

III-465 – ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DOS LABORATÓRIOS DA FACULDADE DE TECNOLOGIA UERJ

Denise Celeste Godoy de Andrade Rodrigues⁽¹⁾

Engenheira Química pela EQ/UFRJ. Mestrado em Biotecnologia Industrial pela EEL/USP. Doutorado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica pela FCF/USP. Docente da Faculdade de Tecnologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro UERJ. Docente do Centro Universitário de Volta Redonda UniFOA.

Thiago Muniz Magnani⁽²⁾

Graduando em Engenharia de Produção da Faculdade de Tecnologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro UERJ.

Mayra Fernandes Manzoni⁽³⁾

Graduanda em Engenharia de Produção da Faculdade de Tecnologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro UERJ.

Endereço⁽¹⁾: Rodovia Presidente Dutra, km 298 s/n – Polo Industrial - Resende - RJ- CEP: 27537-000 - Brasil - Tel: +55 (24) 99988693 - e-mail: denise.cgar@gmail.com

RESUMO

Os resíduos gerados pelos laboratórios de ensino e pesquisa das instituições de ensino superior, embora comparativamente menor que os das indústrias, são fonte de poluição ambiental. Estes geralmente são bastante diversificados, mas quase sempre tratáveis no próprio laboratório. Este trabalho mostra a abordagem realizada nos laboratórios da Faculdade de Tecnologia da UERJ, com vistas ao gerenciamento dos resíduos gerados nas disciplinas de Química I, Química II, Química Quantitativa e Análise Instrumental III. O levantamento foi realizado a partir de cálculos estequiométricos dos roteiros das aulas e tabulados em planilhas do Excel. O passivo do laboratório também foi catalogado e quantificado e será enviado para duas empresas da região para tratamento. O projeto ainda encontra-se em fase de finalização e no momento estão sendo definidas as formas de tratamento para cada resíduo, a fim de se implementar um plano de gerenciamento dos resíduos dos laboratórios em questão.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos químicos, Gerenciamento, destinação final.

INTRODUÇÃO

A geração de resíduos não é exclusividade das indústrias, uma vez que em laboratórios de universidades, escolas e institutos de pesquisa também são gerados resíduos de elevada diversidade e volume reduzido, mas que podem apresentar resíduos perigosos.

A discussão a respeito do gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa no Brasil começou nos anos de 1990, sendo de vital importância para as grandes instituições geradoras, incluindo as Universidades (AFONSO et al, 2003).

Atualmente a questão dos Resíduos Laboratoriais é um tema mundialmente discutido, principalmente nas universidades e centros de pesquisas de países desenvolvidos. Os principais centros de pesquisas na área de química vêm estudando alternativas para garantir a continuidade dos trabalhos, sem que para isso haja a necessidade de degradar o ambiente, ou seja, existe já há algum tempo a preocupação com o desenvolvimento sustentável (ALBERGUINI et al, 2003; AMARAL et al. 2001; NOLASCO et al, 2006, OTENIO et al, 2008; TAVARES e BENDASSOLLI, 2005).

A Faculdade de Tecnologia da UERJ, localizada no campus Resende, dispõe de diversos laboratórios de ensino e de pesquisa. Destes dois são utilizados em comum por diferentes disciplinas de graduação. Os resíduos gerados nas aulas práticas não recebem nenhum gerenciamento, sendo alguns destes armazenados em bombonas. Além disso, a localização em um Pólo Industrial, faz com que diferentes reagentes provenientes das indústrias locais sejam doados para os laboratórios.

Diante deste cenário pretende-se com este trabalho propor um Plano de Gerenciamento de Resíduos para os laboratórios do Departamento de Química e Ambiental (DEQA) da Faculdade de Tecnologia (FAT) da UERJ, campus Resende.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em etapas:

1. Resíduo Ativo: Levantamento qualitativo e quantitativo dos resíduos gerados nas aulas práticas de parte das disciplinas ministradas pelo Departamento de Química e Ambiental, utilizando os roteiros das práticas, analisando suas reações, conversando com os técnicos responsáveis pelos laboratórios, e por meio de cálculos estequiométricos;
2. Resíduo Passivo: Levantamento qualitativo e quantitativo dos resíduos armazenados, por meio de entrevistas com os técnicos responsáveis pelos laboratórios da instituição;
3. Caracterização de todos os resíduos (armazenados e produzidos nas práticas) e classificação com relação a seus diferentes tipos de tratamentos e descartes finais, por meio de pesquisas em programas de implementação de gerenciamento químico em outras universidades;
4. A partir da implementação dos tratamentos propostos na etapa anterior e algumas observações pode-se realizar uma leve minimização na geração dos resíduos.

Todos os dados levantados foram inseridos em planilhas dinâmicas no Excel, que permitem atualizar as quantidades de resíduos gerados a cada prática realizada.

As disciplinas selecionadas para esta fase do projeto foram: Química I, Química II, Química Quantitativa, Análise Instrumental III.

RESULTADOS

Iniciou-se com revisão bibliográfica a partir de normas, artigos científicos e manuais para a implementação deste tipo de programa. Em seguida foi realizado levantamento qualitativo e quantitativo dos resíduos gerados nas atividades laboratoriais e dos resíduos armazenados. Para esta etapa foi elaborada uma planilha Excel onde dados como quantidade e concentração de reagentes e produtos e nome das práticas foram inseridos.

Utilizando os roteiros das práticas, foi possível quantificar estequiometricamente os resíduos gerados nas atividades de laboratório. Os resíduos armazenados foram inventariados através de conversas e auxílio dos técnicos dos laboratórios. Com o levantamento dos dados concluído, deu-se início a busca por tratamentos e descarte adequados. Baseado na pesquisa bibliográfica implementou-se uma lista de classificação para os resíduos com relação a seus diferentes tipos de características, tratamentos e disposições. Com isso, a fase de minimização ficou simplificada, bastando que os técnicos e alunos sigam as instruções discriminadas na tabela desenvolvida no Excel. Baseado na planilha elaborada com os dados dos levantamentos, tratamentos e descarte dos resíduos, é possível minimizar a geração dos resíduos, com isso também torna mais viável uma futura proposta de parceria para as empresas da região, baseando-se nas quantidades e concentrações dos resíduos gerados e armazenados.

As Figuras 1 e 2 exemplificam parte dos resultados obtidos. Na Figura 1 é apresentado o levantamento parcial dos resíduos gerados nas aulas práticas da disciplina de Química 1. A Figura 2 mostra o levantamento dos resíduos armazenados no laboratório.

Química I						Responsável: Thiago Muniz
Práticas	Reagentes Químicos	Produtos de Reação	Resíduos Líquidos (mL/grupo)	Resíduos Sólidos (g/por grupo)	Observações	
2	Procedimentos Técnicos e Operações de Rotina experimento 2: Diluir soluções e transferir, utilizando pipetas. experimento 3: Decantar e filtrar soluções experimento 4: Filtração à pressão reduzida (demonstrativa)	• $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (sólido) • Na_2CO_3 (0,1 mol/L) • BaCO_3 • NaCl	• BaCl_2 (0,012 mol/L)	• 100mL BaCl_2 (0,012 mol/L)	X	X
				• 40mL NaCl (0,1mol/L) • 70mL BaCl_2 (0,12 mol/L)	• papel de filtro • 0,394g BaCO_3	Um dos grupos terá 20mL a menos em seu resíduo líquido de Cloreto de Bário, que será utilizado para a reação demonstrativa.
				• 40mL NaCl (0,1 mol/L)	• papel de filtro • 0,394g BaCO_3	X
3	Determinação do grau de hidratação de um sal	• CuSO_4 • MgSO_4 • BaCl_2	X	X	• 0,639g CuSO_4 • 0,488g MgSO_4 • 0,853g BaCl_2	X
4	Determinação da massa específica de sólidos e líquidos	• Alumínio (Al^3) • Cobre (Cu^2) • Chumbo (Pb^2) • Zinco (Zn^2)	X	X	X	Os pedaços dos metais são reutilizados em outras práticas.
		• Etanol • Glicerina	X	• 15 mL Etanol • 15mL Glicerina	X	X

Figura 1: Levantamento dos resíduos gerados nas aulas de Química I

Resíduos Armazenados				Responsável: Thiago M. Magnani
Resíduos	Quantidade (Litros)	Armazenamento	Observações	
1	Sulfato de Cobre (CuSO_4)	7	3 Bombonas com 2, 2 e 3 litros	Proveniente de química quantitativa
2	Sal de Cromo + Sulfato de Cobre (CuSO_4)	3	3 Bombonas com 2, 2,5 e 3 litros	Proveniente de análise instrumental
3	Dicromato ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)	4	1 Bombona com 3 litros	Proveniente de química quantitativa
4	Solventes Orgânicos	6	4 Bombonas com 1, 1, 2 e 2litros	
5	Cloreto de Bário (BaCl_2)	2	2 Bombona com 1 litro	

Figura 2: Levantamento dos resíduos armazenados no Laboratório

Outro resultado importante é a classificação dos resíduos com relação a seus diferentes tipos de tratamentos, muitos desses, facilmente realizados dentro dos laboratórios da universidade, tornando os resíduos inertes, habilitando o descarte nas redes de esgoto e como consequência, reduzindo o armazenamento de resíduos gerados.

A Figura 3 demonstra parcialmente a classificação dos resíduos com relação a seus diferentes de tratamentos.

Dentre os principais resultados obtidos podem ser citados todos os levantamentos descritos acima e realizados ao longo do projeto. Esses levantamentos são de suma importância para a implementação efetiva do gerenciamento dos resíduos, tendo em vista que a partir destes é possível realizar uma previsão clara e detalhada da geração de todos os resíduos químicos dos laboratórios de química da Faculdade de Tecnologia – UERJ em cada período letivo.

Classificação dos Resíduos				
Classificações		Resíduo	Fonte do Resíduo (nº da prática #. laboratório)	Tratamento
3	Ácidos e bases	44,4 mL HCl (0,6 mol/L)	6. química I	1. Soluções aquosas diluídas de ácidos e bases deverão ser colocadas em recipientes tipo béquer e neutralizadas dentro do laboratório onde foram geradas; 2. Soluções concentradas devem ser tratadas por pessoas capacitadas; 3. Depois de neutralizado o material poderá ser descartado na rede de esgoto. Quando a neutralização formar sais tóxicos estes deverão ser armazenados junto com os resíduos inorgânicos, metais pesados, cátions, ânions, etc. 4. O pH dos resíduos não deve ser inferior a 5 e superior a 9.
		22 mL NaOH (0,1 mol/L)	7. química I	
		23 mL H ₂ SO ₄ (0,005 mol/L)	1. química II	
		21 mL H ₂ SO ₄ (0,005 mol/L)	2. química II	
		25 mL HCl (0,1 mol/L)	1. química quantitativa	
		26 mL HCl (0,1 mol/L)	2. química quantitativa	
		25 mL NaOH (0,1 mol/L)	3. química quantitativa	
		22 mL NaOH (0,1 mol/L)	4. química quantitativa	
		22 mL NaOH (0,1 mol/L)	5. química quantitativa	
		40 mL NaOH (0,1 mol/L)	3. Instrumental 4	
		40 mL NaOH (0,1 mol/L)	4. Instrumental 4	

Figura 3: Exemplo de Classificação de Resíduos

Devido ao grande número de reagentes doados ao Laboratório de Química realizou-se um levantamento dos mesmos a fim de armazenar aqueles que serão utilizados e propor descarte ou armazenamento do restante.

Montou-se uma tabela a fim de indicar as práticas realizadas no Laboratório por disciplina e respectivos reagentes utilizados. Com esse passo, foi possível saber quais reagentes seriam armazenados e quais seriam descartados. Na Tabela 1 é mostrado parte do levantamento.

Tabela 1: Exemplo do levantamento realizado em relação aos reagentes estocados no laboratório

Reagente (Nome)		Disciplina	Prática	Caixa	Quantidade de frascos
Acetato de Etila		Físico- Química	Hidrólise Catalisada de um Éster	17	2
Acetato de Sódio	0,1 mol/L	Análise Instrumental 3	Determinação de Ferro em água	1/11	5
			Determinação da Composição de Complexos		
Ácido Fosfórico	comercial	Química Quantitativa	Dosagem do Teor de H ₃ PO ₄ no Ácido Fosfórico Comercial	12/18	10
Ácido Nítrico	concentrado	Química Orgânica	Ácido Pírico	12	2
	1:2	Análise Instrumental 3	Determinação de Cloreto em Soro Fisiológico		
Ácido Sulfúrico	0,1 mol/L	Química 1	Oxirredução	18	3

Dos reagentes recebidos por doação, 36 serão armazenados para utilização e 127 reagentes serão descartados como resíduos. Para o descarte, aqueles que puderem serão devidamente tratados no laboratório e posteriormente descartados. Os demais serão rotulados e enviados para duas indústrias químicas da região para tratamento e descarte.

O passivo existente hoje no departamento foi devidamente rotulado e será tratado ou enviado para as mesmas empresas, juntamente com os reagentes recebidos em doação, citados anteriormente. Este passivo tende a diminuir ou mesmo a acabar com a implementação do processo de rotulagem e identificação adequadas, como observado por Afonso et al (2002).

CONCLUSÕES

Conclui-se que esta etapa do trabalho foi realizada com sucesso dentro do prazo estipulado, sendo este de extrema importância para a FAT, uma vez que torna suas atividades laboratoriais mais sustentáveis o que nos dias de hoje é extremamente respeitado. Acreditamos que o projeto terá impactos positivos sobre a formação dos funcionários, professores e alunos e também sobre o meio ambiente e custos do programa de gestão de resíduos.

Esta fase do projeto será finalizada até julho deste ano, com a conclusão da rotulagem e destinação adequada do passivo atual do departamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AFONSO, J. C., NORONHA, L. A.; FELIPE, R. P.; FREIDINGER, N. Gerenciamento de resíduos laboratoriais: recuperação de elementos e preparo para descarte final *Quim. Nova*, v.26, n.4, p.602-611, 2002.
2. ALBERGUINI, L. B.; SILVA, L. S.; REZENDE, M. A. O. Laboratório de Resíduos Químicos do Campus USP - São Carlos - Resultados da experiência pioneira em gestão e gerenciamento de resíduos em um campo universitário. *Quim. Nova*, v.26, p.291-295, 2003.
3. AMARAL, S. T.; MACHAD, P. F. L.; PERALBA, M. C. R.; CAMARA, M. R.; SANTOS, T.; BERLEZE, L.; FALCÃO, H. L.; MARTINELLI, M.; GONÇALVES, R. S.; OLIVEIRA, E. R.; BRASIL, J. L.; ARAÚJO, M. A.; BORGES, A. C. Relato de uma experiência: recuperação e cadastramento de resíduos dos laboratórios de graduação do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. *Quim. Nova*, v.24, p.419-423, 2001.
4. NOLASCO, F. R.; TAVARES, G. A.; BENDASSOLLI, J. A. Implantação de programas de gerenciamento de resíduos químicos laboratoriais em Universidades: análise crítica e recomendações. *Eng. sanit. ambient.*, v.11, n. 2, p. 118-124, 2006.
5. OTENIO, M. H.; SANTOS, A. O.; GUIMARÃES, M. F. M.; OTENIO, C. C. M.; NOGUEIRA, C. P. Gerenciamento de resíduos biológicos em instituições de pesquisa científica. Um estudo de caso. *Infarma*, v.20, p.35-40, 2008.
6. 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 cna/USP *Quim. Nova*, v. 28, n. 4, p. 732-738, 2005.