

Avanços no tratamento dos resíduos químicos gerados pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) e possíveis medidas mitigadoras

Advances in the treatment of chemical waste generated by the Federal University of Itajubá (UNIFEI) and possible mitigation measures

Avances en el tratamiento de residuos químicos generados por la Universidad Federal de Itajubá (UNIFEI) y posibles medidas de mitigación

Recebido: 20/11/2019 | Revisado: 22/11/2019 | Aceito: 28/11/2019 | Publicado: 02/12/2019

Mariana de Freitas Matos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9066-2272>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: marianafmatos@yahoo.com.br

Melina Espanhol-Soares

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4585-2341>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: melespanhol@yahoo.com.br

Márcia Matiko Kondo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2781-4835>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: mmkondo@unifei.edu.br

Milady Renata Apolinário da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0496-2085>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: miladyapolinario@hotmail.com

Resumo

O objetivo deste trabalho foi inventariar o tratamento dos resíduos químicos gerados nos laboratórios da UNIFEI- Itajubá tendo em vista o destino final dado a eles. A metodologia empregada no estudo foi a verificação por meio de questionários, visando obter informações sobre a frequência das práticas; as substâncias químicas utilizadas; o volume de resíduos gerados; o tempo e forma de armazenamento e as formas de disposição final destes. Verificou-se a utilização de uma grande diversidade de substâncias químicas, com seus resíduos descartados de forma adequada, muitas vezes sendo reciclados após uso em aulas

práticas. De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que o gerenciamento de resíduos laboratoriais da UNIFEI evoluiu desde o início deste trabalho em 2008, principalmente após a criação de novos cursos de graduação. A contratação de técnicos em química para trabalhar nos laboratórios recém construídos foi de suma importância no que diz respeito ao gerenciamento dos resíduos químicos dos laboratórios didáticos de, visto que foi possível fazer a mitigação dos resíduos gerados, separação e correta coleta dos mesmos. Porém, ainda existem muitas ações a serem feitas como o inventário dos resíduos de todos os laboratórios dos dois campus da UNIFEI, a criação de um programa mais efetivo de gerenciamento de riscos e resíduos para todos os laboratórios de pesquisa e ensino, a padronização de rótulos dos resíduos, assim como, a criação de um *site* que oriente toda a comunidade UNIFEI para o correto descarte dos resíduos laboratoriais.

Palavras-chave: Gerenciamento; Resíduos químico; Universidade.

Abstract

The objective of this work was to inventory the treatment of chemical waste generated in the laboratories of UNIFEI-Itajubá in view of the final destination given to them. The methodology used in the study was verification through questionnaires, aiming to obtain information on the frequency of practices; the chemicals used; the volume of waste generated; the time and form of storage and the final disposal forms of these. A wide range of chemical substances have been used, with their waste disposed of properly, often being recycled after use in practical classes. According to the results obtained, it was found that UNIFEI laboratory waste management has evolved since the beginning of this work in 2008, mainly after the creation of new undergraduate courses. The hiring of chemistry technicians to work in the newly built laboratories was of paramount importance with regard to the management of laboratory waste from the didactic chemistry laboratories, since it was possible to mitigate the generated waste, separation and correct collection. However, there are still many actions to be taken such as the waste inventory of all laboratories on both UNIFEI campuses, the creation of a more effective risk and waste management program for all research and teaching laboratories, the standardization of labeling of waste, as well as the creation of a site that guides the entire UNIFEI community for the proper disposal of laboratory waste.

Keywords: Management; Chemical residues; University.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue inventariar el tratamiento de los desechos químicos generados en los laboratorios de UNIFEI-Itajubá en vista del destino final que se les dio. La metodología utilizada en el estudio fue la verificación a través de cuestionarios, con el objetivo de obtener información sobre la frecuencia de las prácticas; los productos químicos utilizados el volumen de residuos generados; el tiempo y la forma de almacenamiento y las formas de disposición final de estos. Se ha utilizado una amplia gama de sustancias químicas, y sus desechos se eliminan adecuadamente, a menudo se reciclan después de su uso en clases prácticas. Según los resultados obtenidos, se descubrió que la gestión de residuos de laboratorio de UNIFEI ha evolucionado desde el comienzo de este trabajo en 2008, especialmente después de la creación de nuevos cursos de pregrado. La contratación de técnicos de química para trabajar en los laboratorios de nueva construcción fue de suma importancia con respecto a la gestión de los residuos químicos de los laboratorios didácticos de química, ya que era posible mitigar los residuos generados, la separación y la correcta recogida. Sin embargo, todavía hay muchas acciones por tomar, como el inventario de desechos de todos los laboratorios en ambos campus de UNIFEI, la creación de un programa de gestión de riesgos y desechos más efectivo para todos los laboratorios de investigación y enseñanza, la estandarización del etiquetado de residuos, así como la creación de un sitio que guíe a toda la comunidad UNIFEI para la eliminación adecuada de los residuos de laboratorio.

Palabras clave: Gestión; Residuos químicos; Universidad.

1. Introdução

A preocupação mundial quanto aos problemas causados pela poluição ambiental incentivou a formulação de normas e resoluções brasileiras que dispõem sobre o destino final de resíduos líquidos e sólidos, como a CONAMA N° 357 de 17/03/2005 (CONAMA, 2005), Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N° 1 de 05/05/2008 (COPAM, 2008), NBR 10004:2004 (ABNT, 2004), dentre outras.

A fiscalização para o cumprimento da legislação é feita de forma rigorosa sobre as atividades de grandes geradores, tais como as indústrias. No entanto, pequenos geradores, tais como instituições de ensino e de pesquisa, laboratórios de análises bioquímicas e físico-químicas, geralmente não sofrem as mesmas exigências (Ramm, Dorscheid & Passos, 2018). Conforme Jardim (1998), ao conduzirem diversos tipos de pesquisas, estas instituições tornaram-se potencialmente poluidoras.

Segundo Rodrigues e Moreira (2016), não se encontra nenhuma definição para resíduos químicos de laboratório na legislação ambiental brasileira, tampouco existe uma legislação específica para resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. Desta forma, é aconselhável que estas instituições também cumpram a legislação existente para as indústrias, baseando-se na natureza da atividade, independentemente das quantidades geradas (Jardim, 2018).

De forma geral, todo laboratório onde se emprega reagentes químicos gera algum tipo de resíduo, podendo possuir características muito impactantes ao meio ambiente e à saúde (Alves, Cammarota & França, 2005; Pina, 2009). Dentre estes resíduos encontram-se materiais de filtração, soluções ácidas e alcalinas, solventes orgânicos e substâncias químicas perigosas como metais pesados (Alves, Cammarota & França, 2005), além dos sub-produtos de reações, reagentes contaminados, degradados ou fora dos prazos de validade (Toledo & Leo, 2008). Os usuários destes laboratórios estão sujeitos a intoxicações, incêndios ou explosões geradas por resíduos mal armazenados (Pina, 2009). Neste sentido, recentemente, tornou-se crescente a preocupação com o destino dado aos resíduos gerados nos laboratórios das universidades (Antuniassi & Silva, 2017; Teixeira, Moraes, Motta & Shibata, 2012).

A implantação do gerenciamento de resíduos laboratoriais é uma prática nova de prevenção e controle de poluição, a qual necessita de técnicas seqüenciais de controle ao ser implantado (Gomes *et al.*, 2013). O programa de gerenciamento traz resultados a médio e longo prazo, pois é extremamente necessário o compromisso da instituição em implementar e manter o programa, além de ser também essencial a colaboração de todos os profissionais envolvidos, os quais muitas vezes devem ser reeducados para as mudanças de atitudes necessárias (Pina, 2009; Schwarz, 2017). O gerenciamento de resíduos é uma prática de “Produção Mais Limpa (P+L)”, pois reduz a quantidade gerada e propõe destinação diferente do usual (Penatti, Guimarães & Silva, 2008)

Segundo Nolasco, Tavares, & Bensassolli (2006), a questão dos resíduos laboratoriais é um tema mundialmente discutido, principalmente nas universidades e centros de pesquisas de países desenvolvidos, onde várias instituições implantaram seus planos de gestão de resíduos há décadas e estudam alternativas para garantir a continuidade dos seus trabalhos.

No Brasil, experiências nesse sentido vêm sendo realizadas a partir da década de 90, principalmente em algumas das maiores e mais antigas universidades estaduais e federais como: Instituto de Química de São Carlos, da Universidade de São Paulo (Alberguini, Silva,

& Rezende, 2003); Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (Silva, 2005); Universidade de Brasília (Imbroisi *et al.*, 2006); Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Amaral *et al.*, 2001); Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Marinho, Bozelli & Esteves, 2011), Universidade Federal da Bahia, dentre outras (CRQ, 2015).

A Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI, situada no Campus Universitário Professor José Rodrigues Seabra, na cidade de Itajubá no Sul de Minas Gerais, demonstra uma preocupação com a gestão de seus resíduos desde 2008 (Matos, 2008), onde o Plano Permanente de Gerenciamento de Resíduos Sólidos foi aprovado como projeto institucional em 2008, tendo como base os estudos realizados pelo Grupo de Estudos de Resíduos Sólidos da Universidade (GERES, 2006). Além disso, Pimenta (2007) realizou um estudo com o objetivo de analisar a viabilidade técnica de concepção de um Centro Experimental de Tratamento de Esgotos na UNIFEI (CETE-UNIFEI), mas ainda não implementada.

Em 2008, a UNIFEI oferecia 9 cursos de graduação. Atualmente, após a expansão através do Projeto REUNI, são oferecidos 25 cursos de graduação no Campus Itajubá, além de programas de mestrado e doutorado.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi realizar um inventário de como a UNIFEI-Itajubá vem tratando os resíduos químicos gerados em seus laboratórios verificando o destino final dado a eles. A partir destas observações, propor possíveis medidas mitigadoras que ainda possam ser implantadas pela universidade no tratamento de seus resíduos.

2. Metodologia

Foi realizado, em 2008, um primeiro levantamento das disciplinas contendo práticas laboratoriais com geração de resíduos químicos, assim como a identificação dos laboratórios de pesquisa e seus respectivos professores e/ou pesquisadores responsáveis. Um questionário foi aplicado, baseado no trabalho de Imbroisi *et al.* (2006), visando obter informações sobre a frequência das práticas; as substâncias químicas utilizadas; o volume de resíduos gerados; as formas de disposição final destes; o tempo e forma de armazenamento. O questionário foi entregue aos professores e/ou técnicos responsáveis por cada laboratório. Em função das respostas obtidas, foram propostas alternativas para a implantação de medidas mitigadoras dos problemas encontrados.

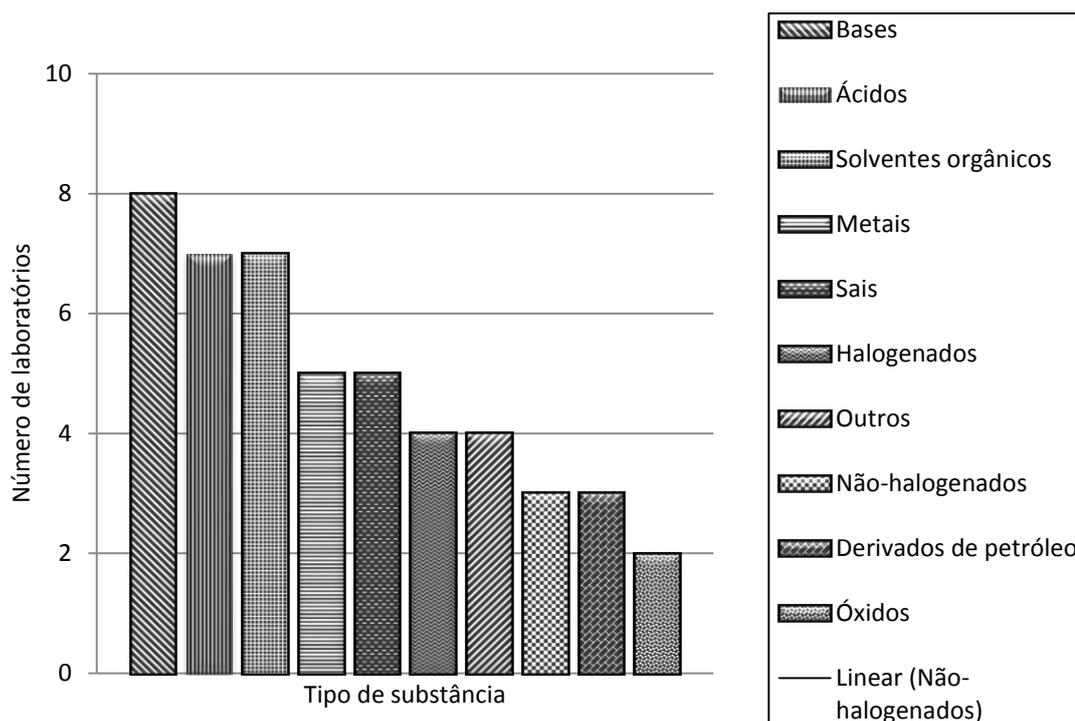
Foi realizado, em 2008, um primeiro levantamento das disciplinas contendo práticas laboratoriais com geração de resíduos químicos, assim como a identificação dos laboratórios de pesquisa e seus respectivos professores e/ou pesquisadores responsáveis. Um questionário foi aplicado, baseado no trabalho de Imbroisi *et al.* (2006), visando obter informações sobre a frequência das práticas; as substâncias químicas utilizadas; o volume de resíduos gerados; as formas de disposição final destes; o tempo e forma de armazenamento. O questionário foi entregue aos professores e/ou técnicos responsáveis por cada laboratório. Em função das respostas obtidas, foram propostas alternativas para a implantação de medidas mitigadoras dos problemas encontrados.

3. Resultados e discussão

No levantamento realizado na UNIFEI em 2008, foi constatada a existência de 10 laboratórios nos quais os experimentos ali realizados eram potenciais geradores de resíduos químicos. Estes laboratórios eram, nominalmente: no Instituto de Ciências Exatas, hoje Instituto de Física e Química, o Laboratório Didático de Química; no Instituto de Recursos Naturais os Laboratórios de Análise e Controle Físico Químico, de Saneamento Básico, de Microbiologia, de Solos e de Ecotoxicologia; No Instituto de Engenharia Mecânica, os laboratórios de Separação de Fases, de Metalurgia e Materiais e o de Máquinas Térmicas.

A partir das respostas ao questionário, constatou-se que 7 dos laboratórios eram utilizados para atividades de ensino e pesquisa, 2 somente para pesquisa e 1 somente para ensino. A frequência de uso da maioria dos laboratórios para pesquisa torna o gerenciamento de resíduos mais trabalhoso do que o gerenciamento destes nos laboratórios utilizados somente para as práticas de ensino, devido à diversidade de projetos de pesquisa e a grande variedade de produtos químicos utilizados.

Verificou-se que diversos tipos de substâncias químicas eram utilizados nos laboratórios (Figura 1). As substâncias mais utilizadas eram as bases, encontradas em 8 laboratórios. O item “outros”, se refere a monômeros, esgoto, e outras substâncias não citadas em que a utilização varia de acordo com as diversas pesquisas realizadas.

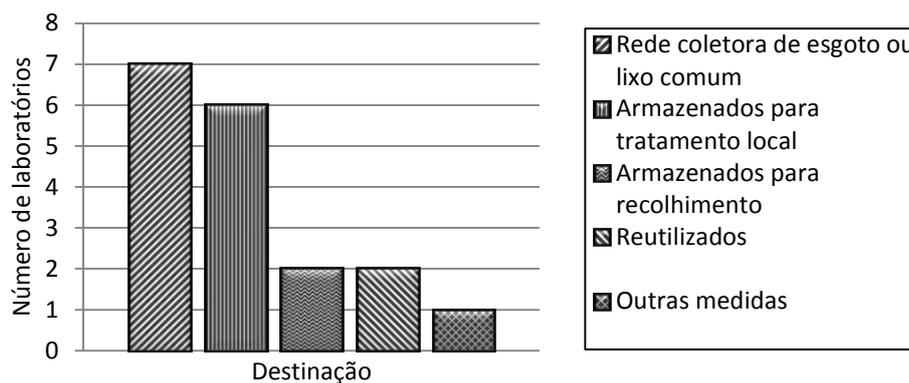


Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 1 – Substâncias químicas utilizadas nos laboratórios da UNIFEI-Itajubá em 2008.

A utilização das diversas substâncias citadas gerava volumes mensais de rejeitos variáveis dependendo da frequência de realização dos experimentos. Em 4 dos laboratórios eram gerados menos de 1 litro de resíduos líquidos, e apenas 1 deles gerava acima de 50 litros de resíduos por ano. Estas observações demonstraram que não havia grandes quantidades de resíduos a serem tratados. Foi verificado que alguns laboratórios também geravam resíduos sólidos, não computados nesta pesquisa.

Foi verificado que em 7 dos laboratórios os resíduos gerados eram lançados na rede coletora de esgoto ou descartados como lixo comum sem tratamento prévio por não apresentarem periculosidade ao ambiente (Figura 2).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 2. – Destinação dos resíduos gerados nos laboratórios da UNIFEI em 2008

Boa parte dos laboratórios fazia o armazenamento de algum tipo de rejeito para posterior tratamento no próprio local, indicando a preocupação com a destinação adequada de seus produtos. Grande parte dos resíduos estocados eram descartes de práticas de determinação de demanda química de oxigênio (DQO), que contém grandes quantidades de ácido sulfúrico em concentrações elevadas e Cr(VI), ambos bastante tóxicos ao ser humano e meio ambiente.

Este estudo mostrou também que em 2 laboratórios alguns rejeitos eram armazenados para posterior coleta por responsáveis. Em um dos casos, o recolhimento era feito pelo próprio professor responsável pelo laboratório, que encaminhava para incineração (frascos contaminados com metais), enquanto no laboratório no qual se trabalhava com derivados de petróleo, o recolhimento era feito pela empresa responsável.

Alguns laboratórios também reutilizavam as soluções, quando possível, como por exemplo a recuperação de sais por evaporação para serem empregados em outros experimentos.

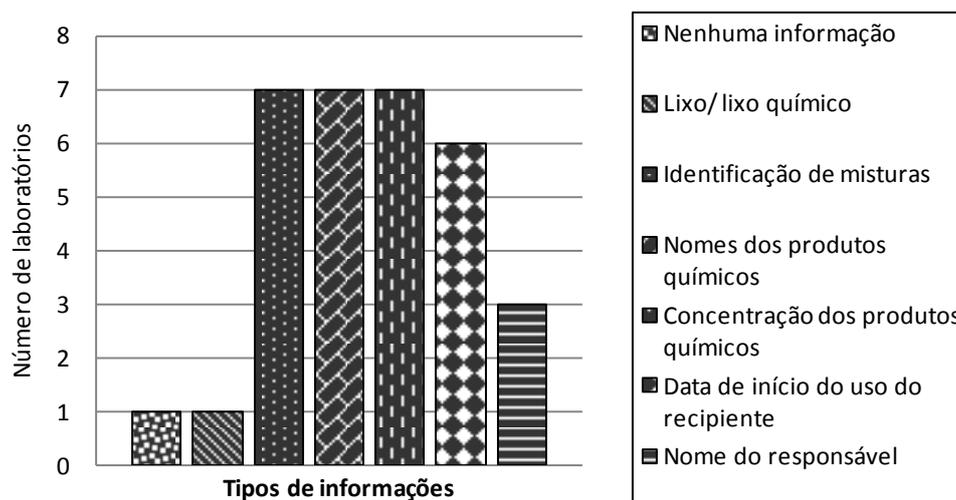
O tempo de armazenamento dos resíduos para serem recolhidos e tratados não foram informados, pois não era um procedimento realizado frequentemente. Este fato era preocupante, pois estavam mantendo passivos que poderiam ser perigosos aos funcionários. Muitos dos técnicos que trabalham nos laboratórios não possuem treinamento para lidar com produtos perigosos. Armazenamentos de até um ano podem ocorrer quando é mais viável que se acumule maior volume para o tratamento.

Verificou-se também que os resíduos dos laboratórios didáticos se encontravam armazenados em frascos de vidro ou plásticos. Outros recipientes como tanques e tambores foram utilizados para armazenar os derivados de petróleo.

Conforme a ABNT, além da utilização de frascos adequados é primordial que seja feita sua correta identificação, utilizando-se rótulos padronizados (ABNT, 2012). A etiquetagem correta deve seguir a norma ABNT 14725-3: 2012 (ABNT, 2012). Em 7 laboratórios foram encontrados frascos identificados, no entanto com falta de alguma informação, conforme mostra a Figura 3. Também foram encontrados frascos sem qualquer identificação. Em apenas 3 casos foram encontrados o nome da substância e o nome do responsável. Informações mais completas são de suma importância para o tratamento correto.

Este estudo preliminar, realizado em 2008, mostrou que a UNIFEI possuía poucos laboratórios de ensino e pesquisa, porém todos apresentavam algum tipo de gerenciamento dos resíduos gerados. Era necessário melhorar em vários aspectos e isso foi possível devido a participação da UNIFEI no Projeto Reuni (BRASIL, 2007; BRASIL, 2008).

Dentre os vários cursos de graduação que foram criados a partir do Reuni, os de Química Bacharelado, Química Licenciatura, Engenharia Química, Engenharia de Bioprocessos e de Ciências Biológicas foram os que necessitaram da construção de laboratórios de aulas com potencial geração de resíduos químicos. Com o início das atividades destes cursos a partir de 2012, a quantidade e variedade de resíduos gerados vem aumentando. No entanto, além da contratação de mais docentes para ministrar as disciplinas destes novos cursos; também foram contratados mais técnicos para o adequado funcionamento dos novos laboratórios. Estes técnicos, em especial os dos laboratórios de química, vem trabalhando na melhoria do gerenciamento dos resíduos.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 3 – Informações contidas nos recipientes utilizados para armazenamento de substâncias encontradas nos laboratórios da UNIFEI , dados referentes a 2008

Todo início de semestre, os docentes orientam os alunos em suas primeiras aulas de práticas laboratoriais sobre a obrigatoriedade do uso de equipamentos de segurança individuais (EPIs). O Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMET) que foi implantado na UNIFEI-Itajubá, segue as exigências da NR 4 (BRASIL, 1978). Uma das funções do SESMET é a de assessorar os laboratórios em relação à sua segurança. Além da manutenção dos extintores de incêndio o setor fornece os EPIS adequados aos riscos de cada laboratório para os docentes e técnicos.

Quanto aos resíduos, estes são coletados em recipientes adequados ao final de cada aula experimental. Nenhum resíduo perigoso é descartado na pia. Quando possível, estes resíduos são tratados, por exemplo com a neutralização dos ácidos ou bases antes do descarte na pia; ou no caso de metais estes são precipitados em sais que possam ser reutilizados. Além destas medidas, os docentes e técnicos se juntaram para avaliar as práticas que estavam sendo realizadas de maneira a reduzir a quantidade de reagentes empregados e conseqüentemente o volume de rejeitos gerados.

Estas medidas que estão sendo colocadas em prática foram baseadas em trabalhos realizados em universidades como USP, UNICAMP e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Jardim, 1998; Tavares & Bendasoolli, 2005; Amaral *et al.*, 2001; Reis, 2014). Estas

práticas tendem a seguir a política dos 3 Rs, ou seja reduzir, reutilizar e reciclar. Esta política também é válida para o gerenciamento de resíduos de laboratórios (Pina, 2009).

Os resíduos que não podem ser tratados ou reutilizados são armazenados em recipientes adequados com a devida identificação. Duas vezes por ano, uma empresa especializada realiza a coleta de todos os resíduos armazenados na UNIFEI.

Mais uma medida mitigadora que poderia ser implementada é o preenchimento de uma Ficha de Segurança de Resíduos Químico (**FDSR**), **tal medida está especificada pela** ABNT NBR 16725:2014 (ABNT, 2014). Esta norma identifica o gerador do resíduo que deve fornecer as informações de segurança e procedimentos de emergência. Tal norma está relacionada aos resíduos químicos bem como para a contaminação de embalagens e filtros (ABNT, 2004). Outra ação poderia ser a criação de um *site* que orientasse toda a comunidade UNIFEI quanto ao manejo dos resíduos gerados. Ainda continua-se estudando formas de melhorar a gestão de resíduos químicos na UNIFEI-Itajubá.

4. Conclusão

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, verificou-se que o gerenciamento de resíduos laboratoriais da UNIFEI evoluiu desde o início deste trabalho em 2008, principalmente após a criação de novos cursos de graduação. Foi possível notar que existe reuso de algumas substâncias químicas utilizadas em aulas práticas, assim como a mitigação do uso de reagentes, gerando assim um menor volume de reagentes perigosos sendo utilizados em aulas práticas. A contratação de técnicos para trabalhar nos laboratórios foi de suma importância no que diz respeito ao gerenciamento dos resíduos laboratoriais. Porém ainda existem algumas ações que podem ser feitas para melhorar o gerenciamento, como a criação de um programa de gerenciamento de riscos e resíduos para os laboratórios de pesquisa e ensino dos dois campus da UNIFEI, padronização de etiquetas e a criação de um *site*.

Referências

Associação de Normas Técnicas, (2004). NBR 10004 Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 71p.

Associação Brasileira de normas técnicas. (2014) NBR16725. . 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 (2012) NBR 14725- Produtos químicos — Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente Parte 3: Rotulagem

Alberguini, L. B. A., Silva, L. C., & Rezende, M. O. O. (2003). Laboratory of chemical residues at the São Carlos campus of the University of São Paulo: results of a pioneering experience in chemical residues management in an university campus. *Química Nova*, 26, (2), 291-295.

Alves, L. C., Cammarota, M. C. & França, F. P.(2005). Inibição de lodo biológico anaeróbio por constituintes de efluente de laboratório de controle de poluição. *Engenharia Sanitaria Ambiental*, 10(3),236-242.

Amaral, S. T., Machado, P. F. L., Peralba, M. C. R., Camara, M. R., Santos, T., Berleze, A. L., Falcão, H. L., Martinelli, M., Gonçalves, R. S., Oliveira, E. R., Brasil, J. L., Araújo, M. A. & Borges, A. C. A. (2001) 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*, 24 (3), 419-423.

Andrade, M. Z. (2008) *Segurança em laboratórios químicos e biotecnológicos*. Caxias do Sul, RS: Educs, 160 p.

Antoniassi, B., & da Silva, M.C.K. (2017). A importância do gerenciamento de resíduos perigosos em uma universidade: estudo de caso dos laboratórios de ensino e pesquisa. *Sistema & Gestão*, 12(2), 183-191.

Brasil. Ministério da Economia (2019)—ME. NR 4 – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho. Diário Oficial da União. Recuperado em 16 de Outubro de 2019 de: https://enit.trabalho.gov.br/porta1/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-04.pdf.

Brasil. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Superior. (2008). Diretoria de Desenvolvimento das Instituições Federais de Ensino Superior. Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais. REUNI 2008 – Relatório de Primeiro Ano. Executado por MEC / SESu / DIFES. 30 out. 2009.

Brasil. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão; Ministério da Educação (2007). Decreto nº 6.096, de 24 de abril de 2007. Institui o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais - REUNI. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 abr. 2007. p. 7.

Conselho Nacional do Meio Ambiente. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Resolução nº 357, 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, DF, março 2005.

Conselho Estadual de Política Ambiental/Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais (2008). Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 1, 05 de maio de 2008. Diário do Executivo, Minas Gerais, maio 2008.

Conselho Regional de Química - IV Região (2015) Aspectos jurídicos e técnicos da política nacional de resíduos sólidos. Recuperado de https://www.crq4.org.br/sms/files/file/ctma_asp_jur_tec_pnr_2015_final.pdf. Acesso em 10 Agosto 2019

Grupo de Estudos de Resíduos Sólidos.(2006). Anteprojeto Implantação da coleta seletiva no Campus da UNIFEI, Itajubá-MG, Universidade Federal de Itajubá. Projeto no 1.

Gomes, M.G., Borges, S. S.S., Junior, A. E. C., Silva, R. S., Silva, F.J.S. & Oliveira, S. N. (2013). Tratamento, recuperação e reaproveitamento de resíduos químicos gerados em laboratórios de ensino da UFC. *Revista Universo & Extensão*, 1, 62-72.

Imbroisi, D., Guaritá-Santos, A. J. M., Barbosa, S. S., Shintaku, S. F., Monteiro H. J, Ponce, G. A. E., Furtado, J. G., Tinoco, C. J. & Mello. D.C. (2006) Gestão de resíduos químicos em universidades: Universidade de Brasília em foco. *Química Nova*, 29 (2), 404-409.

Jardim, W. F.(2018). Laboratório de Química Ambiental. UNICAMP. Recuperado de <<http://lqa.iqm.unicamp.br>>. Acesso em 10 outubro 2018

Jardim, W. F (1998).Gerenciamento de Resíduos Químicos em Laboratórios de Ensino e Pesquisa. *Química. Nova*, 21(5),671-673.

Marinho, C. C., Bozelli, R. L., & Esteves F. A. (2011) Gerenciamento de resíduos químicos em um laboratório de ensino e pesquisa: A experiência do laboratório de limnologia da UFRJ. *Eclética Química*, 36 (2), 85-104

Matos, M. F. (2008). Diagnóstico da situação atual dos resíduos químicos de laboratórios gerados pela Unifei e possíveis medidas mitigadoras. *Trabalho de Conclusão de Curso* (Graduação) em Engenharia Ambiental - Instituto de Recursos Naturais, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá.

Nolasco, F. R; Tavares, G. A., & Bensassolli, J. A. (2006) Implantação de programas de gerenciamento de resíduos químicos laboratoriais químicos em universidades: análise crítica e recomendações. *Engenharia Sanitária Ambiental*. 11 (2), 118-124.

Penatti, F. E., Guimarães S. T. L., & Silva, P. M. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de análises e pesquisa: o desenvolvimento do sistema em laboratórios da área química. In: *Workshop Internacional em Indicadores de Sustentabilidade–WIPIS II*. 2008. Recuperado de <<http://www.amigosdanatureza.org.br/noticias/396/trabalhos/536.A-RT-10.pdf>>. Acesso em 07 outubro 2018.

Pimenta, K. K .L. S. (2007) *Viabilidade Técnica de Concepção de um Centro Experimental de Tratamento de Esgotos na UNIFEI*. 2007. Relatório final de iniciação científica. Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá.

Pina, M. V. C. F. (2009) *A gestão dos resíduos químicos dos laboratórios escolares - um projecto educacional e ambiental*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa.

Possignolo, N. V. (2011) *Elaboração de um plano de gestão de resíduos nas instalações da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA- Polo Centro Sul, Piracicaba – SP)*. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós Graduação em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, 126 f.

Queiroga, J. D. S., & Barbalho, B. C. (2018) Recuperação de Cobre a partir de resíduos gerados nas aulas práticas de Química no ensino médio. *Holos*, 2(34),128-145.

Ramm, J. G., Dorscheid, G. L.; Passos, C. G. & Sirtori C. (2018). Development of a Waste Management Program in Technical Chemistry Teaching. *Journal of Chemical Education*. 95 (4), 570–576.

Reis, P. M. (2014) Gerenciamento de resíduos químicos nas Universidades Federais Brasileira. Universidade Federal de São João del-Rei – Coordenadoria do curso de Química. São João del-Rei, 2014.

Rodrigues N. M, Moreira D. C. (2016). Determinação do volume de resíduos químicos gerados no Laboratório de Solos da Fundação Universidade Federal do Tocantins. *Revista Desafios*, 03 (01),1-12.

Schwarz, F. W. (2017). Recuperação de Solventes Orgânicos de Laboratório: uma alternativa econômica e ecologicamente adequada. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Química. Programa de Pós-Graduação em Química.

Silva, E. M. P.(2006). Implementação de um sistema unificado para gerenciamento de rejeitos. *Tese (Doutorado)*, FEQ/UNICAMP, Campinas, SP.

Tavares, G. A. & Bendasoilli, J. A. (2005). Implantação de um programa de gerenciamento de resíduos químicos e águas servidas nos laboratórios de ensino e pesquisa no CENA/USP. *Quím. Nova*, 28 (4), 732-738,

Teixeira, C., De Moraes, S., Motta, F. & Shibata, A. P. (2012). Concepção de um Sistema de Gestão de Resíduos de Laboratório: Estudo de Caso de um Instituto de Pesquisa. *Sistemas & Gestão*, 7, 554-568.

Toledo, A. C. T., & Leo, V. M. M. (2008). *Gerenciamento de Resíduos Químicos: Uma experiência de aprendizado em aulas de laboratório em Ensino Superior*. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ). UFPR, 21 a 24 de julho de 2008. Curitiba/PR.

Brasil. (2002). Gerenciamento de resíduos químicos. Normas Gerais. 2002. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Campus de Araraquara. Recuperado de <<http://www.iq.unesp.br/pesquisa-geral.php?id=normas-rq>>. Acesso em 15 novembro 2018.

Brasil. (2002). Unidade de Gestão de Resíduos. Universidade Federal de São Carlos. Recuperado de <www.ufscar.br/~ugr/docus/rotulagem.php>. Acesso em 15 julho 2019.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Mariana de Freitas Matos – 25%

Melina Espanhol-Soares – 25%

Márcia Matiko Kondo – 25%

Milady Renata Apolinário da Silva – 25%