

ARTIGO

GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS GERADOS NO LABORATÓRIO DE QUÍMICA DO INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS – CAMPUS FORMIGA¹

Gregory Lenon Leite Viana²
Carine Flávia dos Reis
Ana Maria Teodora Coelhos Rios Silva

RESUMO

O trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um sistema padronizado de descarte de resíduos químicos gerados no laboratório de química do IFMG - *Campus* Formiga, com o intuito de conscientizar toda a comunidade acadêmica sobre a correta destinação dos resíduos, bem como incentivar a minimização desses, dos riscos e dos impactos ambientais. O gerenciamento de resíduos envolveu uma série de etapas, que englobaram a realização de um inventário, a proposição de medidas de minimização, a segregação, o acondicionamento, a rotulagem e o armazenamento dos resíduos. Cada uma destas etapas é importante para que se possa comprovar que o descarte dos resíduos químicos gerados em uma atividade foi efetuado de maneira correta.

Palavras-chave: Descarte de resíduos. Laboratório de química. Impactos ambientais.

1 INTRODUÇÃO

A geração de resíduos químicos não é exclusiva das indústrias, uma vez que laboratórios de universidades, escolas e institutos de pesquisa também são geradores de resíduos de elevada diversidade, mas de volume geralmente reduzido, quando comparado ao industrial, representando 1% do total de resíduos perigosos produzidos em um país em desenvolvimento (TAVARES; BENDASSOLLI, 2005).

De acordo com Silva, Soares e Afonso (2010), os resíduos químicos gerados nos laboratórios de instituições de ensino e pesquisa no Brasil foi por bastante tempo um tema muito pouco analisado. A gestão dos resíduos nas tarefas realizadas é inexistente na grande maioria desses laboratórios, e devido à falta de um órgão fiscalizador, continua a ser feito o

¹ **Como citar este artigo:** VIANA, Gregory Lenon Leite; REIS, Carine Flávia dos; SILVA, Ana Maria Teodora Coelhos Rios. Gerenciamento dos resíduos gerados no laboratório de química do Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* Formiga. **ForScience:** revista científica do IFMG, Formiga, v. 6, n. 3, e00358, jul./dez. 2018.

² **Autor para correspondência:** Gregory Lenon Leite Viana: gregorylenon9@gmail.com

descarte inadequado. Somente a partir da década de 1990 que essa questão passou a ser uma preocupação no Brasil devido à ausência de um gerenciamento apropriado para os mesmos. É importante ressaltar que esse assunto não se restringe apenas à adoção de práticas que visem à minimização e ao descarte dos resíduos gerados nas atividades laboratoriais, mas também a conscientização do fator humano, visto que não basta apenas dispor de rotas de descarte de resíduos se as pessoas não são parte ativa e integrante da gestão dos mesmos (ALBERGUINI; SILVA; REZENDE, 2003).

O descarte inadequado dos resíduos provenientes de laboratórios de institutos de ensino e instituições de pesquisa resulta em sérios riscos ambientais e acarreta problemas relacionados à boa qualidade de vida e preservação da natureza. Em muitas universidades o gerenciamento de resíduos produzidos em atividades rotineiras é inexistente e o descarte de resíduos gerados é, muitas vezes, praticado de forma inadequada (SILVA *et al.*, 2011).

Nesse intuito, as Instituições de Ensino Superior, como responsáveis pela formação de cidadãos, torna-se uma das principais interessadas em desenvolver uma conscientização ambiental em todos os envolvidos em uma unidade geradora, os discentes, docentes e técnicos.

A preocupação com a mudança de visão nos laboratórios químicos quanto ao estudo do descarte dos resíduos gerados e a redução do volume dos resíduos gerados é o tema deste projeto, com o intuito de minimizar, segregar, armazenar e descartar de maneira eficiente e ecologicamente correta os resíduos químicos do laboratório de Química do Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus Formiga*.

O objetivo geral deste trabalho é o desenvolvimento de uma sistemática padronizada de descarte dos resíduos gerados, provenientes do processamento realizados no laboratório de Química, a fim de conscientizar a comunidade interna do instituto sobre a correta destinação dos resíduos químicos.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Para que o descarte dos resíduos seja realizado da melhor forma possível faz-se necessário seguir uma série de etapas:

- **Realização de um inventário**

Consiste na verificação dos tipos de resíduos e das quantidades em que os mesmos são gerados.

- **Proposição de medidas de minimização**

De acordo com os dados do levantamento podem ser levantados critérios para a proposição de medidas de minimização, ou seja, ações que reduzam a quantidade ou a toxicidade de um ou mais resíduos antes de seu tratamento. Medidas de minimização também incluem a diminuição da escala de experimentos ou a substituição de processos ou de reagentes por outros que não façam uso ou não sejam perigosos.

- **Segregação**

A segregação de resíduos consiste na separação dos mesmos, de acordo com suas propriedades químicas, físicas e biológicas, com seu estado físico e seus tratamentos ou utilizações. O primeiro critério a ser considerado na segregação de um resíduo leva em consideração a sua periculosidade. Deve ser realizada a separação conforme a compatibilidade dos reagentes.

- **Acondicionamento**

Os resíduos químicos segregados deverão ser acondicionados em recipientes fisicamente resistentes e quimicamente compatíveis. Estes recipientes deverão ser apropriadamente rotulados e tampados e deverão, ainda, ser armazenados sobre bandejas de contenção para prevenir possíveis acidentes.

- **Rotulagem dos resíduos**

Os recipientes utilizados para o acondicionamento de resíduos deverão ser rotulados com etiquetas confeccionadas em material resistente ao manuseio e armazenagem do resíduo. As informações que constarem da etiqueta devem ser de fácil visualização e compreensão. Assim, os rótulos devem conter a inscrição “RESÍDUO PERIGOSO” ou “RESÍDUO QUÍMICO”, o nome do resíduo químico, bem como sua composição qualitativa, além de frases e símbolos de risco, o nome do responsável pela geração do resíduo, o volume armazenado e a data de armazenamento. (DI VITTA *et al.*, 2012).

- **Armazenamento e disposição final dos resíduos**

Quando os resíduos químicos não puderem ser tratados no laboratório de origem, devem ser armazenados temporariamente em abrigos, até que sejam retirados por uma empresa especializada, de modo que suas características e suas quantidades não se alterem. Este armazenamento não deve ser efetuado no laboratório, mas sim em local específico.

Cada uma destas etapas deve estar registrada para que se possa comprovar que o descarte dos resíduos químicos gerados em uma atividade foi efetuado de maneira correta.

2.2 Resultados

Para a implementação do projeto, primeiramente foi realizado um inventário a fim de quantificar e qualificar os resíduos presentes no laboratório, bem como verificar o local de armazenamento dos mesmos. A seguir estão apresentados no Quadro 1, os dados referentes aos resíduos armazenados no *campus*.

Identificação dos resíduos em cada recipiente	Quantidade aproximada em litros
NH₃, NH₄, HCl, Na₂CO₃, NaHCO₃, FeSO₄, H₂SO₄, KMnO₄, CuSO₄, MgCl, ZnCl, CaCl₂, KCl, AgNO₃, CuSO₄, MnO₂, BaCl₂	5 L
ZnCl₂, HCl, CuSO₄, FeCl₃, K₂CaO₄, KMnO, Pb	2,5 L
KCl, NaCl, LiCl, CaCl₂, SrCl₂, MgCl₂, ZnCl₂, Fe₂(SO₄)₃, CuSO₄, FeCl₃, AlCl₃	5 L
Mg(OH)₂, NH₃	100 mL
Ácido	5 L
Ácido + Metais pesados	5 L
Base	4 L
Sem identificação	5 L
Sem identificação	1 L

Quadro 1 - Resíduos identificados no laboratório de química
Fonte: Do autor (2018).

Os resíduos descartados estão armazenados em uma espécie de porão (parte das instalações do *Campus* - Formiga) onde eram mantidos em recipientes de desinfetantes. Além do local e dos recipientes serem inadequados, os frascos estavam mal identificados, com dois deles sem nenhuma identificação. Também foi observado que não utilizaram nenhum critério pré-determinado para realização dos descartes. Ao analisar o Quadro 1, nota-se que os principais reagentes utilizados no laboratório de Química do IFMG - *Campus* Formiga são das classes dos sais, ácidos e bases.

Foi criado um procedimento representado em forma de diagramas com a sequência a ser seguida para descarte dos resíduos químicos gerados no laboratório do IFMG - *Campus* Formiga. A seguir estão apresentados os diagramas com os procedimentos.

Para os resíduos de ácidos, os mesmos devem ser descartados em frascos de vidro caso não possam ser descartados na pia sob água corrente.

Deve-se realizar os procedimentos conforme o diagrama descrito na Figura. 1.

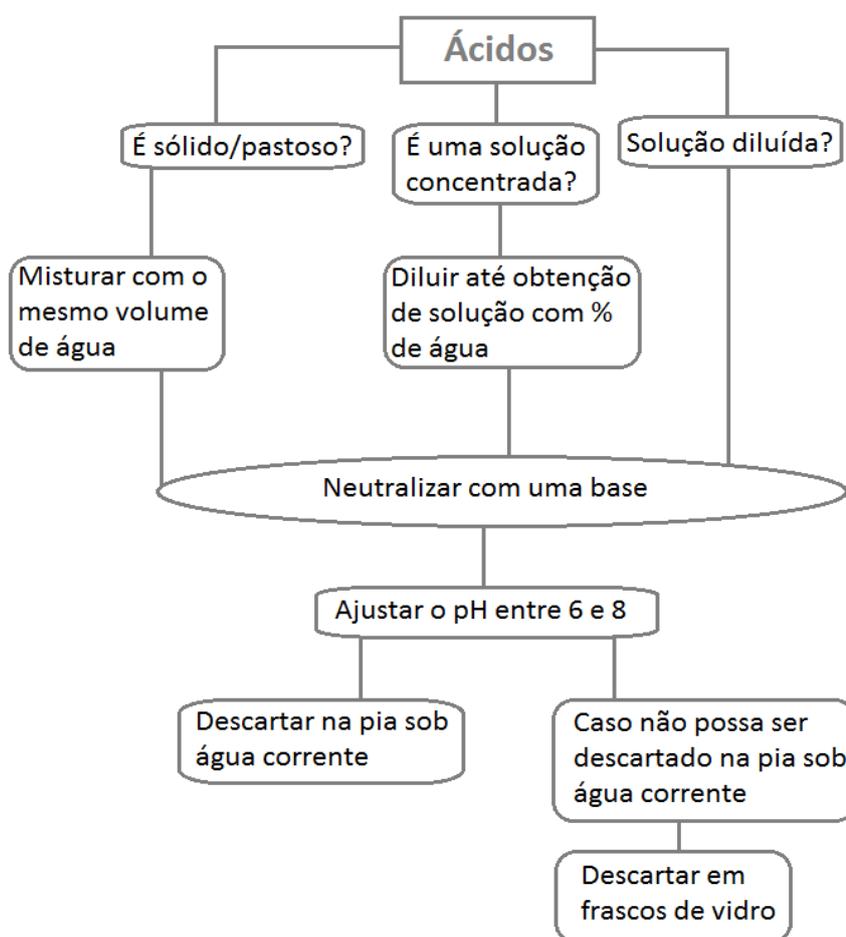


Figura 1 - Diagrama para resíduos de soluções ácidas.
Fonte: Do autor (2018).

Os resíduos de base (aminas, soluções de hidróxidos, soluções de alcoolatos, amônia, etc.) devem ser descartados em frascos de polietileno (plástico) caso não seja possível descartar na pia sob água corrente.

Deve-se realizar os procedimentos conforme o diagrama descrito na figura. 2.

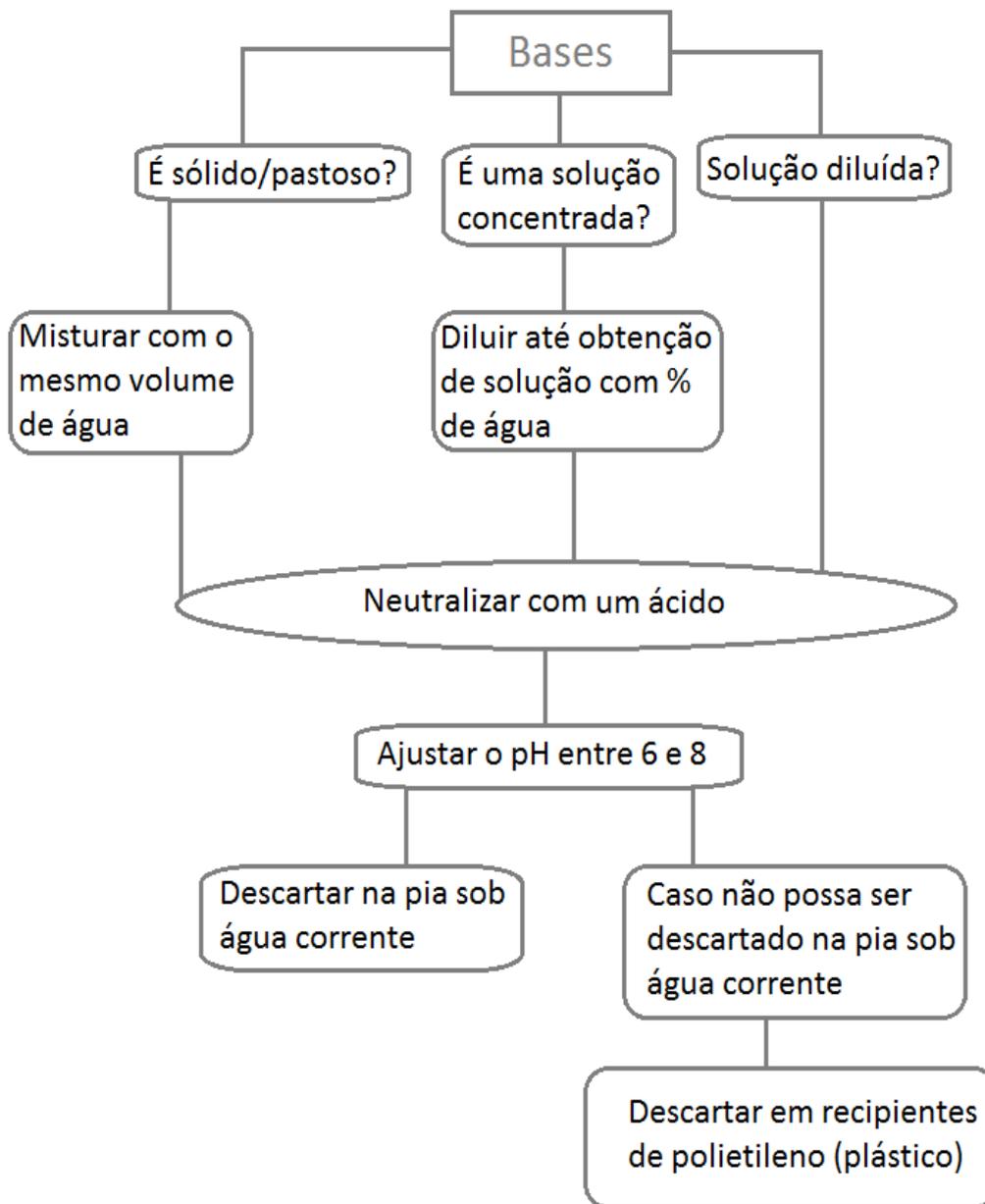


Figura 2 - Diagrama para resíduos de soluções básicas.
Fonte: Do autor (2018).

As soluções aquosas de sais inorgânicos de metais alcalinos e alcalinos terrosos não contaminados com outros produtos podem ser descartadas diretamente na rede de esgoto (TOMAZINI, 2012).

Já os resíduos químicos líquidos perigosos, caso não tenham sido misturados com outras substâncias, devem ser mantidos nas embalagens originais. Na impossibilidade da utilização da embalagem original e para acondicionar misturas, deverão ser usados galões e bombonas de plástico rígido fornecidos aos laboratórios, resistentes e com tampa rosqueada e vedante.

Para soluções de sais de metais de transição, estes podem ser misturados em recipientes identificados, respeitando-se as possíveis incompatibilidades. Cada recipiente deve ser corretamente identificado (TOMAZINI, 2012).

Os solventes orgânicos não halogenados, desde que não contenham material radioativo, podem ser misturados em recipiente identificado, respeitando-se as possíveis incompatibilidades (TOMAZINI, 2012).

Em soluções aquosas de solventes orgânicos (álcoois, formol, assim como rodamina B, brometo de etídio e iodeto de propídio em solução aquosa), podem ser misturados em recipientes identificados, respeitando-se as possíveis incompatibilidades (TOMAZINI, 2012).

Para solventes orgânicos halogenados, como tetracloreto de carbono, clorofórmio, diclorometano, dicloroetano, iodeto de bromo e iodeto de iodo derivados ou soluções orgânicas que os contenham, podem ser misturados em recipientes identificados, respeitando-se as possíveis incompatibilidades (TOMAZINI, 2012).

Deve-se realizar os procedimentos conforme o diagrama descrito na Figura. 3.

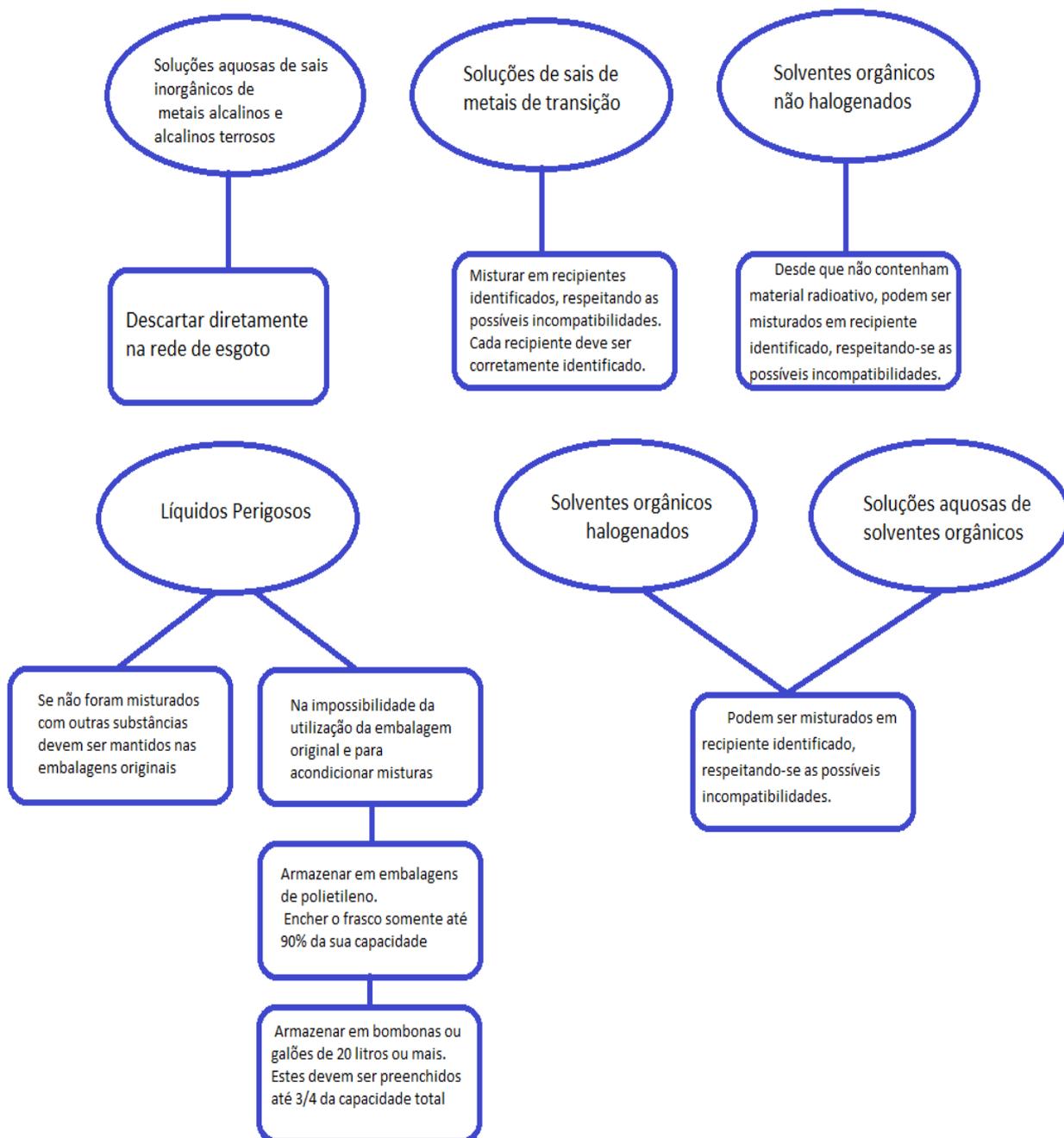


Figura 3 - Diagrama para demais soluções.
Fonte: Do autor (2018).

Caso sejam utilizados frascos de volume inferior a 20 litros, os mesmos deverão ser acondicionados em caixa de papelão de tamanho compatível, que será lacrada e identificada por meio da etiqueta para resíduos químicos (TOMAZINI, 2012).

Em cada caixa devem-se colocar apenas reagentes do mesmo grupo de risco como, álcoois - metanol, etanol, propanol, butanol, etc.; derivados de benzeno: benzeno, tolueno, xileno, etc.; hidrocarbonetos: hexano, heptano, éter de petróleo, etc.; bases: hidróxidos de

potássio, sódio, cálcio, entre outros, respeitando-se possíveis incompatibilidades dos produtos.

Não se deve aproveitar o espaço em uma caixa para colocação de substâncias de grupos diferentes e para evitar atrito entre os frascos, colocar jornal ou papelão entre eles (TOMAZINI, 2012).

Os resíduos do laboratório podem ser descartados em recipientes separados de acordo com o tipo de produto químico envolvido. Os recipientes podem ser rotulados de acordo com a programação descrita no Quadro 2 e rotulados com as letras A – I.

Categorias	Resíduos
A	Solventes orgânicos livres de halogênios e substâncias orgânicas em solução.
B	Solventes orgânicos contendo halogênio e substâncias orgânicas em solução. Não usar recipientes de alumínio.
C	Resíduos sólidos de produtos químicos orgânicos do laboratório.
D	Sais em solução; os conteúdos de tais recipientes devem ser ajustados para pH 6 - 8.
E	Resíduos inorgânicos tóxicos e sais de metais pesados e soluções.
F	Compostos inflamáveis tóxicos.
G	Mercúrio e resíduos de sais de mercúrio inorgânicos.
H	Resíduos de sal metálico; cada metal deve ser coletado separadamente.
I	Sólidos inorgânicos.

Quadro 2 - Classificação dos resíduos a serem descartados
Fonte: Dos autores (2018).

Ao fazer isso, é necessário garantir que os produtos químicos coletados em qualquer uma das categorias não tenham possibilidade de reagir uns com os outros. Pelo menos uma verificação deve ser feita para conteúdos ácidos e básicos (UNESP, 2009).

Os recipientes de coleta devem ser claramente etiquetados com os conteúdos, e fornecidos com os símbolos de riscos e frases de segurança, conforme a Figura. 4.



Figura 4 - Símbolos de perigo para utilizar nos rótulos
Fonte: Peter (2012).

É recomendado que aquelas substâncias que causem risco à saúde, bem como substâncias irritantes e tóxicas, sejam coletadas juntas; entretanto, dois recipientes, um para substâncias que causem risco à saúde e outro para substâncias venenosas (UNESP, 2009).

Para possibilitar que os resíduos do laboratório sejam dispostos adequadamente e para minimizar o efeito sobre as rotinas do laboratório, os recipientes de coleta para materiais descartados precisam ser:

- Aptos para suportar os produtos químicos envolvidos.
- Inquebráveis.
- Resistentes de vazamentos e de líquidos e gases.

Além disso, os seguintes pontos devem ser levados em consideração:

- Os recipientes devem ser alojados em um local bem ventilado. Os mesmos devem ser mantidos fechados para prevenir a evaporação de vapores prejudiciais.
- Selecionar recipientes de um tamanho que previna que o descarte seja mantido por muito tempo no local de armazenamento, diminuindo dessa maneira o risco de derramamento.
- Preencher os rótulos somente com caneta esferográfica azul ou preta. Deverão conter todas as informações sobre os componentes das misturas existentes no frasco, tanto os solutos como os solventes.
- Os rótulos deverão conter: o laboratório, o responsável pelo mesmo e a data do recolhimento; e deverão ser fixados nos frascos com a aplicação de cola plástica, e nunca com uso de fita adesiva, pois fita adesiva resseca com o tempo levando a perda do rótulo devido à estocagem.
- Selar as tampas dos recipientes de produtos voláteis em uso com filme inerte, para evitar odores ou a deterioração do mesmo. E ainda, não armazenar produtos químicos dentro da capela, nem no chão do laboratório.

3 CONCLUSÃO

Devido à notável relevância do descarte correto de resíduos químicos em um laboratório, este trabalho é parte de um sistema de gerenciamento de resíduos a ser implantado no laboratório de Química da instituição IFMG - *Campus* Formiga. Muitos aspectos positivos são destacados com a prática das suas atividades, mas entre esses, podemos destacar o desenvolvimento de novas técnicas para minimização da exposição aos riscos dos docentes, discentes e técnicos envolvidos no laboratório. Dentre os aspectos

positivos, este trabalho mostra a importância de estabelecer o gerenciamento dos seus resíduos e dos seus indicadores, para perpetuar e disseminar novas atitudes e condutas benéficas ao meio ambiente, pois serão incentivadas pelos responsáveis deste seguimento e aplicadas por pessoas que estão diretamente envolvidos na continuidade.

MANAGEMENT OF RESIDUES GENERATED IN THE CHEMISTRY LABORATORY OF THE FEDERAL INSTITUTE OF MINAS GERAIS - CAMPUS FORMIGA

ABSTRACT

The objective of the work was to develop a standardized system for the disposal of chemical residues generated in the IFMG-Campus Formiga chemistry laboratory, in order to make the entire academic community aware of the correct destination of waste, as well as to encourage waste minimization, environmental risks and impacts. Waste management involved a series of steps, including inventorying, proposing minimization measures, segregation, packaging, labeling of waste, storage and final disposal of waste. Each of these steps is important so that it can be verified that the disposal of the chemical residues generated in an activity was carried out correctly.

Keywords: Waste disposal. Chemistry lab. Environmental impacts.

REFERÊNCIAS

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, mar./abr. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422003000200026&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 jun. 2016.

DI VITTA, P. B. *et al.* Manuseio de produtos químicos e descarte de seus resíduos. In: HIRATA, M. H., HIRATA, R. D. C., MANCINI FILHO, J. (Ed.). **Manual de biossegurança**. Barueri: Manole, 2012. p. 67- 106.

PETER, L. **Segurança em laboratórios químicos**. [Blog] Química Técnica, 2012. Disponível em: <<http://quimicaleandropeter.blogspot.com.br/2012/05/em-construcao.html>>. Acesso em: 27 jun. 2016.

SILVA, A. F.; SOARES, T. R. S.; AFONSO, J. C. Gestão de resíduos de laboratório: uma abordagem para o ensino médio. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 1, 2010. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_1/08-PE-9208.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2016.

SILVA, P. H. O. da *et al.* Gestão de resíduos químicos gerados rotineiramente em aulas experimentais. **Revista de Ciência e Tecnologia do Vale do Mucuri**, n. 3, p. 34-47, 2011.

TAVARES, G.A.; BENDASSOLLI, J.A. Implantação de um programa de gerenciamento de resíduos químicos e águas servidas nos laboratórios de ensino e pesquisa no CENA/USP. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 732-738, jul./ago. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422005000400031>. Acesso em: 27 jun. 2016.

TOMAZINI, F. M. **Cartilha de orientação de descarte de resíduos no sistema FMUSP-HC**. São Paulo: FMUSP, 2012. Disponível em: <http://medicina.fm.usp.br/gdc/docs/grss_2_cartilha.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2016.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP. Faculdade de Ciências - *Campus* de Bauru. Comissão de Gerenciamento de Resíduos Químicos. [**Normas Laboratório de Gerenciamento de Resíduos Químicos**]. Bauru, 2009. Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/lvq/downloads/normas_laboratorio_gerenciamento_residuos.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2016.

DADOS DOS AUTORES

Gregory Lenon Leite Viana

E-mail: gregorylenon9@gmail.com

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8464501679369257>

Graduando em Engenharia Elétrica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus Formiga

Carine Flávia dos Reis

E-mail: carineflaviareis@gmail.com

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6579008375021559>

Graduando em Engenharia Elétrica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus Formiga

Ana Maria Teodora Coelhos Rios Silva

E-mail: anamaria.rios@ifmg.edu.br

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8406298928017347>

Doutorado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (2015). Mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal de São Carlos (2010). Graduação em Química (Bacharel e Licenciatura) pela Universidade Federal de Viçosa (2008). Atualmente é professora efetiva do Instituto Federal Minas Gerais- Campus Formiga. Tem experiência na área de Química e Engenharia Química (Processos de Cristalização e Polimerização).