

RESÍDUOS QUÍMICOS EM LABORATÓRIOS DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO AGRÔNOMICO

CHEMICAL WASTES IN LABORATORIES OF AN AGRONOMIC EDUCATION INSTITUTION

Matheus Francisco da Paz^{1,2},
Camilo Bruno Fonseca¹
Érico Kunde Corrêa¹
Avelino Soares Lima³
Luciara Bilhava Corrêa⁴

Resumo: O uso da química é uma importante ferramenta nas atividades diárias de Instituições de Ensino Superior (IES). Essas atividades multifacetadas desenvolvidas geram uma carga de resíduos diversificados e muitas vezes de difícil remediação. As IES, como unidades geradoras, têm a responsabilidade no tratamento e disposição final destes resíduos. Nesse contexto, o trabalho tem por objetivo uma análise através da aplicação de um questionário não estruturado sobre a manipulação e disposição dos resíduos químicos, bem como o perfil socioambiental de 24 colaboradores em 8 laboratórios da unidade estudada. Os resultados indicam que uma parte substancial dos resíduos químicos gerados tem disposição final inadequada, principalmente no lixo comum. Estes resíduos também são armazenados de forma precária, varias vezes devido à falta de informação dos colaboradores, que mesmo com intenções pró meio ambiente, desconhecem maneiras técnicas-científicas de tratamento e disposição final. Nesse sentido, ações desenvolvidas pelas IES pode resolver grande parte dos problemas, criando grupos de discussão, ensino e pesquisa na área de resíduos químicos, com uso da educação ambiental como premissa elementar para um efetivo plano de gerenciamento destes tipos de resíduos.

Palavras-chave: Tratamento de resíduos. Instituição de Ensino Superior. Educação Ambiental.

Abstract: Chemical it's an important tool on the day-to-day activities of a Higher Education Institution (HEI). This multifaceted activities developed generates a load of diversified wastes and many times of difficult remediation. HEI as a generating unit, have a responsibility on the treatment and disposal of generated wastes. In this context, this work aim an analysis through the application of unstructured questionnaire on the disposal and handling way of chemical wastes, and in the socio environmental profile of 24 collaborators in 8 laboratories of the studied university. The results indicate that a substantial part of the chemical wastes generated are inadequately disposed in the sewer or in common trash. Those which are stored are precariously, many times because of the ignorance of the generators, who even with environmental intentions don't have any technical and scientific knowledge for that. This way, actions developed by HEI itself can solve a good part of the problems, creating discussion groups, disciplines, research and extension on the chemical wastes treatment area, in order to use the environmental education as a premise of an effective management plan.

Keywords: Wastes treatment. Higher education institution. Environmental education.

¹ Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas. Rua Gomes Carneiro, n.1, 96001-970, Pelotas – Rio Grande do Sul.

² Contato: matheusfdapaz@hotmail.com

³ Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas. Rua Gomes Carneiro, n.1, 96001-970, Pelotas – Rio Grande do Sul.

⁴ Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas. Rua Gomes Carneiro, n.1, 96001-970, Pelotas – Rio Grande do Sul.

1 INTRODUÇÃO

Instrumento indispensável para a realização de atividades de ensino, pesquisa e extensão em diversos segmentos da universidade, a química está presente na vida cotidiana de diversos indivíduos que vivem seus benefícios em uma sociedade moderna. Estas atividades realizadas dentro das instituições podem, paralelamente, gerar resíduos químicos de diversos graus de periculosidade e de uma variedade abundante (Gerbase, 2005).

Há uma grande diferença entre os resíduos químicos provenientes das plantas industriais e das universidades. A geração por parte das indústrias normalmente encontram-se de forma pontual, com grande volume, de pouca variabilidade, com pessoal habilitado para lidar com esse tipo de resíduo. Ao passo que em universidades, o resíduo gerado é relativamente de baixo volume, com grande variabilidade e o gerador normalmente são estudantes, técnicos e pesquisadores em formação com um fluxo contínuo de pessoas (Silva et al. 2010).

Somente nas últimas décadas, as questões ambientais ganharam destaque na mídia, tanto nacional quanto internacional, sendo essa atenção, muitas vezes, direcionada a produtos químicos, em especial nos últimos anos, as questões relacionadas à gestão de resíduos em universidades (Di Vitta et al. 2010 e Lenardão et al. 2003).

Segundo Silva *et al.* 2010, os resíduos químicos gerados nas Instituições de Ensino Superior (IES) abrangem produtos resultantes de atividades laboratoriais do ensino, pesquisa e extensão, produtos químicos excedentes, vencidos e sem previsão de utilização, resultantes de reações ou análises químicas, sobras de amostras e preparação de reagentes, resíduo de limpeza de equipamentos, frascos ou embalagens de reagentes.

As IES enquanto formadoras de opinião na comunidade inserida podem atuar direta e indiretamente na questão da destinação correta dos resíduos. Grandes desafios são apresentados para desenvolver pesquisas nesta área, dado que há uma precariedade na fiscalização e ausência de legislação específica da produção de seus resíduos químicos, justificada de maneira insatisfatória, por sua baixa produção (Jardim, 1998 e Giloni-Lima e Lima, 2008), muitas vezes dificultando a implementação de planos de tratamento, deixando de lado temas importantes como a sua relevância em nível educacional, científico, social ambiental e econômico (Giloni-Lima e Lima, 2008).

Cabe destacar que a Lei número 12.305 de 02 de agosto de 2010 que estabeleceu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, caracteriza as IES como unidades geradoras. Assim, têm o dever da destinação correta destes resíduos, e participar da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (Brasil, 2010). Salienta-se, no entanto, que para o sucesso de um efetivo manejo de resíduos químicos nestes locais, as ações devem ser motivadas não apenas pelo cumprimento das diretrizes legais, mas que tenham um objetivo de criar e sustentar um programa de gerenciamento de resíduos efetivo (Jardim, 1998).

Em muitas universidades não existe diretrizes específicas nem instrumentos legais e institucionais vigentes. Todavia, isto não exime sua responsabilidade e não as impede de promover diretrizes internas que se aplicam à universidade como um todo (Silva et al. 2010).

Laboratórios que fazem uso de reagentes químicos tem se confrontado com problemas relacionados ao tratamento e disposição final, na maioria dos casos, pela diversidade das atividades realizadas e, conseqüentemente, dos produtos gerados. Portanto, é de interesse que se faça o emprego de ferramentas como a não geração, reuso e redução, estas soluções mais eficientes e inteligentes ao tratar o resíduo gerado, considerado o pilar central da chamada “química verde” (Gerbase, 2005).

Cunhado na década de noventa, o termo química verde foi símbolo da mudança de pensamento na gestão dos resíduos químicos, com uma política intensiva de impedimento ou minimização da produção destes, associado ao conceito dos três “R” (reduzir, reciclar e

reutilizar), assim como tornar processos químicos mais seguros, limpos e com maior eficiência energética (Lenardão *et al.*, 2003 e Sanderson, 2011). A partir do momento em que os recursos se direcionem em tecnologias mais limpas de produção, descarta-se a ideia de grandes investimentos no tratamento posterior destes resíduos (Lenardão *et al.*, 2003).

Um profissional formado dentro dos preceitos da química verde e de uma instituição que insere seus alunos a uma política ambiental de tratamento de resíduos têm um perfil mais dinâmico e prepara seus alunos para os desafios da realidade acadêmica e industrial (Lenardão *et al.*, 2003). Como alternativa para a atual situação, o manejo de resíduos químicos pode estar associado a atividades de ensino e pesquisa, inserindo o aluno em problemas cotidianos encontrados na área (Alberguini *et al.*, 2003).

Mesmo havendo unidades que tratam os resíduos na instituição, é interessante e necessário que o agente operador identifique o resíduo acompanhe o trajeto entre a geração e tratamento, conhecendo peculiaridades da realidade vivida na universidade com relação à geração de resíduos químicos (Alberguini *et al.*, 2003 e Nolasco *et al.*, 2006).

Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa baseia-se em identificar a ocorrência dos resíduos químicos em uma unidade acadêmica, bem como o perfil socioambiental dos geradores e suas participações na redução, reuso e destinação correta, visando subsidiar com informações a elaboração de um plano de gestão ambiental.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada foi uma pesquisa de campo/exploratória, descritiva e quantitativa em oito laboratórios com atividades variadas de pesquisa, ensino, extensão e prestação de serviço, através da aplicação de um questionário semiestruturados visando identificar os aspectos ambientais.

Em um total de 24 entrevistados, entre eles professores, alunos de pós-graduação e técnicos administrativos, responderam questões sobre a visão do futuro profissional em relação à preocupação com o meio ambiente, a destinação dos resíduos químicos nas atividades, sobre as dificuldades para o recolhimento de resíduos utilizados nas suas atividades, as principais dificuldades para o recolhimento de resíduos utilizados, se o profissional responsável pelo laboratório sabe classificar os resíduos pela norma NBR 10004:2004, se é possível a separação e armazenagem dos resíduos no laboratório, se houve preocupação na reutilização de resíduos ou uso de produtos que não agridam o meio ambiente, se o profissional previu o tratamento de resíduos na elaboração do projeto, sobre a destinação de recursos próprios para o tratamento e ou recolhimento destes resíduos, se existia outras preocupações que merecem atenção para minimizar os impactos ambientais nas atividades laboratoriais, se no laboratório há substâncias químicas e quais tipos são utilizadas, como são armazenados os reagentes no laboratório, o que é feito com reagentes vencidos, quais os destinos e os volumes mensais dos resíduos químicos gerados, como estes resíduos são armazenados e a identificação do tratamento utilizado.

Os dados qualitativos obtidos foram organizados e analisados segundo o recomendado por Moraes (2003) permitindo aprofundar a compreensão dos fenômenos investigados, a partir de uma análise criteriosa das informações obtidas. A organização dos dados permitiu a construção de tabelas, onde foram obtidas características chave para a análise, a partir do que foi realizada uma interpretação mais profunda das informações. Assim, como a pesquisa foi conduzida na forma qualitativa, não objetivou testar hipóteses para comprová-las ou refutá-las ao final, a intenção foi à compreensão da realidade em estudo (Kumar, 2004 e Merriam, 1998). Entretanto, por tratar-se de um estudo de caso, os dados foram distribuídos percentualmente nas diferentes categorias.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das questões que tratam sobre o futuro profissional e o meio-ambiente, sobre os destinos dados os resíduos químicos e as dificuldades de recolhimento destes, os resultados expressam que tanto docentes quanto técnicos administrativos estão preocupados com o meio ambiente, no entanto encontram-se cientes das limitações institucionais, e pelo motivo da ausência de um programa de coleta de resíduos e pessoal treinado, os resíduos são descartados na rede de esgoto ou no lixo comum.

Um dos aspectos relevantes nas respostas apresentadas demonstra falta de orientação sobre a forma correta de armazenamento e disposição dos resíduos, o que debilita ainda mais o quadro verificado.

Resultados da integração entre educação ambiental com auxílio de pessoal capacitado e a comunidade acadêmica visando a sustentabilidade na gestão de resíduos têm rendido resultados satisfatórios (Corrêa *et al.*, 2005). Informações fornecidas por grupos de discussão e pesquisa são vitais para buscar soluções dentro da instituição (Giloni-Lima e Lima, 2008). Normalmente estes grupos são responsáveis por trazer a tona normas e leis que regem sobre os resíduos químicos, como a Normativa NBR 10004:2004, que classifica resíduos sólidos (Norma Brasileira..., 2004). Dentre os entrevistados 4,2% não responderam, 45,80% responderam saber da classificação, ao passo que 50,00% dos abordados demonstram desconhecimento desta.

A normativa NBR 10004:2004 é uma diretriz importante de conhecimento e classificação de resíduos químicos com relação à periculosidade. Torna-se um instrumento necessário para a segregação correta, já que resíduos perigosos devem, obrigatoriamente, serem reduzidos, reutilizados e seu destino final não pode ocorrer em aterro comum, segundo a Lei número 12.305 de 02 de agosto de 2010, da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010).

Por outro lado, os planos de gerenciamento de resíduos sólidos devem descrever o empreendimento ou atividades realizadas no local, com diagnósticos regulares dos resíduos sólidos gerados e administrados, explicitando principalmente a origem, a caracterização e a minimização dos resíduos com a respectiva responsabilidade do gerador.

Com relação à segregação, os resíduos químicos devem ser separados, genericamente, conforme periculosidade (inflamabilidade, corrosividade, reatividade, patogenicidade e toxicidade), forma (sólida, semissólida, líquida ou gasosa) e o resíduo biológico (quanto há presença de patógenos e radioativos), de modo a facilitar seu manejo e destino adequado (Silva *et al.*, 2010).

Segundo relato evidenciado por Alberguini *et al.* (2003), unidades de recolhimento de resíduos químicos de universidades devem, obrigatoriamente, aceitar apenas embalagens devidamente identificadas, acompanhadas por um representante da unidade geradora na entrega, para certificar que o resíduo não “desapareceu”, mas passou por tratamento que possibilita seu reuso ou destinação final adequada.

O percentual de indivíduos identificados neste estudo que acham possível a segregação de resíduos químicos compreende um total de 83,30%, os que não responderam 4,2%, enquanto que indivíduos que responderam negativamente à possibilidade de segregação dos resíduos representam um montante de 12,50%.

O resultado demonstra potencial sucesso de uma implantação de uma política de segregação, mesmo levando em consideração as limitações encontradas em algumas IES. Os resultados obtidos na questão sobre a intenção de utilização de produtos que agridam menos o meio-ambiente ou reaproveitamento de produtos, evidenciam essa preocupação, ao quais 79,20% dos entrevistados discutem que já pensaram em reaproveitamento e uso de produtos químicos menos poluentes, 16,70% não, e 4,20% não responderam a questão.

Embora o resultado seja otimista em relação à separação e aproveitamento de resíduos, muitos responsáveis pelos laboratórios analisados, ao responder a questão sobre a previsão de tratamento de resíduos na elaboração do projeto, demonstraram não haver preocupação com este ponto. O que remete a questão sobre a destinação de recursos do projeto para tratamento de resíduos onde grande parte dos entrevistados (75%) destaca não destinar recursos para recolher ou tratar os resíduos gerados, como mostra a Figura 1.

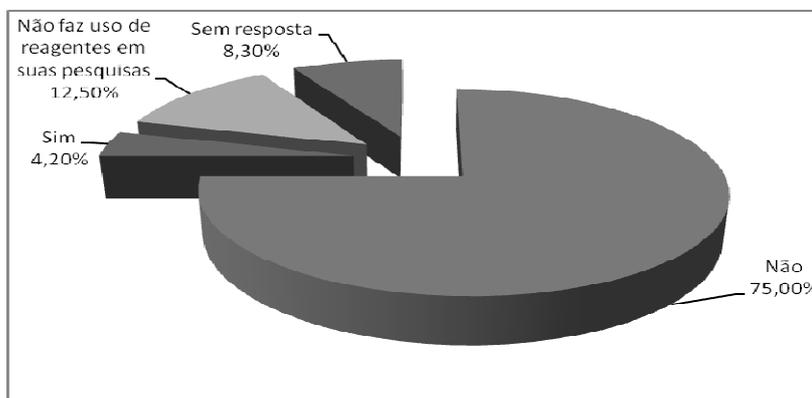


Figura 1. Percentual de entrevistados em resposta a utilização de recursos para o manejo de resíduos em seus projetos

De acordo com a Carta de Niterói, se têm como meta a destinação de fundos e editais específicos para a gestão desse tipo de resíduo por órgãos de fomento, como a CAPES (Coordenadoria de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior), MEC (Ministério da Educação) (Gerbase, 2005) e mais recentemente, através de carta emitida do Fórum Internacional: A sustentabilidade no século XXI – Meio ambiente e saúde em debate (2011), as universidades participantes destacaram a importância de critérios ambientais no processo de licitação/compras de materiais e equipamentos para a pesquisa (Portal dia de campo..., 2012).

O percentual de indivíduos responsáveis pelos laboratórios que previram tratamento de seus resíduos químicos estão dispostos na Figura 2.

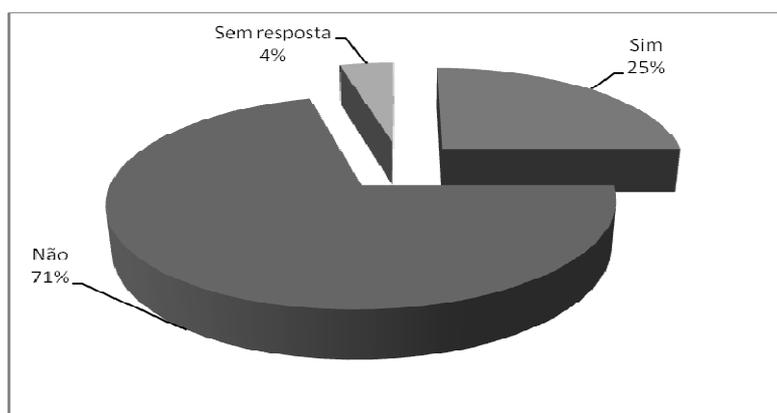


Figura 2. Percentual de entrevistados em resposta a previsão do tratamento de resíduos químicos em seu projeto de pesquisa

Com relação à questão sobre a preocupação de minimização dos impactos ambientais nas atividades laboratoriais, a maioria dos entrevistados demonstrou sensibilização com o reuso da água utilizada na destilação e em resfriamentos de equipamentos. Caso parecido tem encontrado por Alberguini *et al.* (2003), que mesmo no processo de recuperação dos resíduos,

geram efluentes que poderiam ser reutilizados para outros fins, embora poucos lugares demonstrem destinos para a água e da de energia utilizada, que por vezes, são deixados de lado (Nolasco et al., 2006).

Ao perguntar se há uso de substâncias químicas, revelou-se o óbvio, que todos os laboratórios utilizam alguma substância química em suas atividades diárias, e, por consequência, acabam produzindo quantidade significativa de resíduos de diferentes, como mostra a Figura 3.

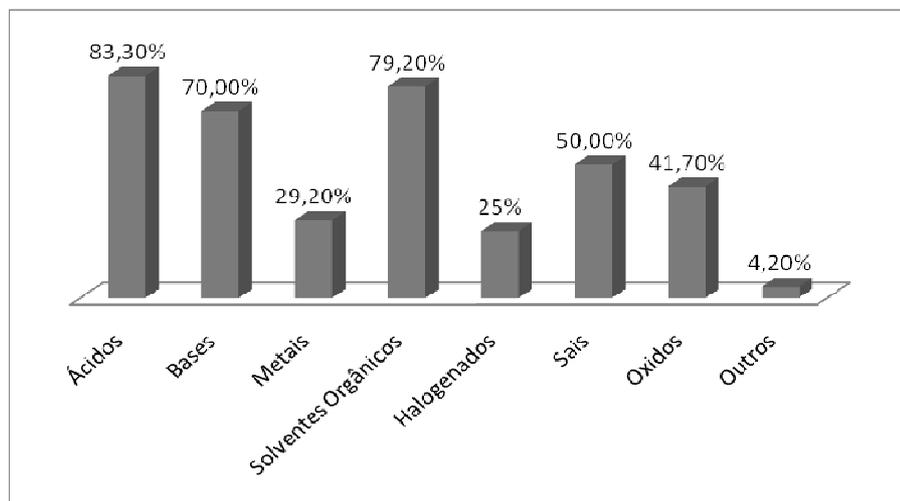


Figura 3. Percentual de respostas dos entrevistados concernente aos tipos de reagentes utilizado em laboratórios nos quais atuam

Os resultados encontram-se de acordo com os obtidos por Nolasco *et al.* (2003). O autor salienta que as maiores quantidades de resíduos químicos provenientes de laboratórios de IES estão na classe de soluções inorgânicas e solventes orgânicos, bem como resultados obtidos por Imbroisi *et al.* (2006) e Di Vitta *et al.* (2010), que especifica que as maiores quantidades de resíduos químicos gerados são etanol, hexano e acetato de etila, que muitas vezes acabam por misturar-se nas análises de cromatografia, necessitando de análises específicas para determinar sua reutilização.

Reagentes não utilizados são armazenados em sua maioria (95,80%) dentro do próprio laboratório, e em poucos pontos são armazenados em almoxarifado específico (8,30%). Resultados estes semelhantes aos encontrados por Imbroisi *et al.* (2006), onde 76% eram armazenados no próprio laboratório e 7% em almoxarifado externo.

Perguntados sobre os destinos dos reagentes vencidos, a grande maioria dos entrevistados (62,50%) respondeu que utiliza os mesmos, como mostra a Figura 4.

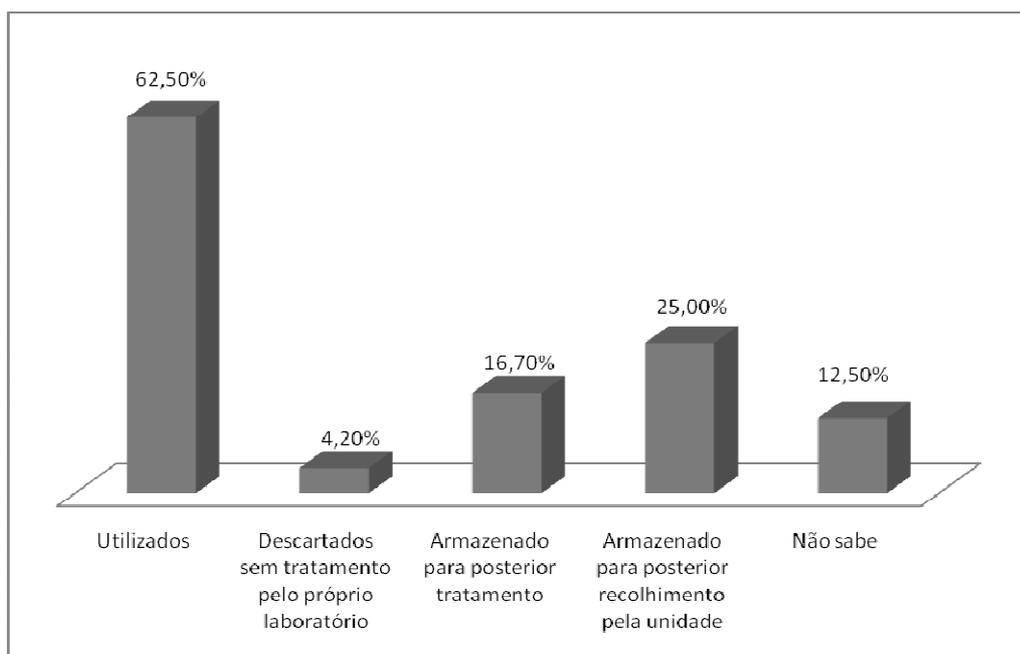


Figura 4. Percentual de respostas dos entrevistados concernente à utilização de reagentes vencidos em laboratórios nos quais atuam

Resultados similares foram encontrados por Imbroisi *et al.* (2006), onde 40% dos reagentes eram utilizados fora do prazo de validade. No entanto, o autor salienta que para o descarte ou utilização destes, o produto químico deveria passar por análises de controle de qualidade que justificasse seu destino. Alberguini *et al.* (2003) comenta que após a solução passar por um processo de recuperação, é necessário a determinação de sua impureza e identificação, para então tornar-se disponível sua reutilização.

Sobre a disposição dos resíduos gerados, 54,20% dos entrevistados alegam que são comumente jogados na pia ou em latas de lixo, conforme Figura 5.

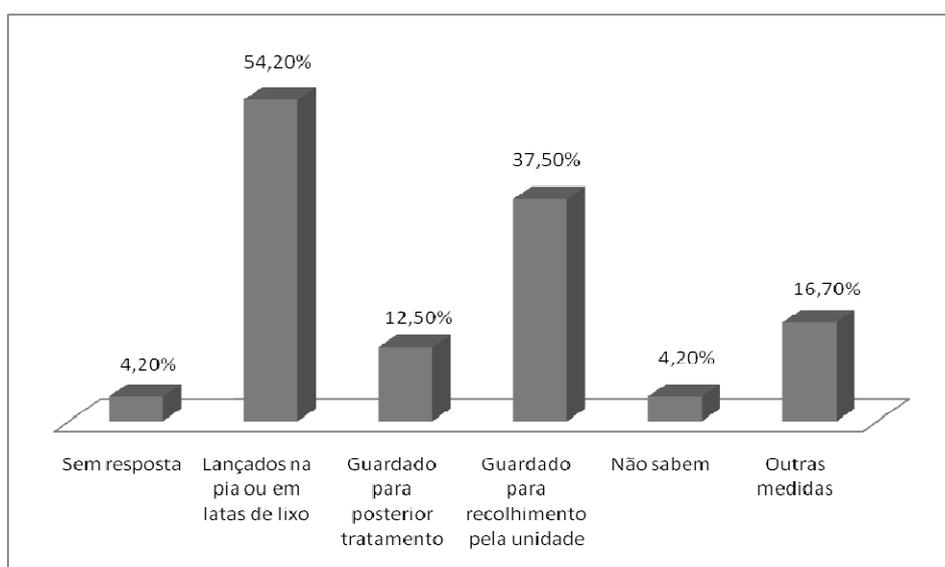


Figura 5. Percentual de respostas dos entrevistados concernente aos destino dado ao resíduo químicos em laboratórios nos quais atuam

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, todos os resíduos são agora classificados segundo a sua origem e potencial de periculosidade, logo os resíduos químicos

merecem especial atenção por possuírem características que os tornem passíveis de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e/ou mutagenicidade. Estes resíduos quando são dispostos de forma incorreta no meio ambiente, tratam de alterar a qualidade do local onde são descartados. Os principais impactos causados por este despejo inadequado são as alterações de pH, oxigênio dissolvido, turbidez e DQO no corpo receptor.

Entre as outras formas de disposição, os responsáveis pelos laboratórios comentaram em primeira instância há armazenamento, mas após isso não sabem o que fazer, processam por incineração ou dizem que não há recolhimento dos resíduos.

Os resultados encontrados entram em consenso com Gerbase *et al.* (2005), onde na maioria dos casos, quando são recolhidos, os resíduos são estocados previamente de forma irregular. Um estudo realizado na Universidade de Brasília demonstrou que os resíduos químicos, em sua maioria, eram descartados em pias e latas de lixo, e argumenta que os resultados indicam um profundo desconhecimento da natureza do resíduo por parte do gerador (Imbroisi *et al.*, 2006).

Um estudo realizado por Alberguini *et al.* (2003) mostrou que, dentre os resíduos químicos provenientes de laboratórios de IES analisados, 45% eram passíveis de recuperação por destilação, 8% após tratamento e destilação, 15% descarte após diluição, 17% necessitava de tratamento mais específico e 15% não haveria necessidade de descarte. Seu armazenamento ocorria em diversos recipientes, sendo o de frascos plásticos e de vidro os mais comuns, conforme Figura 6.

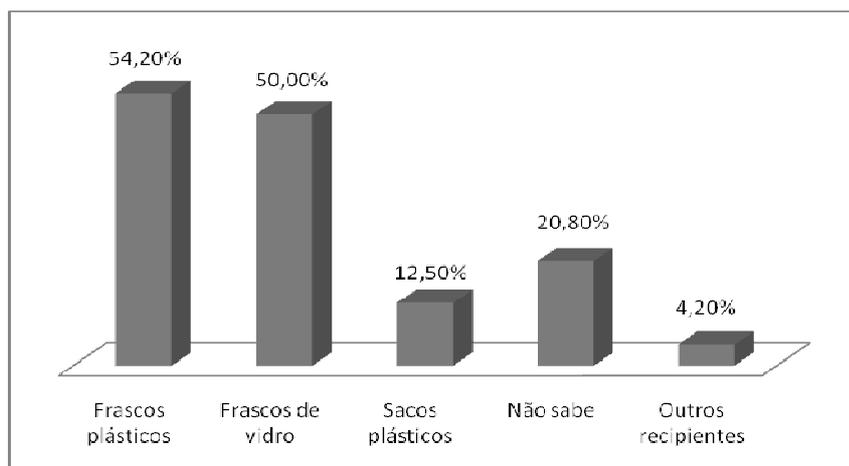


Figura 6. Percentual de respostas dos entrevistados concernente ao armazenamento de resíduos em laboratórios nos quais atuam

Os resultados obtidos encontram-se diferentes ao caso encontrado na Universidade de Brasília, onde 61% dos laboratórios que geram resíduos químicos os armazenam em frascos de vidro e 35% em de frascos de plástico. O caso apresentado demonstra um percentual maior de frascos plásticos, o que pode estar relacionado com o tipo de resíduo armazenado (Imbroisi *et al.*, 2006).

Com relação ao armazenamento, a importância vai além do tipo e de como se procede esta etapa, mas também da boa identificação dos rótulos, que facilita seu processo de tratamento e disposição adequada (Wargniez *et al.*, 2012). Para Jardim (1998) existem dois tipos diferentes tipos de resíduos químicos armazenados nas universidades. O resíduo denominado de passivo ambiental, ao qual é armazenado sem identificação e de difícil tratamento, e o resíduo ativo, comumente utilizado nas atividades diárias e geralmente o foco das atividades de manejo. Segundo o autor, a ausência de resíduo passivo facilita a aplicação

de um plano de gerenciamento de resíduos, ao passo que essa mesma ausência causa preocupação devido ao desconhecimento da maneira como foram dispensados.

Di Vitta *et al.* (2010) comenta que são necessárias medidas que evitem a acumulação de frascos de reagentes com conteúdos desconhecidos ou mal identificados. Segundo Silva *et al.* (2010) os rótulos e recipientes devem ser devidamente padronizados pela equipe de gerenciamento e os modelos dispostos para os laboratórios, medida esta que deve ser implementada no caso analisado, visto que não há um controle adequado desta etapa.

Em termos de volume produzido, a maior parte dos laboratórios analisados possuía baixa produção mensal, em torno de 1 litro, como mostra Figura 7.

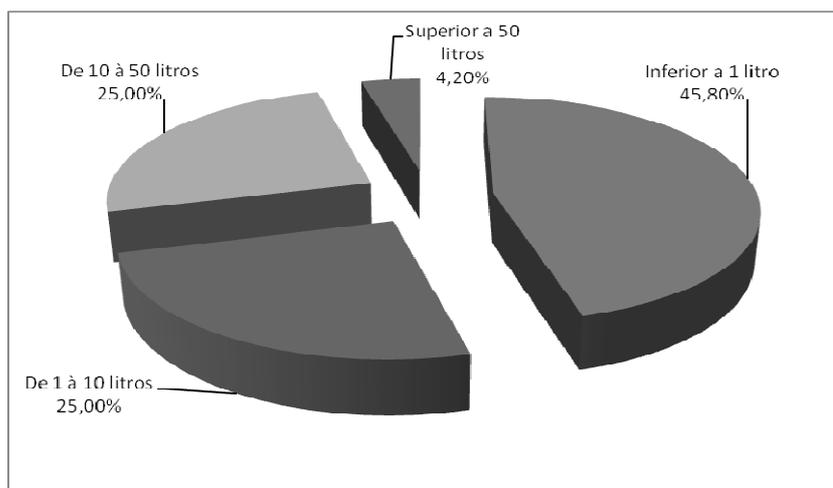


Figura 7. Percentual de laboratórios e sua produção mensal de resíduos químicos

Em caso semelhante visto na Universidade de São Paulo, devido à diferença do porte entre as Instituições, o volume apresentava-se mais significativo e havia uma grande dificuldade em seu armazenamento, no entanto, apresentavam-se passíveis de tratamento (Alberguini *et al.*, 2003).

Como alternativa a gestão dos resíduos, o tratamento destes pode apresentar-se de várias formas, sendo elas químicas, biológicas e ou físicas. O tratamento térmico é um dos meios mais comumente utilizados, embora mais dispendioso, gerador de gases e cinzas que devem ser tratados, não caracterizado como disposição correta, mas como um pré-tratamento ao destino adequado. A mediação biológica é indicada para volumes grandes de resíduo enquanto que tratamentos químicos são geralmente os mais usuais (Nolasco *et al.*, 2006), como é o caso dos laboratórios analisados, que através da questão sobre os tratamentos adotados nos resíduos químicos, responderam que a pratica comum, quando há tratamento, é a neutralização de ácidos e bases.

Por outro lado, uma unidade de tratamento pode vir a desestimular as unidades geradoras a reduzir sua produção. Por isso, é necessário identificar a situação através de um diagnóstico permitindo identificar o caminho que aquele resíduo percorre, “do berço ao túmulo”, em conjunto com a identificação dos resíduos na fonte geradora de modo a evitar a inviabilização dos tratamentos posteriores (Nolasco *et al.*, 2006).

Para a implantação de um programa de gestão dos resíduos, segundo a PNRS (Lei 12.305) recomenda-se a seguinte ordem: 1) prevenção da geração; 2) minimizar caso não seja possível prevenir; 3) reaproveitar; 4) tratamento dos não reaproveitáveis; 5) dispor os resíduos adequadamente. O fluxo contrário acaba por desestabilizar o plano de gerenciamento, ou seja, não se precisaria reduzir o resíduo se a geração fosse evitada (Nolasco, 2006).

Existem diversas técnicas que auxiliam na prevenção de geração de resíduos químicos. A eliminação de alguns reagentes e substituição por outros de menor toxicidade e maior

reaproveito são técnicas comumente utilizadas na busca da sustentabilidade (Lenardão *et al.*, 2003 e Sanderson, 2011). Muitas vezes, barreiras na aplicação do conceito da “química verde” se dão pela eficiência dos reagentes químicos, a exemplo dos solventes menos poluentes, que muitas vezes são menos eficientes do que solventes clorados (Sanderson, 2011 e Armenta *et al.*, 2008).

A prevenção da geração, com o compromisso de buscar novas técnicas e procedimentos que evitem a produção e minimização dos resíduos são ferramentas benéficas na elaboração de um programa de gestão eficiente, em conjunto com sua reutilização e reciclagem, nos casos em que não é possível evitar geração de resíduos (Silva *et al.*, 2010).

A sensibilização com a questão ambiental pode ocorrer principalmente em fórum de discussões, promovendo assim a ação de grupos de trabalho, visando à prevenção da poluição e redução, reaproveitamento e recuperação de materiais (Giloni-Lima e Lima, 2008; Alberguini *et al.*, 2003 e Nolasco *et al.*, 2006). A educação ambiental procede como agente modificador, promovendo o fortalecimento da consciência ética, principalmente com o que diz respeito aos técnicos de laboratório, higienizadores, estagiários, acadêmicos de graduação e de pós-graduação (Giloni-Lima e Lima 2008).

A criação de softwares que identificam as melhores substâncias que representam menos toxicidade e maior chance de aproveitamento nas diferentes análises realizadas são alternativas utilizadas de modo a garantir uma maior eficiência na lida deste tipo de resíduo (Leslie, 2005). Outra alternativa proposta por Silva *et al.* (2010) consiste na disponibilização via internet de ferramentas de gerenciamento, como manuais práticos sobre o acondicionamento, armazenamento, rotulagem entre outros, promovendo uma ação facilitadora da gestão de resíduos químicos nas IES.

4 CONCLUSÃO

O estudo mostrou que os responsáveis técnicos, em sua maioria, possuem intenções favoráveis as questões socioambientais, embora demonstrem falta de conhecimento. Para sanar essa deficiência faz-se uso da educação ambiental como base de uma política de implantação de alternativas ambientalmente corretas de disposição, identificação, reuso e minimização dos resíduos gerados.

Técnicas como fórum de discussões, geração de temas para dissertações, monografias, disciplinas e trabalhos de conclusão de curso que abordem o tema, são meios de promover a educação ambiental como ferramenta da gestão adequada de resíduos químicos nas IES.

Embora exista o conhecimento de formas de tratamento, boa parte dos remanescentes químicos da unidade estudada são vertidos inadequadamente na rede sanitária e o restante armazenado não condiz com as condições adequadas de acondicionamento. Por possuir uma abundante diversificação devido à multiplicidade das atividades exercidas, os resíduos químicos de IES são de difícil tratamento, mesmo em pequenos volumes, o que facilita seu descarte inadequado pela ausência de uma legislação específica, e, em muitos casos, de uma fiscalização adequada.

Assim, as IES como unidades formadoras de opinião e como unidade geradora de resíduos químicos, devem prover meios para seu tratamento e disposição final adequada, através de unidades de tratamento e grupos de fomento técnico e científico na área, com elaboração de diagnósticos evidenciando a origem, composição e destino dos resíduos gerados, para posterior elaboração de plano gestor.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão das bolsas de mestrado e doutorado.

REFERÊNCIAS

- ALBERGUINI, L. B. A.; SILVA, L. C.; REZENDE, M. O. de.; Laboratório de Resíduos Químicos do Campus USP-São Carlos - Resultados da Experiência Pioneira em Gestão e Gerenciamento de Resíduos Químicos em um Campus Universitário. *Rev. Quím. Nova*, 26(2): 291-295, 2003.
- ARMENTA, S.; GARRIGUES, S.; DE LA GUARDIA, M. *Green Analytical Chemistry. Trends in Anal. Chem.*, 27(6): 497-511, 2008.
- CORRÊA, L. B.; LUNARDI, V. L.; CONTO, S. M. de; GALIAZZI, M. do C.; O saber resíduos sólidos de serviços de saúde na formação acadêmica: uma contribuição da educação ambiental. *Rev. Interface – Comunic., Saúde e Educ.*, 18(9): 571-584, 2005.
- DI VITTA, P. B.; de FARIA, D. L. A.; SERRANO, S. H. P.; DI VITTA, C.; ANDRADE, L. H.; BAADER, J. W. Sistema de gestão de resíduos do Instituto de Química da Universidade de São Paulo. *Gestão de Resíduos em Universidades*; De Conto, S. M., ed.; Educ: Caxias do Sul, 2010, cap. 9.
- GERBASE, A. E.; COELHO, F. S.; MACHADO, P. F. L.; FERREIRA, V. F.; Gerenciamentos de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. *Rev. Quím. Nova*, 28(1): 3, 2005.
- GILONI-LIMA, P. C.; LIMA, V. A. de; Gestão integrada de resíduos químicos em instituições de ensino superior. *Rev. Quím. Nova*, 31(6): 1595-1598, 2008.
- NORMA BRASILEIRA NBR 10004/2004 - Resíduos Sólidos- Classificação: Disponível em: <<http://www.aslaa.com.br/legislacoes/NBR%20n%2010004-2004.pdf>>. Acesso em 23/03/2015.
- PORTAL DIA DE CAMPO – Artigos Especiais: Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=23103&secao=Artigos%20Especiais&c2=Meio%20Ambiente>. Acesso em: 12/02/2012.
- BRASIL – Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm. Acesso em: 22/04/2015.
- IMBROISI, D.; GUARITÁ-SANTOS, A. J. M.; BARBOSA, S. S.; SHINTAKU, S. da F.; MONTEIRO, H. J.; PONCE, G. A. E.; FURTADO, J.G. TINOCO, C. J.; MELLO, D. C.; Gestão de resíduos químicos em universidades: Universidade de Brasília em foco. *Rev. Quím. Nova*, 29(2): 404-409, 2006.
- JARDIM, W. F.; Gerenciamento de Resíduos Químicos em Laboratórios de Ensino e Pesquisa. *Rev. Quím. Nova*, 21(5):671-673, 1998.
- KUMAR, A.; Institutionalizing lifelong learning: creating conducive environments for adult learning in the Asian context. *Rev. Inter. J. of Ed. Develop.*, 24: 213-226, 2004.
- LENARDÃO, E. J.; FREITAG, R. A.; DABDOUB, M. J.; BATISTA, A. C. F.; SILVEIRA, C. da C.; "Green chemistry" - Os 12 Princípios da Química Verde e sua Inserção nas Atividades de Ensino e Pesquisa. *Rev. Quím. Nova*, 26(1):123-129, 2003.
- LESLIE, M. *Cleaning up Chemistry. Rev. Science*, 309:225, 2005.
- MERRIAM, S.B. *Qualitative Research and Case Study Applications in Education: revised and expanded from case study*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1998.
- MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Rev. Ciênc. Educ.*, 9(2): 191-211, 2003.
- NOLASCO, F. R.; TAVARES, G.A.; BENDASSOLLI, J. A. Implantação de programas de gerenciamento de resíduos químicos laboratoriais e universidades: Análise crítica e recomendações. *Rev. Eng. Sanit. E Amb.*, 11(2): 118-124, 2006.
- SANDERSON, K. Chemistry: Enigmatic elements. *Rev. Nature*, 469:18-20, 2011.
- SILVA, A. R.; COOPER, M.; MEIRA, A. M. DE; MASETTO, A. V.; FERRAZ, E. M.;

GONÇALVEZ, R. H. Gerenciamento de resíduos químicos na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo. *Gestão de Resíduos em Universidades*; De Conto, S. M., ed.; Educs: Caxias do Sul, 2010, cap. 8.

WARGNIEZ, A. B.; YAMAGUCHI, K. S. OLEAS, R. C. J. Improving laboratory safety through mini-scale experiments: A case study of New Jersey City University. *Chem. Health Safety*, 19(6): 12-23, 2012.