



Educação ambiental como instrumento para minimização de resíduos químicos em uma instituição de Ensino Superior

Environmental education as an instrument for minimizing chemical waste in a higher education institution

GAUZA, Olga R. 1; BASILIO, Mariana 2; NAGALLI, André 3 e BARBOSA, Valma M. 4

Recebido: 27/09/2019 • Aprovado: 15/01/2020 • Publicado 31/01/2020

Conteúdo

1. Introdução
2. Metodologia
3. Resultados
4. Conclusões

Referências bibliográficas

RESUMO:

O presente trabalho tem por objetivo verificar a repercussão de ações de educação ambiental sobre o processo de gerenciamento de resíduos químicos em uma instituição de ensino superior. Avaliou-se o impacto de atividades de educação ambiental sobre a geração dos resíduos. Evidenciou-se que as orientações e treinamentos aplicados aos usuários e responsáveis pelos laboratórios foram fundamentais na redução da quantidade e periculosidade dos resíduos gerados e proposição de estratégias de racionalização das práticas de ensino.

Palavras chave: Química Verde; Laboratórios de Química; Ecoeficiência

ABSTRACT:

This paper aims to verify the repercussion of environmental education actions on the chemical waste management process in a higher education institution. The impact of environmental education activities on waste generation was evaluated. It was evidenced that the orientations and training applied to the users and those responsible for the laboratories were fundamental in reducing the amount and hazardousness of the generated residues and proposing strategies to rationalize the teaching practices.

Keywords: Chemical waste; Chemistry laboratories; Eco-efficiency

1. Introdução

A preocupação ambiental começou a ser discutida com mais profundidade apenas nas últimas três décadas do século XX (SEIFFERT, 2005; BARBIERI, 2004), principalmente no que diz respeito à degradação do ambiente provocada pelo homem e à conservação dos recursos naturais (DRUZZIAN; SANTOS, 2006).

Com o passar dos anos, observa-se uma crescente conscientização da necessidade de tratamentos eficazes ou de um destino adequado para os resíduos químicos produzidos pelas instituições acadêmicas e demais setores produtivos da sociedade (KREMER, 2014).

Os laboratórios de Química das Instituições de Ensino Superior (IES) são responsáveis pela geração de uma grande variedade de resíduos, provenientes das atividades de ensino e pesquisa. Esses resíduos possuem uma composição bastante variada, e diferenciam-se daqueles gerados pelas indústrias por apresentarem baixo volume e grande diversidade em sua composição, o que

dificulta o estabelecimento de um procedimento padrão para tratamento químico ou disposição final destes (GERBASE et al., 2005).

As Instituições de Ensino Superior (IES), reconhecendo os impactos de suas atividades sobre o meio ambiente, assumiram também a iniciativa de procurar formas de atenuação destes (ALMEIDA, 2016). Em razão disso que nos últimos anos, as IES do Brasil têm voltado sua atenção aos resíduos químicos gerados nas atividades de ensino e pesquisa (LEITE, 2017).

No Brasil, a iniciativa em gerenciar resíduos químicos nas universidades se deu em meados dos anos 90 (SILVA, 2008), publicações apresentam várias instituições que implementaram ações voltadas para perspectiva do gerenciamento de seus resíduos, das quais destaca-se o Departamento de Química da Universidade Federal do Paraná - campus Curitiba.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº12.305/2010, como um marco regulatório para a problemática dos resíduos sólidos, contempla novas alternativas para a destinação adequada dos insumos, considerando o bem estar social e, ao mesmo tempo, a sustentabilidade sob os pontos de vista ambiental, social e econômico (BRASIL, 2010).

Por meio da ecoeficiência, é possível atribuir às IES uma nova consciência ambiental, a qual preconiza que a preocupação com as questões ambientais também é uma forma inteligente de redução de custo. A busca da Ecoeficiência envolve a racionalização do uso dos recursos naturais, bem como a minimização da geração e do descarte de resíduos, efluentes e emissões atmosféricas.

Na concepção de Almeida (2007), os elementos da ecoeficiência são: (1) reduzir o consumo de materiais com bens e serviços; (2) reduzir o consumo de energia com bens e serviços; (3) reduzir a dispersão de substâncias tóxicas; (4) intensificar a reciclagem de materiais; (5) maximizar o uso sustentável de recursos renováveis; (6) prolongar a durabilidade dos produtos; (7) agregar valor aos bens e serviços.

A geração de resíduos e rejeitos é um fato inerente à experimentação no ensino de química, sendo relevante a preocupação com o gerenciamento dos materiais residuais gerados em aulas experimentais de química, apontando formas adequadas para a redução do consumo, principalmente de reagentes, evitando desperdícios e custos desnecessários.

Com as recentes discussões, por parte das instituições acadêmicas, sobre a importância da educação ambiental e não geração de resíduos químicos é necessário um diagnóstico e plano de ação, para a gestão de resíduos de laboratório nas universidades. Este trabalho teve como objetivo verificar a repercussão de ações de educação ambiental sobre o processo de gerenciamento de resíduos químicos em uma IES.

2. Metodologia

Esta pesquisa é de natureza aplicada, com o objetivo de diagnosticar e descrever criticamente um cenário, contribuindo para a melhoria deste. Assim, a abordagem escolhida foi estudo de caso, que teve como foco os laboratórios de química em uma IES, a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, em Curitiba, Estado do Paraná.

A metodologia utilizada para a realização desse artigo consistiu em levantamento bibliográfico a partir das publicações de artigos nacionais de gestão e gerenciamento dos resíduos químicos em IES. A partir do material bibliográfico coletado foram extraídos exemplos práticos para evidenciar as boas práticas e seus ganhos ambientais, assim como identificar tendências e lacunas de conhecimento. Finalmente, apresentando ações buscando destacar como essas experiências podem ajudar na gestão e no gerenciamento dos resíduos químicos nas IES.

Em relação aos resíduos de laboratório da UTFPR, uma das primeiras ações foi a elaboração do Manual de Resíduos, assim como seminários e palestras referentes a forma correta de como descartar os resíduos e como é importante a minimização de reagentes e resíduos.

Para verificar a evolução da geração dos resíduos com o passar dos anos, foram levantados e analisados os inventários disponíveis, que abrangeram o período de 2008 a 2016. Em seguida, realizou-se o inventário dos resíduos gerados no período de 2017 a 2018 para se ter o diagnóstico atual. Promoveu-se então o diagnóstico pela análise do inventário de resíduos sólidos, e documentos de gestão (planos, rotinas de controle, documentos de descarte de resíduos, etc.).

O quantitativo de dados levantados foi realizado nos 41 (quarenta e um) laboratórios de ensino e/ou pesquisa do Departamento Acadêmico de Química e Biologia (DAQBI) da UTFPR - Câmpus Curitiba.

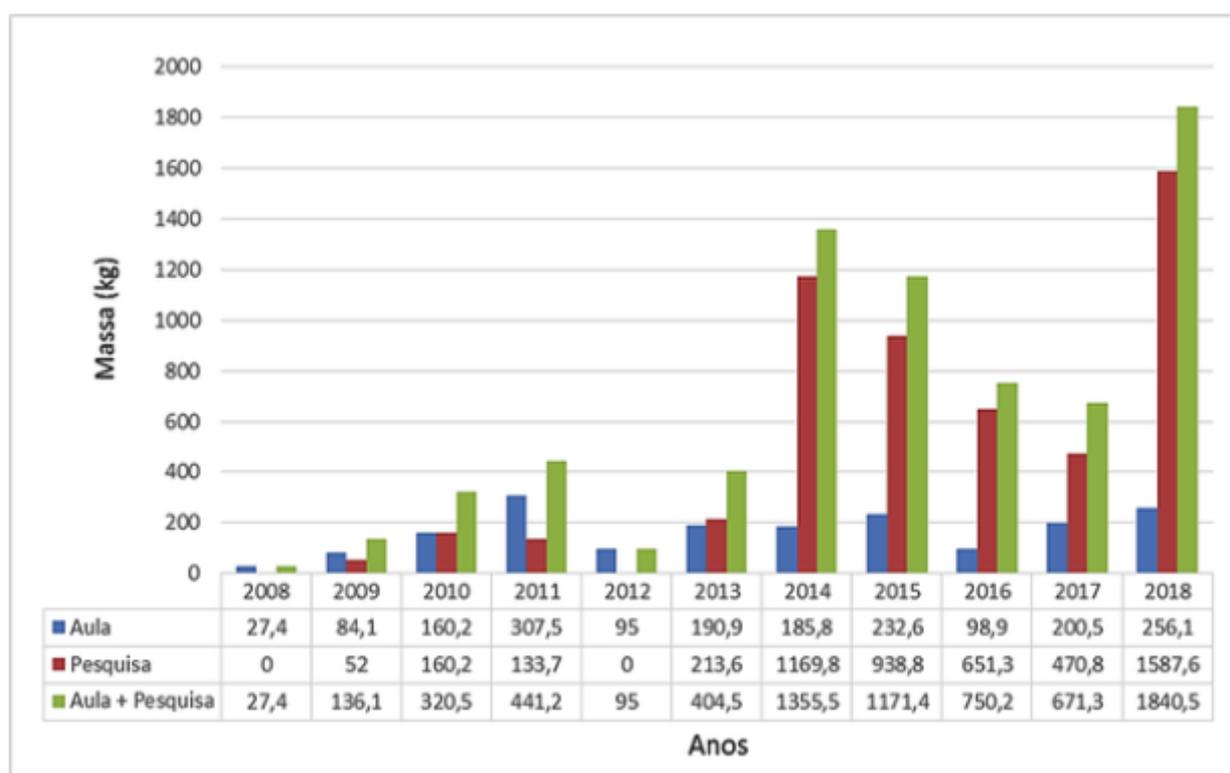
Os dados deste trabalho foram obtidos junto ao almoxarifado do departamento acadêmico, que estão organizados em planilhas, inserindo as massas dos resíduos gerados em quilograma (kg) de cada laboratório, e classificados de acordo com suas características: orgânico polar, orgânico apolar, metal, ácido, básico, organoclorado, biológico e outros.

Vários critérios foram adotados, como buscar reagentes e procedimentos menos tóxicos e mais "verdes". Ciente da importância de adotar ações efetivas no sentido do gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios na discussão de como não gerar e/ou minimizar e tratar os resíduos eventualmente gerados, neste trabalho foi dado ênfase aos elementos de redução em ações que serão analisadas nos resultados

3. Resultados

O inventário permite conhecer a dinâmica da geração de resíduos e identificar as fragilidades e as potencialidades, no intuito atingir o desenvolvimento sustentável e verificar possibilidades de se aplicar os Princípios da Química Verde, apontando formas adequadas para redução do consumo, principalmente de reagentes, evitando desperdícios e custos desnecessários. A Figura 1 apresenta os quantitativos de resíduos gerados em um período de dez anos nos laboratórios de ensino e pesquisa.

Figura 1
Gráfico dos totais de resíduos gerados nos laboratórios de ensino e pesquisa



Em 2012, em relação ao ano anterior, não houve quantitativo de pesquisa e pouca geração de resíduos oriundos de aulas práticas, devido a mudança de endereço pelo departamento. A baixa geração, também em 2013 pode ser explicada, por ocorrência de período de greve de três meses.

Após esse período, observa-se também no gráfico, aumento significativo da quantidade de resíduos; pois houve em um espaço de tempo reduzido, aumento considerável do número de laboratórios, onde existiam 10 laboratórios e passou para 41 laboratórios atualmente, permitindo a realização de um número maior de aulas práticas, assim como a ampliação das atividades de pesquisas.

É interessante notar também, que a partir de 2014, a geração de resíduos advindos de atividades de pesquisa, aumentou muito em relação aos originados de aulas práticas. Pois com a transformação do antigo CEFET em universidade, só foi possível a abertura de concurso para professores doutores, que já ingressam na IES com perfil de pesquisador. O que acarretou em um aumento dos laboratórios de pesquisa e conseqüentemente a geração de resíduos por parte dos mesmos.

O número de aulas práticas também aumentou, devido ao aumento do número de cursos e alunos. Porém em muitas aulas práticas, vem-se buscando a redução dos volumes utilizados, e por isso a quantidade dos resíduos gerados variou pouco.

Assim, é necessário fazer uma análise crítica no diagnóstico do gerenciamento dos resíduos gerados, que permita conhecer a realidade local, para fazer uma análise prévia das potencialidades e das fragilidades no contexto. Por outro lado, esse diagnóstico também deve ser confrontado com as outras instituições, que na medida do possível fazer intercâmbio de questões mais relevantes que antecipem as dúvidas que possam gerar resistência aos processos de mudança, assim como os anseios que motivarão a tipologia de ações que virão a propor.

3.1. Ações para minimização de resíduos

3.1.1. Ações de redução em práticas de química inorgânica

A prática experimental – Estudos de Oxidação e Coloração do Manganês – analisa os nove estados de oxidação do manganês, utilizando-se 10 mL de permanganato de potássio (concentração 0,0004 mol/L em 9 (nove) tubos de ensaio), e em seguida foram adicionadas diferentes quantidades de soluções de ácido clorídrico, hidróxido de sódio e bissulfito de sódio, totalizando um resíduo de aproximadamente 90,0 mL por bancada. Mas passou-se a utilizar apenas 1,0 mL. Após a análise desses resultados, pode-se observar que houve redução de 80% no consumo de reagentes, e conseqüentemente nos gastos com os mesmos.

3.1.2. Reatividade dos Compostos de Coordenação

Na primeira parte desta prática experimental foram analisados ferro e cobalto. Na segunda parte ferro e cobre. A prática utilizava 9 (nove) tubos de ensaio com 2,0 mL de soluções de cloreto de ferro III, 0,1 mol/L e sulfato de cobre II, 0,1 mol/L, e, em seguida, foram acrescentadas diferentes soluções de fluoreto de sódio P.A, iodeto de potássio 0,1 mol/L, ácido clorídrico 6,0 mol/L e nitrato de prata 0,1 mol/L. Os reagentes utilizados foram reduzidos em 50%, ou seja, com adição 1,0 mL das soluções de cloreto de ferro III e sulfato de cobre II. Nesta houve redução de 50% no consumo de reagentes, e conseqüentemente, nos custos com os mesmos.

3.1.3. Ações de Redução e Reuso em aulas práticas de Química Orgânica

A síntese e purificação da Acetanilida – Nitração da Acetanilida. No primeiro procedimento é realizado a síntese da Acetanilida, sendo este o único resíduo gerado. Uma nova prática foi elaborada, a nitração da Acetanilida, utilizando-se a Acetanilida gerada na prática anterior, reduzindo-se a quantidade de resíduos. Além disso, estes podem ser utilizados futuramente para uma nova prática, e os ácidos na nitração são neutralizados e descartados. Após a análise desses resultados, pode-se concluir que na prática experimental Nitração da Acetanilida houve redução de 100% no consumo de reagentes, e conseqüentemente, nos gastos associados.

3.1.4. Síntese da Dibenzalacetona

Na síntese da Dibenzalacetona foram utilizados previamente à análise desta pesquisa 10,0 g de hidróxido de sódio, 80,0 mL de etanol, 11,0 mL de benzaldeído e 6,3 mL de acetona, para formar a dibenzalacetona, que era descartada como resíduo. Após a proposta, a síntese passou a ser realizada com a metade dos reagentes e o produto final sendo reutilizado. E, na prática experimental Síntese da Dibenzalacetona, houve redução de 50% no consumo de reagentes e, conseqüentemente dos gastos associados, além do reaproveitamento de 100% dos resíduos gerados, para a utilização de uma próxima aula prática. Entende-se que tal processo de racionalização é de significativa importância.

3.1.5. Ações de Redução e Reuso em aulas práticas de Química Analítica

A volumetria de precipitação na determinação de cloretos pelo Método de Mohr é uma prática em que ocorre padronização da solução de nitrato de prata. Para isso, é preparada solução de nitrato de prata com concentração de 0,1 mol/L. Essa solução foi descartada e preparada novamente a cada nova prática. Após a análise crítica, esta não é mais descartada, sendo apenas refeita a padronização com a mesma solução, o que reduziu em quase 100% o resíduo gerado.

O mesmo procedimento foi utilizado para o experimento de volumetria de neutralização - Ácido Forte e Base Forte - prática na qual ocorre a padronização de uma solução hidróxido de sódio, que também foi descartada e passou a ser reutilizada.

Na determinação gravimétrica de níquel são utilizados 10,0 g/L de Dimetilglioxima, o resíduo gerado era descartado. Após a análise crítica, a estagiária passou a reutilizar a solução,

purificando e padronizando, e o resíduo gerado foi reduzido a 10% da porcentagem anterior. Com essas reutilizações, está sendo criado um banco de soluções, onde cada solução que pode ser reaproveitada vai para o banco e os laboratórios que precisarem podem utilizar, ou seja, ocasionando em um reaproveitamento de 100% dos resíduos gerados.

De um modo geral, observou-se que tanto os resíduos laboratoriais decorrentes de atividades de ensino quanto de atividades de pesquisa podem ser minimizados pela adoção de boas práticas. Se por um lado, as atividades de ensino foram impactadas diretamente pela revisão dos procedimentos das práticas de ensino, que levaram a resíduos menos impactantes e em menor quantidade, por outro lado os resíduos das atividades de pesquisa foram impactados pela conscientização de pesquisadores e responsáveis pelos laboratórios, que passaram a adotar rotinas de gerenciamento compatíveis com os princípios da Química Verde.

Observou-se ainda que ambientes organizados para a gestão, com identificadores de recipientes de coletas, rotinas de coleta e armazenamento de resíduos bem definidas, favoreceram não só a conscientização ambiental dos estudantes, mas também sua colaboração com as diretrizes estabelecidas para o gerenciamento.

4. Conclusões

Da análise global dos resultados, entende-se que as ações de educação ambiental realizadas possibilitaram minimizar os resíduos químicos gerados nas aulas práticas e respectivos ambientes laboratoriais. Notou-se maior conscientização por parte de usuários e responsáveis pelos laboratórios e puderam ser implementadas novas práticas/rotinas, que se revelaram efetivas para a racionalização do processo de gerenciamento de resíduos sólidos laboratoriais.

Referências bibliográficas

- ANTONIASSI, B; ARAÚJO V; CHAVES, M; TELASCREEA, M; KEMPA, M; AMARAL, Luís Pedro; MARTINS, Nelson; GOUVEIA, Joaquim Borges. Quest for a Sustainable University: a review. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, v. 16, n. 2, 2015.
- ALMEIDA, Fernando. **Os Desafios da Sustentabilidade: uma ruptura urgente**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- ALMEIDA, Z. S. Práticas sustentáveis no processo de ambientalização da Universidade Estadual do Maranhão/ Zafira da Silva de Almeida (Org.) – São Luís: EDUEMA, 2016. p.311
- ANASTAS, Paul T.; WARNER, John C. **Green chemistry: theory and practice**. Oxford [England]; New York: Oxford University Press, 1998.
- BRASIL. Lei nº 12305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial da União**, 03 de agosto de 2010.
- GERBASE, A. E. COELHO, F. S. MACHADO, P. F. L. **Gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa**. Química Nova, São Paulo, vol. 28, nº 1, p.3, 2005.
- GONÇALVES, Letícia.B. F.; GAVETTI, Suzana, Sandra Mara V. C.; LESSA, Suzan S.; FRACETO, Leonardo F. **Aplicação do conceito de minimização da Química Verde em práticas didáticas laboratoriais**. III Workshop do PGR em Gestão de Resíduos da UNESP: o uso de ferramentas de gestão na Universidade. 03 a 04 de junho de 2014, Câmpus de Araçatuba, SP-Brasil.
- LEITE, Tamara M. **Tratamento de resíduos gerados nas aulas de química analítica**. Universidade Federal da Fronteira Sul, Câmpus Cerro Largo – RS, 68 f. 2017.
- NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2011. **Prudent Practices in the Laboratory**: Handling and Management of Chemical Hazards, Updated Version. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/12654>. <https://is.gd/YGnSIj> . Acesso: 12 de julho 2019
- SILVA, Roberto Ribeiro; MACHADO, Patrícia, Fernandes Lootens. Experimentação no ensino médio de química: a necessária busca da consciência ético-ambiental no uso e descarte de produtos químicos: um estudo de caso. **Ciência & Educação**, São Paulo, v.14, nº2, 2008, p. 233-249.
- KREMER, A. B.; LAURENTINO, M.S.; JUNKES, B. S. *Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos nos Laboratórios do IFSC/Câmpus Florianópolis*. 4º Seminário de Pesquisa Extensão e Inovação do IFSC - SEPEI. 2014.
-

1. Química. Departamento Acadêmico de Química e Biologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. gauza@utfpr.edu.br
 2. Mestranda. Departamento Acadêmico de Química e Biologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. marianabasilio@alunos.utfpr.edu.br
 3. Professor. Departamento Acadêmico de Construção Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. nagalli@utfpr.edu.br
 4. Professora. Departamento Acadêmico de Química e Biologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. valma@utfpr.edu.br
-

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 41 (Nº 02) Ano 2020

[\[Índice\]](#)

[Se você encontrar algum erro neste site, por favor envie um e-mail para [webmaster](#)]

revistaESPACIOS.com



This work is under a Creative Commons Attribution-
NonCommercial 4.0 International License