



Universidade Federal de São João del-Rei
Coordenadoria do Curso de Química



Gerenciamento De Resíduos Químicos Nas Universidades Federais Brasileiras

Patrícia Moreira dos Reis

São João del-Rei – 2014

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS NAS UNIVERSIDADES FEDERAIS BRASILEIRAS

Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado no segundo semestre do ano de 2014 ao Curso de Química, Grau Acadêmico Bacharelado, da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Química.

Autor: Patrícia Moreira dos Reis

Docente Orientador: Prof(a). Dr(a). Honória de Fátima Gorgulho

Modalidade do Trabalho: [Pesquisa](#)

São João del-Rei – 2014

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DGA- Divisão de Gestão Ambiental

IES - Instituição de Ensino superior

LGRQ- Laboratório de Gestão de Resíduo Químico

PGR - Programa de gerenciamento de resíduos

PGRQ- Programa de gerenciamento de resíduos nos laboratórios de química

UFVJM- Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

UFU- Universidade Federal de Uberlândia

UFV- Universidade Federal de Viçosa

UNIFAL- Universidade Federal de Alfenas

UFTM- Universidade Federal do Triângulo Mineiro

UNIFEI- Universidade Federal de Itajubá

UFJF- Universidade Federal de Juiz de Fora

UFLA- Universidade Federal de Lavras

UFMG- Universidade Federal de Minas Gerais

UFOP- Universidade Federal de Ouro Preto

UFSJ- Universidade Federal de São João Del Rei

UFRGS- Universidade Federal Rural do Rio Grande do Sul

FURG- Universidade Federal do Rio Grande

UFPEL- Universidade Federal de Pelotas

UFSM- Universidade Federal de Santa Maria

UNIPAMPA- Universidade Federal do Pampa

UFABC- Universidade Federal do ABC

UFSCAR- Universidade Federal São Carlos

UNIFESP- Universidade Federal de São Paulo

UNILA- Universidade Federal da Integração Latino- Americana

UFPR- Universidade Federal do Paraná

UTFPR- Universidade Federal Tecnológica Federal do Paraná

UFFS- Universidade Federal da Fronteira do Sul

UFSC- Universidade Federal de Santa Catarina
UFF- Universidade Federal Fluminense
UFRRJ- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UNIRIO- Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
UFRJ- Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFES- Universidade Federal do Espírito Santo
UFBA- Universidade Federal da Bahia
UFRB- Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
UFS- Universidade Federal de Sergipe
UFAL- Universidade Federal de Alagoas
UNIVASF- Universidade Federal do Vale de São Francisco
UFPE- Universidade Federal de Pernambuco
UFRPE- Universidade Federal Rural de Pernambuco
UFPB- Universidade Federal da Paraíba
UFGG- Universidade Federal de Campina Grande
UFERSA- Universidade Federal Rural do Semi- Árido
UFRN- Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFC- Universidade Federal do Ceará
UFPI- Universidade Federal do Piauí
UFEMA- Universidade Federal do Maranhão
UFT- Universidade Federal do Tocantins
UFRA- Universidade Federal Rural da Amazônia
UFPA- Universidade Federal do Pará
UFOPA- Universidade Federal do Oeste do Pará
UFAM- Universidade Federal do Amazonas
UNIR- Universidade Federal de Rondônia
UFAC- Universidade Federal do Acre
UFRR- Universidade Federal de Roraima
UNIFAP- Universidade Federal do Amapá

RESUMO:

Nos últimos anos, as instituições federais de ensino do Brasil têm voltado sua atenção para os resíduos químicos gerados nas suas atividades de ensino e pesquisa. Nos cursos de química, estes resíduos são caracterizados por sua grande diversidade na composição e quantidade, o que dificulta o processo de tratamento ou reciclagem. Neste contexto, este trabalho mostra o panorama geral do gerenciamento de resíduos provenientes das atividades de ensino e pesquisa nas instituições federais que possuem curso de química. Essa pesquisa foi realizada por meio de consulta aos sites destas instituições e também de contato por correio eletrônico e, em alguns casos, por telefone com os setores responsáveis pelos cursos de química. Não foi possível obter dados de todas as instituições federais. Porém, das que responderam a esta pesquisa, todas possuem algum tipo de gerenciamento de resíduos. Observou-se que os procedimentos adotados para encaminhamento dos resíduos é semelhante entre estas instituições, sendo que grande parte delas utilizam serviços de empresas externas para coleta destes.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
3. DESENVOLVIMENTO	3
3.1 O Gerenciamento de Resíduos nos Laboratórios de Química – GRLQ	3
3.2 Etapas de um Programa de Gerenciamento de Resíduos – PGR	5
3.2.1 <i>Inventário do Ativo e Passivo</i>	5
3.2.2 <i>Segregação</i>	6
3.2.3 Rotulagem	7
3.2.4 Armazenamento	8
3.3 O Programa de Gerenciamento de Resíduos nos Laboratórios de Química (PGRQ) nas Universidades Federais	9
3.4 Implementação do PGRQ nas universidades	12
3.5 Procedimentos adotados nas universidades	17
3.6 O tratamento de metais pesados	21
3.7 O PGRQ na UFLA: Um programa modelo	24
4. CONCLUSÃO	25
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

1. INTRODUÇÃO

Os laboratórios de química das instituições de ensino superior (IES) são responsáveis pela geração de uma grande variedade de resíduos, provenientes das atividades de ensino e pesquisa. Esses resíduos possuem uma composição bastante variada e, segundo GERBASE *et al.* (2005), diferenciam-se daqueles gerados pelas indústrias por apresentarem baixo volume e grande diversidade em sua composição, o que dificulta o estabelecimento de um procedimento padrão para tratamento químico ou disposição final destes. No caso das indústrias, os resíduos são gerados em grande volume e possuem sempre as mesmas composições, o que facilita o desenvolvimento de processos e plantas bem definidos para tratamento e recuperação dos resíduos (GIL *et al.*, 2007). Nas universidades, é necessário o desenvolvimento de processos para diferentes composições de resíduos que possuem volumes variados.

A preocupação com os resíduos de laboratórios gerados nas IES, de acordo com JULIATTO *et al.* (2011), tornou-se uma questão bastante discutida a partir dos anos sessenta e as primeiras experiências se iniciaram em países mais desenvolvidos, onde se encontram as grandes universidades e centros de pesquisas, tais como a Universidade de Princeton, Universidade da Califórnia, Universidade de Illinois, entre outras (NOLASCO *et al.*, 2006). Diversas universidades citadas por ASHBROOK & REINHARDT, 1985 implementaram, na década de 70, programas de gerenciamento de resíduos (PGR) em suas instituições, dando início a prática de gestão ambiental e várias alternativas vem sendo estudadas a fim de dar continuidade aos trabalhos desenvolvidos.

De acordo com o trabalho de MARINHO *et al.* (2011), no Brasil as IES passaram a se preocupar com os resíduos químicos de laboratórios gerados por atividades de ensino e pesquisa após o início da década de 90, quando estas instituições começaram a serem vistas como unidades geradoras. Vale salientar que essas instituições sempre foram fontes geradoras de resíduos, porém, essa abordagem sempre foi pouco discutida e por muitas vezes deixada de lado, até que a conferência realizada no Rio de Janeiro em 1992, conhecida como Eco-92, deixou clara a necessidade do envolvimento das IES em introduzir práticas ambientais sustentáveis em suas atividades. Na ocasião, o principal documento ratificado pelo encontro foi a Agenda 21, onde estão descritas uma série de políticas e ações visando o compromisso com a responsabilidade ambiental (TAUCHEN & BRANDLI, 2006). No cenário atual, onde a preocupação com o desenvolvimento sustentável é crescente e grandes mudanças vêm ocorrendo na legislação ambiental brasileira, diversas instituições de ensino vêm desenvolvendo ações para gerenciar seus resíduos, despertando na comunidade acadêmica o interesse em participar dessas ações a fim de minimizar o impacto ambiental oriundo de suas atividades (NASCIMENTO *et al.*, 2008).

No Brasil, algumas das universidades federais que possuem um programa de gerenciamento de resíduos desenvolvidos em sua instituição são: A Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL), Universidade Federal de Lavras (UFLA), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Universidade Tecnológica do Paraná (UTFPR), Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Universidade Federal da Fronteira do Sul (UFFS) e Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Vale salientar que os programas de gerenciamento de resíduos dessas universidades foram citados após uma detalhada revisão na literatura e que não totalizam o cenário atual.

De acordo com ROCCA *et al.* (1993), o gerenciamento de resíduos é uma prática que consiste em controlar possíveis impactos ambientais provocados por resíduos gerados em uma determinada atividade. Primeiramente, para se estabelecer um programa de gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa é necessário, acima de tudo, que ocorra mudanças de atitudes: é de fundamental importância o envolvimento das pessoas presentes nesses ambientes (JARDIM, 1998). Deve-se adotar como regra principal a da responsabilidade objetiva, isto é, aquele que gera o resíduo é responsável pelo mesmo. Necessita-se seguir práticas de atividades que ajudem a prevenir a geração de resíduos, sejam eles perigosos ou não, como substituir sempre que possível um reagente perigoso por um menos perigoso, reaproveitar os resíduos gerados por meio de reciclagem, recuperação ou reuso, tratar e fornecer uma destinação correta e segura para os resíduos gerados. Segundo JARDIM (1998), por ser uma prática que exige mudanças de atitude, um programa de gestão de resíduos é uma atividade que traz resultados a médio e longo prazo.

Em um laboratório de ensino e/ou pesquisa, são gerados basicamente dois tipos de resíduos: o *ativo* que, segundo JARDIM (1998), é aquele gerado nas atividades rotineiras do laboratório e principal alvo do Programa de Gerenciamento de Resíduos (PGR), e o *passivo*, que compreende o resíduo estocado, ainda de acordo com o autor, grande parte das universidades do Brasil não possui o passivo, o que por um lado é bom por facilitar o processo de implantação do PGR, mas por outro mostra o descaso para com a destinação final adequada dos resíduos por parte das universidades.

Um Programa de gerenciamento de resíduos deve atender a normas relacionadas à gestão ambiental, como a ISO 14001, que é uma norma reconhecida em todo o mundo e define o que deve ser feito para se estabelecer um sistema de gestão ambiental (GIL *et al.*, 2007) ou diretrizes legais, como a resolução RDC 306/04, que estabelece parâmetros

pertinentes à gestão de resíduos da saúde. Como os resíduos químicos estão entre um dos cinco tipos de resíduos a serem gerenciados na área da saúde, o programa de gestão de resíduos da saúde exige um programa que contemple os resíduos químicos, sendo, segundo PENATTI *et al.* (2008) o requisito legal que mais se aproxima da realidade presenciada nos laboratórios de química.

Eventos nacionais como os *Encontros Nacionais de Segurança em Química* (ENSEQUI), ocorrido pela primeira vez em 2000, em São Paulo, e *internacionais, como o International Symposium on Residue management in Universities*, realizado no Rio Grande do sul, em 2013, vem contribuindo para uma nova realidade acerca da necessidade do envolvimento das IES em desenvolver processos de gestão sustentável, enfatizando a percepção e assimilação de uma nova cultura associada à responsabilidade com o meio ambiente (GERBASE *et al.*, 2005).

2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo realizar um levantamento, dentro do universo das universidades federais brasileiras, sobre a existência de um programa de gerenciamento de resíduos nos laboratórios de química nessas instituições. Serão analisados alguns processos de tratamento químico de resíduos e os principais métodos adotados nesses processos, bem como, os procedimentos seguidos para a implantação de um Programa de Gerenciamento de Resíduos.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 O Gerenciamento de Resíduos nos Laboratórios de Química – GRLQ

De acordo com a Resolução CONAMA nº 358 (2005), um resíduo químico é definido como todo material ou substância com característica de periculosidade, que não pode ser reutilizado ou reciclado, podendo apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.

Segundo ROCCA *et al.* (1993), gerenciamento de resíduos é uma prática com procedimentos que visam minimizar os impactos ambientais provocados por resíduos gerados em uma atividade específica e tem como objetivo contribuir para que a geração de resíduos seja minimizada e orientar para a correta segregação, armazenamento, tratamento, coleta e disposição final (GONÇALVES *et al.*, 2010).

Para implantação de um programa de gerenciamento de resíduos em uma IES, é fundamental o envolvimento das pessoas presentes nesses ambientes, ações de educação ambiental ajudam a conscientizar a comunidade acadêmica sobre a importância da implementação do PGR. Independentemente das atividades de gestão de resíduos serem implantadas em laboratório de ensino e/ou pesquisa, um PGR deve sempre estabelecer a regra da responsabilidade objetiva, onde o gerador torna-se o principal responsável pelo resíduo gerado, cabendo a ele, portanto, fornecer tratamento ou disposição final adequada ao resíduo. Dessa maneira, é importante que o gerador adote práticas que visam à prevenção e minimização dos resíduos gerados.

A prevenção consiste em, sempre que possível, evitar a geração de resíduos, enquanto que a minimização visa reduzir a quantidade de reagente utilizado seja modificando procedimentos ou realizando-os em micro- escala ou ainda, substituir reagentes perigosos, por outros menos perigosos. Os resíduos perigosos classificam-se em:

- *Resíduos perigosos (Classe I):*

São aqueles que, de acordo com a NBR 10.004 de 2004, apresentam algumas das características como: Corrosividade, toxicidade, reatividade, inflamabilidade ou patogenicidade. Alguns tipos de resíduos que se enquadram nesse grupo são os solventes halogenados e os não halogenados, produtos químicos orgânicos e inorgânicos, metais pesados, entre outros.

- *Resíduos não perigosos (Classe II):*

Resíduos classe II A - Não inertes: aqueles não enquadrados nas classificações dos resíduos de Classe I ou resíduos de classe II B – inertes, como estabelecido pela Norma NBR 10.004. Propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água são observadas.

Resíduos classe II B - Inertes: são aqueles que, ao serem submetidos aos testes de solubilização de acordo com a Norma NBR-10.007 da ABNT, não têm nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água.

3.2 Etapas de um Programa de Gerenciamento de Resíduos – PGR

Para a implantação de um PGR dentro de uma unidade geradora, é importante criar uma ordem de prioridade nas ações, a fim de minimizar ou até mesmo eliminar alguns resíduos produzidos. O fluxograma apresentado na Figura 1 resume as atividades que devem ser seguidas para o desenvolvimento de um programa de gerenciamento de resíduos.

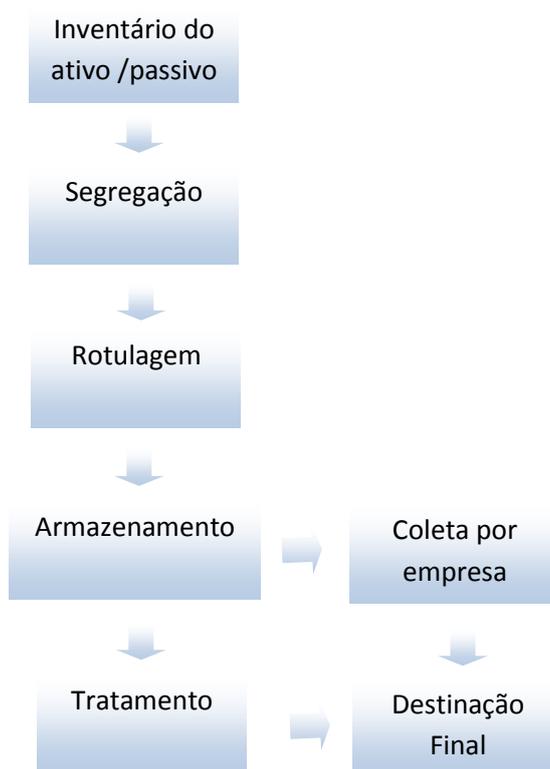


Figura 1: Fluxograma dos procedimentos de um programa de gestão de resíduo

3.2.1 Inventário do Ativo e Passivo

Ativo: Consiste nos resíduos gerados nas atividades de rotina do laboratório, um programa de gerenciamento contempla basicamente esse tipo de resíduo. Por meio da avaliação qualitativa e quantitativa desses resíduos torna-se possível traçar metas de gerenciamento, propor tratamentos e definir estratégias de destinação.

Passivo: Consiste nos resíduos que estão estocados na unidade geradora, em alguns casos, por um longo período de tempo. O principal objetivo do inventário do passivo é o de identificar de forma qualitativa e quantitativa os resíduos armazenados, a

fim de propor formas de tratamento adequado e destinação final correta. A Tabela 1 apresenta uma sugestão de procedimentos a serem seguidos para uma primeira tentativa de segregação do passivo.

Tabela 1: Protocolo para a caracterização preliminar de resíduos químicos não identificados.

Teste a ser realizado	Procedimento a ser seguido
Reatividade com água	Adicione uma gota de água e observe se há a formação de chama, geração de gás, ou qualquer outra reação violenta.
Presença de Cianetos	Adicione uma gota de cloroamina-T e uma gota de ácido barbitúrico/piridina em 3 gotas de resíduos. A cor vermelha indica teste positivo.
Presença de Sulfetos	Na amostra acidulada com HCl, o papel embebido com acetato de chumbo fica enegrecido quando na presença de sulfetos.
pH	Usar papel indicador ou pHmetro.
Resíduo Oxidante	A oxidação de um sal Mn(II) , de cor rosa claro, para uma coloração escura indica resíduo oxidante.
Resíduo Redutor	Observa-se a possível descoloração de um papel umedecido em 2,6- dicloro-indofenol ou azul de metileno.
Inflamabilidade	Introduza um palito de cerâmica no resíduo, deixe escorrer o excesso e leve-o à chama.
Presença de Halogênios	Coloque um fio de cobre limpo e previamente aquecido ao rubro na solução residual. Leve à chama e observe a coloração, o verde indica a presença de halogênios.
Solubilidade em água	Após o ensaio de reatividade, a solubilidade pode ser avaliada facilmente.

Fonte: JARDIM, 1998

3.2.2 Segregação

A segregação consiste em separar os resíduos previamente identificados, por meio do inventário do ativo e passivo, em diferentes correntes. Tem por finalidade facilitar o tratamento do resíduo, uma vez que, conhecido o resíduo, torna-se mais fácil propor formas de tratamentos e definir uma disposição final ambientalmente correta. A segregação deve ser realizada no local e no momento da geração do resíduo pelo gerador, que é o

responsável pelo resíduo. Por isso, é de fundamental importância o envolvimento das pessoas presentes nesses ambientes para um bom desempenho do programa. Esta etapa deve fazer parte da rotina diária dos laboratórios.

3.2.3 Rotulagem

Realizada a segregação, os resíduos devem ser acondicionados em recipientes adequados de acordo com a compatibilidade química das substâncias e rotulados. A rotulagem é outro ponto importante no que diz respeito ao gerenciamento de resíduos, pois, sem a correta identificação desses materiais todas as outras etapas de gestão tornam-se inviáveis, além de acarretar em um trabalhoso procedimento de caracterização qualitativa desses resíduos, no caso do passivo, não há alternativa (JARDIM, 1998).

Verifica-se, em estudo, que cada universidade vem propondo um modelo de rótulo próprio, com diferentes discriminações para os mesmos tipos de resíduos, assim, de acordo com a literatura, esforços vem sendo feitos para propor um modelo de rótulo padrão, a ser adotado por todas as IES do Brasil.

A grande maioria das IES no Brasil adota como simbologia de risco o Diagrama de Hommel ou Diamante do perigo (Figura 2), que 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 (Tabela 2). Quanto maior o número, maior o risco que o resíduo representa. O quarto quadrante, diz respeito às características do resíduo. Dessa maneira, na rotulagem do resíduo deve ser utilizado os códigos das substâncias com características de: Riscos à saúde (azul), inflamabilidade (vermelho), Reatividade (amarelo) e riscos específicos (Branco)

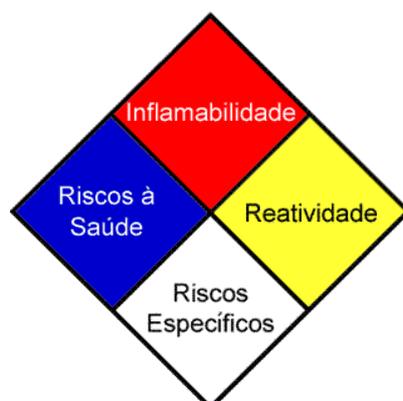


Figura 2: Diagrama de Hommel para rotulagem de produtos químicos.

Tabela 2: Graus de risco variando entre 0 a 4.

Riscos à saúde	Inflamabilidade
4- Letal	4- Abaixo de 23°C
3- Muito perigoso	3- Abaixo de 38°C
2- Perigoso	2- Abaixo de 93°C
1- Risco leve	1- Acima de 93°C
0- Material normal	0- Não queima
Riscos Específicos	Reatividade
Ox- Oxidante	4- Pode explodir
ACID- ácido	3- Pode explodir com choque mecânico ou calor
ALK- álcali (Base)	2- Reação química violenta
COR- Corrosivo	1- Instável se aquecido
W- não misture com água	0- Estável

Fonte: FIGUÉREDO, 2006

3.2.4 Armazenamento

O armazenamento dos frascos contendo o resíduo pode ser realizado com dois principais objetivos: O resíduo pode ser armazenado aguardando tratamento adequado. O tratamento deve ser realizado de forma que o mínimo de resíduo possível seja enviado para fora da unidade geradora e atender as legislações ambientais vigentes. Cada instituição deve estabelecer procedimentos específicos para cada tipo de resíduo a ser tratado, diante de sua capacidade estrutural. Ou o resíduo pode ser armazenado aguardando que uma empresa especializada realize a coleta dos mesmos fornecendo a eles uma destinação ambientalmente correta de acordo com normas e diretrizes vigentes. A disposição final diz respeito ao local onde o resíduo será depositado de forma definitiva, por exemplo, em aterros sanitários. A coleta dos resíduos estocados também pode ser feita pela própria instituição no caso de existir um laboratório de tratamento de resíduos.

A reutilização e a reciclagem também são alguns dos procedimentos que podem fazer parte do PGR e fomentados dentro da unidade geradora. A reutilização consiste na possibilidade de utilizar o resíduo no estado em que se encontra, sem que para isto seja necessário submetê-lo a qualquer tratamento prévio. Este procedimento, infelizmente, é

pouco praticado dentro das unidades geradoras. Já a reciclagem envolve o uso do material após algum tipo de tratamento, assim sendo, o termo reuso pode ser aplicado ao resíduo que passou por um processo de reciclagem. A reciclagem é importante, pois, além de evitar o desperdício ou uma destinação final incorreta do resíduo, ela permite o reaproveitamento daquele material dentro da instituição, evitando assim, gastos com a compra de novos reagentes.

3.3 O Programa de Gerenciamento de Resíduos nos Laboratórios de Química (PGRQ) nas Universidades Federais

Para a elaboração do trabalho, primeiramente, foram pesquisadas nos endereços eletrônicos das universidades federais brasileiras, informações sobre a existência de um programa de gerenciamento de resíduos nos laboratórios de química de suas instituições. Quando não encontradas as informações necessárias para o desenvolvimento da pesquisa, buscou-se contato com as instituições por meio de correio eletrônico. Algumas Universidades não responderam ao contato, inviabilizando-se assim, a prestação de informações referentes à pesquisa. Nas Tabelas 3 e 4, apresentadas abaixo, encontram-se relacionadas as principais formas de contato com as instituições, e a informação sobre a existência de um PGRQ, bem como a relação das universidades das quais não se obteve resposta. As informações contidas na Tabela 3 são referentes às Universidades Federais Brasileiras do Estado de Minas Gerais e a Tabela 4 possui informação sobre as demais universidades federais do Brasil.

Tabela 3: Relação das Universidades Federais do Estado de Minas Gerais pesquisadas e suas respectivas formas de contato.

Unidade	Contato	Endereço Eletrônico	Observações
UFVJM	Joaopm2000@yahoo.com.br	www.ufvjm.edu.br	Sem resposta
UFU	deq@ufu.br	www.ufu.br	Possui PGRQ
UFV	gr@ufv.br	www.ufv.br	Possui PGRQ
UNIFAL	riscosquimicos@unifal-mg.edu.br	www.foa.br	Possui PGRQ
UFTM	secretaria@icene.uftm.edu.br	www.uftm.edu.br	Sem resposta
UNIFEI	miladyapolinario@hotmail.com	www.unifei.edu.br	Possui PGRQ

UFJF	ufjf.sustentavel@gmail.com	www.ufjf.br	Possui PGRQ
UFLA	www.lgrq.ufla.br	www.ufla.br	Possui PGRQ
UFMG	info@dga.ufmg.br	www.ufmg.br	Possui PGRQ
UFOP	gilmare@gmail.com	www.ufop.br	Sem resposta
UFSJ	-----	www.ufsj.edu.br	Não possui PGRQ

*PGRQ (Programa de Gestão de Resíduos Químicos).

Tabela 4: Relação das demais universidades federais brasileiras pesquisadas e suas respectivas formas de contato.

Unidade	Contato	Endereço Eletrônico	Observações
UFRGS	comgradquimica@ufrgs.br	www.ufrgs.br	Possui PGRQ
FURG	eqa.sap@furg.br	www.furg.br	Possui PGRQ
UFPEL	machado.mendes@ibest.com.br	www.ufepel.edu.br	Sem resposta
UFSM	dpquimica.ufsm@gmail.com	www.ufsm.br	Sem resposta
UNIPAMPA	douglas.bento@unipampa.edu.br	www.unipampa.edu.br	Não possui PGRQ
UFABC	cea@ufabc.edu.br	www.ufabc.edu.br	Não possui PGRQ
UFSCAR	ugr@power.ufscar.br	www.ufscar.br	Sem resposta
UNIFESP	cgiovanni@unifesp.br	www.unifesp.br	Possui PGRQ
UNILA	-----	www.unila.ufpr.br	Não possui curso de química
UFPR	hwin@quimica.ufpr.br	www.ufpr.br	Possui PGRQ
UTFPR	valmam7@gmail.com	www.utfpr.edu.br	Possui PGRQ
UFFS	juditescherer@uffs.edu.br	www.uffs.edu.br	Possui PGRQ

UFSC	cga@reitoria.ufsc.br	www.ufsc.br	Possui PGRQ
UFF	acoessustentaveiscdfeproex.uff.br	www.uff.br	Sem resposta
UFRRJ	dequim@ufrj.br	www.ufrj.br	Sem resposta
UNIRIO	-----	www.unirio.br	Não possui curso de química
UFRJ	licenciatura@iq.ufrj.br	www.ufrj.br	Sem resposta
UFES	sadm.ccaufes@gmail.com	www.ufes.br	Sem resposta
UFBA	iquimica@ufba.br	www.ufba.br	Sem resposta
UFRB	cfp.coqui@ufrb.edu.br	www.ufrb.edu.br	Sem resposta
UFS	ejwartha@gmail.com	www.ufs.br	Sem resposta
UFAL	superintendente@sinfra.ufal.br	www.ufal.br	Sem resposta
UNIVASF	-----	www.univast.edu.br	Não tem curso de química
UFPE	gradquimica@ufpe.br	www.ufpe.br	Possui PGRQ
UFRPE	coordenacao@lq.ufrpe.br	www.ufrpe.br	Possui PGRQ
UFPB	heleholanda@ig.com.br	www.ufpb.br	Possui PGRQ
UFCG	Sem contato	www.ufcg.edu.br	Sem resposta
UFERSA	-----	www.ufersa.edu.br	Não tem curso de Química
UFRN	gomacedo@eq.ufrn.com	www.ufrn.br	Sem resposta
UFC	prplufc@ufc.br	www.ufc.br	Sem resposta
UFPI	Sem contato	www.ufpi.br	Sem resposta
UFMA	fsntaveira@yahoo.com.br	www.ufma.br	Sem resposta
UFT	Sem contato	www.uft.br	Sem resposta
UFRA	-----	www.ufra.edu.br	Não tem curso

			de química
UFPA	andrey@ufpa.br	www.ufpa.br	Sem resposta
UFOPA	Sem contato	www.ufpa.br/ufopa	Sem resposta
UFAM	Sem contato	www.ufam.edu.br	Sem resposta
UNIR	aspinelli@unir.br	www.unir.br	Sem resposta
UFAC	Sem contato	www.ufac.br	Sem resposta
UFRR	coordqui@ufr.br	www.ufr.br	Sem resposta
UNIFAP	-----	www.unifap.br	Não tem curso de química

*PGRQ (Programa de Gestão de Resíduos Químicos).

3.4 Implementação do PGRQ nas universidades

Nas Tabelas 5 e 6 estão relacionados as datas em que cada Universidade implementou o PGRQ em sua instituição, bem como, o resumo das ações desenvolvidas em cada uma delas. Nota-se que a grande maioria estabeleceu um programa de gerenciamento de resíduos que se estendeu por toda a universidade, tratando os resíduos provenientes de todas as atividades realizadas em seu Campus, e não apenas os resíduos gerados nos laboratórios de química.

Tabela 5: Ações desenvolvidas nas IES do Estado de Minas Gerais.

Unidade	Implantação do PGR*	Resumo das Ações	Observações
UFU	2006	A prefeitura de Campus ficou responsável pela implantação do PGRQ. O programa iniciou-se com ações independentes nos laboratórios de química.	Apesar de ter sido criado em 2006, somente em 2013 é que se tornou efetivo.

UNIFAL	2006	A responsabilidade pela implantação do PGRQ está atribuída à Comissão Permanente de Prevenção e Controle de Riscos Químicos (CPPCRQ) e é uma atividade independente dos laboratórios de química.	
UFLA	2008	A Pró-Reitoria de Planejamento e Gestão é responsável pela implantação do PGRQ. O Departamento de Química conta com o LGRQ que trata dos resíduos químicos gerados em todos os departamentos da UFLA.	Este programa se estende para todas as atividades da universidade, como por exemplo, nos restaurantes, sistemas de esgoto, rede elétrica e etc.
UFMG	2012	Sob responsabilidade da Pró-Reitoria de Administração da instituição o DGA trata dos resíduos gerados em todos os departamentos da UFMG. Para os resíduos químicos existe uma consultora especializada que fornece uma destinação final adequada.	A empresa contratada incinera todos os resíduos químicos.
UNIFEI	2008	Ainda não possui um órgão responsável pelo PGRQ*, apenas foi formada uma comissão para determinar os procedimentos a serem realizados nos laboratórios de química. Uma empresa especializada realiza a coleta dos resíduos.	A empresa contratada incinera os resíduos químicos coletados.

UFJF	2013	Sob responsabilidade da Pró-Reitoria de Assuntos Acadêmicos, uma empresa contratada que presta serviço ambiental realiza a coleta dos resíduos químicos da Instituição.	
UFV	2006	Sob responsabilidade da Pró-Reitoria de Administração, a Gerência de Resíduos e Rejeitos Tóxicos, Químicos, Biológicos e Radioativos (GRR), coordena toda a atividade de gestão na Instituição.	O GRR não coleta os resíduos, apenas fornece suporte para o procedimento de gestão dos mesmos, que são coletados por empresa especializada.

Tabela 6: Ações desenvolvidas nas IES dos demais Estados do Brasil.

Unidade	Implantação do PGRLQ	Resumo das Ações	Observações
UFRGS	2001	Criado como um órgão essencial do Instituto de Química da UFRGS, o Centro de Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos (CGTRQ), trata dos resíduos químicos gerados em seu próprio Instituto e estende suas atividades, dentro de sua capacidade, a outras unidades desta universidade.	Criado em 2001, o CGTRQ só entrou em funcionamento em meados de 2002.
FURG	2013	A comissão Temporária de Gestão Ambiental da FURG contratou, em 2014, uma empresa especializada em prestação de serviços ambientais para gerenciar todos os resíduos químicos gerados nos laboratórios da instituição.	Criada em 2013, a comissão tem como meta a criação do Sistema de Gestão Ambiental (SGA).

UNIFESP	2003	Sob responsabilidade da Reitoria da UNIFESP, a Comissão de Resíduos define normas para o correto gerenciamento dos resíduos gerados em toda a instituição.	Todos os resíduos gerados e gerenciados são coletados por uma concessionária que presta serviços a Universidade.
UFPR	2002	A Prefeitura Universitária ficou responsável pela criação da Divisão de Gestão Ambiental (DGA), que gerencia os resíduos provenientes das atividades desenvolvidas em toda a instituição de ensino.	O Departamento de Química possui uma central que recebe os resíduos gerenciados de todas as unidades geradoras da Instituição. Uma empresa contratada realiza a coleta.
UTFPR	2009	O gerenciamento de resíduos da instituição é de responsabilidade do Departamento de Administração da Sede (DEADS). Ações desenvolvidas em toda a instituição.	Programa de coleta semestral realizado por empresa contratada. Para resíduos químicos apenas tratamento de neutralização e precipitação de metais são realizados.
UFSC	1997	Ligada diretamente à Reitoria, a Coordenadoria de Gestão Ambiental (CGA), criada em 1996, é um órgão que desenvolve práticas ambientais sustentáveis em toda a instituição.	O PGRLQ só foi implantado em 1997. O CGA fornece todo o apoio técnico para a classificação dos resíduos e uma empresa realiza a coleta

UFPB	2010	O PGRLQ foi implantado no Departamento de Química da Instituição, porém não existem ainda procedimentos bem definidos.	Alguns resíduos químicos provenientes das atividades de ensino e pesquisa são separados pelos próprios professores, aguardando uma destinação final adequada.
UFPE/ UFRPE	2013	Sob responsabilidade da Prefeitura de Campus a Diretoria de Gestão Ambiental, coordena o PGRQ na Instituição.	

Dentro do universo das IES pesquisadas, apenas a UFSC teve implantado um PGR antes do ano 2000, como mostra a Figura 3, enquanto para todas as outras isso ocorreu depois de 2001. Este é o período em que a grande maioria das indústrias já estão envolvidas com PGR, como uma exigência para entrar no mercado internacional (ISO14000). Isso mostra que a implantação de um PGR só passa a ter sentido na comunidade acadêmica depois que já está bem estabelecido na indústria.



Figura 3: Gráfico da evolução de implantação dos PGR nas IES brasileiras.

Além disso, é interessante observar que, na grande maioria da IES, a responsabilidade pelo sistema de gerenciamento é feita através de alguma pró-reitoria,

como mostra a Figura 4. No caso da UFSC e da UFLA foram criadas, dentro das pró-reitorias, setores específicos para gestão ambiental. Este fator é importante, pois o problema dos resíduos deve ser encarado como um problema institucional e não apenas como dos laboratórios de química. No caso da UFLA e da UFSC, as ações vão além da questão dos resíduos gerados nas atividades de ensino e pesquisa: as pró-reitorias atuam em todas as atividades do campus, como por exemplo, a arquitetura dos prédios, sistemas de esgoto, nos restaurantes e etc.



Figura 4: Unidades responsáveis pelo PGRQ nas IES brasileiras.

3.5 Procedimentos adotados nas universidades

Através das informações obtidas dos programas de gerenciamento de resíduos desenvolvidos nos laboratórios de químicas das universidades, foi identificada certa homogeneidade no que diz respeito aos princípios adotados por essas instituições. Em todas as instituições pesquisadas, o procedimento inicial adotado é o de identificação dos resíduos químicos gerados, ou seja, a realização do inventário do ativo e passivo. Sem esta etapa, todas as outras se tornam inviáveis (JARDIM, 1998). A partir da identificação, foram desenvolvidas algumas estratégias de tratamento para cada tipo de resíduo de acordo com sua composição, sempre buscando eliminar as características perigosas, tais como reagentes orgânicos altamente tóxicos, soluções contendo metais pesados, entre outros, ou definindo mecanismos para fornecer uma destinação final adequada aos resíduos gerados.

As Tabelas 7 e 8 mostram os principais métodos utilizados pelas universidades pesquisadas para tratar metais pesados, solventes orgânicos e resíduos perigosos.

Tabela 7: Métodos de tratamentos de resíduos químicos adotados pela IES, do Estado de Minas Gerais.

Unidade	Metais	Orgânicos	Resíduos Perigosos
UFU	Precipitação seletiva	São segregados armazenados em frascos para futura disposição final.	São segregados e armazenados para coleta por empresa especializada.
UNIFAL	Precipitação seletiva	Segregados e armazenados em frascos para futura destinação final.	Segregados e armazenados para posterior destinação final.
UFLA	Precipitação seletiva	Destilação, neutralização, POA	Segregados e armazenados para coleta por empresa especializada.
UFMG	São segregados, armazenados e coletados por empresa especializada que realiza a incineração dos mesmos.	São segregados, armazenados e coletados por empresa especializada que realiza a incineração dos mesmos.	São segregados, armazenados e coletados por empresa especializada que realiza a incineração dos mesmos.
UNIFEI	Precipitação seletiva	São segregados, armazenados e coletados por empresa especializada que realiza incineração dos mesmos.	São segregados, armazenados e coletados por empresa especializada que realiza incineração dos mesmos.

UFJF	Segregados e armazenados para coleta por empresa especializada.	Segregados e armazenados para coleta por empresa especializada.	Segregados e armazenados para coleta por empresa especializada.
UFV	Segregados e armazenados para coleta por empresa especializada.	Segregados e armazenados para coleta por empresa especializada.	Segregados e armazenados para coleta por empresa especializada.

Tabela 8: Métodos de tratamentos de resíduos químicos adotados pela IES, dos demais Estados brasileiros.

Unidade	Metais	Orgânicos	Resíduos Perigosos
UFRGS	Precipitação de metais	Coprocessamento, destilação, incineração.	Aterro Industrial
FURG	Segregados e armazenados para coleta por empresa especializada	Segregados e armazenados para coleta por empresa especializada	Segregados e armazenados para coleta por empresa especializada
UNIFESP	Segregados e armazenados para coleta por empresa especializada	Segregados e armazenados para coleta por empresa especializada	Segregados e armazenados para coleta por empresa especializada
UTFPR	Precipitação de metais	Neutralização	Aterro Industrial
UFSC	Segregados e armazenados para coleta por empresa especializada	Segregados e armazenados para coleta por empresa especializada	Segregados e armazenados para coleta por empresa especializada
UFPB	Estocados aguardando destinação final	Estocados aguardando destinação final	Estocados aguardando destinação final

UFPE/UFRPE	Segregados e armazenados para coleta por empresa especializada	Segregados e armazenados para coleta por empresa especializada	Segregados e armazenados para coleta por empresa especializada
------------	----------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------

De acordo com as Tabelas 7 e 8, para os metais pesados o método de precipitação de metais é o tratamento mais usualmente praticado nos laboratórios das IES. Eles se diferenciam dos compostos orgânicos tóxicos, por se acumularem nos ambientes manifestando sua toxicidade, sendo, absolutamente, não degradáveis (BAIRD, 2002).

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.

No caso dos solventes orgânicos, os processos mais comuns de tratamento são os de neutralização, destilação e Processos Oxidativos Avançados (POA).

Neutralização

Trata-se de um processo eficiente e de baixo custo. Usados para eliminar resíduos ácidos ou básicos, produzindo soluções aquosas de sais (FIGUÉREDO, 2006).

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^\cdot), que possui alto poder oxidante e pode promover a degradação de vários compostos poluentes rapidamente (FIGUÉREDO, 2006).

Outros procedimentos adotados para tratar esses resíduos químicos são o coprocessamento e a incineração, porém, eles não são considerados como uma forma de destinação final, uma vez que, nesses processos, há queima de material residual liberando cinzas que devem ser direcionadas a um aterro, e gases que requerem tratamento (NOLASCO *et al.*, 2006).

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. (BAIRD, 2002).

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 (BAIRD, 2002).

Como muitas IES não dispõem de estruturas para o tratamento dos resíduos gerados, diversas unidades geradoras realizam a segregação e uma empresa contratada especializada realiza a coleta dos resíduos e fornece uma destinação final adequada a tais. Algumas dessas disposições são realizadas em aterros industriais, seguindo as legislações vigentes.

3.6 O tratamento de metais pesados

As diferentes maneiras em que os metais estão presentes em uma determinada solução definem o melhor tipo de processo aplicado para realizar o tratamento do resíduo. Diversos procedimentos para tratar resíduos de metais pesados são reportados na literatura. Porém, como pode ser observado nas Tabelas 7 e 8, o procedimento básico usado pelas IES para o tratamento destes resíduos envolve principalmente a precipitação. Esse procedimento é normalmente realizado no local de sua geração, onde a fase aquosa somente poderá ser descartada na pia após análise para verificação da eficiência do procedimento e correção do valor do pH. Em alguns locais, a fase aquosa também é levada para o local de coleta do resíduo.

No laboratório, o precipitado poderá ser empacotado e armazenado em depósitos para serem coletados por empresas especializadas, ou mesmo recuperado ou reciclado em um laboratório de tratamento de resíduos. No caso de soluções contendo metais pesados com contaminação orgânica, o que se recomenda é que o metal seja precipitado e o resíduo orgânico ou orgânico/aquoso seja tratado de acordo com sua classe.

As soluções contendo metal pesado podem ser precipitadas na forma de hidróxido por solução de óxido de cálcio (cal) ou hidróxido de sódio comercial. Muitos metais podem formar sais de sulfeto ou carbonatos, que também é um procedimento muito usado. Na Tabela 9, é apresentada a faixa de pH indicada para precipitação de alguns dos principais cátions encontrados em resíduos de laboratório.

Tabela 9: Intervalo de pH para precipitação dos cátions na forma de hidróxido ou sal.

METAL	INTERVALO DE PH	METAL	INTERVALO DE PH
Alumínio – Al(III)	7- 8	Molibdênio –Mo(VI)	Precipitado como sal
Arsênio – As(III)	Precipitado como Sulfeto	Arsênio – As(V)	Precipitado como sulfeto
Nióbio - Nb(V)	1-10	Níquel – Ni(II)	8-14
Berílio – Be(II)	7-8	Ósmio – Os(IV)	7-8
Antimônio – Sb(II)	7-8	Ouro – Au(III)	7-8
Antimônio – Sb(IV)	7-8	Paládio – Pd(II)	7-8
Bismuto – Bi(III)	7-14	Paládio – Pd(IV)	7-8
Cádmio – Cd(II)	7-14	Platina – Pt(II)	7-8
Chumbo – Pb(II)	7-8	Prata – Ag(I)	9-14
Cobalto – Co(II)	8-14	Rênio – Re(III)	6-14
Cobre – Cu(I)	9-14	Rênio – Re(VII)	Precipitado como sulfeto
Cobre – Cu(II)	7-14	Ródio – Rh(III)	7-8
Cromo – Cr(III)	7-14	Rutênio – Ru(III)	7-14
Escândio – Sc(III)	8-14	Selênio – Se(IV)	Precipitado como sulfeto
Estanho – Sn(II)	7-8	Selênio – Se(VI)	Precipitado como sulfeto
Estanho – Sn(IV)	7-8	Tálio – Tl(III)	9-14
Ferro – Fe(II)	7-14	Tântalo – Ta(V)	1-10
Ferro – Fe(III)	7-14	Telúrio – Te(IV)	Precipitado como sulfeto
Gálio – Ga(III)	7-8	Telúrio – Te(VI)	Precipitado como sulfeto
Germânio – Ge(IV)	6-8	Titânio – Ti(III)	8-14
Háfnio – Hf(IV)	6-7	Titânio – Ti(IV)	8-14
Índio – In(III)	6-13	Tório – Th(VI)	6-14

Írídio – Ir(IV)	6-8	Tungstênio – W(IV)	Precipitado como sal
Magnésio – Mg(II)	9-14	Manganês – Mn(II)	8-14
Vanádio – V(IV)	7-8	Manganês – Mn(IV)	7-14
Vanádio – V(V)	7-8	Zinco – Zn(II)	7-8
Mercúrio – Hg(I)	8-14	Zircônio – Zr(IV)	6-7

Fonte: FIGUÈREDO, 2006

Apesar desta metodologia ser a mais adotada pelas IES, a reutilização destes resíduos de metais torna-se comprometida, pois o precipitado final obtido contém diferentes metais. A reutilização depende em geral da separação dos metais, o que envolve técnicas mais aprimoradas, tais como técnicas envolvendo adsorção e troca iônica (BELLO *et al.*, 2014), eletrólise (SHIM *et al.*, 2014) e extração por solventes (SILVA *et al.*, 2005; AGRAWAL *et al.*, 2008; Ak *et al.*, 2008) são bem descritas na literatura, mas mesmo assim não tem sido empregada em nenhuma das IES investigadas. Na Figura 3, está representado um esquema com uma sequência de procedimentos usando precipitação para tratamento de soluções residuais contendo metais pesados.

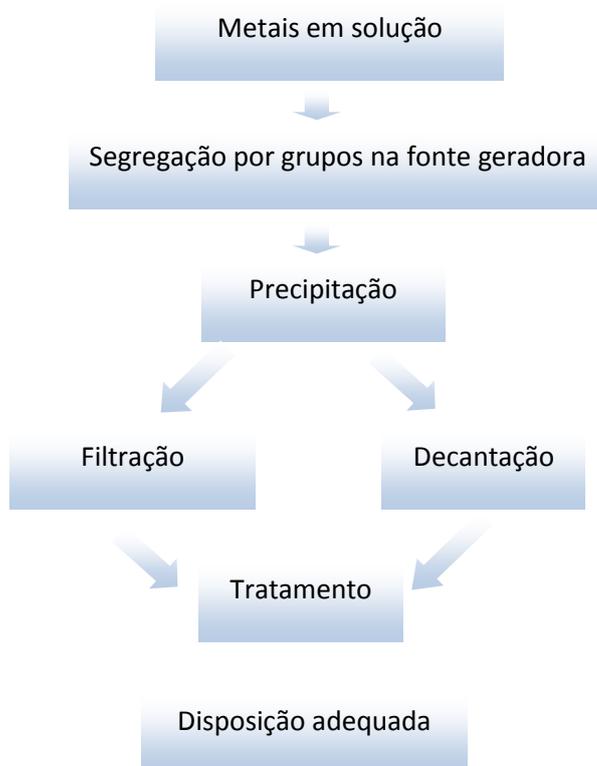


Figura 5: Sequência de procedimentos para tratamento de soluções residuais contendo metais pesados.

3.7 O PGRQ na UFLA: Um programa modelo

O Programa de Gestão de Resíduos Químicos (PGRQ) da Universidade Federal de Lavras foi implantado em 2008, com o principal objetivo de assegurar que os resíduos químicos gerados nas atividades de ensino e pesquisa recebessem uma destinação final ambientalmente correta, a fim de minimizar possíveis impactos ambientais decorrentes da disposição incorreta dos mesmos.

No início das atividades do PGRQ, foi realizado um levantamento dos resíduos químicos que eram gerados em todos os departamentos da instituição (passivo e ativo). Logo após, todos os técnicos de laboratório da instituição receberam um curso de capacitação, a fim de conscientizá-los e orientá-los quanto às formas de segregação, tratamento, armazenamento e disposição final. A princípio, os resíduos deveriam receber tratamento e destinação final no local onde foram gerados. Porém, a falta de infraestrutura para implantação de um programa de gerenciamento em cada laboratório levou a criação do LGRQ (Laboratório de Gestão de Resíduo Químicos).

A coleta dos resíduos de cada Departamento é um dos serviços prestados pelo LGRQ. Assim, todo resíduo químico gerado deve ser acondicionado, rotulado e encaminhado para a área do LGRQ para receber tratamento ou ser descartado adequadamente.

O acondicionamento deve ser feito em recipientes adequados, fornecidos pelo LGRQ. A rotulagem é um procedimento considerado importante no processo de gerenciamento dos resíduos, pois ela irá facilitar a segregação, o tratamento, a identificação da unidade geradora do resíduo e ainda, tornar o transporte mais seguro. Como na maioria das instituições pesquisadas, a UFLA também possui um rótulo padrão próprio estabelecido, onde devem estar contidas informações sobre o constituinte principal do resíduo e sua quantidade aproximada em quilogramas ou litros. A simbologia de risco adotada é o Diagrama de Hommel, que indica todos os riscos envolvendo o resíduo químico em questão. A segregação é considerada de suma importância, assim, os resíduos devem ser classificados em categorias e as substâncias que não se enquadrarem em nenhuma das categorias propostas, devem ser avaliadas quanto à compatibilidade química e adicionadas a uma delas, ou ainda serem armazenadas separadamente.

Os resíduos gerados nos laboratórios de ensino e pesquisa da UFLA possuem composição variada, o que dificulta o tratamento. O LGRQ trata os resíduos que chegam a ele de quatro maneiras: POA (degradação por processo oxidativos avançados), precipitação de metais, destilação de solventes e Adsorção. Alguns resíduos não sofrem tratamento ou reaproveitamento em nenhum tipo, devido à viabilidade do processo. Assim, esses resíduos são recolhidos por uma empresa capacitada, regulamentada pelo órgão Ambiental Estadual,

que presta o serviço para a instituição, dando uma destinação final adequada a tais. A instituição apoia ainda a reciclagem dos resíduos, pois além de evitar o desperdício de produtos ou a destinação incorreta dos mesmos, evita uma possível contaminação ambiental e o reaproveitamento daquele material em outros laboratórios, evitando gastos desnecessários.

4. CONCLUSÃO

Com a realização deste trabalho, foi possível observar que, cerca de 50% das IES estabeleceu um programa de gerenciamento de resíduos que se estendeu por toda a universidade e não apenas nos laboratórios e Departamentos de Química das Instituições.

Verificou-se também que, a grande parte das IES fazem uso da contratação de serviços externos para dar fim aos resíduos de laboratório. Principalmente, no que diz respeito aos resíduos perigosos, quando são necessários cuidados específicos para dispô-los de maneira ambientalmente correta.

Conforme apresentado na Figura 6, cerca de 43% das IES utilizam o método de precipitação seletiva para tratar metais pesados, em geral estes são estocados e encaminhados ao aterro classe-1. Esse método é bastante discutível, por se tratar de uma simples mudança de fase dos compostos sem eliminá-los. A reutilização dos resíduos de metais não é abordada no programa de PGRQ destas universidades. Processo semelhante foi observado para os orgânicos, onde o tratamento não é realizado na maioria das IES.

Apenas 14% das IES não tratam, nem fazem uso de contratação de serviços de empresas especializadas para fornecerem uma destinação final adequada a seus resíduos perigosos, apenas estocam os resíduos segregados.



Figura 6: Principais métodos de tratamento adotados pelas IES brasileiras.

A UFLA se destaca como uma universidade onde o centro de tratamento de resíduos é também um centro de pesquisa. Nesta universidade apenas os resíduos perigosos são encaminhados para aterro de classe-1.

O estabelecimento de programas de gestão de resíduos é uma grande oportunidade de aprendizagem para todo o corpo acadêmico além de ser uma prática que apresenta muitos aspectos positivos, tanto em relação a questão ambiental como econômica, uma vez que, há diminuição de gastos na compra de reagentes, devido ao consumo consciente. Além disso, por envolver um grande número de pessoas é fundamental promover a consciência ambiental na comunidade acadêmica, ações de educação ambiental são essenciais para um bom desempenho do programa de gerenciamento de resíduos em qualquer instituição.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **Classificação de resíduos sólidos**: NBR 10.004. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **Sistema de gestão ambiental: especificação e diretrizes para uso**. NBR ISO 14001. Rio de Janeiro, 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC nº 306, de 07 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, 2004.

AGRAWAL, A.; MANOJ, M. K.; KUMARI, S.; BAGCHI, D.; KUMAR, V.; PANDEY, B. D. **Extractive separation of copper and nickel from copper bleed stream by solvent extraction route**. Minerals Engineering, vol. 21, p. 1126-1130, 2008.

AK, M.; TABAN, D.; DELIGOZ, H. **Transition metal cations extraction by ester and ketone derivatives of chromogenic azocalix arenes**. Journal of Hazardous Materials, vol. 154, p. 51-52, 2008.

ASHBROOK, P. C.; REINHARDT, P. A. **Hazardous wastes in academia**. Environmental Science & Technology, vol. 19, p. 1150-1155, 1985.

BAIRD, C. **Química Ambiental**, 2ª ed.; Bookman: Porto Alegre, 2002.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 358. **Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos de saúde e dá outras providências**. Diário Oficial da União. Brasília, 2005.

FIGUERÊDO, D. V. **Manual para Gestão de Resíduos Químicos Perigosos de Instituição de Ensino e de Pesquisa**. Belo Horizonte: Conselho Regional de Química de Minas Gerais, 2006. 364 p.

GERBASE, A. E.; COELHO, F. S.; MACHADO, P. F. L. **Gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa**. Química Nova, vol. 28, p. 3, 2005.

GIL, E. S.; GARROTE, C. F. D.; CONCEIÇÃO, E. C.; SANTIAGO, M. F.; SOUZA, A. R. **Aspectos técnicos e legais do gerenciamento de resíduos químico-farmacêuticos**. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, vol. 43, p. 19-29, 2007.

GONÇALVES, M. S; KUMMER, L.; SEJAS, M. I.; RAUEN, T. G.; BRAVO, C. E. C. **Gerenciamento de resíduos sólidos na Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Francisco Beltrão**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, p. 79-84, 2010.

JARDIM, W. F. **Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa**. Química Nova, vol. 21, p. 671-673, 1998.

JULIATTO, D. L.; CALVO, M. J. ; CARDOSO, T. E. **Gestão integrada de resíduos sólidos para instituições públicas de ensino superior**. Revista Gestão Universitária na América Latina, vol. 4, p. 170-193, 2011.

MARINHO, C. C.; BOZELLI, R. L.; ESTEVES, F. A. **Gerenciamento de resíduos químicos em um laboratório de ensino e pesquisa: A experiência do laboratório de limnologia da UFRJ**. Eclética Química, vol. 36, p. 85-100, 2011.

NASCIMENTO, E. S.; FILHO, A. T. **Chemical waste risk reduction and environmental impact generated by laboratory activities in research and teaching institutions**. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, vol. 46, p. 187-198, 2010.

NOLASCO, F. R.; TAVARES, G. A.; BENDASSOLLI, J. A. **Implantação de programas de gerenciamento de resíduos químicos laboratoriais em universidades: Análise crítica e recomendações.** Engenharia Sanitária e Ambiental, vol. 11, p. 118-124, 2006.

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 are química.** Workshop Internacional em Indicadores de Sustentabilidade – WIPIS II, p. 106-119, 2008.

ROCCA, A. C. C.; LACOVONE, A. M. M. B.; BARROTTI, A. J. **Resíduos sólidos industriais.** São Paulo: CETESB, 1993.

SHIM, H. Y.; LEE, K. S.; LEE, D. S.; JEON, D. S.; PARK, M. S.; SHIN, J. S.; LEE, GOO, J. W.; KIM, S. B.; CHUNG, D. Y. **Application of Electrocoagulation and Electrolysis on the Precipitation of Heavy Metals and Particulate Solids in Washwater from the Soil Washing.** Journal of Agricultural Chemistry and Environment, vol. 3, p.130-138, 2014.

SILVA, J. E.; PAIVA, A. P.; SOARES, D.; LABRINCHA, A.; CASTRO, F.. **Solvent extraction applied to the recovery of heavy metals from galvanic sludge.** Journal of Hazardous Materials, p.113-118, 2005.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. **A gestão ambiental em instituições de ensino superior: Modelo para implantação em campus universitário.** Gestão & Produção, vol. 13, p. 503-515, 2006.