

ESTADO DA ARTE ACERCA DA TEMÁTICA GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS LABORATORIAIS COM FINS DE REUTILIZAÇÃO E DESCARTE CORRETO PUBLICADOS NA REVISTA QUÍMICA NOVA, ENTRE O ANO 2000 E JULHO DE 2014

Leandro Henrique Ribeiro Varão^{1*}, Renato Gomes Santos¹, Thiago Alves Lopes Silva¹, Laurienny
Araújo da Silva²

¹Docentes da Secretaria Estadual de Educação do Estado de Goiás - Subsecretaria Regional de Itumbiara-GO, *franzleandro_16@yahoo.com.br, ²Técnica em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus- Itumbiara, Discente do cursode Bacharelado em Química industrial pelo ILES/ULBRA – Itumbiara.

RESUMO – Neste trabalho de revisão apresenta-se o estado da arte baseado na avaliação, dentre artigos publicados na revista Química Nova, entre janeiro de 2000 e julho de 2014, de produções relativas à temática “Gerenciamento de resíduos laboratoriais”, com enfoque na gestão daqueles oriundos de aulas práticas e/ou atividades experimentais, em instituições de ensino e pesquisa. Tendo como horizonte seu tratamento para descarte final adequado ou sua reutilização como insumo, no mesmo processo em que foram gerados ou em outras atividades. Foram analisados vinte e três artigos, dos quais dezoito abordavam a questão levantada neste trabalho. Sendo que dois tratam do descarte final apropriado; quatorze compreendem o tratamento dos resíduos para posterior reutilização destes como insumos em outros procedimentos ou nos mesmos em que foram gerados; e duas obras tem como base a oferta de disciplinas optativas em cursos de graduação ligadas ao tratamento de resíduos.

PALAVRAS-CHAVE: Gerenciamento, Resíduos, Instituições de ensino.

INTRODUÇÃO

A questão ambiental é cada vez mais debatida entre os vários seguimentos da sociedade, afinal o futuro da humanidade depende da relação existente entre a natureza e a utilização pelo homem dos recursos naturais. Nos últimos anos tem aumentado a conscientização por parte de indústrias, instituições acadêmicas e dos órgãos

governamentais acerca da necessidade de se tratar de forma adequada os resíduos gerados em suas atividades (AMARAL *et al.*, 2001). De modo geral, as indústrias são as maiores geradoras de resíduos químicos, tanto em volume quanto em periculosidade; entretanto, essa geração não é exclusividade das indústrias, uma vez que laboratórios de universidades, escolas e institutos de pesquisa também geram resíduos de elevada diversidade, mas em volume reduzido, podendo representar 1% do total dos resíduos perigosos produzidos em um país desenvolvido (ASHBROOK; REINHARDT, 1985; TAVARES; BENDASSOLI, 2005).

A ausência de órgão fiscalizador nos âmbitos nacional, estadual e municipal, sobretudo os dois primeiros, somada à falta de visão das instituições de ensino superior do país contribuiu para que estes materiais, durante muitos anos, fossem descartados de forma indiscriminada em locais como pias dos laboratórios e aterros sanitários. Contudo, a partir dos anos 1990 surgiram os primeiros programas de gerenciamento de resíduos no Brasil e essa realidade começou a ser repensada (AFONSO *et al.*, 2003).

Resíduo é definido como qualquer material líquido, sólido, gasoso, ou resíduos de lamas que não é ou será mais usado e possua propriedades perigosas ou potencialmente nocivas à saúde humana e ao meio ambiente, seja sozinho ou em contato com outros materiais ou resíduos. Podem ser, por exemplo, compostos quimicamente

ativos, tóxicos, explosivos ou corrosivos (EPA, 1998; FORTI; ALCAIDE, 2011).

Tendo em vista os possíveis impactos ambientais do descarte irregular de efluentes contendo reagentes e produtos de reações em laboratório de ensino de química, faz-se necessário refletir sobre a utilização de rotinas de gerenciamento para o tratamento e reutilização destes materiais. Segundo Gerbase, Coelho e Machado (2005), no Brasil ainda predomina a cultura de descartar os resíduos gerados nas aulas práticas/experimentais diretamente nas pias dos laboratórios, pois a maioria das instituições públicas, de ensino e pesquisa do país não possuem políticas institucionais claras que possibilitem solucionar integralmente essa questão.

Os resíduos gerados nestas atividades são basicamente sólidos e líquidos e sua periculosidade se deve principalmente a características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. Dentre estes resíduos estão diversos tipos de solventes orgânicos: etanol, metanol, acetonitrila, acetona, entre outros; metais pesados como: mercúrio, cádmio, chumbo, níquel e cromo; soluções ácidas contendo, por exemplo, ácido acético, ácido sulfúrico e ácido clorídrico. Estes resíduos são dispensados em recipientes e muitas vezes misturados, o que dificulta o gerenciamento e o tratamento dos mesmos. Desse modo, resíduos perigosos podem ser misturados a outros de mesma espécie ou mesmo a resíduos não perigosos antes de receber o devido tratamento ou eliminação (JARDIM, 1998; EPA, 2000; TAVARES; BENDASSOLLI, 2005).

Quando descartados diretamente no meio ambiente estes resíduos contaminam o solo, os cursos d'água, os lençóis freáticos, atingem à fauna e a flora, e, através da cadeia alimentar, afetam o homem. A exposição contínua a metais como arsênio, chumbo, cádmio e mercúrio, por exemplo, provoca o surgimento de doenças de pele e problemas respiratórios; enfraquecimento ósseo; perda

de olfato, visão e audição; tremores, vertigens, irritabilidade e depressão; afetam o sistema nervoso, a medula óssea, o fígado e os rins; causa mutação genética e até câncer (MANAHAN, 2000; VAITSMAN; VAITSMAN, 2006).

Portanto, universidades e centros de pesquisa, enquanto modelos representativos frente à sociedade e geradoras de resíduos, necessitam discutir e elaborar soluções para minimizar e/ou eliminar possíveis danos socioambientais que suas atividades de pesquisa e extensão possam causar. Assim, devem desenvolver rotinas laboratoriais que diminuam a produção de resíduos, bem como adotar rotinas que possam ser utilizadas nos produtos finais de suas atividades, com o intuito de reutilizar ou destinar corretamente os mesmos, minimizando os impactos ambientais que esses materiais podem causar quando descartados diretamente no meio ambiente (JARDIM, 1998; DEMAMANet *al.*, 2004).

Neste sentido, o presente trabalho teve como finalidade realizar levantamento bibliográfico que consistiu prioritariamente na busca dentre artigos publicados na revista Química Nova, principal periódico dedicado às demandas relativas à Química no país, de produções relativas à temática “Gerenciamento de resíduos laboratoriais”, com enfoque na gestão daqueles oriundos de aulas práticas e/ou atividades experimentais, em instituições de ensino e pesquisa. Tendo como horizonte seu tratamento para descarte final adequado ou sua reutilização como insumo, no mesmo processo em que foram gerados ou em outras atividades.

METODOLOGIA

Inicialmente, realizou-se uma leitura de reconhecimento com o objetivo de se obter uma visão geral do tema e verificar a existência de outros trabalhos com o mesmo assunto. Para realizar essa etapa utilizou-se as seguintes palavras-chave: resíduos, resíduos laboratoriais, gerenciamento de resíduos. Posteriormente, desenvolveu-se a

seleção das fontes, as quais forneceram os materiais que fundamentaram à pesquisa e à solução do problema proposto. Analisou-se vinte e três artigos de diferentes autores, regiões do país, instituições de ensino e publicados em distintos cadernos da revista Química Nova; todos em português, disponíveis na *internet*, no sítio do referido periódico (<http://quimicanova.sbq.org.br/>), publicados no período de janeiro de 2000 a julho de 2014.

Desse total, dezoito obras forneceram as informações compreendidas por este trabalho e foram, portanto, abordados no seu desenvolvimento. Os seguintes descritores foram aplicados: gerenciamento; resíduos; tratamento; resíduos químicos; resíduos laboratoriais; gerenciamento de resíduos; gestão de resíduos; tratamento de resíduos; gerenciamento de resíduos laboratoriais; gestão de resíduos químicos; tratamento de resíduos laboratoriais; gestão de resíduos laboratoriais.

Para a seleção das fontes, foram consideradas como critério de inclusão os artigos que abordassem o objeto da pesquisa em questão e consequente temática, e foram excluídas aquelas que não atenderam a temática.

A coleta de dados seguiu a seguinte premissa: I) Leitura de reconhecimento do material selecionado (leitura rápida com objetivo de verificar se a obra consultada era de interesse para o trabalho); II) Leitura seletiva (leitura aprofundada das partes de interesse); III) Registro das informações extraídas das fontes em instrumento específico (autores, ano, método, resultados e conclusões).

Para a análise e interpretação dos resultados, realizou-se leitura analítica a fim de ordenar e sumariar as informações contidas nas fontes, de forma que estas possibilitassem a obtenção de respostas ao problema da pesquisa.

No que concerne à discussão dos resultados obtidos, categorias que emergiram da etapa anterior foram analisadas e

discutidas a partir do referencial teórico relativo à temática do estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os artigos analisados, dezoito forneceram as informações compreendidas por este trabalho. Nesse sentido, verificou-se dois trabalhos alicerçados essencialmente na preparação dos resíduos para disposição final adequada, sem ênfase na reutilização dos mesmos em outros procedimentos. Sendo que um dedica-se à coleta e tratamento para posterior co-processamento dos resíduos em forno de cimento; enquanto o outro pauta-se no tratamento para descarte adequado na rede de esgoto e também para a incineração de alguns materiais.

Para além de sobrepujar a segregação e minimização da quantidade de resíduos que necessitam de descarte definitivo, quatorze obras apresentaram como finalidade o desenvolvimento de rotas de processamento para resíduos (sobretudo metais) produzidos em atividades experimentais com vistas a recuperação e reutilização destes materiais como matéria-prima no mesmo processo em que foram gerados ou em outras atividades. Muitos destes trabalhos também abordam aspectos relativos à implantação de programas de gestão de resíduos químicos laboratoriais em unidades de ensino.

Ademais, dois dos artigos utilizados enfocam basicamente a oferta de disciplinas optativas, em cursos de graduação, relacionadas à gestão e ao tratamento de resíduos químicos gerados em atividades experimentais e de outros coletados e estocados.

CONCLUSÕES

Constatou-se, a partir dos resultados obtidos, que a maioria dos artigos publicados no período compreendido por este trabalho dedica-se ao tratamento dos resíduos, de modo a vislumbrar sua reutilização como insumo tanto nos processos em que foram gerados quanto em outros procedimentos. O que denota que as instituições e profissionais

químicos estão cada vez mais comprometidos com os princípios da Química Verde, em especial: prevenção, redução, recuperação e reutilização.

Destaca-se que o tratamento dos resíduos mostra-se bastante viável, tanto no âmbito financeiro, quanto operacional. Haja vista, que pode-se utilizar reagentes e equipamentos dos próprios laboratórios das instituições. Ademais, no tratamento químico são empregadas técnicas convencionais, como, precipitação química, oxirredução e neutralização.

Além disso, a gestão correta de resíduos laboratoriais possibilita o treinamento e o desenvolvimento de atitude ética, no que tange ao uso e ao descarte de resíduos, para pesquisadores, estudantes e funcionários das instituições de ensino. Além do ganho socioambiental propiciado, afinal, durante o processo de tratamento, diversas soluções residuais, contendo, sobretudo metais e agentes oxidantes fortes, deixam de ser lançadas diretamente na rede de esgoto, evitando, pois, cenários de degradação ambiental; bem como diminui a possibilidade de contaminação de populações vizinhas aos locais geradores de resíduos, seja através da exposição contínua, da ingestão de água ou alimentos contaminados por espécies perigosas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO, J. C. et al. Gerenciamento de resíduos laboratoriais: recuperação de elementos e preparo para descarte final. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 602–611, jul/ago. 2003.
- AMARAL, S. T. et al. 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. **Química Nova**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 419–423, maio/jun. 2001.
- ASHBROOK, P. C.; REINHARDT, P. A. Hazardous wastes in academia. **Environmental Science and Technology**, Easton, v. 19, n. 12, p. 1150–1155, fev. 1985.
- DEMAMAN, A. S. et al. Programa de Gerenciamento de Resíduos dos Laboratórios de Graduação da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus Erechim. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 674–677, jul/ago. 2004.
- EPA– UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Identifying Hazardous Waste**. 1998. Disponível em: <<http://migre.me/8ebLR>>. Acesso em: 23 set. 2014.
- _____. **What Makes a Waste Hazardous?** 2000. Disponível em: <<http://migre.me/8ebZX>>. Acesso em: 21 set. 2014.
- FORTI, M. C.; ALCAIDE, R. L. M. **Normas de procedimentos para separação, identificação, acondicionamento e tratamento de resíduos químicos do Laboratório de Aerossóis, Soluções Aquosas e Tecnologias – LAQUATEC**. 2005. INPE: São José dos Campos, 2011.
- GERBASE, A. E.; COELHO, F. S.; MACHADO, P. F. L. Gerenciamentos de Resíduos Químicos em Instituições de Ensino e Pesquisa. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 1, jan/fev. 2005.
- 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, set/out. 1998.
- MANAHAN, S. E. **Environmental Chemistry**. 7 ed. Boca Raton: CRC Press LLC, 2000.
- 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.
- VAITSMAN, E. P.; VAITSMAN, D. S. **Química e meio ambiente: Ensino contextualizado**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.