

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR: ELEMENTOS INICIAIS PARA A CONSTRUÇÃO DE UM DIAGNÓSTICO

Raoni Lucena de Souza

Aluno Mestrando Universidade Federal Fluminense

Mestrado Profissional em Defesa e Segurança Civil da Universidade Federal Fluminense-UFF

rasouza@id.uff.br

Resumo – Resíduos químicos são produzidos diariamente por Instituições de Ensino Superior – IES. Nestas instituições, comparando com os processos industriais, a geração de resíduos ocorre em um volume significativamente menor e com uma variação bem maior de materiais. Devido a isso, durante muitos anos as IES não foram vistas pelos organismos de controle, usuários e população interna como geradores de resíduos químicos. A preocupação com o gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino superior no Brasil data da década de 1990 e, embora haja algum avanço neste aspecto, a percepção geral é de que a condição global das IES brasileiras é de muita debilidade quanto a este tema. Este artigo busca discutir sobre o gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino superior no Brasil e apresentar, a partir do diálogo com a literatura especializada, os principais elementos a serem considerados na construção de diagnóstico a respeito do gerenciamento de resíduos químicos em uma IES.

(Palavras chave: Resíduos químicos; Gerenciamento de resíduos; Instituições de Ensino Superior – IES.)

Abstract – Chemical residues are produced daily by Superior Educational Institutes – IES. On these institutions, compared with industrial processes, the residue production happens in a really smaller volume and with a bigger material variation. Due to this, in many years the IES never had been seen as chemical residues generators by the control organisms, users and internal population. The concern with the chemical residues management happens since the 1990's and, however there is some advancement on this matter, the general perception is that the global condition of the brazilian IES is of a great weakness on this matter. This article tries to discuss the chemical residues management on Brazil's IES and to present, starting from the dialogue with the specialized literature, the main aspects to be considered on a diagnosis approach about the chemical residues management on a IES.

(Key-words: Chemical residues, Residues management, Superior Educational Institutes – SEI.)

1 Introdução

A maioria das Instituições de Ensino Superior no Brasil produzem resíduos considerados perigosos. Portanto, que não podem ser destinados ao serviço urbano de coleta de lixo regular. Dentre esses resíduos perigosos, podemos destacar os resíduos infectantes ou potencialmente infectantes, característicos de serviços de saúde; e os resíduos químicos, muito característicos de atividades laboratoriais em diversas áreas como química, ciências biológicas e biomédicas, farmácia etc.

Os resíduos químicos podem possuir características perigosas, tais como inflamabilidade, explosividade, toxicidade e reatividade. Deste modo, o manejo deste tipo de material deve respeitar determinados procedimentos e precauções, desde a sua geração até a destinação final. O gerenciamento inadequado dos resíduos químicos pode acarretar maior risco de eventos que provoquem danos ao público interno, à comunidade ao redor e ao meio ambiente.

Comparando-se aos processos industriais, nas Universidades e outras instituições de ensino e pesquisa (IEP) os resíduos químicos são gerados em volumes bem menores e a variabilidade do tipo de material residual gerado é maior. Durante muitos anos, as IEP não foram vistas como geradoras de resíduos químicos, não havendo, assim, preocupação com procedimentos de manejo específicos. Apenas na década de 1990 a preocupação com este tema ganha destaque no cenário nacional.

A literatura especializada aponta que este desenvolvimento se dá através de iniciativas específicas de cada instituição, ou seja, existe muita desigualdade, dado que não há ainda um *modus operandi* padronizado e generalizado sendo adotado pelo conjunto das instituições, isso apesar de haver avanços no desenvolvimento de programas e ações voltados ao gerenciamento de resíduos químicos nas Instituições de Ensino e Pesquisa no

país. De modo geral, o que se aponta é a debilidade dos processos de manejo de e gerenciamento dos resíduos químicos nas IEP do Brasil, mesmo reconhecendo os avanços pontuais anteriormente mencionados.

Neste contexto, o presente artigo busca discutir o gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino superior no Brasil e apresentar, a partir do diálogo com a literatura especializada, os principais elementos a serem considerados na construção de um diagnóstico institucional a este respeito.

2 A questão dos resíduos na atualidade

O termo ‘resíduo’ é empregado para descrever qualquer material que resulta da sobra de uma atividade humana qualquer, seja industrial, agrícola, de serviços ou mesmo doméstica. Figueiredo (2006) circunscreve o conceito de ‘resíduo’ como sendo “material remanescente de alguma apropriação, processo ou atividade e que, em princípio, possui potencial de uso para o próprio gerador ou não, com ou sem tratamento” (p. 49).

O gerenciamento dos resíduos gerados pelas mais diversas atividades humanas constitui-se em um grande desafio para a sociedade moderna. O crescimento populacional e o modelo de produção cada vez mais industrializado fazem com que se acirre o desequilíbrio entre a capacidade de produção de resíduos oriundos das atividades humanas e a capacidade da natureza de realizar a ciclagem de todos estes resíduos. Brasil (2006) aponta que este desequilíbrio se expressa em três aspectos: no aumento da produção (velocidade da geração de resíduos); na concepção dos produtos (cada vez mais descartáveis ou de menor duração); e na sua característica “não degradável” (produtos e rejeitos de composição química cada vez mais diferentes da natural e de mais difícil assimilação e degradação no meio ambiente).

Lima (2012) aponta que os resíduos ou rejeitos, na atualidade, tornam-se um grave problema de contaminação ambiental, seja no meio terrestre, no aquático ou no atmosférico, devido à sua quantidade elevada ou presença de substância tóxica, gerando graves efeitos para os seres vivos. O autor observa, também, que o reconhecimento desta problemática, tanto no âmbito do indivíduo quanto das organizações públicas ou privadas, é o início de um processo que, embasado em estudos e pesquisas, subsidia a mudança de atitude e a tomada de decisões, resultando na melhoria da qualidade de vida.

3 Resíduos gerados em Instituições de Ensino Superior

As Instituições de Ensino Superior (IES) são responsáveis por atividades muito diversificadas e, por isso, geram resíduos de natureza variada, comparáveis, inclusive, aos núcleos urbanos com relação aos possíveis impactos oriundos destes – guardadas, porém, as proporções de volume (Araújo, 2002; Saramento *et al.*, 2015). Souza (2005) enfatiza a diversidade dos resíduos potencialmente gerados em uma IES, apresentando uma sistematização aproximada dos resíduos gerados nos diferentes ambientes internos, apresentada a seguir na Tabela 1.

Tabela 1 – Principais resíduos gerados em IES, segundo ambientes ou atividades geradoras

AMBIENTE OU ATIVIDADE GERADORA	TIPO DE RESÍDUOS MAIS COMUMENTE GERADO
Gráficas e copiadoras	Papel, restos de tintas de impressão e restos de equipamentos de impressão e/ou copiadoras desativadas.
Restaurantes, refeitórios e lanchonetes	Matéria orgânica putrescível (restos de alimentos) e papéis plásticos de embalagens.
Informática	Cartuchos de tintas de impressoras desativados e partes de microcomputadores não utilizados.
Salas de aula, secretarias, gabinetes, biblioteca, ateliês etc.	Papéis, restos de cartuchos de impressão, plásticos e demais materiais de escritório.
Obras de construção civil: construções, demolições, reparos etc.	Resíduos de construção civil idênticos aos gerados fora da universidade em ambientes urbanos.
Lixeiras espalhadas pelos <i>campi</i> ou dentro das edificações	Resíduos diversos, similares ao resíduo doméstico (restos de comida, papéis, plásticos, latas etc.)
Limpeza e podas de árvores	Folhas e galhos de árvores, areia e poeira de varrição, outros resíduos diversos idênticos os resíduos urbanos de varrição (papéis, plásticos etc.)
Laboratórios	Os laboratórios nas IES podem gerar resíduos das mais diversas naturezas, a depender da natureza específica da atividade desenvolvida no mesmo. Destaca-se como potencial de periculosidade e necessidade de maior atenção gerencial: a potencial geração de resíduos químicos ou com potencial contaminante. Em casos específicos, há também laboratórios que geram resíduos de natureza radioativa.
Espaços destinados aos cuidados à saúde	Assim como os laboratórios, estes podem gerar resíduos de naturezas muito distintas a

(leitos, enfermarias, ambulatorios, hospitais universitários etc.)	depende da atividade específica desenvolvida. Porém, aqui, em termos de risco potencial e preocupação gerencial, há uma expressão maior dos resíduos potencialmente contaminantes (gerados a partir de materiais em contatos com pacientes ou seus fluidos), bem como materiais perfurocortantes descartados (como agulhas, lâminas etc.), embora também estejam presentes os resíduos químicos e, excepcionalmente, radioativos.
--	---

Fonte: adaptado de Souza (2005)

4 Resíduos químicos gerados em Instituições de Ensino Superior

De acordo com a norma técnica NBR 14.725-1, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, resíduo químico pode ser definido como (ABNT, 2009):

Substância, mistura ou material remanescente de atividades de origem industrial, serviços de saúde, agrícola e comercial a ser destinado conforme legislação ambiental vigente, para utilização em outro processo, reprocessamento/recuperação, reciclagem, coprocessamento, destruição térmica e aterro.

Embora esta definição adotada pela ABNT não incorpore, em seu texto, laboratórios de ensino e pesquisa, é notório que as atividades nestes ambientes podem gerar este tipo de resíduo.

De acordo com a legislação vigente, os resíduos químicos produzidos em laboratórios de ensino e pesquisa, apesar de comumente se apresentarem no estado líquido, são, por sua natureza e características, tratados como “resíduos sólidos”, definidos desta forma pela NBR 10004:

“Resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição, incluídos os laudos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia disponível” (ABNT, 2004: pág. 34).

Os resíduos sólidos, por sua vez, podem ser classificados em perigosos (classe I) e não perigosos (classe II), sendo os não perigosos também subclassificados como inertes e não inertes. De acordo com a NBR 10004, Resíduos Perigosos – Classe I são:

Os resíduos sólidos que, em função de sua particularidade ou de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices, ou riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada, ou constem nos anexos A e B desta norma. (ABNT, 2004: pág. 34)

Já os resíduos não perigosos – classe II são todos aqueles não enquadrados na definição acima. Estes podem ser subdivididos em ‘não inertes’ e ‘inertes’, sendo os não inertes “resíduos que podem apresentar características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, com possibilidade de acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente, não se enquadrando com a classificação de resíduos classe I” (ABNT, 2004: pág. 36); e os inertes “aqueles que, por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente” (*Idem, ibidem*).

A maioria das Instituições de Ensino Superior no Brasil, destacadamente as públicas, possuem laboratórios que, em suas atividades rotineiras, produzem resíduos de natureza química. Esses resíduos diferenciam-se daqueles gerados pelas indústrias por apresentarem baixo volume e grande variedade em sua composição. Essa característica dificulta o estabelecimento de procedimentos padrão para o tratamento e a destinação final dos mesmos (Reis, 2014; Gerbase, 2005; Lima, 2012; Schneider *et al.*, 2012). Apesar de um volume substancialmente menor, se comparado às atividades industriais, os resíduos provenientes dos laboratórios das Instituições de Ensino e Pesquisa, se não gerenciados de maneira adequada, possuem potencial para causar danos ao patrimônio, à saúde humana e ao meio ambiente. Laudeano (2011) destaca que a maioria destas instituições convive diariamente com a produção e manuseio de resíduos perigosos, devido à presença de materiais com características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, patogenicidade e toxicidade.

Figueiredo (2006) aponta a possibilidade de incêndios, explosões, derramamentos e contatos acidentais com substâncias corrosivas e tóxicas, emissão de calor excessivo, entupimento e avarias nas redes de esgotamento sanitário, provocados pelo gerenciamento inadequado destes resíduos.

De acordo com Juliatto *et al.* (2011), a preocupação com resíduos gerados nas IES passou a ser uma questão amplamente discutida no cenário mundial a partir da década de 1970, com a adoção de programas de gerenciamento de resíduos por algumas universidades pelo mundo, cujas experiências passaram a ser discutidas na comunidade científica. No Brasil, a preocupação com o gerenciamento dos resíduos gerados em laboratórios de ensino e pesquisa nas IES ganha peso somente a partir da década de 1990 (Marinho *et al.*, 2011; Lima, 2012). De acordo com Marinho *et al.* (2011), o reconhecimento das IES como geradoras de resíduos perigosos na década de 1990 teve como marco a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (ECO 92), cujas discussões e documentos produzidos evidenciam a necessidade de envolvimento das IES na introdução de práticas ambientais sustentáveis em suas atividades.

Em artigo publicado no final dos anos 1990, Jardim (1998) afirmava que, na grande maioria da IES do país, a gestão dos resíduos gerados nas atividades rotineiras de laboratórios era inexistente. O autor indica, ainda, a ausência de um órgão fiscalizador como elemento central para este cenário. De acordo com Lima (2012), ações isoladas vem sendo desenvolvidas por várias IES (notadamente as públicas) e pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ), visando aumentar a visibilidade dos problemas referentes ao gerenciamento dos resíduos químicos produzidos nestas instituições. Contudo, o autor aponta que, a despeito de ações isoladas, essa questão precisa ser tratada coletivamente por toda a comunidade científica, bem como pelos órgãos de fomento. Assim, a ausência, na maioria das Instituições de Ensino e Pesquisa do país, de um programa de gestão de resíduos tem levado, com certa frequência, a um descarte pouco responsável dos materiais residuais no ambiente, através das pias dos laboratórios ou do lixo comum, ou em muitos casos, no acúmulo de resíduos armazenados precariamente por longos períodos de tempo. Alguns autores apontam que as atividades de ensino e pesquisa, como geram pequenas quantidades de resíduos se comparadas às atividades industriais, são tratadas como atividades não impactantes pelos órgãos de proteção ambiental e, por isso, pouco fiscalizadas (Schneider *et al.*, 2011; Afonso *et al.*, 2003; Jardim, 1998).

5 Gerenciamentos de resíduos químicos em Instituições de Ensino Superior

Ao tratar do ‘gerenciamento de resíduos de serviços de saúde’, a RCD ANVISA 306/04 assume o seguinte conceito:

um conjunto de procedimentos de gestão, planejados e implementados a partir de bases científicas e técnicas, normativas e legais, com o objetivo de minimizar a produção de resíduos e proporcionar aos resíduos gerados, um encaminhamento seguro, de forma eficiente, visando à proteção dos trabalhadores, a preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente. (ANVISA, 2004)

Apesar de o texto normativo acima tratar de ‘resíduos de serviços de saúde’, entende-se, para fins deste estudo, que ele pode ser aplicado ao gerenciamento de resíduos químicos produzidos em instituições de ensino e pesquisa. É importante ressaltar nesta definição a ênfase tanto nos aspectos técnico-científicos como legal-normativos; a prioridade para a minimização da produção (antes do encaminhamento correto dos resíduos gerados); e as três dimensões de proteção observadas: o trabalhador, a saúde pública e o meio ambiente.

No cenário atual, onde existe uma preocupação crescente com o desenvolvimento sustentável e possíveis impactos ambientais das atividades, algumas instituições de ensino vêm desenvolvendo ações para gerenciar seus resíduos¹. Estudo realizado por Reis (2014) buscou levantar informações sobre os programas de gerenciamento de resíduos desenvolvidos pelos institutos, departamentos ou laboratórios de química das universidades públicas brasileiras. Seu trabalho constatou que, no momento da pesquisa, 50% das IES públicas possuíam Programa de Gerenciamento de Resíduos (PGR). Lima (2012) salienta que os programas de gerenciamento de resíduos químicos perigosos têm importância não somente na redução de impactos ambientais gerados na unidade, mas, principalmente, na educação ambiental de alunos e pesquisadores, que poderão assimilar essas práticas e aplicá-las em suas vivências fora da instituição. Souza (2013) afirma que esta ainda é uma disciplina em aberto e que, apesar das exigências legais, na prática esses aspectos não tem sido tratados com a devida atenção nos meios universitários e de pesquisa brasileiros. Em pesquisa realizada pela Comissão Nacional de Segurança Química (CONASQ), em 2003, poucas universidades brasileiras, públicas ou privadas,

1 Algumas dessas experiências são relatadas nos trabalhos de Schneider *et al.* (Universidade de Caxias do Sul); Imbroisi *et al.*, 2006 (Universidade de Brasília); Jardim, 1998 (UNICAMP); Lima, 2012 (Universidade Estadual do Rio de Janeiro); Menacho, 2016 (Universidade Federal do Rio Grande do Norte); Antoniassi, 2017 (universidade não identificada no trabalho).

atingiram resultados favoráveis no que diz respeito ao correto gerenciamento dos resíduos químicos (*apud* Souza, 2013).

Jardim (1998) destaca 4 premissas (e condições) básicas para que um programa de gerenciamento de resíduos possa se sustentar:

- (1) apoio institucional irrestrito ao programa; (2) priorizar o lado humano do programa frente ao tecnológico; (3) divulgar metas estipuladas dentro de várias fases do programa; (4) reavaliar continuamente os resultados obtidos e as metas estipuladas (p. 671).

Ao ser implementado, um programa de gerenciamento de resíduos deve contemplar dois tipos de resíduos: o ativo e o passivo. O ativo é formado pelos resíduos gerados nas atividades rotineiras da unidade; já o passivo são aqueles resíduos que são estocados na unidade geradora, em alguns casos, por um longo período de tempo, aguardando destinação final adequada, geralmente não caracterizados (Reis, 2014; Jardim, 1998).

Jardim (1998) afirma que as ações referentes ao gerenciamento de resíduos químicos nas unidades geradoras devem seguir uma determinada hierarquia, a saber:

- 1 – Prevenir a geração de resíduos; 2 – Minimizar a proporção de resíduos perigosos que são inevitavelmente gerados; 3 – Segregar e concentrar correntes de resíduos de modo a tornar viável a atividade gerenciadora; 4 – Reusar internamente ou externamente; 5 – Reciclar o material ou componente energético do resíduo; 6 – Manter todo o resíduo produzido na forma mais passível de tratamento; 7 – Tratar e dispor o resíduo de maneira segura (p. 3)

Seguindo a mesma lógica, Figuerêdo (2006) também apresenta uma hierarquia das ações, partindo daquelas mais desejáveis para as menos desejáveis, representadas, seguindo a seguinte ordem: 1 – redução na fonte; 2 – reaproveitamento; 3 – tratamento (que transforme o resíduo em não perigoso); 4 – disposição final (adequada para resíduos perigosos).

A Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº. 6938, de 31 de janeiro de 1981) estabelece responsabilidade objetiva no caso de um possível dano ambiental, o que significa que o gerador é o principal responsável por possíveis danos ambientais oriundos dos resíduos por ele gerado, independentemente da configuração de culpa (Laudeano *et al.*, 2011; Reis, 2012). Para o sucesso de um plano de gerenciamento de resíduos, especialmente no tocante aos resíduos perigosos, é importante que se adote como regra, também internamente, a responsabilidade objetiva, que significa dizer que quem gerou o resíduo é o responsável pelo mesmo (Jardim, 1998).

6 Procedimentos recomendados para manejo de resíduos químicos

O gerenciamento adequado dos resíduos, a fim de dar-lhes o melhor e mais seguro destino final, bem como eliminar ou reduzir os riscos envolvidos no processo, envolve diversas etapas, desde sua geração, segregação, acondicionamento, tratamento preliminar e transporte, até chegar na destinação final do resíduo (Jardim, 1998; Lima, 2012).

Com o objetivo de apresentar didaticamente cada etapa do processo, estas foram esquematicamente separadas em três momentos: o primeiro momento se dá no ato da geração do resíduo, preferencialmente no mesmo local e sob responsabilidade de quem o gerou, englobando as fases de identificação (rotulagem e inventário), segregação e acondicionamento; o segundo momento ocorre posteriormente, mas ainda nas dependências da instituição geradora, englobando o as etapas do transporte interno, armazenamento temporário e armazenamento externo; já o terceiro momento pode ocorrer em ambiente externo à unidade geradora e engloba as etapas de coleta e transporte externo, tratamento e destinação final do resíduo.

Consideraram-se, como primeiro momento, as ações que se desenvolvem no momento da geração do resíduo. Neste momento, deve-se proceder a correta identificação, segregação e acondicionamento do resíduo.

A identificação consiste em um conjunto de medidas que visem caracterizar os materiais residuais adequadamente, a fim de dar-lhes o melhor encaminhamento possível de maneira eficiente (Veiga, 2010). Fazem parte do processo de identificação, destacadamente, dois procedimentos, o inventário e a rotulagem (Lima, 2012). Embora seja desejável que a identificação ocorra no momento da geração dos resíduos, esta etapa pode e deve se proceder para correta identificação do conjunto de resíduos existentes nos casos em que a instituição possua volumes de resíduos armazenados não caracterizados (Jardim, 1998; Menacho, 2016; Reis, 2014). Alguns autores consideram esta etapa fundamental, sem a qual todas as demais etapas da gestão tornam-se inviáveis (Jardim, 1998; Lima, 2012). Em levantamento, feito por Reis (2014), das características dos programas de gerenciamento de resíduos desenvolvidos em laboratórios de química das universidades brasileiras, identificou-

se que, em todos os casos, o procedimento inicial adotado é o de identificação dos resíduos químicos gerados, ou seja, realização de inventário ativo e passivo².

A identificação ou inventário de resíduos é o instrumento por meio do qual as atividades laboratoriais devem fornecer, entre outros dados, informações técnicas sobre as quantidades, a caracterização e os sistemas de destinação que adotam para os resíduos (Lima, 2012: p. 50-51).

A rotulagem é parte da etapa de identificação; consiste na “marcação dos recipientes que contenham substâncias químicas, por intermédio de símbolos e textos de avisos” (Lima, 2012: p. 52). A Convenção nº 170 da Organização Internacional do Trabalho (OIT), relativa à “Segurança na Utilização de Produtos Químicos no Trabalho”, assinada em Genebra, em 25 de junho de 1990, na parte III, artigo nº. 7, dispõe as seguintes recomendações sobre rotulação de regentes químicos.

- 1) Todos os produtos químicos deverão portar uma marca que permita a sua identificação;
- 2) Os produtos químicos perigosos deverão portar, ainda, uma etiqueta facilmente compreensível para os trabalhadores, que facilite a compreensão de informações essenciais sobre a sua classificação, os perigos que oferecem e as precauções de segurança que devam ser observadas;
- 3) As exigências para rotular ou marcar os produtos químicos, de acordo com os parágrafos 1 e 2 do presente Artigo, deverão ser estabelecidas pela autoridade competente ou por um organismo aprovado ou reconhecido pela autoridade competente, em conformidade com as normas nacionais ou internacionais;
- 4) No caso do transporte, tais exigências deverão levar em consideração as recomendações das Nações Unidas relativas ao transporte de mercadorias perigosas.

No Brasil, a norma ABNT NBR 14725, exige que a periculosidade de produtos químicos seja identificada por três tópicos:

- 1 – Pictograma de perigo: símbolo preto, sobre fundo branco, dentro de um quadrado com uma dimensão mínima de 1 cm × 1 cm, borda vermelha,⁵ apoiado num vértice;
- 2 – Palavra de advertência: “Perigo” ou “Atenção”, onde a primeira é usada para indicar os perigos mais graves e a segunda os de menor periculosidade;
- 3 – Frase de perigo (ou frases H = *Hazard*): descrevendo, de forma padronizada, a natureza e gravidade do risco de cada categoria de perigo, na qual o produto químico se enquadra.

Complementarmente, pode haver uma frase de precaução (ou frase P), indicando medidas adequadas para evitar ou limitar os efeitos nocivos que podem ser causados pelo produto químico perigoso, descritos na própria NBR 14725. Ressalta-se que esse sistema de identificação segue orientações descritas pela Organização das Nações Unidas (ONU), através do sistema GHS³.

2 “O inventário adotado por um IES deve contemplar dois tipos de resíduos: o ativo, gerado em atividades correntes, fruto das atividades rotineiras dentro da unidade geradora e posteriormente armazenados segundo procedimentos corriqueiros e usuais determinados por um plano de gestão; e o passivo, que compreende o material que foi gerado, acumulado e armazenado em tempos passados, para o qual não se teve uma solução de tratamento e descarte adequado na época em que foi gerado” (MENACHO, 2016: pág. 21).

3 O Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS por sua sigla em inglês) estabelece critérios harmonizados para classificar substâncias e compostos com relação aos perigos físicos, para a saúde e para o meio ambiente. Inclui além, elementos harmonizados para informar dos perigos, com os requisitos sobre a rotulagem, pictogramas e fichas de segurança. Os critérios estabelecidos no GHS estão baseados no que descreve o documento chamado Livro Púrpura (<http://ghs-sga.com>).

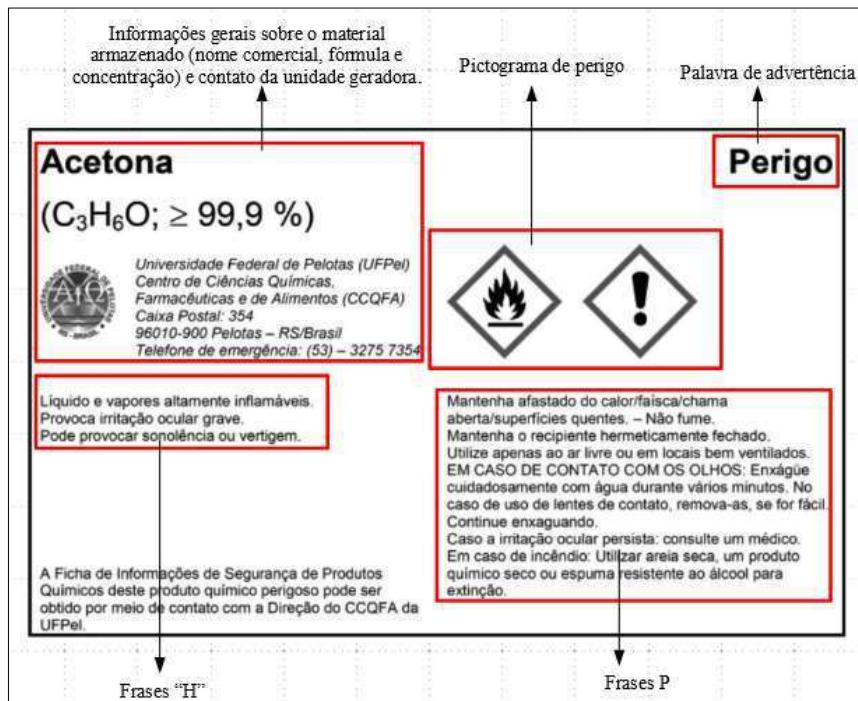


Figura 1 – Rótulo de acetona, de acordo com as diretrizes da NBR 14725
Fonte: adaptado de Wallau *et al.*, 2013

Outra simbologia comumente utilizada de maneira complementar é o Diagrama de Hommel ou Diamante de Perigo (Menacho, 2016; Souza, 2013), simbologia desenvolvida pela NFPA (*National Fire Protection Association*)⁴. Consiste em um losango dividido em quatro partes, sendo que cada parte expressa um tipo de risco, aos quais são atribuídos graus de risco que variam de 0 a 4.

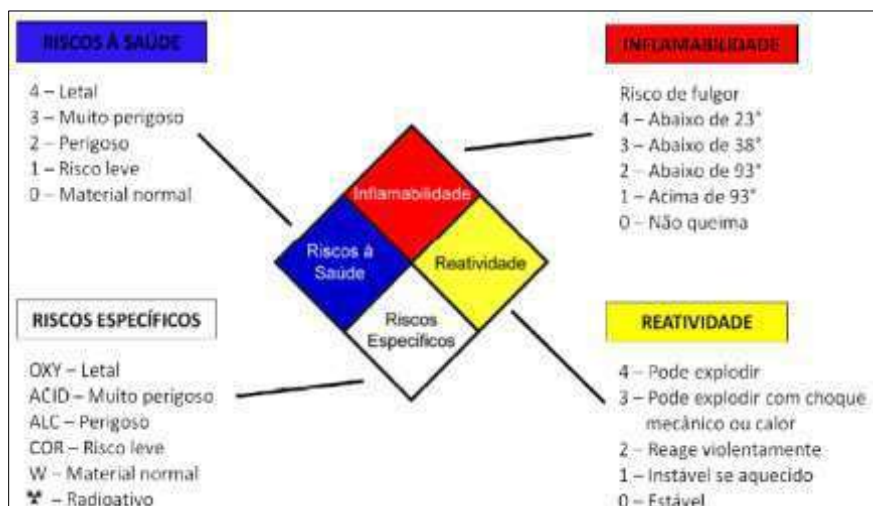


Figura 2 – Modelo explicativo de Diagrama de Hommel
Fonte: Veiga, 2010

Segregação e acondicionamento são etapas diretamente interligadas entre si e relacionadas à identificação. A segregação consiste em separar os resíduos previamente identificados de acordo com as características e propriedades de cada material, e tem por finalidade facilitar o manejo do resíduo, uma vez que, conhecidas suas características, torna-se mais fácil a escolha da melhor forma de tratamento e disposição final. (Lima, 2012; Reis, 2014). O acondicionamento é o ato depositar os resíduos nos recipientes adequados, de

⁴ Associação Nacional para Proteção contra Incêndios dos Estados Unidos.

acordo com as características e propriedades de cada material. No caso dos resíduos químicos – que, por sua natureza, precisam ser armazenados –, este acondicionamento deve se dar de acordo com as informações obtidas através do rótulo do produto, da FISPQ⁵ ou de catálogos de produtos químicos, podendo ser feito em recipientes de plástico, vidro ou metal, desde que sigam as exigências de compatibilidade entre os produtos e destes com os materiais recipientes (BRASIL, 2006).

Considerou-se como segundo momento as atividades desenvolvidas após a geração do resíduo, ainda no âmbito da unidade que o gerou. Contempla as etapas de transporte interno, armazenamento interno e armazenamento externo.

A etapa do transporte interno consiste no traslado deste resíduo no interior do estabelecimento, ou seja: do local onde foi gerado até o local de armazenamento (temporário ou externo) ou do local de armazenamento temporário para o local de armazenamento externo. Este transporte deve ser realizado de maneira segura, evitando-se impactos ou trepidações, bem como a circulação do material em horário de pico de movimentação. Os recipientes com até 20 litros podem ser coletados e transportados manualmente, acima disso deve se utilizar o carro de coleta interna (BRASIL, 2006).

Armazenamento interno consiste na guarda temporária dos recipientes contendo os resíduos já acondicionados, em local próximo aos pontos de geração, visando agilizar a coleta dentro do estabelecimento e otimizar o deslocamento entre os pontos geradores e o ponto destinado à apresentação para coleta externa (BRASIL, 2006). A sala para este armazenamento interno pode ser de uso exclusivo para esta finalidade (sendo chamada de “sala de resíduos”) ou compartilhada com outros usos (sendo chamada de “sala de utilidades”), desde que atendidas as exigências técnicas de construção para armazenamento de produtos químicos (BRASIL, 2004; BRASIL, 2006).

O armazenamento externo é a guarda dos recipientes de resíduos até a realização da etapa de coleta externa. Esta guarda deve ser feita em ambiente exclusivo com acesso facilitado para veículos coletores. O abrigo de resíduos químicos deve ser construído em alvenaria, fechado, dotado de aberturas teladas para ventilação, com dispositivo que impeça a luz solar direta, pisos e paredes em materiais laváveis com sistema de retenção de líquidos, devidamente sinalizado de acordo com as características dos materiais armazenados e cuja entrada e seja restrita ao pessoal envolvido no manejo de resíduos (BRASIL, 2004; BRASIL, 2006).

Foi identificado como terceiro momento, o conjunto de procedimentos que geralmente ocorrem fora do espaço da instituição geradora, a saber: coleta e transporte externo, tratamento e disposição final.

O tratamento consiste na aplicação de método, técnica ou processo que modifique as características dos resíduos, reduzindo ou eliminando os riscos à saúde do trabalhador, da população em geral e ao meio ambiente. O tratamento dos resíduos químicos pode ser realizado na instituição geradora ou em outro local (BRASIL, 2004; BRASIL, 2006). Reis (2014), em seu estudo sobre os programas de gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa no Brasil, levantou as formas de tratamento mais comumente adotadas nestas instituições, apresentadas na Tabela 2.

5 FISPQ (Ficha de Informação Sobre Produtos Químicos) é um documento normatizado que apresenta informações essenciais e detalhadas sobre o produto químico, tais como: identificação, fornecedor, classificação, periculosidade, medidas de precaução e procedimentos de emergência. A norma brasileira que orienta a elaboração de FISPQ é a NBR 14725-4 (ABNT, 2009)

Tabela 2 – Formas de tratamento de resíduos químicos mais comumente adotadas nas instituições de ensino e pesquisa

Neutralização	Trata-se de um processo eficiente e de baixo custo, usados para eliminar resíduos ácidos ou básicos, produzindo soluções aquosas de sais.
Destilação	Usada principalmente para a recuperação de solventes orgânicos, é baseado nas diferenças de temperaturas de ebulição entre os compostos coexistentes em misturas.
Processos oxidativos avançados (POA)	Baseiam-se na geração de radicais hidroxila (OH.), que possui alto poder oxidante e pode promover a degradação de vários compostos poluentes rapidamente.
Precipitação de metais	Consiste em precipitá-los na forma de hidróxidos ou óxidos em alto pH. Como em alguns casos vários precipitados se redissolvem em excesso de base é necessário um rigoroso controle do pH.
Incineração	Trata-se de um processo que envolve a oxidação de materiais por combustão controlada até produtos simples mineralizados, como dióxido de carbono e água, eliminando o perigo tóxico associado ao material.
Coprocessamento	Consiste em um método de destruição térmica que não gera passivos ambientais e permite o aproveitamento dos resíduos como matéria prima alternativa ou sua destinação final ambientalmente correta.

Fonte: adaptado de Reis, 2014

A maioria das IES não dispõem de estrutura para o tratamento dos resíduos gerados. Assim, na maioria dos casos, os resíduos são segregados e encaminhados, sem tratamento prévio, para coleta, transporte externo e destinação final (Reis, 2014).

A etapa de coleta e transporte externo pode ser definida como a remoção dos resíduos do abrigo de resíduos (armazenamento externo) e o traslado até unidade de tratamento ou destinação final. Deve-se utilizar técnica e procedimentos normatizados a fim de se preservar as condições de acondicionamento dos resíduos, bem como a integridade dos trabalhadores, da população e do meio ambiente. No caso dos resíduos químicos, esta etapa deve ser realizada por sistemas licenciados de coleta e transporte deste material específico (BRASIL, 2006)

A disposição final consiste na disposição definitiva de resíduos no solo ou em locais previamente preparados para recebê-los. Estes locais devem atender a critérios técnicos de construção e operação e ser submetidos a licenciamento ambiental (BRASIL, 2006). Para os resíduos considerados perigosos, de acordo com os critérios descritos na NBR 10004/2004, a destinação final deve ocorrer em aterro de resíduos perigosos – classe I⁶. Para os resíduos considerados como não-perigosos, a destinação final pode ocorrer em aterro sanitário, juntamente aos resíduos sólidos urbanos convencionais.

7 Elementos para a construção de diagnóstico do gerenciamento de resíduos químicos em IES

Conforme ficou destacado nos tópicos anteriores, a literatura técnica e científica aponta a ocorrência de grande desigualdade no tratamento dessa temática pelas IES brasileiras. Assim, no sentido de planejar ações voltadas ao gerenciamento de resíduos químicos nas Unidades, é importante que se construa um diagnóstico adequado. Neste ponto serão apresentados alguns eixos, levantados a partir do diálogo com a literatura especializada, considerados de grande relevância na construção de um diagnóstico do gerenciamento de resíduos químicos em IES.

- a) **Apoio institucional:** este é o primeiro e mais importante quesito para o sucesso de um Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos. Ações pontuais podem ser construídas por iniciativa individual ou coletiva de profissionais, alunos ou pesquisadores. Entretanto, se tais iniciativas não se inserirem em um projeto de âmbito institucional, tenderão a se dissipar com o tempo permanecer circunscritas em âmbito muito restrito (um laboratório ou um departamento, por exemplo). Jardim (1998) destaca o apoio institucional como uma das premissas para o sucesso de um programa deste tipo, enfatizando que este apoio deve ser irrestrito.

6 Aterro de resíduos perigosos – classe I ou aterro industrial: “Técnica de disposição final de resíduos químicos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública, minimizando os impactos ambientais e utilizando procedimentos específicos de engenharia para o confinamento destes” (BRASIL, 2006: pág. 56).

- b) Controle interno (inventário): deve haver controle interno dos resíduos gerados nas diferentes atividades, laboratórios, projetos de pesquisa. Esse controle pode ocorrer através da implementação de inventário de resíduos, ferramenta através da qual os geradores diretos fornecem, entre outros dados, informações técnicas sobre quantidade e caracterização dos resíduos gerados, bem como tratamento e destinação quando aplicável (Lima, 2012). É desejável que este processo de inventário dos resíduos ocorra no momento da geração do mesmo. Entretanto, sabendo que em grande parte das IES há volumes não caracterizados, esse passivo deve também ser inventariado para que seja dado o tratamento e destinação corretos (Jardim, 1998; Lima, 2012; Reis, 2014; Menacho, 2016). Autores como Jardim (1998) e Lima (2012) apontam o inventário de resíduos como um instrumento fundamental para um gerenciamento adequado dos resíduos, sem o qual todas as demais etapas estariam comprometidas.
- c) Acondicionamento: acondicionamento é a guarda dos materiais residuais nos recipientes adequados, de acordo com suas características (BRASIL, 2004, 2006). Este procedimento deve respeitar orientações técnicas a fim de impedir vazamentos ou rompimentos, mas também facilitar as fases seguintes de manejo como transporte e a segregação. Ocorre que, em muitas IES, os recipientes utilizados não são padronizados e, por vezes, até improvisados. Com cores, formas e tamanhos totalmente variantes, as etapas de transporte, segregação e armazenamento tornam-se mais difíceis.
- d) Rotulagem: rotular significa identificar os recipientes contendo resíduos químicos com uma marcação ou rótulo. É importante que as informações contidas nesses rótulos estejam de acordo com as recomendações normativas. Também é importante que haja padronização neste tipo de identificação, facilitando, assim, a leitura da informação por parte dos usuários dos laboratórios e dos sujeitos envolvidos no manejo desses resíduos.
- e) Regularidade de coleta: a coleta interna dos resíduos deve ser planejada conforme a capacidade do abrigo, os recursos (equipamentos e pessoal) disponíveis, regularidade e frequência da coleta externa (BRASIL, 2006). É importante que esta regularidade seja pré-determinada e conste no Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos da Unidade. Em muitas IES ocorre que a coleta, tanto interna como externa, dos resíduos não responde a um planejamento prévio, ocorrendo com frequência indeterminada, dependendo de ocasiões circunstanciais. Esta situação dificulta o planejamento adequado quanto à segregação dos resíduos e mesmo o dimensionamento dos abrigos.
- f) Proteção individual: o manejo de resíduos químicos é uma atividade que oferece riscos ao meio ambiente, à saúde pública e aos trabalhadores envolvidos nas diversas etapas. Cabe à instituição geradora adotar medidas que busquem reduzir os riscos associados às atividades de manejo, sejam elas executadas por trabalhadores, estudantes ou pesquisadores. Assim, além de fornecer treinamento, orientação e procedimentos quanto ao manejo dos resíduos, dever ser oferecido também, equipamentos de proteção individual (EPI's), tais como luvas, óculos de proteção, botas e aventais, de acordo com a atividade executada. É importante que os EPI's necessários a cada tipo de atividade sejam previstos no procedimento operacional e que seu uso seja exigido e registrado pela Instituição.
- g) Formação: diversos autores consultados apontam a importância da educação e treinamento no tocante ao gerenciamento de resíduos (Jardim, 1998; Lima, 2012; Souza, 2013). Souza (2013) aponta, ainda, que não basta um profissional de laboratório adotar medidas apropriadas para prevenção de riscos, mas todos usuários precisam estar conscientes dos riscos envolvidos nas atividades, inclusive aqueles relacionados com o meio ambiente e a comunidade ao redor, e cientes quanto às práticas adequadas para minimizá-los. Lima (2012) indica, também, que os programas de gestão e gerenciamento de resíduos têm importância não somente na redução dos possíveis impactos ambientais diretos das atividades desenvolvidas, mas também na educação de alunos e pesquisadores, que se tornarão profissionais atuantes nos mais diversos setores e instituições. Assim, é importante que as IES adotem iniciativas para educação quanto ao manejo dos resíduos químicos. Estas iniciativas devem abranger trabalhadores, prestadores de serviço, alunos e pesquisadores e ter caráter contínuo.
- h) Abriço de resíduos: por fim, assunto bastante relevante são os abrigos de resíduos. Nem todas as IES possuem abrigos próprios para armazenamento de resíduos químicos. Algumas possuem instalações vinculadas a uma unidade específica, não abrangendo o conjunto da instituição. A presença do abrigo é importante pois torna mais eficiente a logística do manejo, tanto possibilitando que a coleta interna ocorra com maior regularidade, quanto tornando mais ágil e eficiente a coleta externa, geralmente realizada por empresa prestadora de serviço. Além disso, a existência de um abrigo centralizado para armazenamento de resíduos químicos da IES centraliza o controle sobre saída de resíduos da Instituição. O abrigo de resíduos químicos deve atender a especificidades técnicas, a saber: ser construído em alvenaria, fechado, dotado de aberturas teladas para ventilação, com dispositivo que impeça a luz solar direta, pisos e paredes em materiais laváveis com sistema de retenção de líquidos,

devidamente sinalizado de acordo com as características dos materiais armazenados e cuja entrada e seja restrita ao pessoal envolvido no manejo de resíduos (BRASIL, 2004; BRASIL, 2006).

8. Conclusão

Este artigo buscou discorrer sobre o gerenciamento de resíduos químicos em Instituições de Ensino Superior no Brasil, buscando compreender o estado da arte desta temática no cenário nacional, e apontando elementos importantes a serem considerados na construção de um diagnóstico do gerenciamento de resíduos químicos em uma IES.

Constatou-se que, nas últimas décadas, houve avanços referentes ao gerenciamento de resíduos nas IES brasileiras, muito em função da penetração do debate ambiental e da temática da sustentabilidade na academia e no conjunto da sociedade. Entretanto, estes avanços ainda são produto de iniciativas locais, ações isoladas, circunscritas à Instituição ou mesmo a unidades ou setores específicos dentro dela. Outras instituições não desenvolveram Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos ou iniciativas desta monta. Deste modo, pode-se afirmar que, apesar de avanços pontuais, o cenário que prevalece é de grande desigualdade e insuficiência quanto às práticas de gerenciamento de resíduos químicos no conjunto das IES brasileiras.

Contribuem para este cenário: a própria diversidade das atividades desenvolvidas nas IES, e a relativa autonomia das unidades perante a administração central, bem como a ausência de cobrança e fiscalização por parte dos órgãos ambientais, educacionais e de fomento à pesquisa.

Assim, ações voltadas ao gerenciamento de resíduos químicos nas IES devem necessariamente partir de um diagnóstico mais preciso possível sobre quais as condições existentes. Este trabalho apresentou alguns elementos relevantes, que devem ser considerados na construção deste diagnóstico, a partir do diálogo com a literatura técnico-científica disponível.

Este estudo não esgota a questão, que segue sendo um tema em aberto. É necessário que haja ações coordenadas das diversas IES brasileiras, junto a órgãos vinculados ao meio ambiente, saúde pública, segurança do trabalhador e educação da esfera federal, buscando estabelecer diretrizes comuns que visem consolidar práticas de manejo mais adequadas por parte das diversas instituições. É importante que tais ações sejam de caráter contínuo e não pontuais, a fim de, através da colaboração administrativa e acadêmica, diminuir a distância existente entre as diversas instituições neste cenário.

9 Referências Bibliográficas

Afonso JC (2003) Gerenciamento de Resíduos Laboratoriais: Recuperação de Elementos e Preparo Para Descarte Final. Revista Química Nova, São Paulo, 4(26): 602-612

Antoniassi MCKS (2017) A importância do gerenciamento de resíduos perigosos em uma universidade: estudo de caso dos laboratórios de ensino e pesquisa. Sistemas & Gestão, 12:183-191

Araújo VS (2002) Gestão de Resíduos Especiais em Universidade: Estudo de Caso da Universidade Federal de São Carlos. Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (2004) NBR 10.004. Classificação de resíduos. Rio de Janeiro

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (2010) Normas NBR 14725-1. Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente. Parte 1: Terminologia. Rio de Janeiro

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (2010a) *Normas NBR 14725-1*. Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente. Parte 4: Ficha de Informação sobre Produto Químico – FISPQ. Rio de Janeiro

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (1981) Lei nº. 6938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília-DF, 2 de setembro de 1981

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2004) Resolução RDC nº 306, de 7 de Dezembro de 2004. Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços e de saúde. Diário Oficial da União. Brasília- DF

Brasil. Ministério da Saúde (2006). Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Manual de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. 1ª ed. Brasília-DF.

Cavalcanti JM, Moreira EO (2007) Metodologia de estudo de caso: Livro didático. Ed. UnisulVirtual, Santa Catarina

Figuerêdo DV (2006) Manual para Gestão de Resíduos Químicos Perigosos de Instituição de Ensino e de Pesquisa. Belo Horizonte, Conselho Regional de Química de Minas Gerais

Gerbase AE (2006) Gerenciamento dos Resíduos da Disciplina Química Inorgânica. II do Curso de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Revista Química Nova, São Paulo, 2(29): 397-403

Gil AC (2008) Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo. Atlas

Imbroisi D, Guaritá-Santos JM, Barbosa SS, Shintaku SF, Monteiro HJ, Ponce GAE, Furtado JG, Tinoco CJ, Melo DC (2016) Gestão de resíduos químicos em universidades: Universidade de Brasília em Foco. Química Nova, 29(2):404-409.

Jardim WF (1998) Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. Química Nova, 21:5: 671-673

Juliatto DL, Calvo MJ, Cardoso TE (2011) Gestão integrada de resíduos sólidos para instituições públicas de ensino superior. Revista Gestão Universitária na América Latina, 4:170-193

Laudeano CG, Bosco TCD, Prates KVMC (2011) Proposta de gerenciamento de resíduos químicos para laboratórios de instituição de ensino médio e técnico. II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental – 5 a 9 de dezembro de 2011

Lima IC (2012) Gerenciamento de resíduos químicos de laboratórios: estudo de caso do Instituto de Química da Universidade de Estado do Rio de Janeiro. Dissertação, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ

Marinho CC, Bozelli RL, Esteves FA (2011) Gerenciamento de resíduos químicos em um laboratório de ensino e pesquisa: A experiência do laboratório de limnologia da UFRJ. Eclética Química, 36: 85-100

Menacho JCR (2016) Gerenciamento de resíduos químicos perigosos e não perigosos para o departamento de engenharia química da UFRN. Trabalho de conclusão de curso (graduação em engenharia química), Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal-RN

Organização Internacional do Trabalho (OIT) (2005) Diretrizes sobre sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho. Tradução de Gilmar da Cunha Trivelato. 1ª ed. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho, São Paulo

Reis PM (2014) Gerenciamento de resíduos químicos nas universidades federais brasileiras. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado em química), Universidade Federal de São João del-Rei. São João del-Rei-MG

Sacramento JC, Finoti AR, Laurenti A, Pacheco RM, Meireles S (2015) Gestão de resíduos químicos em instituições de ensino superior: melhores práticas e perspectivas. VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental – Anais. Porto Alegre-RS, 23 a 26 de novembro de 2015

Schneider VE, De Conto SM, Manfredini KL, Brustolin I, Boz G. (2012) A gestão ambiental de resíduos químicos na Universidade de Caxias do Sul. 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente – Anais. Bento Gonçalves-RS, 25 a 27 de abril de 2012

Souza MCL (2013) Análise e planejamento da gestão de risco químico e biológico para prevenção de acidentes em laboratórios universitários. Dissertação, Programa de Pós-graduação em defesa e segurança civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói-RJ

Souza KE (2005) Estudo de um método de priorização de resíduos industriais para subsídio à minimização de resíduos químicos de laboratórios de universidades. Dissertação, Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP

Wallau WM, Dos Santos AJRWA (2013) Produtos químicos perigosos utilizados em laboratórios de ensino – proposta e exemplos para indicação de seus perigos no rótulo. Química Nova, v. 36, 8:1267-1274

Veiga TB (2010) Diagnóstico da situação do gerenciamento de resíduos perigosos no Campus da USP de Ribeirão Preto-SP. Dissertação, Programa de Pós-graduação em enfermagem em saúde pública, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto-SP.