupação motiva a criação de um programa de gerenciamento de resíduos em universidades e instituições de ensino/pesquisa.

Nessa perspectiva, a justificativa para a realização desse trabalho deve-se à necessidade do descarte responsável dos materiais residuais no ambiente pelas instituições de ensino. Visa evitar que sejam feitos descartes através de pias dos laboratórios, lixo comum, ou ainda, acumulação precária desses passivos ambientais por um longo tempo a espera de tratamento.

Esses procedimentos inadequados podem conduzir a diversas situações de risco como cita Figuerêdo (2006: 24):

“... possibilidades de incêndios, explosões, derramamentos e contatos acidentais com soluções corrosivas e tóxicas, exposições à gases e vapores tóxicos, calor excessivo, entupimentos e avarias nas redes de esgotamento sanitário, com danos muitas vezes irreversíveis à vida humana, ao patrimônio e ao meio ambiente” (FIGUERÊDO, 2006: 24).

A preocupação com a mudança da visão nos laboratórios químicos em diminuir a geração de resíduos é extremamente bem-vinda, pois favorece a redução de custos, com a racionalização dos procedimentos visando ao menor consumo de reagentes e colabora com a segurança do operador e da comunidade, uma vez que previne a contaminação ambiental, por despejos gasosos, sólidos ou líquidos (NOGUEIRA; REGITANO; GONZALEZ, 2006: 02).

Dessa forma, a implementação de uma política interna de gerenciamento de resíduos nas escolas é uma das maneiras de despertar no aluno a percepção da importância do seu envolvimento com o tema e promover um comportamento diferenciado e socialmente correto (GIMENEZ et al., 2006: 32-33).

Para os cursos profissionais em Química, uma das maiores metas é treinar os estudantes para lidarem com materiais perigosos de maneira correta e responsável. No entanto, a forma tradicional de ensino é um paradoxo, pois, enquanto praticam-se as diversas aulas experimentais e estágios, uma grande quantidade de resíduos é gerada.

Contudo, a prática em gerenciar os resíduos químicos em laboratórios de pesquisa e ensino é uma necessidade e a implementação de um sistema de gestão para estes produtos é de extrema importância ambiental, sanitária e econômica. Além disso, esse sistema permite ao aluno uma melhor conscientização acerca da problemática que é a geração, processamento e o descarte de resíduos químicos, tendo a oportunidade de ampliar e consolidar os conhecimentos químicos em benefício ao meio ambiente.

2 OBJETIVO DO TRABALHO

Elaborar metodologias que permitam a realização de um projeto de gerenciamento dos resíduos químicos, oriundos das atividades experimentais de ensino e pesquisa de nível médio e de cursos profissionalizantes, possibilitando a criação de estratégias em minimizar o volume e o potencial tóxico dos resíduos gerados, bem como, estabelecer meios de tratamentos para os rejeitos.

3 A PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS QUÍMICOS LABORATÓRIAS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO

As instituições de ensino superior e técnico, no Brasil, são responsáveis por cerca de 1% dos resíduos químicos gerados (TAVARES; BENDASSOLI, 2005 apud FARIA; OLIVEIRA; SANTOS, 2010: 06). Este percentual aparentemente pequeno torna-se preocupante, dada a persistência de tais resíduos no meio ambiente, o que pode causar graves prejuízos à fauna e à flora (FARIA; OLIVEIRA; SANTOS, 2010: 06).

O controle dos resíduos perigosos, da geração à disposição final, é de extrema importância para a saúde do homem, a proteção do meio ambiente, os recursos naturais e o desenvolvimento sustentável. Dessa forma, o gerenciamento de substâncias residuais consiste em colocar em prática um conjunto de medidas que visam à prevenção de possíveis prejuízos à saúde humana, que garantam a utilização prudente e racional dos recursos naturais e que preservem, protejam e melhorem a qualidade do meio ambiente (FIGUERÊDO, 2006: 27).

Segundo Micaroni (2002: 6) mesmo que as instituições de ensino e pesquisa sejam servidas pelo sistema de tratamento de esgotos, essas devem ser bastante cuidadosas com relação ao descarte de seus resíduos tóxicos, pois muitas vezes os tratamentos convencionais de efluentes (biológico e sedimentação química) são efetivos para a remoção de poluentes convencionais, mas ineficientes para a eliminação de muitos reagentes químicos tóxicos. Neste sentido, a experiência internacional mostra que se deve ter um sistema de controle de resíduos no qual todos os usuários de laboratórios estejam envolvidos em seu tratamento na própria fonte geradora. Todavia, o tratamento completo na fonte não é economicamente viável e impõe restrições severas aos usuários.

Jardim (2002: 4) alerta que para a implementação de um Projeto de Gerenciamento de Resíduos Químicos (PGRQ) alguns conceitos são importantes. Gerenciar resíduos não significa que será extinta a produção deles, mas sim minimizá-los e impor um valor máximo na concentração de substâncias tóxicas no efluente final da unidade geradora, tendo como guia a Resolução CONAMA 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e outras providências.

Para Paim, Palma e Eifler (2002: 24) as atividades implementadas num laboratório de ensino devem seguir uma determinada hierarquia e procedimentos padronizados, que podem ser assim definidos:

- 1- Prevenir a geração de resíduos;
- 2- Minimizar a proporção de resíduos perigosos que são inevitavelmente gerados;
- 3- Segregar e concentrar correntes de resíduos de modo a tornar viável a atividade gerenciadora;
- 4- Reusar internamente ou externamente;
- 5- Reciclar o material ou componente energético do resíduo;
- 6- Manter todo o resíduo produzido na forma mais passível de tratamento;
- 7- Tratar e dispor o resíduo de maneira segura.

Figuerêdo (2006: 30) também classifica as etapas de um projeto de gerenciamento de resíduos. A Figura 1 ilustra resumidamente essa hierarquia desejada ao gerenciamento de materiais residuais.

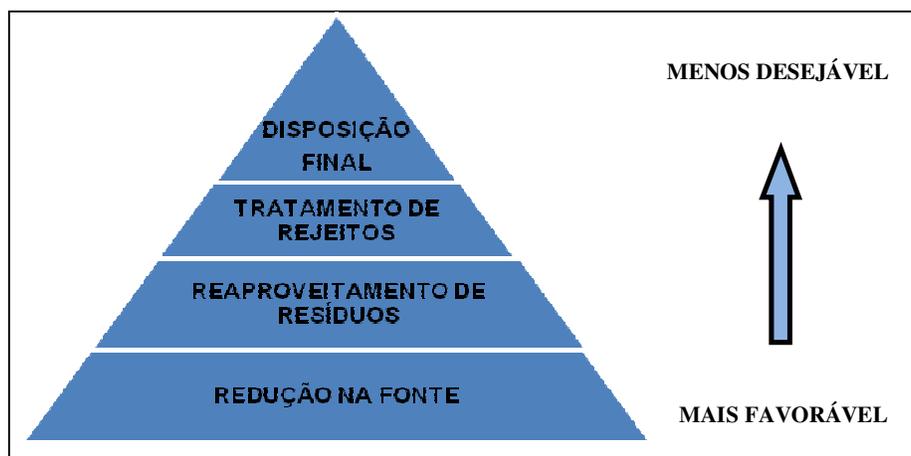


FIGURA 1- Hierarquia do gerenciamento de materiais residuais perigosos.

Fonte: Adaptado de FIGUEREDO (2006: 30).

O aspecto fundamental de um programa de gerenciamento de resíduo é a hierarquização das metas a serem atingidas. A implementação de uma hierarquia de decisões explicitamente associada à adoção e à prática de várias atividades dentro de um programa de gerenciamento é a base para o sucesso da política de gestão ambiental adotada (GIL et al., 2007: 21).

A correta implementação de um sistema de gestão de resíduos inicia com o conhecimento do problema e quais os caminhos adequados para administrá-lo e resolvê-lo. O passo seguinte é a conscientização e divulgação da problemática causada pela geração de resíduos e quais as medidas corretas a serem tomadas. A seguir é importante que se busque a mudança de atitudes do pessoal envolvido com as atividades geradoras, devendo ficar claro que os resultados obtidos são de médio a longo prazo. Sobretudo, o programa deve ter apoio da instituição, priorizar o lado humano frente o tecnológico, divulgar de forma clara as metas de cada fase e reavaliar continuamente os resultados, de acordo com os objetivos estipulados (PAIM; PALMA; EIFLER, 2002: 24).

Pode-se dar como definição de resíduo, um material remanescente de alguma apropriação, processo ou atividade e que, em princípio, possui um potencial de uso para o próprio gerador ou não, com ou sem tratamento. Em instituições de ensino e de pesquisa isto significa dizer que o que foi considerado resíduo, em outro laboratório, pode se constituir em material útil (FIGUEREDO, 2006: 49).

Independente do tipo de resíduo a ser descartado e de seu grau de toxidez, é fundamental ressaltar a importância educacional do gerenciamento de resíduos para a formação do aluno como cidadão ativo na melhoria das condições de vida na sociedade (GIMENEZ et al., 2006: 34),

Os alunos de nível fundamental, médio e profissionalizante raramente, em suas práticas laboratoriais, são instruídos corretamente sobre a geração de resíduos e seu devido tratamento antes do descarte. Dessa forma, a indevida destinação desses produtos acaba levando à contaminação ambiental. Em outros casos, resíduos diferentes são armazenados em um mesmo recipiente, muitas vezes sem identificação, o que dificulta a sua caracterização; não sendo tomadas iniciativas quanto ao seu tratamento e destino final.

A principal regra a ser adotada para o gerenciamento dos resíduos é a da responsabilidade objetiva, isto é, quem gera o resíduo torna-se responsável pelo mesmo. A Lei 6938, de 31 de agosto de 1981, conhecida como Política Nacional do Meio Ambiente, estabelece que a responsabilidade objetiva dispensa a prova de culpa no caso de um possível dano ao ambiente, ou seja, para que um potencial poluidor seja penalizado, basta que se prove um nexo de causa e efeito entre a atividade desenvolvida por uma organização e um dano ambiental. Em resumo, significa que um resíduo poluidor, ainda que esteja sendo emitido em concentrações que respeitem os limites estabelecidos pela legislação vigente, poderá causar um dano ambiental, e sujeitar o causador do dano ao pagamento de uma indenização, ou também, um dano indireto, desde que seja provada sua relação com uma dada instituição, a mesma será responsabilizada. (MACHADO 2002, apud NOLASCO, TAVARES; BENDASSOLLI, 2006: 119).

Uma aula experimental de Química, por gerar produtos perigosos, é uma atividade potencialmente poluidora. Para diminuir esse problema, durante seu planejamento, deve-se avaliar e reconhecer os riscos e os perigos dos produtos químicos que serão manuseados, bem como dos resíduos ou rejeitos produzidos durante esta. Caberá ao professor buscar formas de minimizar a quantidade dos resíduos gerados nas aulas experimentais e planejar a recuperação ou o descarte deles. Além disso, é importante que ele debata com seus alunos sobre a necessidade de se dispor corretamente rejeitos perigosos. Nesse debate, é oportuna a discussão de problemas ambientais e de saúde pública causados pela poluição, abordando a aplicação responsável dos conhecimentos científicos, a relevância do planejamento para prevenção de impactos negativos gerados pelo progresso e a necessidade de modificar posturas. Enfim, é imprescindível discutir com os alunos como as ações de cada indivíduo influenciam, de forma positiva ou não, nas questões ambientais. Apesar de um único indivíduo não mudar quadros tão amplos, ele pode ser o catalisador de mudanças de concepções que levam a transformações almejadas (MACHADO; MÓL, 2008: 38).

Para mudar essa realidade é necessário que alunos, principalmente os futuros profissionais na área de química e ambiental, hajam de forma consciente e responsável para se prepararem para um modelo de desenvolvimento sustentável, onde segundo Figueredo (2006: 25) “se planeja qualquer processo ou atividade em função do uso racional, seguro e ambientalmente adequado dos diversos recursos e tecnologias existentes.”

4 METODOLOGIA UTILIZADA

Para realização do Projeto de Gerenciamento de Resíduos Químicos – PGRQ, em especial à laboratórios de Química nas Escolas, inicialmente buscou-se metodologias específicas para possíveis soluções aos problemas ambientais gerados nessas Instituições, devido à geração de resíduos químicos em aulas experimentais.

Um projeto de gerenciamento de resíduos químicos depende do interesse e colaboração de todos os usuários e responsáveis do ambiente gerador. E para conhecer essa pré-informação foi aplicado um modelo de pesquisa com questões objetivas e de múltipla escolha à 18 professores da área científica (Química, Biologia, Ciências e disciplinas ambientais) de Nível Médio e de Cursos Técnicos. Esse questionário teve como objetivo conhecer a opinião e o saber científico a respeito dos resíduos perigosos produzidos em experimentos na escola e levantar informações sobre o tipo de resíduo produzido, além de conhecer as disciplinas mais frequentes nessas aulas.

Após o processo de levantamento informativo foi iniciada a fase de investigação e elaboração das etapas do projeto gerenciador, procurando atender às necessidades de minimizar o impacto dos resíduos. Após esse estudo prévio, o projeto buscou apresentar sugestões de: minimização à produção de resíduos perigos; possíveis recuperações de materiais residuais; estratégias de segregação e o correto meio de armazenamento; metodologias de tratamento dos resíduos, meios de destinação dos seus rejeitos e por fim o plano de conscientização e sensibilização da comunidade escolar. Para melhor representar a metodologia foi elaborado um fluxograma dos processos metodológicos descrito na Figura 2.

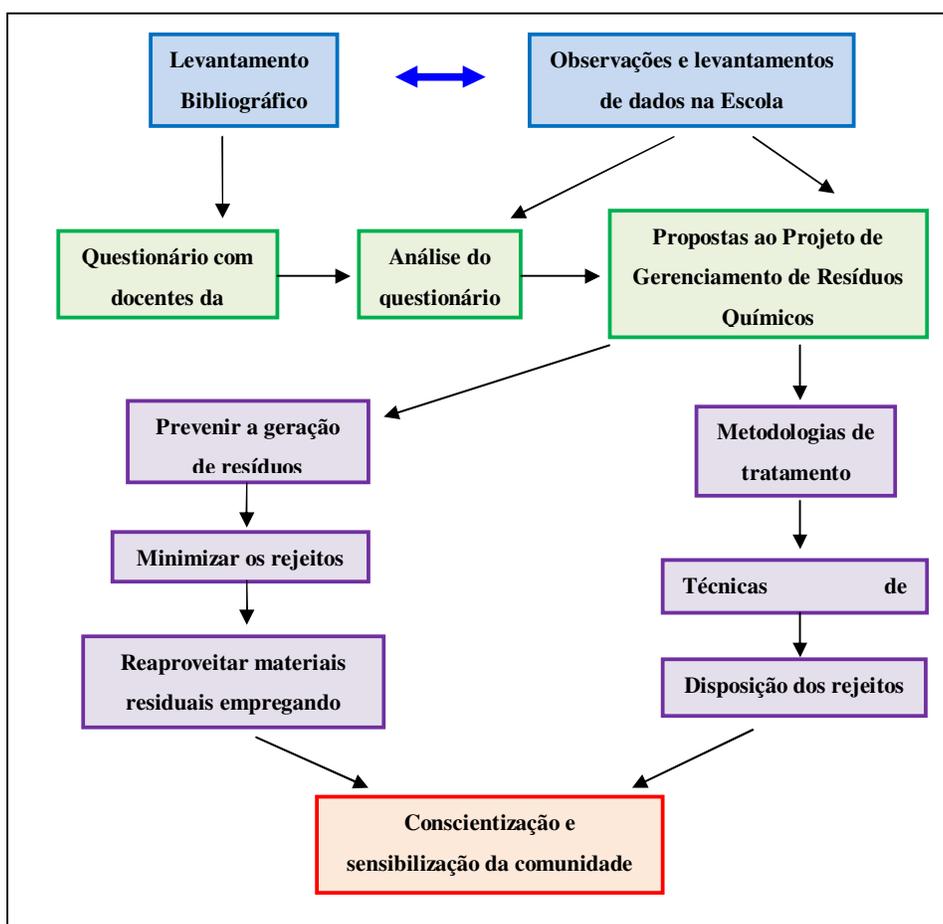


Figura 2. Fluxograma dos processos metodológicos.

5 RESULTADOS

Com a observação e pesquisa de campo, em uma das escolas de Nível Médio e Técnico de Londrina, foi possível diagnosticar a segregação imprópria dos resíduos laboratoriais, isso quando adotado algum tipo de separação, pois muitas vezes, esses resíduos eram descartados diretamente na pia (rede de esgoto) ou no lixo comum (para os sólidos), não sendo adotado nenhum tipo de tratamento prévio.

Com relação à pesquisa feita com os docentes, comprovou-se que a utilização de aulas experimentais, onde há a geração de resíduos químicos perigosos, é frequente nos cursos técnicos e em especial, nas disciplinas específicas de Química. Além disso, a maioria dos professores se preocupam com a geração de resíduos, mas possuem poucas instruções quanto à destinação final dessas substâncias.

O gerenciamento de resíduos perigosos é um processo complexo, logo, ele deve ser preferencialmente minimizado. De acordo com Figuerêdo (2006: 25) os materiais que são inevitavelmente gerados devem ser cuidadosamente coletados, inventariados, segregados, embalados, rotulados, armazenados, tratados e dispostos de acordo com as normas e regulamentos existentes. Geradores de quaisquer quantidades de materiais perigosos têm por obrigação ética e legal de minimizar e manejar corretamente os materiais residuais produzidos por suas atividades, seguidos pela hierarquia do PGRQ.

5.1 Estratégias para a Minimização do Volume e do Potencial Tóxico dos Resíduos Gerados

Antes de estabelecer quaisquer práticas de minimização de materiais residuais deve-se levar em consideração a não geração de resíduos químicos perigosos. Para isso, pode ser adotado, quando possível, a substituição de substâncias nocivas e/ou de experimentos.

Uma das formas para minimizar a geração de resíduos é a substituição de experimentos de macroescala para microescala; outra possibilidade é a substituição, quando possível, de substâncias perigosas - classificadas pela NBR 10.004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004:3).

Outro método sugerido para ser adotado é a elaboração de cadeias de experimentos em aulas, de modo que os produtos de uma prática sirvam de reagente na próxima, e assim, sucessivamente.

Para consolidar práticas de minimização, os professores deverão seguir alguns critérios de utilização racional, segura e ambientalmente adequada de produtos químicos. A teoria dos 3R's ou 4R's (Reduzir, Reusar, Reciclar e Recuperar) se enquadra perfeitamente nessa proposta para trabalhar Educação Ambiental em aulas de Química. Essas estratégias de minimização não deixam de produzir resíduos, entretanto, só pelo fato de os produzirem em menor quantidade e toxicidade, é considerado como essencial ao PGRQ.

5.2 Procedimentos para a Reutilização, Recuperação e/ou Reciclagem das Substâncias de Interesse

O reaproveitamento de resíduos é uma estratégia secundária de minimização de materiais residuais. Apesar de não reduzir a geração do material na fonte, é uma técnica importante para reduzir custos de aquisição de produtos químicos e a quantidade de rejeito a ser enviada para a disposição final. O reaproveitamento inclui o reuso, a reciclagem e a recuperação.

Alguns resíduos produzidos em laboratórios são passíveis de reuso, como soluções primárias para titulação; soluções ácidas; soluções básicas; combustíveis; solventes e catalisadores. Quando se refere à recuperação e reciclagem, alguns procedimentos complexos devem ser empregados, o que muitas vezes se inviabiliza nas Instituições de Ensino em estudo. Entre os principais resíduos viáveis de recuperação destacam-se os resíduos ricos em metais, principalmente de metais preciosos; combustíveis; catalisadores e solventes.

5.3 Armazenamento dos Resíduos Químicos

Procurou-se adaptar um modelo de rótulo para ser utilizado aos resíduos laboratoriais. O processo de rotulagem indicado a ser adotado deve conter a simbologia de risco do NFPA (*National Fire Protection Association*), dos EUA, também conhecido como "Diagrama de Hommel" ou "Diamante do Perigo". O modelo proposto foi adaptado pela USP – São Carlos de acordo com a Figura 3 (ALBERGUINI; SILVA; REZENDE, 2003: 292).

O correto armazenamento dos resíduos classificados devem seguir regras de compatibilidade do recipiente com a substância química; rotulagem padronizada; listagem de cada constituinte qualitativamente e quantitativamente (quando possível); metais pesados listados em concentração (mg L^{-1}); utilização de 90% do volume do recipiente; não misturar resíduos incompatíveis; disponibilização de uma ficha para cada recipiente de resíduo.

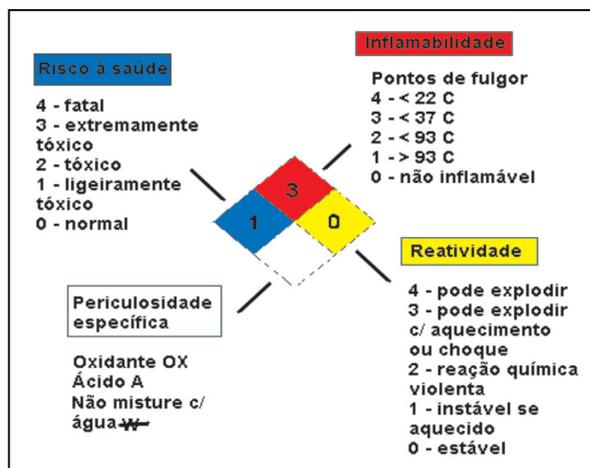


Figura 3. Diagrama de Hommel, indicado para rotulagem de resíduos.
 Fonte: Alberguini; Silva; Rezende (2003: 292).

O correto armazenamento dos resíduos classificados pode seguir algumas regras como:

- Verificar se o recipiente para armazenar o resíduo químico é compatível com o mesmo, por exemplo, não armazenar resíduos ácidos em recipientes metálicos; Consultar Anexo B.
- A rotulagem deve ser padronizada, utilizando nomes químicos ou nomenclatura IUPAC, evitando-se abreviaturas, nomes comerciais ou símbolos;
- Listar cada constituinte qualitativamente e quantitativamente (quando possível);
- Metais pesados devem ser listados em concentração mg L^{-1} ;
- Não encher o recipiente, utilizar no máximo 90 % do seu volume;
- Não misturar resíduos incompatíveis. Consultar Anexo A.

Além da rotulagem padrão dos resíduos, também pode ser disponibilizado uma ficha para cada recipiente de resíduo, com a intenção de informar os novos acréscimos de substâncias, com data, nome da substância química, concentração, o responsável, etc.

5.4 Propostas de Segregação dos Resíduos Químicos

A segregação correta facilita e dinamiza os trabalhos de minimização, recuperação/destruição e destinação. Assim, os resíduos devem ser separados em categorias, conforme sua toxicidade, reatividade e compatibilidade química. Substâncias que não se enquadram nas categorias propostas devem antes ser avaliadas quanto à compatibilidade química, ou armazenadas separadamente.

As sugestões de segregação dos resíduos químicos foram baseados na metodologia da UFSCar (MACHADO; SALVADOR, 2005: 8-9). Para isso, esse processo deve ocorrer em local ventilado, coberto e bem identificado, recomendando-se 16 grupos principais distintos para disposição:

- 1- Solventes não halogenados;
- 2- Solventes halogenados;
- 3- Fenol;
- 4- Soluções aquosas sem metais pesados;
- 5- Soluções aquosas contaminadas com solventes orgânicos;
- 6- Soluções aquosas com metais pesados;
- 7- Peróxidos orgânicos;
- 8- Sais;
- 9- Aminas;
- 10- Ácidos e bases;
- 11- Oxidantes;
- 12- Redutores;
- 13- Óleos especiais;
- 14- Misturas não classificadas;
- 15- Outros: Materiais diversos;
- 16- Materiais contaminados durante e após a realização de experimentos.

5.5 Compilação de metodologias para processos de tratamentos dos rejeitos

Existem diversas técnicas de tratamentos de materiais residuais para a recuperação ou diminuição da sua toxicidade. Dessa forma, para divulgar algumas técnicas de tratamento de resíduos foi elaborado um Guia com sugestões de metodologias, a ser disponibilizado à laboratórios das Instituições de Ensino em estudo. As metodologias divulgadas nesse Guia informam os resíduos que podem ser descartados em pia ou lixo, além de técnicas indicadas para tratamentos de soluções contendo metais, reações de neutralizações, oxi-redução, etc.

5.6 Sugestões de destinação final aos rejeitos químicos

Os resíduos químicos devem ser destinados a aterros industriais, incineradores ou empresas especializadas responsáveis. Porém, todos os métodos requerem recursos financeiros, que incapacita o laboratório de uma Escola pública.

Uma sugestão para a destinação desses rejeitos seria a criação de parcerias com outros órgãos estaduais no município, como Universidades ou Institutos de Pesquisas.

Como forma de garantir a eficiência e eficácia do PGRQ, após a sua elaboração, deve-se iniciar a etapa de conscientização e sensibilização da comunidade escolar, além de uma oportunidade para os professores receberem preparação e treinamento adequados com as etapas fundamentais do Projeto de Gerenciamento de Resíduos Químicos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho buscou atender as necessidades em gerenciar os resíduos ativos provenientes de atividades práticas de química; estas, na maioria, originárias de experimentos dos cursos profissionalizantes – Química e Meio Ambiente. Para isso, o aspecto fundamental desse estudo foi a elaboração de estratégias hierárquicas no processo de gerenciamento dos resíduos laboratoriais. Essa etapa estabeleceu uma escala de prioridades, dando ênfase na prevenção de resíduos. Além disso, através desse sistema de minimização e propostas de segregação, identificação, tratamentos e destinação final dos materiais residuais, os professores e alunos, de nível médio e técnico, têm a possibilidade de adquirirem uma consciência ética a respeito do descarte de produtos químicos.

A sensibilização é algo a ser trabalhada juntamente com a conscientização dos alunos, a qual esteja acompanhada de uma educação ambiental contextualizada. O gerenciamento de resíduos químicos é um assunto de extrema importância ambiental, mas também de conhecimentos específicos de carreira para esses alunos do curso Técnico em Química e



Técnico em Meio Ambiente. Contudo, pode ser utilizado instrumentos visuais informativos, e o envolvimento da comunidade escolar aos assuntos relacionados à gestão dos resíduos químicos. No entanto, como o projeto possui termos e metodologias complexos, pode ser mais produtivo a oferta de treinamentos e preparação adequada dos professores, com as etapas fundamentais do Projeto de Gerenciamento de Resíduos Químicos. Outra forma de colaborar com as informações do PGRS seria a elaboração de um manual contendo sugestões de para armazenagem dos resíduos, bem como sua destinação final e/ou tratamento.

Apesar de a Escola ser considerada uma pequena geradora foi importante a elaboração do seu plano de gerenciamento dos resíduos químicos produzidos, pois estes deverão ter uma destinação correta, além de oportunizar conhecimentos relevantes aos alunos, onde futuramente poderão utilizá-los.

Sendo assim, conclui-se que a implantação deste projeto é fundamental aos laboratórios dessas Instituições de Ensino. Isso porque, ele fornece conceitos e técnicas essenciais à minimização da poluição ambiental por produtos químicos, além de contribuir no processo de aprendizagem e formação do potencial socioambiental do aluno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBERGUINI, L. B. A.; SILVA, L. C.; REZENDE, M. O. O. Laboratório de Resíduos Químicos do Campus USP - São Carlos: Resultados da Experiência Pioneira em Gestão e Gerenciamento de Resíduos Químicos em um Campus Universitário. **Química Nova**. São Paulo, v. 26, n.2, p. 291-295. 2003.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10.004: Resíduos Sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, mai. 2004.
3. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 10 de jul. 2010.
4. FÁRIA, B. de A.; OLIVEIRA, S. M. de; SANTOS, A. de P. Tratamento de Resíduos de Aulas Práticas de Química. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer**. Goiânia, v.6, n.10, p. 1-7. 2010.
5. FIGUERÊDO, D. V. **Manual para Gestão de Resíduos Químicos Perigosos de Instituições de Ensino e de Pesquisa**. 1 ed. Belo Horizonte: Conselho Regional de Química de Minas Gerais, 2006. 364 p.
6. FONSECA, J. C. L. da. **Manual para Gerenciamento de Resíduos Perigosos**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 104 p.
7. GIL, E. de S. et al. Aspectos técnicos e legais do gerenciamento de resíduos químico-farmacêuticos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. São Paulo, v. 43, n. 1, p. 19-29, jan./mar. 2007.
8. GIMENEZ, S. M. N. et al. Diagnóstico das Condições de Laboratórios, Execução de Atividades Práticas e Resíduos Químicos Produzidos nas Escolas de Ensino Médio de Londrina – PR. **Química Nova na Escola**. São Paulo, n. 23, p. 32-36, mai. 2006.
9. Jardim, W. de F. Gerenciamento de Resíduos Químicos em Laboratórios de Ensino e Pesquisa. **Química Nova**. São Paulo, v. 21, n. 5, p. 671- 673, 1998.
10. LEI Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em:<http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/legislacao/federal/leis/1981_Lei_Fed_6938.pdf> Acesso em: 25 jul. 2010.
11. MACHADO, P. F. L.; MÓL, G. de S. Resíduos e Rejeitos de Aulas Experimentais: O que fazer? **Química Nova na Escola**. São Paulo, n. 29, p. 38-41, ago. 2008.
12. MACHADO, A. M. R.; SALVADOR, N. N. B. **Gestão de Resíduos Químicos – Normas de Procedimentos para Segregação, Identificação, Acondicionamento e Coleta de Resíduos Químicos**. São Carlos: UFSCAR, 2005. 36 p.
13. MICARONI, R. C da C. M. **Gestão de Resíduos em Laboratórios do Instituto de Química da UNICAMP**. 2002. 120 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química. Campinas.
14. NOGUEIRA, A. R. de A.; REGITANO, L. C. de A.; GONZALEZ, M. H. **Gerenciamento de Resíduos dos Laboratórios da Embrapa Sudeste**. Disponível em: <<http://www.cppse.embrapa.br/050pesquisa/laboratorio-de-tratamento-de-residuos-quimicos/artigoforum.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2010.
15. NOLASCO, F. R.; TAVARES, G. A.; BENDASSOLLI, J. A. Implantação de programas de Gerenciamento de Resíduos Químicos Laboratoriais em universidades: Análise Crítica e Recomendações. **Engenharia Sanitária Ambiental**. v.11, n. 2, p. 118-124, abr/jun. 2006.



16. PAIM, C.P.; PALMA, E.C.; EIFLER-LIMA, V.L. Gerenciar Resíduos Químicos: Uma Necessidade. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS: Caderno de Farmácia**. Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 23-31, 2002.