



PANORAMA DOS RESÍDUOS QUÍMICOS EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

Felipe Sombra dos Santos*, Eduardo Alcântara S. Queiroz, Bianca de Souza Manhães Valverde

Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ; Rio de Janeiro, RJ

e-mail: eduardoalcantara@eq.ufrj.br

RESUMO

O presente trabalho volta-se para o levantamento do quantitativo dos resíduos químicos gerados por uma instituição de ensino superior no decorrer do ano letivo de 2018, durante as atividades práticas ministradas nos laboratórios da Instituição, englobando os cursos de graduação em Engenharia Química, Engenharia de Bioprocessos, Engenharia de Alimentos e Química Industrial. O levantamento dos dados baseou-se em documentos de controle instituição responsáveis por registrar os quantitativos produzidos em sua fonte geradora. A partir dos dados obtidos foi possível constatar que foram gerados um volume de 382,8 L de soluções provenientes das atividades experimentais dos cursos de Graduação, com diferentes composições. O maior volume observado foi para solução inorgânica sem a presença de metais pesados, enquanto que o menor volume foi de solução orgânica contendo halogênios. Tais constatações permitiram atentar para uma maior conscientização dos usuários para uma melhor segregação e descarte futuro, a fim de reduzir ainda mais os resíduos gerados pelos laboratórios.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Químicos, Laboratórios da Graduação, Gestão de Resíduos.

ABSTRACT

The present work focuses on the survey of the quantity of chemical residues generated by a higher education institution during the academic year of 2018, during the practical activities taught in the Institution's laboratories, including undergraduate courses in Engineering Chemistry, Bioprocess Engineering, Food Engineering and Industrial Chemistry. The survey of the data was based on control documents of the institution responsible for recording the quantities produced in its generating source. From the data obtained it was possible to verify that a volume of 382.8 L of solutions was generated from the experimental activities of the Undergraduate courses, with different compositions. The highest volume observed was for inorganic solution without the presence of heavy metals, while the minor volume was for halogenated organic solution. Such findings made it possible to pay more attention to users' awareness of better segregation and future disposal, in order to further decrease the waste generated by the laboratories.

KEY WORDS: Chemicals Wastes, Undergraduate Laboratories, Waste Management.

INTRODUÇÃO

Segundo relatório da GEO-6 (The sixth Global Environment Outlook) vive-se um momento de grande incerteza sobre a atual trajetória do desenvolvimento humano global, principalmente no período de crise mundial. Uma das principais razões dessa hesitação é devido à geração e ao descarte de resíduos sólidos urbanos (EKINS P.; BOILEAU P.; GUPTA J., 2019); que são gerados em quantidades consideráveis. Todavia uma parcela dos resíduos merece atenção, especialmente, para os resíduos químicos, pois as propriedades físicas, químicas e biológicas destes resíduos são diferentes dos demais, necessitando ter cuidados diferenciados, quando comparados aos resíduos urbanos.

A destinação adequada que esta categoria demanda está essencialmente ligada aos impactos ambientais e a saúde humana que podem causar, devido propriedades que os compostos podem ter ou vir a assumir. Características como, inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade; podem, potencialmente, oferecer riscos se os resíduos não receberem a destinação adequada conforme a legislação vigente.

Algumas das especificidades do processo de obtenção desses resíduos potencializam a periculosidade. O processo produtivo empregado, as matérias-primas usadas, tendo grau pureza geralmente elevado, o potencial que o constituinte tem para migrar do resíduo para o ambiente, as altas concentrações dos produtos e, conseqüentemente, dos resíduos gerados e a diversidade de componentes, representam alguns desses exemplos (BARROS R. M., 2013).

Comumente, se generaliza esse impacto as atividades industriais, todavia essa agregação desresponsabiliza outros agentes que também contribuem, em menor escala, para a geração de resíduos químicos perigosos. Embora o volume produzido



nestas seja menor, a responsabilidade diante do impacto é a mesma, conforme é estipulado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, dada pela Lei Federal nº 12.305 de 2010.

Segundo Tauchen & Brandli (2006), instituições de ensino superior podem ser comparadas com pequenos núcleos urbanos uma vez considerada a grande diversidade de resíduos gerados, provenientes das mais diversas atividades de ensino e pesquisa ministradas nessas instituições. Esses resíduos, apesar de apresentarem um volume pouco considerável frente aos industriais, possuem composição muito variada (incluindo metais pesados, corante, inorgânicos, orgânicos halogenados, orgânicos não halogenados, ácidos e alcalinos) e características próprias, além de poderem variar a composição. Essa variedade de composição dificulta a possibilidade de estabelecer um sistema de tratamento ou uma disposição final padronizada, o que pode implicar em um aumento no risco de impactos ambientais.

No tocante, o presente trabalho está voltado para o levantamento do quantitativo dos resíduos químicos gerados por uma instituição de ensino superior no decorrer do ano letivo de 2018, durante as atividades práticas ministradas aos alunos da graduação dos cursos de Engenharia Química, Engenharia de Bioprocessos, Engenharia de Alimentos e Química Industrial.

OBJETIVOS

A partir do exposto, o trabalho objetiva, fazer um diagnóstico da tipologia dos resíduos produzidos, as correntes em que são segregadas e seus volumes; bem como chamar atenção da comunidade acadêmica para os resíduos gerados. Intencionando, assim, motivar a proposição de ações que incentivem reduzir a geração e promover a circulação e a recuperação de resíduos, de modo que menores volumes sejam finalmente destinados ao descarte.

METODOLOGIA

A metodologia empregada no levantamento de informações pertinentes ao quantitativo dos resíduos químicos gerados pelos diferentes laboratórios da instituição em questão foi baseado nos documentos empregados no manifesto de resíduos padrão que é adotado pela entidade, e que é entregue junto ao material recolhido, durante a etapa de coleta pelo setor responsável e a empresa de coleta.

No manifesto constam dados fundamentais, tanto para a realização exequível do descarte e das etapas que o antecedem, como permite possibilitar o rastreio de um determinado tipo de resíduo gerado. Informações como a composição, a quantidade, o local, a data, responsável pela geração, por exemplo, são obrigadas a serem inseridas nos manifestos.

Assim como em algumas Instituições (BRASIL, 2011; GONÇALVES, M. S. et al, 2010; LISE, R. B., 2013; TAUCHEN e BRANDLI, 2006), na referenciada por este trabalho, cada um dos departamentos responsáveis pelas atividades práticas adota um modelo de segregação em correntes condizentes com as respectivas atividades, de acordo com o grau de compatibilidade, para cada tipo de laboratório. Apesar dos distintos processos empregados, pode-se notar uma resolução relativamente comum a todos eles; classificando como: compostos orgânicos halogenados ou não halogenados; compostos inorgânicos; presença ou não de metais pesados; soluções ácidas ou alcalinas (BARROS, 2013). Estes critérios de classificação seguem os moldes de classificação das Resoluções ABNT NBR 10.004 e 12.235.

Já a rotulagem dos resíduos é realizada, conforme as resoluções da NBR 16.725, no qual o laboratório gerador, o responsável pelo preenchimento do rótulo, o responsável pelo laboratório em questão, e a data de quando se deu início a coleta, e a data na qual o recipiente utilizado acumulou 75% da capacidade volumétrica. Além das informações que implicam sobre a rastreabilidade dos resíduos, constam as características do resíduo; identidade, composição, concentração - no caso de mistura, a proporção aproximada dos constituintes, presença ou não de metais pesados, acidez, basicidade, inflamabilidade, toxicidade, carcinogenicidade etc. Conta-se também com presença do Diamante de Hommel que condensa as informações pertinentes aos cuidados exigíveis para o manejo do resíduo (CARNEIRO, 2009; GILONI-LIMA e LIMA, 2008).

RESULTADOS

No ano letivo que contempla os volumes coletados, foram realizados dois descartes no término de cada semestre letivo. Os resultados foram obtidos através do quantitativo de resíduos informado nos inventários de descarte apresentados por cada laboratório.

Foram totalizados um volume de 383,2 litros de resíduos químicos de diferentes tipologias, sendo todos eles, pertencentes à classe I da NBR 10.004. A distribuição deste quantitativo de resíduos gerados por corrente de segregação pode ser visualizada na Figura 1.

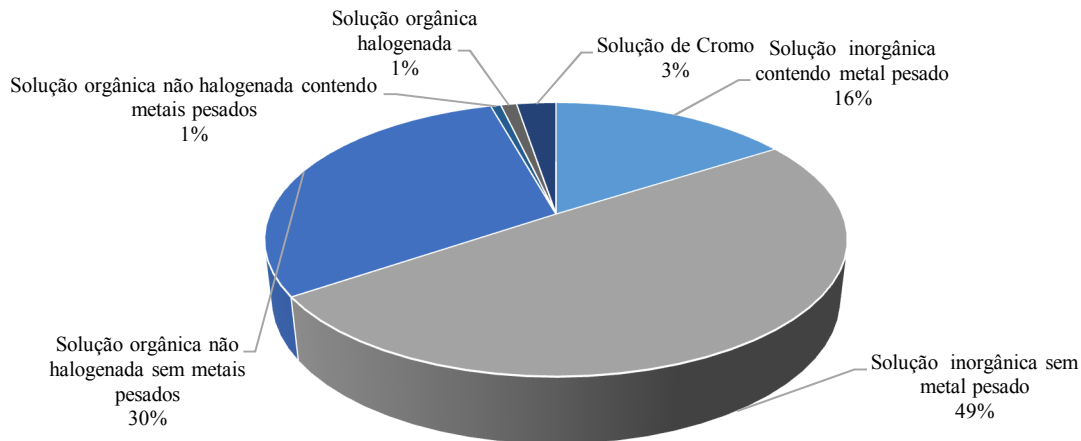


Figura 1: Relação do quantitativo das correntes segregadas. Fonte: Autor do trabalho.

Pela Figura 1, é possível notar que o maior percentual do quantitativo de resíduos é representado pela corrente contendo solução inorgânica sem metal pesado, que representa 49% (190 L) das emissões. A representatividade desse segmento pode chamar atenção, contudo, segundo alistamento de outras Instituições de Ensino Superior (GONÇALVES, M. S. et al, 2010; FORNAZZARI, I. M., 2008) no qual também foi observado que os resíduos de natureza inorgânica são os mais representativos.

Já a Figura 2 apresenta os fluxos de corrente de natureza inorgânica.

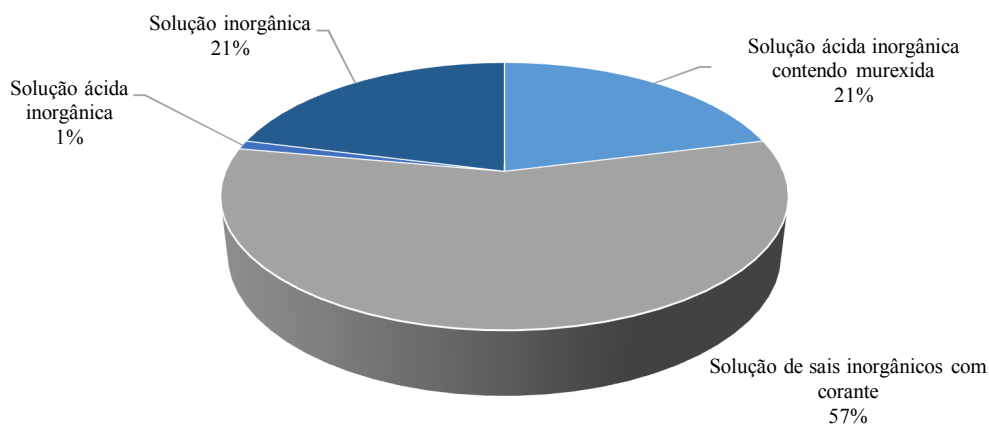


Figura 2: Fluxos da corrente de solução inorgânica sem metal pesado. Fonte: Autor do trabalho.

Em seguida, é apresentada a segunda corrente mais volumosa, de resíduos orgânicos não halogenados sem a presença de metais pesados, totalizando um volume de 115,6 litros. Os diferentes tipos de soluções orgânicas não halogenadas podem ser observados na Figura 3.

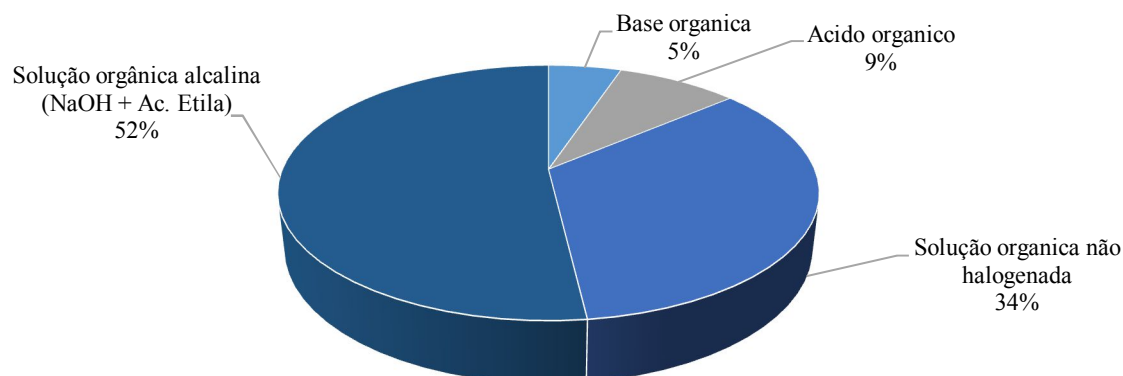


Figura 3: Fluxos da corrente de solução orgânica não halogenada sem metais pesados. Fonte: Autor do trabalho.

A periculosidade apresentada pela presença de metais pesados também foi abordada no levantamento de resíduos. Foi observado que, tanto para matrizes orgânicas, quanto para inorgânicas, foram quantificados um volume total de 73,6 litros, que representam 19% de todos os resíduos que foram gerados e descartados.

Em seguida, foi analisado o quantitativo de solução de natureza inorgânica contendo metal pesado, que representou um volume de 61 litros, dos quais podem ser subdivididos em diferentes tipos de correntes, conforme é possível de constatar através da Figura 4.

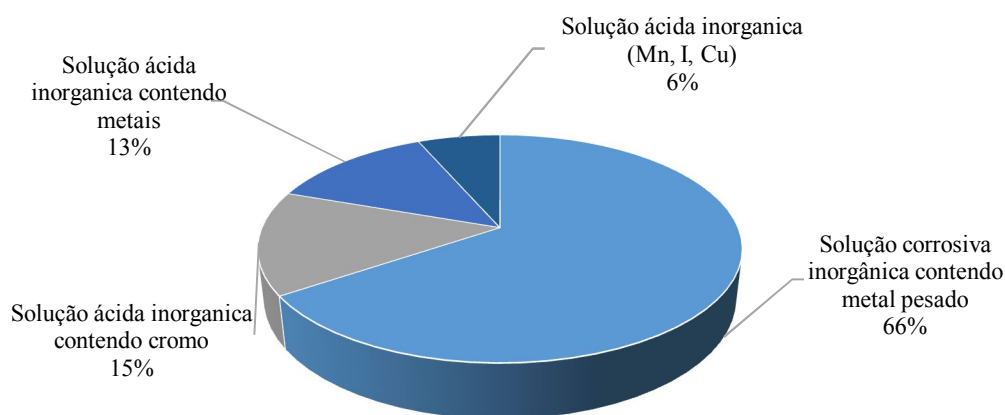


Figura 4: Fluxos da corrente de solução inorgânica contendo metal pesado. Fonte: Autor do trabalho.

A corrente de solução contendo o elemento cromo representou um volume de 10 litros. Além disso, também foi possível de quantificar uma solução orgânica halogenada, com um volume de 4 litros. E, por fim, tem-se a corrente de menor volume, a de solução orgânica não halogenada contendo metal pesado na composição, que apresenta um volume de 2,6 litros.

Avalia-se, a partir do comportamento dos gráficos expostos, que das soluções contendo metais pesados, destacam-se as soluções inorgânicas, representando 82% destas emissões. Já com relação à presença dos metais pesados descartados, foram identificadas as presenças dos elementos Cromo, Molibdênio, Arsênio, Cobre e Estanho.

Os fluxos que tiveram a variável pH analisados, foram verificados um volume total de 139 litros, sendo que, 52,52% de natureza ácida, e dentre esse valor, 86,3% são de caráter inorgânico e 28,8% possuem a presença de metais pesados na composição (50% contendo cromo). Todavia, com relação aos fluxos registrados com natureza alcalina, todo o volume constatado é 100% de origem orgânica e estavam isentos de metais pesados.

A relação de todas as correntes observadas, apontadas pelos responsáveis técnicos na hora do descarte dos resíduos, podem ser consultadas na Tabela 1.

Tabela 1. Relação entre a natureza da corrente de resíduo produzido e seu volume.
Fonte: Autor do trabalho.

Soluções	Volume (L)
Solução inorgânica sem metal pesado	
Solução ácida inorgânica contendo murexida	40
Solução de sais inorgânicos com corante	108
Solução ácida inorgânica	2
Solução inorgânica	40
Total parcial	190
Solução inorgânica contendo metal pesado	
Solução corrosiva inorgânica contendo metal pesado	40
Solução ácida inorgânica contendo cromo	9
Solução ácida inorgânica (Mo, Cu, As)	8
Solução ácida inorgânica (Mn, I, Cu)	4
Total parcial	61
Solução orgânica não halogenada sem metais pesados	
Base orgânica	6
Ácido orgânico	10
Solução orgânica não halogenada	39,6
Solução orgânica alcalina (NaOH + Ac. Etila)	60
Total parcial	115,6
Solução orgânica não halogenada contendo metais pesados	2,6
Solução orgânica halogenada	4
Solução de Cromo	10
TOTAL	383,2

CONCLUSÕES

No ano de 2018, foi gerado um volume de resíduo de 383,2 litros de soluções pelas aulas práticas dos cursos de graduação da instituição em questão, englobando diferentes tipologias. Este volume de resíduos observado poderia ser menor, desde que a instituição se propusesse a implementar uma bolsa de resíduos e práticas de economia circular interna. A exequibilidade da iniciativa e os resultados positivos podem ser observados ao se avaliar o projeto pioneiro do Laboratório de Resíduos Químicos da USP São Carlos (ALBERGUINE, L. B. A., et. al., 2003)

A corrente de maior volume foi a de solução inorgânica sem metais pesados e a de menor volume, de solução orgânica halogenada. As soluções salinas alcalinas contendo corante foram responsáveis pela maior geração de volume de resíduos, e o menor volume que foi de 2,6 L de solução orgânica contendo cobre.

Sendo importante destacar que as disparidades entre os volumes das correntes estão intimamente ligadas com as atividades realizadas por cada curso e, também, pela demanda de recursos específicos para a realização de cada tipo de prática.

É relevante que instituições geradoras de resíduos perigosos (Classe I) implementem, durante as aulas experimentais, um sistema interno próprio de coleta, aproveitamento e tratamento dos resíduos químicos gerados nas próprias aulas experimentais dos cursos ofertados em diferentes turnos, propiciando assim, uma melhor circulação dos resíduos, e um



menor quantitativo de resíduos coletados pela empresa responsável pela destinação final adequada, colaborando para uma redução no dispêndio de recursos financeiros necessários para atender este tipo de serviço e na aquisição de matérias primas virgens.

Além disto, segundo Jacobi (2003), um meio para mitigar a incerteza acerca do desenvolvimento humano em uma sociedade afetada por riscos e agravos socioambientais perpassa pela capacitação da nova geração de profissionais. Portanto, implementação de práticas de desenvolvimento sustentável não contribui somente para o cumprimento das incumbências exigíveis pela legislação ambiental, corroborando também para a formação do “profissional reflexivo”, imbuído de conhecimento e ideais que possibilitem a articulação de novas práticas para o fortalecimento da cidadania ambiental.

Por fim, cabe salientar que a participação de toda a comunidade acadêmica é relevante ao processo de geração e no descarte consciente dos resíduos gerados pelos laboratórios, a fim de que menores volumes de resíduos sejam destinados para aterros industriais ou para a incineração, e sim para reciclagem, possibilitando atender da melhor forma as diretrizes estipuladas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos de 2010.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. EKINS P.; BOILEAU P.; GUPTA J. **Global Environment Outlook GEO-6: healthy planet, healthy people**. Cambridge, Cambridge University Press, v.6, p.3-4; 90-91, 2019.
2. BARROS, R. M. **Tratado sobre Resíduos Sólidos: gestão, uso e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Interciência, 2013.
3. BRASIL. **Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010**. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. **DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 dez. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm>. Acesso em: 09 jun. 2019.
4. TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. **A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário**. Gestão & Produção, São Carlos, v.13, n.3, p.503-515, 2006.
5. BRASIL, J. B. F. **Gerenciamento de Resíduos Químicos Perigosos em uma Instituição de Ensino e Pesquisa – Estudo de caso: Universidade de Brasília – UnB**. Dissertação de Mestrado. Universidade Católica de Brasília. 2011.
6. GONÇALVES, M. S.; KUMMER, L.; SEJAS, M. I.; RAUEN, T. G.; BRAVO, C. E. C. **Gerenciamento de resíduos sólidos na Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Francisco Beltrão**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, v. 15, p. 79-84, 2010.
7. LISE, R. B. **Avaliação do Gerenciamento e Disposição Final dos Resíduos Químicos de Laboratórios do IGCE**. UNESP – Rio Claro/SP, 2013.
8. BRASIL. **Resíduos Sólidos – Classificação**. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 100004, Rio de Janeiro, RJ, 2004.
9. BRASIL. **Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos**. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 12235, Rio de Janeiro, RJ, 1992.
10. BRASIL. **Resíduo químico — Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente — Ficha com dados de segurança de resíduos químicos (FDSR) e rotulagem**. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 16725, Rio de Janeiro, RJ, 2014.
11. CARNEIRO, D. A. **Gerenciamento de Resíduos Químicos em Instituições de Ensino**. Revista Tecer, v. 2, n. 2., p. 7-18, 2009.
12. GILONI-LIMA, P. C.; LIMA, V. A. **Gestão Integrada de Resíduos Químicos em Instituições de Ensino Superior**. Química Nova, v. 31, n. 6, p. 1595-1598, 2008.
13. FORNAZZARI, I. M. **Implantação do Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos nos Laboratórios de Química da UTFPR-PG**. Ponta Grossa, Paraná. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, 2008.
14. ALBERGUINE, 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**. São Carlos, SP Química Nova, v. 26, n. 2, p. 291-295, 2003.
15. JACOBI, P. R. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade**, São Paulo, SP. Educação e Pesquisa v. 31, p 233-250, 2005.