



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia e Ciências
Faculdade de Engenharia

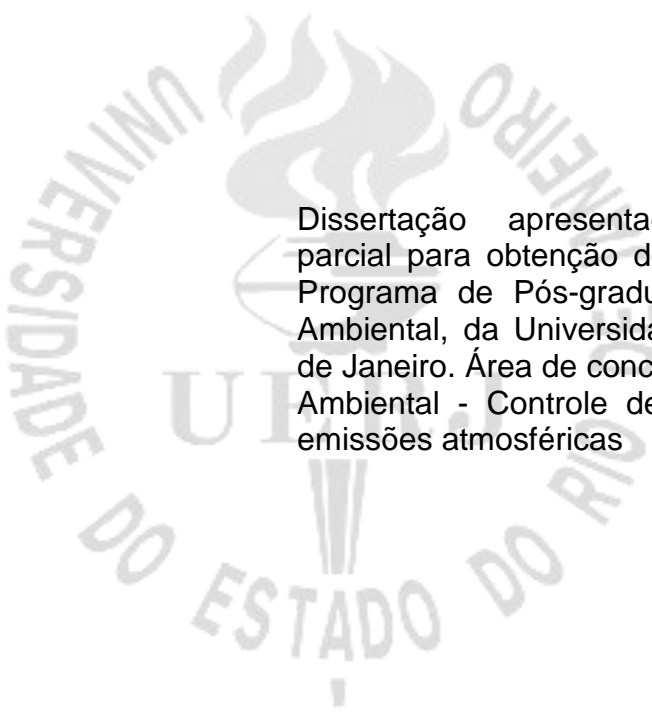
Patrizia Cappelletti Rocha

**Gestão de Resíduos Químicos em Laboratório Universitário. Estudo de caso:
Laboratório de Engenharia Sanitária, Faculdade de Engenharia – UERJ**

Rio de Janeiro
2011

Patrizia Cappelletti Rocha

**Gestão de Resíduos Químicos em Laboratório Universitário. Estudo de caso:
Laboratório de Engenharia Sanitária, Faculdade de Engenharia – UERJ**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Saneamento Ambiental - Controle de Efluentes Líquidos e emissões atmosféricas

Orientadora: Daniele Maia Bila
Co-orientador: Júlio Domingos Nunes Fortes

Rio de Janeiro
2011

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CCS/C

Rocha, Patrizia Cappelletti.

Gestão de Resíduos Químicos em Laboratório Universitário.
Estudo de caso: Laboratório de Engenharia Sanitária, Faculdade de
Engenharia – UERJ – 2011.

151 f.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Daniele Maia Bila

Co-orientador: Dr. Júlio Domingos Nunes Fortes

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de
Janeiro, Faculdade de Engenharia.

Bibliografia: f. 102-108.

1. Gestão de Resíduos Químicos. 2. Laboratório. 3.
Universidades. I. Daniele Maia Bila. II Universidade do Estado do
Rio de Janeiro. Faculdade de Engenharia. III Título.

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação.

Assinatura

Data

Patrizia Cappelletti Rocha

**Gestão de Resíduos Químicos em Laboratório Universitário. Estudo de caso:
Laboratório de Engenharia Sanitária, Faculdade de Engenharia – UERJ**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Saneamento Ambiental - Controle de Efluentes líquidos e emissões atmosféricas

Aprovado em _____

Banca Examinadora: _____

Prof^a. Dr^a. Daniele Maia Bila (Orientadora)
Faculdade de Engenharia da UERJ

Prof^a. Dr. Júlio Domingos Nunes Fortes (Co-orientadora)
Faculdade de Engenharia da UERJ

Prof^a. Dr^a. Elisabeth Ritter
Faculdade de Engenharia da UERJ

Prof^a. Dr^a. Simone Maria Ribas Vendramel
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro
(IFRJ)

Rio de Janeiro
2011

DEDICATÓRIA

Dedico esta conquista ao ser mais puro que tive contato na minha existência: minha filha Pietra. E ao meu companheiro que esteve comigo nesta jornada, Bruno Biondo.

AGRADECIMENTOS

À Daniele, por toda força, compreensão e orientação que auxiliaram a construção deste trabalho. As poucas palavras que aqui exponho não refletem a minha gratidão por você. A você o meu muito obrigado. Ao Professor Júlio pelo auxílio na elaboração deste trabalho.

Aos participantes da banca, por aceitarem meu convite e por participarem na construção deste trabalho e dessa conquista.

Aos meus professores pelas boas influências e pelo auxílio na construção da profissional e cidadã que sou. Continuem a influenciar os profissionais em construção, pois esta é uma das ferramentas para colocarmos em prática a Engenharia Ambiental.

Ao Bruno Biondo, meu companheiro da vida, que foi essencial na conquista dessa vitória. Dedico a você este trabalho e a minha gratidão por você é eterna. Obrigada por tudo. Obrigada pela sua compreensão e apoio mesmo naqueles momentos de estresse que acompanharam o desenvolvimento e fechamento deste trabalho.

A minha família pelo auxílio na construção do que sou e pelo apoio na concretização de mais esta vitória. O meu muito obrigada e eterna gratidão.

Aos meus chefes Josefina Kurtz e Rafael Rabuske. Sem a compreensão e autorização de vocês, a concretização desta vitória não aconteceria. Muito obrigada por ter me dado esta oportunidade e pelos ensinamentos do dia-a-dia profissional.

Aos meus amigos da Concremat que me deram suporte para a construção dessa conquista. Obrigada pela força e pelas dicas construtivas de sempre. E um obrigado em especial aos meus “mini” orientadores que sempre estiveram presentes nos meus momentos de dúvida, empolgação e concretização.

Aos meus queridos amigos que compartilharam comigo os melhores e piores momentos comigo ao longo da construção deste trabalho. Obrigada pelas boas influências, bons ensinamentos, auxílios, alegrias e amor. A compreensão pela minha ausência e a descontração nos nossos encontros foram peças chaves para eu continuar a seguir com este estudo.

Se tu estás verdadeiramente comprometido com tua meta, o universo inteiro conspira a teu favor para que apareçam os instrumentos e pessoas, que te permitirão lográ-lo.
Goethe.

RESUMO

ROCHA, Patrizia Cappelletti. *Gestão de Resíduos Químicos em Laboratório Universitário. Estudo de caso: Laboratório de Engenharia Sanitária, Faculdade de Engenharia – UERJ* 151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

Ao longo da história do homem, as universidades têm exercido um papel fundamental na geração de conhecimentos e tecnologias com o fim maior de melhorar a qualidade de vida de nossa sociedade. Em contrapartida, além de produzir os benefícios oriundos da aplicação dos conhecimentos e tecnologias, as pesquisas científicas produzem também diversos tipos de resíduos potencialmente poluidores e tóxicos os quais não estão sendo descartados e tratados corretamente. A falta de políticas institucionais de gerenciamento de resíduos nas universidades além de proporcionar a poluição dos corpos receptores de seus efluentes, a deterioração das tubulações coletoras de esgoto e, danos a eficiência das estações de tratamento de esgoto, também contribui para a geração de um passivo ambiental nas universidades, os quais são acumulados anualmente à espera de tratamento adequado em precárias condições de armazenamento. Dentro deste cenário, o presente estudo visa caracterizar e avaliar o gerenciamento dos resíduos químicos do Laboratório de Engenharia Sanitária (LES) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Quanto aos meios, foram realizadas pesquisas bibliográficas, eletrônicas e documentais, assim como entrevistas com os principais atores do gerenciamento dos resíduos no laboratório foco deste estudo. O estudo revela que o gerenciamento dos resíduos gerados em tal laboratório é realizado de maneira incipiente. As metodologias utilizadas em todas as etapas do gerenciamento, desde a geração dos resíduos até a destinação final dos mesmos carecem de melhorias para também a melhora da qualidade ambiental das atividades de pesquisa e de ensino do laboratório. Além da inexistência de normas internas para a padronização e controle do processo de gerenciamento, o laboratório também carece de estrutura física e financeira para a adequação do processo. A partir do diagnóstico deste cenário, foi possível o reconhecimento de riscos relacionados às características dos reagentes químicos somados as condicionantes ambientais do laboratório, mais especificamente, às condicionantes presentes no local do armazenamento dos resíduos. Tais riscos possuem a natureza de riscos químicos, físicos, toxicidade e riscos de explosão. Ainda na caracterização deste cenário, foi possível o reconhecimento do não cumprimento de legislações pertinentes ao tema. Conclui-se que, de maneira geral, as universidades carecem de investimentos na temática de gestão ambiental nas políticas institucionais e dia-a-dia das universidades. O laboratório em questão também não foge a esta realidade e, por tal razão, também carece de investimentos financeiros, investimentos em treinamento e investimentos na estruturas físicas para todos estes darem suporte a implantação de um gerenciamento de resíduos eficiente e consistente.

Palavras-chave: Gerenciamento de Resíduos Químicos. Laboratório. Universidades.

ABSTRACT

ROCHA, Patrizia Cappelletti. *Chemical Waste Management in the University Laboratory. A case Study: Laboratory of Sanitary Engineering, Faculty of Engineering - UERJ*. 151 p. Dissertation (Master's degree in Environmental Engineering) - Engineering College, Rio de Janeiro State's University, Rio de Janeiro, 2011.

Along the human history, universities have had a fundamental role on the knowledge and technology generation to apply them to improve our society quality. In other hand, to provide these results, scientific research produces various kinds of wastes and toxic pollutants which are not disposed properly. The absence of waste management institutional policies in universities provides the pollution of effluent receiving bodies (water resources), deterioration of pipes and sewage systems, affect the efficiency of sewage treatment plants and also contributes to the generation of passives environmental in universities which the amount of chemical waste generated expects for appropriate treatment in precarious storage conditions. On this background, this paper aims to characterize and evaluate the Laboratory of Sanitary Engineering (SLE) chemical waste management located at State University of Rio de Janeiro (UERJ). The applied methodology, used literature searches, and electronic documents, as well as interviews with management laboratory's waste responsible observation on site. This case study aimed to characterize and evaluate the procedures for chemical waste management of LES in order to propose improvements in such management. The study reveals that management of waste generated on this lab is performed inchoately. The used methods in all phases of management, from the generation of waste to dispose of them need to be improved to also improve the quality of environmental research and teaching laboratory. In addition to the absence of internal standardization norms and absence of the management process control, the lab also lacks the physical and financial structure to adequate the management process. Since this scenario diagnosed, it was possible to recognize the risks associated with chemical reagents characteristics summed the environmental conditions of the laboratory, more specifically, the constraints on site storage of waste. These risks have the nature of chemical, physical, toxicity and explosion hazards risks. Still on the characterization this scene, it was possible the recognition of non-compliance laws relevant to scenario. This paper conclusion is that, in general, universities need more investment in the theme of environmental management in an institutional way. The studied laboratory also does not escape this reality and dust that reason, also lacks financial investments, investments in training and investment in physical infrastructure in the laboratory for all these give support to the deployment of an effective waste management and consistent.

Key words: Chemical waste management. Laboratory. Universities.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Fluxograma de um processo de gerenciamento de resíduos químicos (Adaptado: UNICAMP, 2011).....	50
Figura 2 -	Exemplo de identificação e rotulados realizados no LES.....	72
Figura 3 -	Frascos com reagentes vencidos e na validade armazenados no almoxarifado no LES.....	73
Figura 4 -	Exemplo de rotulagem realizada no laboratório com a utilização de abreviações e a inexistência dos tipos de reagentes presentes nos frascos.....	74
Figura 5 -	Exemplo de resíduo com a composição desconhecida.....	74
Figura 6 -	Visão geral do almoxarifado utilizado para o armazenamento dos reagentes e resíduos.....	75
Figura 7 -	Almoxarifado utilizado para o armazenamento dos reagentes e resíduos com a presença de um compressor a vácuo.....	76
Figura 8 -	Armazenamento dos reagentes em prateleiras no almoxarifado do LES.....	77
Figura 9 -	Exemplo de procedimento de armazenamento e acondicionamento realizado no LES.....	77
Figura 10 -	Registro do acondicionamento incorreto dos resíduos gerados no LES.....	78
Figura 11 -	Diamante da NFPA ou Diagrama de HOMMEL (ANVISA, 2006).....	85
Figura 12 -	Rótulo de identificação de resíduo químico (USP, 2008).....	86

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Total de análises físico-químicas realizadas no período amostral de 2008 a 2010.....	62
Gráfico 2 -	Volume acumulado de resíduos, segundo controle interno do laboratório.....	65
Gráfico 3 -	Tipos de procedimentos de descarte ou armazenamento realizados no LES.....	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Inventário dos resíduos químicos ativos por categoria (adaptado: BARBOSA <i>et al.</i> , 2003).....	53
Quadro 2 -	Relação de análises, equipamentos e métodos utilizados no LES.....	59
Quadro 3 -	Experimentos analíticos e suas respectivas características metodológicas e reacionais.....	63
Quadro 4 -	Total de análises realizadas no LES no período de 2008 a 2010.....	67
Quadro 5 -	Tipos de tratamentos internos a serem realizados no laboratório. (Adaptado: MACHADO, 2010).....	82
Quadro 6 -	Tipos de tratamentos externos a serem realizados no laboratório. (Adaptado: MACHADO, 2010).....	82
Quadro 7 -	Classificação de substâncias químicas segundo as suas naturezas químicas.....	87

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestre
AWWA	<i>American Water Works Association</i>
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CECA	Comissão Estadual de Controle Ambiental
CENA/USP	Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Cogere	Consumo Sustentável e Gerenciamento de Resíduos
Comlurb	Companhia de Limpeza Urbana
Conama	Conselho Nacional do Meio Ambiente
Contran	Conselho Nacional de Trânsito
Coopere	Programa de Coleta Seletiva de Papel
Copernicus	<i>Cooperation Programme in Europe for Research on Nature and Industry through Coordinated University Studies</i>
COT	Carbono Orgânico Total
DESMA	Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente
DQ/UFPR	Departamento de Química da Universidade Federal do Paraná
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EAUC	<i>Environmental Association for Universities and Colleges</i>
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FAPERJ	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro.
Feema	Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente

FEN	Faculdade de Engenharia
Finep	Financiadora de Estudos e Projetos
Fiocruz	Fundação Oswaldo Cruz
FISPQ	Fichas de informações de segurança de produto químico
GERE	Gerenciamento e Estudos de Resíduos
IES	Instituições de Ensino Superior
Ima	Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano
Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
Inea	Instituto Estadual do Ambiente
IQ/UERJ	Instituto de Química e Instituto de Biologia da Universidade Estadual do Rio de Janeiro
IQ/UNICAMP	Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas
IQSC/USP	Instituto de Química do <i>campus</i> São Carlos da Universidade de São Paulo
LES	Laboratório de Engenharia Sanitária
LQA	Laboratório de Química Ambiental
LRQ	Laboratório de Resíduos Químicos
MBAs	Substâncias ativas ao Azul de Metileno
NFPA	<i>National Fire Protection Association</i>
NTK	Nitrogênio Total Kjeldahl
OD	Oxigênio Dissolvido
OIUDSMA	Organização Internacional de Universidades para o Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente
Peamb	Pós Graduação em Engenharia Ambiental
PET	Programa Especial de Treinamento
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
POA	Processo de Oxidação Avançada

PROSAB	Programa de Pesquisas em Saneamento Básico
PVC	Cloreto de Polivinila
RSS	Resíduos de Serviços de Saúde
Senampe	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Projetos Especiais
SDT	Sólidos Dissolvidos Totais
SDV	Sólidos Dissolvidos Voláteis
SLAP	Sistema de licenciamento de atividades poluidoras
SSF	Sólidos Suspensos Fixos
SST	Sólidos Suspensos Totais
SSV	Sólidos Suspensos Voláteis
ST	Sólidos Totais
SVF	Sólidos Voláteis Fixos
UERJ	Universidade Estadual do Rio de Janeiro
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
Unicamp	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo
UGR/UFSCar	Unidade de Gestão de Resíduos da Universidade Federal de São Carlos

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	19
1	REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
1.1	A Gestão Ambiental e o Gerenciamento de Resíduos Químicos em Instituições de Ensino e Pesquisa.....	22
1.2	A Gestão Ambiental e o Gerenciamento de Resíduos Químicos em Instituições de Ensino e Pesquisa Brasileiras.....	28
1.2.1	<u>Universidade de São Paulo (USP).....</u>	29
1.2.2	<u>Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).....</u>	31
1.2.3	<u>Universidade Federal do Paraná (UFPR).....</u>	32
1.2.4	<u>Universidade Federal do Rio de Janeiro.....</u>	33
1.2.5	<u>Universidade Estadual do Rio de Janeiro.....</u>	34
1.3	Legislação Aplicável ao Gerenciamento de Resíduos Químicos.....	38
1.3.1	<u>Legislação Federal.....</u>	38
1.3.2	<u>Legislação Estadual.....</u>	43
1.3.3	<u>Legislação Municipal.....</u>	44
1.4	Resíduos.....	45
1.4.1	<u>Classificação dos Resíduos.....</u>	45
1.4.2	<u>Classificação dos Resíduos Perigosos.....</u>	45
1.4.3	<u>Gerenciamento de Resíduos Químicos.....</u>	49
2	METODOLOGIA.....	51
2.1	Coleta de dados.....	51
2.2	Caracterização das atividades desenvolvidas e do gerenciamento de resíduos químicos gerados no LES....	52
2.3	Avaliação dos riscos ambientais dos resíduos químicos gerados no LES para o meio ambiente.....	54

2.4	Caracterização dos procedimentos atuais de gerenciamento dos resíduos químicos gerados no LES..	55
2.5	Proposição de melhorias no gerenciamento dos resíduos químicos do LES.....	56
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	57
3.1	Caracterização do Laboratório de Engenharia Sanitária (LES).....	57
3.2	Caracterização do gerenciamento de resíduos químicos do LES.....	60
3.2.1	<u>Geração dos resíduos químicos.....</u>	61
3.2.2	<u>Classificação, Identificação e Rotulagem dos resíduos.....</u>	71
3.2.3	<u>Acondicionamento, Segregação e Armazenamento dos resíduos químicos.....</u>	74
3.2.4	<u>Transporte dos resíduos químicos.....</u>	78
3.2.5	<u>Tratamento dos resíduos químicos.....</u>	79
3.2.6	<u>Descartes e Disposição final dos resíduos químicos.....</u>	79
3.2.7	<u>Proposição de melhorias no gerenciamento de resíduos químicos do LES.....</u>	80
4	CONCLUSÕES.....	89
5	RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....	91
	REFERÊNCIAS.....	92
	APÊNDICE A – Classes e subclasses dos produtos perigosos, segundo classificação da resolução ANTT 420/2004.....	100
	APÊNDICE B - Questionário utilizado durante as entrevistas.....	103
	APÊNDICE C - Inventário dos resíduos ativos por categoria (adaptado: Barbosa et al., 2003).....	106
	APÊNDICE D - Reagentes utilizados nas análises com as respectivas toxicidades e classes de perigo.....	108
	APÊNDICE E - Reagentes utilizados nas atividades	

analíticas do laboratório.....	123
ANEXO A - Registros Fotográficos da Infraestrutura Física e de Logística do COGERE.....	126
ANEXO B - Mapa de risco do Laboratório de Engenharia Sanitária da UERJ.....	127
ANEXO C - Tabela de incompatibilidade de substâncias químicas.....	128

INTRODUÇÃO

A preocupação com o meio ambiente assumiu um papel muito importante na civilização contemporânea. Cada vez mais, em todo o mundo, a necessidade do controle e monitoramento das atividades sociais e econômicas vem crescendo na medida em que, reconhecidamente, as consequências dos impactos ambientais de atividades antrópicas proporcionam desequilíbrios ambientais em diversas escalas e amplitudes no planeta.

Estes impactos produzem fatores de transformação ao meio ambiente que alteram um complexo equilíbrio entre a superfície, atmosfera e os seres que nela vivem. De fato, a qualidade de vida no planeta depende do equilíbrio entre a convivência harmônica da espécie humana com as diversas espécies que coabitam o planeta e a preservação dos recursos naturais disponíveis no planeta terra.

Reconhecendo a importância do seu papel na mitigação destes impactos, ao longo da evolução da civilização, instrumentos e ferramentas foram criados pelo homem na busca da resolução ou mesmo da minimização dos problemas relacionados às suas ações sob o meio ambiente.

Uma das importantes ferramentas de controle ambiental é a gestão ambiental das atividades potencialmente poluidoras as quais produzem impactos negativos e positivos que se diferem com relação as suas características, como, por exemplo, a temporalidade, magnitude e reversibilidade.

Neste sentido, assim como todas as outras atividades socioeconômicas potencialmente poluidoras, as atividades científicas e de ensino também são atividades que produzem impactos ambientais negativos e positivos para a sociedade.

Em suas atividades científicas, laboratórios produzem diversos tipos de resíduos, locais estes que ainda não possuem normas e padrões de gerenciamento. A falta de padronização de procedimentos de descarte dos resíduos líquidos, por exemplo, faz com que estes sejam lançados na rede de esgoto, sem qualquer tratamento prévio. Tais procedimentos, usualmente realizados em instituições de ensino e pesquisa constroem um cenário de degradação ambiental em grande escala. Proporciona a liberação de diversos tipos de substâncias conhecidas, desconhecidas, tóxicas e não tóxicas as quais podem provocar desequilíbrios ecológicos de pequena a grande escalas.

No Brasil, este cenário torna-se mais crítico em razão da tendência de crescimento e ampliação das universidades e as atividades de ensino e pesquisa ao longo de todo território brasileiro. Esta tendência de crescimento das pesquisas científicas no país torna, portanto, necessária e prioritária a implantação de ferramentas de gestão ambiental nessas instituições.

A gestão é uma ferramenta importante para planejar, desenvolver e executar atividades, avaliando, analisando e melhorando os resultados a fim de proporcionar um melhor desempenho à organização responsável pelos processos (LIMA, 2007).

Este estudo pretende, portanto, estudar os procedimentos de gestão e gerenciamento de resíduos químicos do laboratório de Engenharia Sanitária da UERJ a fim de caracterizar e avaliar tal processo de gerenciamento e para que os resultados obtidos possam contribuir com informações para a melhoria do gerenciamento de resíduos neste laboratório.

Pretende ainda estudar modelos práticos e consolidados de gerenciamento de resíduos químicos de universidades nacionais e internacionais ícones no assunto para que as melhores práticas sejam adotadas e adaptadas a realidade do laboratório foco deste estudo.

A dissertação está estruturada em 4 capítulos. No primeiro capítulo é apresentado o referencial teórico, onde são abordados os temas encontrados na literatura referentes à gestão ambiental em instituições de ensino no mundo e no Brasil, exemplos de gerenciamento de resíduos químicos no Brasil e na Universidade Estadual do Rio de Janeiro, universidade esta onde localiza-se o laboratório foco do estudo. Também é apresentada no mesmo capítulo a literatura referente às legislações pertinentes a temática nas esferas federal, estadual e municipal, bem como as normas da ABNT relacionadas ao tema.

No segundo capítulo é apresentada a metodologia adotada. São descritas as características metodológicas; os instrumentos de coleta de dados; os procedimentos de coleta de dados, tratamento e análise dos dados e a área do estudo.

O Capítulo 3 apresenta e discute os resultados obtidos na coleta de dados. A discussão dos resultados é realizada com auxílio de outros estudos, legislação aplicável e literatura específica para os reagentes químicos presentes no laboratório. Tal literatura subsidiou a discussão do tema risco ambiental associado aos resíduos químicos gerados no laboratório.

Os Capítulos 4 e 5 apresentam, respectivamente, a conclusão e as referências bibliográficas.

Objetivos

O objetivo deste trabalho consiste em contribuir para o estabelecimento de melhorias no gerenciamento de resíduos químicos gerados no Laboratório de Engenharia Sanitária (LES), do Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente, localizado no Pavilhão João Lyra Filho da UERJ e avaliar os riscos ambientais gerados por falhas neste gerenciamento.

Também tem como objetivo geral auxiliar na conscientização da comunidade científica sobre a importância das “boas práticas” nas atividades de ensino e pesquisa, a fim de contribuir para o aprimoramento do desempenho ambiental da universidade como um todo.

Para alcançar tais objetivos foram estabelecidos como objetivos específicos:

- Identificar, classificar, quantificar e qualificar os resíduos químicos presentes no LES;
- Analisar e discutir os dados para dar suporte na reformulação do plano de gerenciamento de resíduos;
- Identificar pontos críticos e positivos quanto ao gerenciamento dos resíduos produzidos no estabelecimento;
- Diagnosticar e identificar os riscos ambientais relacionados ao gerenciamento dos resíduos químicos no LES;
- Avaliar as práticas de manejo dos resíduos químicos a fim de diagnosticar as não conformidades e os não cumprimentos das legislações aplicáveis;
- Propor melhorias no gerenciamento dos resíduos químicos do LES quando necessárias;

CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 - A Gestão Ambiental e o Gerenciamento de Resíduos Químicos em Instituições de Ensino e Pesquisa

Atualmente, a geração de resíduos químicos não é mais exclusividade da indústria química. Laboratórios universitários, escolas técnicas e institutos de pesquisa são, hoje, geradores significativos destes resíduos, fato este que não deve mais ser negligenciado (DEMAMAN et al., 2004).

Tal negligência proporciona a introdução de uma grande quantidade de produtos químicos no ambiente. Há aqueles que são gradualmente degradados e assimilados em ciclos biogeoquímicos na natureza e há aqueles que não são degradados e tendem a bioacumular ao longo da cadeia trófica e acumular em outros compartimentos ambientais, tais como os recursos hídricos e solos (SILVA, 2004). Dos que não são biodegradados citam-se os metais pesados e seus compostos e, produtos orgânicos sintéticos não-biodegradáveis.

Os efeitos do lançamento desses contaminantes na natureza são incalculáveis e inestimáveis. Tais ações proporcionam impactos ambientais, econômicos e sociais diretos e indiretos associados a esta poluição ambiental. Dentre elas, pode-se citar a alteração da qualidade das águas (escassez de recursos hídricos de boa qualidade, doenças associadas à poluição ambiental) e aumento de uso de produtos químicos nas estações de tratamento (encarecimento dos processos de tratamento e abastecimento das águas e incremento de químicos no ambiente).

As indústrias, principalmente aquelas que utilizam produtos químicos em seus processos produtivos, são as maiores responsáveis pela geração dos resíduos químicos perigosos. De acordo com Tavares et al. (2002), cerca de 70.000 produtos químicos são produzidos atualmente, dos quais mais de 3.300 são defensivos agrícolas e aproximadamente 400 são aditivos alimentares.

Porém, em menores proporções, mas não menos importante, cerca de 1% de produtos químicos são gerados por universidades e instituições de pesquisa (TAVARES; BENDASSOLLI, 2005). Diferentemente das indústrias, estes resíduos caracterizam-se por apresentarem um menor volume com elevada diversidade, o que dificulta a padronização das formas de tratamento e disposição. Ainda que esse

volume não tenha proporções industriais, em sua grande maioria, as universidades não podem e nem devem ignorar sua posição de geradora de resíduos (JARDIM 1998).

Fugindo ao conceito de pequena geradora, Pacheco et al. (2003), cita o exemplo da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) a qual não possui mais espaço físico suficiente para armazenar os resíduos químicos perigosos provenientes de pesquisas, ensino e atividades de extensão, gerados desde a sua criação há 35 anos. Estima-se que a produção desses resíduos gire em torno de 15 toneladas por ano.

Na verdade, historicamente, a geração de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa no Brasil sempre foi um assunto muito pouco discutido. Na grande maioria das universidades, a gestão dos resíduos gerados nas suas atividades rotineiras é inexistente e, devido à falta de um órgão fiscalizador e legislação específica, o descarte inadequado continua a ser praticado (JARDIM, 1998).

Cabe assim dizer que, em instituições e locais destinados a gerar conhecimento e formar profissionais para o mercado de trabalho, é contraditório que estas instituições sejam indiferentes aos passivos ambientais representados pelos resíduos ali produzidos (LOBO et al., 2007).

Segundo Alves (2006), alguns laboratórios de instituições de ensino, ao armazenarem resíduos químicos gerados à espera de tratamento adequado, proporcionam um perigoso passivo ambiental em função de seu elevado volume e em função das precárias condições de armazenamento e acondicionamento dos mesmos.

Adicionalmente a este fato, cabe ressaltar que, de maneira geral, os laboratórios não possuem padrões e normas de descarte dos resíduos químicos gerados nas pesquisas, sendo frequente o descarte inapropriado dos mesmos na rede coletora de esgotamento sanitário.

Estes resíduos químicos, quando descartados sem qualquer tratamento prévio nas pias das instituições, afetam a eficiência das estações de tratamento de esgoto, na medida em que muitos componentes destes resíduos são potencialmente tóxicos para a flora microbiana que atua nos sistemas biológicos de tratamento (ALVES, 2006). Além de prejudicar o tratamento destes efluentes, vale ressaltar que, algumas estações não tratam alguns contaminantes desconhecidos que fazem parte

do conteúdo dos resíduos, reiterando assim a necessidade de práticas de gerenciamento eficientes.

Além de afetar a eficiência das estações de tratamento de esgoto, o despejo de resíduos químicos nas pias contribui para a deterioração das tubulações da rede coletora de esgoto, tanto de PVC quanto ferro fundido, visto que estes produtos degradam quimicamente os canos, fazendo com que grande parte deles apresente furos e vazamento de efluentes tóxicos gerados nestes laboratórios. Secundariamente, tais fatores, proporcionam a possibilidade iminente de acidentes ambientais como a contaminação do solo e corpos hídricos influenciados pelos laboratórios (IMA/UFRJ, 2010).

Pacheco et al. (2003) afirma em seu estudo que as más práticas de descarte de resíduos químicos perigosos na UFRJ em pias de laboratórios são responsáveis pela contaminação das águas da Baía de Guanabara de forma frequente.

De fato, todo este cenário de negligência no gerenciamento dos resíduos químicos indica a geração de riscos ambientais em diferentes escalas e proporções. Consequentemente, a origem da necessidade do gerenciamento de resíduos em instituições de ensino e pesquisa está na presença inerente de riscos ambientais associados à geração destes resíduos visto que muitos destes possuem um alto grau de periculosidade em razão das suas características físicas, químicas e biológicas.

Segundo Gil et al. (2007), os riscos associados à emissão de resíduos variam consideravelmente em função da capacidade produtiva, dos mecanismos de segurança disponíveis (monitoramento, segurança de armazenagem e etc.) e em função das características das substâncias químicas geradas.

Desta maneira, o inerente potencial dos riscos oriundos do manejo dessas substâncias químicas aumenta a importância de programas de gerenciamento de resíduos eficazes, a fim de evitar o comprometimento da segurança e saúde de pesquisadores, população e meio ambiente (MONTESANO; HALL, 2001 *apud* GIL et al., 2007).

Por tais razões, todas as questões relacionadas aos impactos ambientais negativos oriundos das atividades de pesquisa e ensino tornaram-se foco em debates nas instituições de ensino e pesquisa nacionais e internacionais, sendo a base das discussões preenchidas pela nova mentalidade de participação ativa da

comunidade científica no exercício de boas práticas e na mudança de posturas que proporcionem degradação ambiental (SILVA; MENDES, 2009).

As primeiras discussões e movimentos de gestão ambiental em universidade datam dos anos sessenta, sendo os EUA o país pioneiro em tal temática, posteriormente seguido pelo Reino Unido, país no qual foram construídos movimentos universitários bem consolidados para discussão do tema na Europa (KRAEMER, 2004).

Tais movimentos trouxeram grandes inovações nas instituições quanto à melhoria de práticas impactantes nas atividades do dia-a-dia. Dentre estes movimentos, o programa internacional COPERNICUS (*Cooperation Programme in Europe for Research on Nature and Industry through Coordinated University Studies*), foi aquele que apresentou pela primeira vez os 10 princípios da Carta das Universidades para o Desenvolvimento Sustentável, assinada em 1994. São princípios de ação das universidades signatárias (FÓRUM DE ÉTICA, 2010):

- O **compromisso institucional** – as universidades devem demonstrar um compromisso real para com a teoria e prática da proteção ambiental e do desenvolvimento sustentável no seio da comunidade acadêmica;
- A **ética ambiental** – as universidades devem promover entre os seus docentes, alunos e o público em geral padrões de consumo sustentáveis e um estilo de vida ecológico, estimulando paralelamente programas que desenvolvam as capacidades do corpo docente para construir especialistas ambientais;
- A **educação dos funcionários universitários** – as universidades deverão proporcionar educação, formação e encorajamento aos seus funcionários em matérias ambientais, para que eles possam prosseguir o seu trabalho de uma forma ambientalmente responsável;
- Os **programas de educação ambiental** – as universidades deverão incorporar uma perspectiva ambiental em todo o seu trabalho e estabelecer programas de educação ambiental envolvendo docentes, investigadores e estudantes, expondo-os a todos aos desafios globais do ambiente e desenvolvimento, seja qual for o seu campo de trabalho ou estudo;
- A **interdisciplinaridade** – as universidades devem encorajar a educação interdisciplinar e colaborativa e programas de investigação relativos ao

desenvolvimento sustentável enquanto parte da missão central da instituição. As universidades devem também procurar ultrapassar os instintos competitivos entre disciplinas e departamentos;

- A **disseminação do conhecimento** – as universidades devem apoiar esforços para suprir as falhas na atual literatura disponível aos estudantes, profissionais, e público em geral, preparando material didática informativo, organizando leituras públicas e estabelecendo programas de formação. Elas devem também estar preparadas para participar em auditorias ambientais;

- As **redes de trabalho** – as universidades devem promover redes interdisciplinares de peritos ambientais ao nível local, nacional, regional e internacional, com o objetivo e colaborar em projetos ambientais comuns de ensino e investigação. Para isto, a mobilidade de estudantes deve ser encorajada;

- As **parcerias** – as universidades deverão tomar a iniciativa de promover parcerias com outros setores da sociedade, de modo a desenhar e implementar abordagens, estratégias e planos de ação coordenados;

- Os **programas de educação contínua** – as universidades deverão idealizar programas de educação ambiental sobre estes assuntos e para diferentes grupos-alvo como, por exemplo: empresas, agências governamentais, organizações não-governamentais, meios de comunicação social.

- A **transferência tecnológica** – as universidades devem contribuir para programas educacionais concebidos para a transferência de tecnologias educativas e inovadoras e métodos de gestão avançados.

No que diz respeito ao Brasil, neste cenário internacional, uma de suas participações ocorreu na construção da Organização Internacional de Universidades pelo Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (OIUDSMA) em 1995, organização esta que atua em uma rede de Instituições de Ensino Superior (IES) latino-americanas. O Brasil teve como representantes, neste evento, as universidades: Universidade São Francisco, (Bragança Paulista), Universidade Federal do Rio de Janeiro e a Universidade Católica de Pelotas (OIUDSMA, 2010).

De fato, o amadurecimento dos movimentos de gestão ambiental em IES do mundo ainda está em andamento. Alguns questionamentos ainda são realizados a fim de obter melhorias das práticas. Na Europa, nos dias atuais, as melhores

práticas estão em exercício em projetos denominados Ecocampus. Estes estão baseados em um sistema de gestão ambiental integrado dentro das instituições de ensino e pesquisa visando à melhoria da qualidade e desempenho ambiental das mesmas (TAUCHEN; BRANDLI, 2006).

Atualmente, observa-se que o Reino Unido é um dos países ícones no movimento universitário para o desenvolvimento sustentável na Europa, movimento materializado pela existência de uma estrutura de ligação de âmbito nacional, a *Environmental Association for Universities and Colleges* (EAUC), que serve de interlocutora das universidades britânicas junto às estruturas nacionais, regionais e internacionais (TAUCHEN; BRANDLI, 2006).

Segundo Blewitt (2001), os modelos de Ecocampus assumem as premissas básicas de sustentabilidade:

- Contribuir para o desenvolvimento da ética sustentável;
- Primar pelo bem estar, saúde e segurança (incluam-se as atividades de gerenciamento de resíduos, mapeamento das áreas de risco e atividades de risco);
- Reduzir os desperdícios em todas as atividades presentes nas instituições;
- Aprimorar os conceitos ambientais nas grades curriculares dos cursos universitários;
- Monitorar o consumo de água e energia e;
- Motivar a participação da comunidade local e regional.

De acordo com Delgado; Vélez (2005), existem, atualmente, cerca de 140 instituições de ensino superior que incorporaram políticas ambientais na administração e na gestão acadêmicas em todo o mundo.

Dentro dessas que adotaram compromissos e políticas ambientais para o desenvolvimento sustentável, dez estão certificadas com ISO 14.001, como é o caso da Universidade da Organização das Nações Unidas em Tóquio no Japão e a pioneira Universidade de Mälardalen, na Suécia (RIBEIRO et al., 2005).

1.2 - A Gestão Ambiental e o Gerenciamento de Resíduos Químicos em Instituições de Ensino e Pesquisa Brasileiras

No Brasil, as experiências de sistemas de gestão ambiental em instituições de ensino e pesquisa vêm sendo realizadas na última década em eventuais iniciativas desconexas e pontuais, estando os preceitos de um ecocampus ainda muito distante da realidade destas instituições.

Esforços institucionais e pontuais são direcionados para temas isolados, dificultando a implementação de um sistema de gestão ambiental de forma integrada como é o caso de investimentos isolados em coleta seletiva sem levar em consideração todas as etapas que envolvem o gerenciamento de resíduos. Estes esforços ocorrem, normalmente, em alguns setores isolados da instituição não abrangendo todas as problemáticas ambientais em toda a instituição.

Segundo Ribeiro et al. (2005), esta problemática é reforçada, principalmente, pelo não conhecimento do meio acadêmico sobre práticas sustentáveis em instituições de ensino e pesquisa; pela falta de consciência da importância da preservação ambiental por diversos colaboradores da organização e, o mais grave, pela não percepção da universidade como uma fonte potencial de poluição.

Dentre as instituições brasileiras que realizaram e realizam atividades de gestão ambiental de grande relevância, podem ser citadas algumas das maiores e mais antigas universidades estaduais e federais do país, tais como é o caso da Universidade de São Paulo (Instituto de Química – IQ/USP, Instituto de Química do *campus* São Carlos – IQSC/USP e Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA/USP); a Universidade de Campinas (Instituto de Química – IQ/Unicamp); a Universidade Estadual do Rio de Janeiro (Instituto de Química – IQ/UERJ e Instituto de Biologia) a; Universidade Federal do Paraná (Departamento de Química – DQ/UFPR); Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e outras (VAZ et al., 2008).

1.2.1 - Universidade de São Paulo (USP)

No caso da USP, os esforços relacionados à gestão ambiental da instituição foram direcionados para o gerenciamento de resíduos químicos, a partir do engajamento da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) do Instituto de Química da Universidade de São Paulo nas ações do projeto.

Neste projeto, a universidade disponibilizou um manual de segurança, criado pela própria universidade, o qual sistematizou diretrizes para o gerenciamento dos resíduos químicos de forma eficiente em toda instituição. Além de informações sobre o armazenamento e o manuseio de resíduos perigosos, estão incluídos no conteúdo deste material, procedimentos para o aperfeiçoamento de métodos de segurança pessoal e condutas quanto aos primeiros socorros de pessoas acidentadas, além de informações sobre as características químicas de produtos a fim de diagnosticar as incompatibilidades e os riscos associados a estas substâncias químicas (USP, 2004).

Neste caso, percebe-se que o foco do projeto foi direcionado para a segurança uma vez que a instituição reconheceu a presença dos diversos químicos utilizados nas atividades de pesquisa e de ensino como um importante fator de risco à saúde e segurança de seus universitários e funcionários.

No caso do *campus* da USP localizado na cidade de São Carlos, o projeto relacionado à gestão ambiental na instituição teve como ponto focal o gerenciamento de resíduos químicos perigosos abrangendo toda a instituição. Para tal tarefa, em 1997, a instituição construiu um laboratório o qual foi encarregado de gerenciar e tratar os resíduos químicos. Denominado Laboratório de Resíduos Químicos (LRQ), o mesmo tem como missões e responsabilidades:

- Pesquisar bibliografias e exemplos de sucesso no Brasil e mundo no tema para a incorporação de melhores práticas nas rotinas dos laboratórios da universidade;
- Elaborar normas para o recolhimento e rotulagem dos produtos químicos e seus respectivos resíduos;
- Estabelecer procedimentos e normas gerais para o tratamento desses resíduos;
- Executar o tratamento dos resíduos;

- Desenvolver novas tecnologias no tratamento de resíduos químicos;
- Associar-se com potenciais parceiros para o tratamento dos resíduos (instituições públicas e privadas);
- Conscientizar instituições de ensino e do setor privado para a prevenção da geração de resíduos químicos.

Dentre seus feitos, o LRQ realizou a construção e montagem de uma unidade piloto de tratamento de resíduos químicos através da implementação do Programa Especial de Treinamento (PET). A fim de dimensionar o programa de gerenciamento e tratamento dos resíduos, tal laboratório também realizou uma avaliação qualitativa e quantitativa dos resíduos gerados em toda a instituição (ALBERGUINI, 2008).

Inicialmente, a partir desta amostragem, verificou-se que 45% dos resíduos eram recuperáveis por destilação, 7% após tratamento e destilação, 15% descarte por diluição, 17 % necessitam tratamento mais específico e 16% são não descartáveis (ALBERGUINI, 2008).

Ações relacionadas a infraestrutura do projeto foram materializadas com a construção de um abrigo provisório (entrepasto) de armazenamento de todo o passivo ambiental existente da universidade. Com uma área de aproximadamente 24 m², esta infraestrutura inicial permitiu o recolhimento dos resíduos químicos coletados nas unidades geradoras atendendo aproximadamente 200 laboratórios do *campus* São Carlos.

Em 1999, o LRQ realizou outra conquista importante, que foi a criação do Programa de Gestão e Gerenciamento de Resíduos Químicos. Essa experiência está sendo reproduzida e expandida para outros *campi* da universidade como é o caso do *campus* de Ribeirão Preto, onde o programa já se encontra em fase de implantação.

O laboratório de resíduos químicos do *campus* USP em São Carlos possui excelentes resultados da experiência pioneira em gestão e gerenciamento de resíduos químicos em um *campus* universitário abrangendo toda universidade (ALBERGUINI, 2003).

1.2.2 - Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

No caso da Universidade Estadual de Campinas, a Reitoria da universidade constituiu um grupo de trabalho formado por representantes de todos os seus *campi* o qual propôs um Programa Institucional de Gerenciamento de Resíduos.

Ao longo da construção do programa institucional, foi necessário conhecimento de todo o estoque de todos os tipos de resíduos guardados nas várias unidades da Unicamp. Nesta primeira etapa, o grande problema esteve na dificuldade de se identificar os materiais resultantes de atividades de ensino e pesquisa.

Ainda na estruturação do programa de gerenciamento de resíduos, foram realizados levantamentos visando caracterizar a geração contínua de resíduos, que são aqueles materiais biológicos, químicos e radioativos, oriundos das atividades atuais de ensino, pesquisa e extensão.

Esses dados foram separados pelas suas características principais (biológico, químico, radioativos e mistos) e tratados pelos subgrupos especializados em cada uma dessas categorias. Esses subgrupos tiveram como principais objetivos:

- Caracterizar o passivo e o ativo da universidade;
- Estabelecer, dentro daqueles resíduos considerados como de geração contínua, as principais correntes de resíduos.

Outra importante medida tomada na construção do plano de gerenciamento foi o conceito de co-responsabilidade. Com isto, o gerador do resíduo (aluno, funcionário, docente e unidade) tornou-se co-responsável em todo o processo de tratamento e disposição do resíduo gerado.

Com este conceito, foi possível a minimização e melhoria de algumas posturas que dificultavam e dificultam o gerenciamento de tais resíduos, como por exemplo, as ações de minimização de resíduos.

No caso do Instituto de Química da Unicamp, especificamente, foram criadas Normas Internas de Segurança/IQ que tiveram a aprovação do Conselho Interdepartamental da Unicamp. Essas normas se aplicam a todas as pessoas alocadas no Instituto de Química e também àquelas que não estejam ligadas ao mesmo, mas que tenham acesso ou permanência autorizadas às suas dependências (LONGO, 2006).

Além disso, o Instituto criou uma Comissão de Segurança e Ética Ambiental, responsável por todas as questões relacionadas ao meio ambiente no Instituto (UNICAMP, 2010).

O Laboratório de Química Ambiental – LQA, que faz parte do Instituto de Química, acima mencionado, além de seguir as Normas Internas de Segurança, criou um documento intitulado “Gerenciamento de Resíduos Químicos”. Esse documento inclui o passo a passo para implantação do gerenciamento, além de informações sobre reciclagem, reuso, tratamento e disposição final dos resíduos, entre outros (JARDIM, 2010).

1.2.3 - Universidade Federal do Paraná - UFPR

Desde 1998, a Universidade Federal do Paraná vem operacionalizando o Programa de Gerenciamento de Resíduos. Tendo como gestor principal o Departamento de Química, a universidade tem sido considerada como referência no gerenciamento de resíduos em instituições de ensino e pesquisa (CUNHA, 2001).

A metodologia do programa foi estruturada considerando cinco grandes grupos de atividades. Inicialmente, as atividades começam pela realização de coleta e pré-tratamento dos resíduos. Nesta etapa, os resíduos dos 28 laboratórios são coletados e neutralizados. Também são realizados os testes de incompatibilidade dos resíduos para depois misturá-los em bombonas, quando possível (CUNHA, 2001).

Estas atividades são estratégicas para a minimização da periculosidade dos resíduos gerados na universidade por meio da neutralização dos químicos onde são feitas reações químicas para compatibilizar estes resíduos.

Nas etapas seguintes, são realizadas as atividades de armazenamento das bombonas e baldes de resíduos em um depósito de acesso restrito. Conseqüentemente, os responsáveis pela operacionalização do programa recolhem todas as fichas de identificação dos resíduos a fim de consolidar a lista unificada dos resíduos recolhidos em toda a universidade que, posteriormente, é encaminhada à cimenteira parceira para fazer um plano de co-processamento. O co-processamento dos resíduos é a etapa final do programa, sendo esta etapa a etapa de tratamento final dos resíduos (CUNHA, 2001).

1.2.4 - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Na Universidade Federal do Rio de Janeiro, um exemplo de sucesso de gerenciamento de resíduos foi iniciado em 1996, no Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano (IMA).

No IMA, foi desenvolvido um Programa de Coleta Seletiva que teve como objetivo informar as medidas que deveriam ser tomadas durante o descarte dos resíduos químicos ou recicláveis. Atualmente, o programa conta com a coleta seletiva de resíduos orgânicos líquidos (clorados e não-clorados), resíduos oleosos, recipientes de vidro, garrafas de PET, papel e termômetros (IMA/UFRJ, 2010).

Desde a sua implantação, o programa já destinou para incineração cerca de 2,2 toneladas de resíduos líquidos orgânicos não-clorados, 2,5 toneladas de orgânicos clorados, perto de 2,9 toneladas de recipientes de vidro e 500 quilos de papel (IMA/UFRJ, 2010).

Neste caso, a parceria firmada com uma instituição privada proporcionou o barateamento do tratamento dos resíduos químicos perigosos e não perigosos da universidade na qual a empresa ficou responsável pela incineração e/ou reciclagem dos resíduos clorados e não-clorados, oleosos e sólidos do instituto. Em contrapartida, a universidade (instituto) passou a ter a responsabilidade de fornecer mão-de-obra altamente especializada e capacitada para a empresa (PACHECO et al., 2003).

Com esta parceria os dois atores envolvidos conseguiram ter grandes benefícios no projeto uma vez que a universidade pôde incorporar em seu gerenciamento de resíduos uma importante solução para o tratamento e descarte dos resíduos gerados no instituto e a empresa pôde aprimorar o seu corpo técnico com a incorporação de mão-de-obra qualificada bem como pôde observar exemplos práticos de reciclagem de materiais e tratamento de resíduos químicos (PACHECO et al., 2003).

1.2.5 - Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ)

A UERJ, em suas atividades de gestão e gerenciamento institucional, vem aprimorando e incorporando ações para a melhoria do desempenho socioambiental da instituição, tais como a prevenção de acidentes e a melhoria da consciência ambiental da comunidade universitária no *campus* Francisco Negrão de Lima (SILVA et al., 2007).

Este *campus* ocupa uma área de 120.000 m² composto por um conjunto de 8 edifícios. Dentre estes edifícios, os que merecem grande atenção quanto ao aspecto “geração de resíduos” são os prédios que compõem os pavilhões Reitor João Lyra Filho e Haroldo Lisboa da Cunha. Nestes prédios estão distribuídos grande parte dos 349 laboratórios e 200 grupos de trabalhos existentes em toda a instituição (UERJ, 2008).

O Pavilhão Reitor João Lyra Filho é o prédio principal da universidade. Nele encontram-se a administração central e a maioria das faculdades e institutos com seus respectivos laboratórios, distribuídos em 13 andares e 6 blocos. Além das salas de aula, também estão localizadas as oficinas da prefeitura, 12 auditórios com capacidade média de 230 lugares, 10 bibliotecas, a editora da UERJ, o IX Juizado Especial Cível e a galeria Cândido Portinari (UERJ, 2010).

No pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha encontram-se as salas de aula e laboratórios, onde se desenvolvem as atividades dos institutos de química e biologia distribuídos em 5 andares. Dentre estes, destacam-se: o laboratório de diagnósticos por DNA, o laboratório de pesquisas em microcirculação e o laboratório de engenharia e tecnologia de petróleo e petroquímica (UERJ, 2010).

De fato, desde a sua fundação em 1950, um dos principais problemas encontrados na administração do *campus* era a falta de um setor da instituição com especialistas na área de gestão ambiental e temas afins. A partir de 2005, somente, um projeto na temática de gestão ambiental foi criado. Tal projeto, intitulado como Cogere (Consumo Sustentável e Gerenciamento de Resíduos), foi instituído com o objetivo de gerenciar todos os tipos de resíduos na universidade, a partir de uma portaria da prefeitura do *campus* (COGERE/UERJ, 2005).

Constituído pelo prefeito do *campus*, coordenação geral, vice-coordenação e pesquisadores de temas afins a gestão ambiental (educação ambiental, saúde e segurança, gerenciamento de resíduos e outros), o grupo Cogere foi criado com o

objetivo de formular um modelo de gerenciamento de resíduos que pudesse ser reproduzido em todas as unidades da UERJ (NASCIMENTO *et al.*, [s.d]).

Com o financiamento da FAPERJ, o projeto teve a possibilidade implementar um projeto de gerenciamento de resíduos a partir das melhorias em infraestrutura espacial e de logística. Dentre estas, citam-se a construção de uma sala equipada para capacitação de funcionários e alunos onde também esteve localizada a sede do grupo de gerenciamento de resíduos (Anexo A).

Além disso, com o auxílio financeiro, o projeto pode construir uma central de armazenamento temporário de resíduos químicos, biológicos e recicláveis bem como comprar um veículo para se utilizado na logística do Cogere.

No que diz respeito às ações e atividades do projeto, os primeiros movimentos aconteceram por meio de reuniões e discussões sobre os resíduos sólidos tendo como consequência a criação de uma proposta de Modelo de Gerenciamento Integrado de Resíduos na universidade. A elaboração da proposta contou com a participação de professores, alunos e funcionários de diversas formações e com experiências no tema.

Inicialmente, este modelo de gerenciamento foi implantado no prédio Haroldo Lisboa da Cunha tendo como atividade inicial a realização do levantamento quantitativo e qualitativo da geração de resíduos em cada laboratório do prédio. Tais resíduos foram classificados segundo a Resolução ANVISA RDC 306/04, sendo as seguintes classes de resíduos reconhecidas: químicos, biológicos, radioativos, comuns e perfurocortantes (MENDES, 2005).

Durante a execução do projeto, foram reconhecidos os seguintes problemas (NASCIMENTO *et al.*, [s.d.]):

- Falta de identificação de reagentes utilizados em pesquisas bem como os seus resíduos;
- Inexistência ou precária identificação dos resíduos; utilização de recipientes inadequados, falta de local destinado ao armazenamento de resíduos;
- Falta de padronização no acondicionamento de resíduos - acondicionamento em sacos plásticos e lixeiras inadequadas para as diferentes classes de resíduos e; não utilização dos sacos plásticos conforme as cores recomendadas pela Companhia de Limpeza Urbana (COMLURB) e Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA);

- Armazenamento de resíduos químicos sob as bancadas dos laboratórios; produtos inflamáveis e recipientes de gases no interior dos laboratórios; falta de abrigo temporário para os resíduos químicos e biológicos;
- Descarte frequente de resíduos químicos na rede de esgoto, provocando a deterioração das instalações e alguns acidentes;
- Falta de ferramentas de gerenciamento na coleta dos resíduos; transporte de resíduos biológicos em não conformidade com a legislação pertinente e rotina de coleta sem estabelecimentos programados de horários;
- Desconhecimento da legislação vigente tanto por parte dos docentes como discentes;
- Ausência de equipe para combate de incêndio;
- Equipe de limpeza sem treinamento para trabalhar com os RSS e resíduos perigosos.

Alem das ações acima expostas, também foi desenvolvida pelo COGERE/UERJ, a implementação de uma ferramenta de gerenciamento de informações para a facilitação da operacionalização do gerenciamento de resíduos de forma integrada em toda a instituição.

A ferramenta, denominada Sisplamte, possibilitou a criação de uma base de dados dos geradores de resíduos em toda a universidade. O *software* concentrou e disponibilizou registros gráficos (mapas, plantas dos laboratórios), relatórios e documentos, imagens, registros fotográficos das salas contempladas no mapeamento.

Desta maneira, o Sisplamte foi essencial no controle da gestão do projeto com dados referentes às metas e prioridades; estratégias de ação; atribuições e responsabilidades dos gestores; monitoramento do modelo através de indicadores; análise financeira e cronograma de implantação.

Além disso, tornou-se possível o diagnóstico da situação do gerenciamento de resíduos em cada sala/laboratório, além do acompanhamento da evolução do processo através das atualizações do banco de dados.

Este modelo integrado de gerenciamento de resíduos não obteve continuidade com a saída do antigo prefeito em exercício na fase da construção de

tal projeto. Mesmo paralisado, algumas ações foram realizadas. Dentre elas citam-se:

- Identificação e atualização das plantas baixas em AutoCAD das salas, com auxílio dos bolsistas de iniciação científica com o objetivo de identificar e localizar os geradores de resíduos;
- Capacitação e treinamento - Curso “Saúde Ambiental e Gestão de Resíduos em Laboratórios de Ensino e Pesquisa” com carga horária de 80 horas; curso para funcionários da limpeza e conservação com duração de 8 horas sobre manejo de resíduos de laboratórios e segurança do trabalho, além da elaboração de uma cartilha para orientação sobre o manejo correto de resíduos;
- Ações educativas através da distribuição de boletim informativo, apresentando a coleta seletiva de papel, entrega de recipientes para coleta de resíduos químicos, palestras e outras atividades;
- Distribuição de instruções sobre as etapas do gerenciamento de resíduos biológicos aos departamentos localizados no prédio, desde a segregação, armazenamento, coleta e disposição temporária em abrigo provisório;
- Instalação de abrigo externo para resíduos químicos e biológicos, conforme normas vigentes;
- Elaboração do projeto de licitação e contratação de empresa credenciada para a coleta de resíduos biológicos;
- Elaboração e distribuição de um manual de procedimentos sobre resíduos químicos em cursos de capacitação sobre manejo de resíduos;
- Elaboração de curso para capacitação em Biossegurança e Gerenciamento de Resíduos.
- Eliminação dos passivos de resíduos químicos de alguns laboratórios em 2006, por uma empresa especializada;
- Elaboração de instruções aos setores responsáveis pela iluminação dos prédios para melhor acondicionamento das lâmpadas fluorescentes descartadas;
- Reestruturação do Programa de Coleta Seletiva de Papel (Coopere);
- Início da captação de recursos junto aos órgãos de fomento para a execução de reformas da sala, bem como para a construção dos abrigos externos de resíduos químicos e biológicos.

Atualmente, de maneira geral, o gerenciamento de resíduos e a gestão ambiental integrada na instituição em todos os seus *campi* ainda encontram-se incipientes. Algumas ações são realizadas por institutos de forma aleatória na universidade, como é o caso do instituto de biologia e química, ambos localizados no pavilhão Reitor Haroldo Lisboa da Cunha.

1.3 - Legislação Aplicável ao Gerenciamento de Resíduos Químicos

Segundo a norma brasileira NBR 10.004/2004 são considerados resíduos sólidos aqueles resíduos que:

“nos estados sólido e semi-sólido resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos 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 esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível” (ABNT, 2004).

A partir dos pressupostos expostos na classificação acima descrita, os resíduos químicos oriundos de atividades de ensino e pesquisa podem enquadrar-se em legislações direcionadas a estes tipos de resíduos uma vez que, no Brasil, tal legislação específica é inexistente.

Ainda, quanto ao estabelecimento de normativas controladoras do gerenciamento de resíduos químicos oriundos de atividades de ensino e pesquisa, vale ressaltar que, não se pode negligenciar o fato de que os laboratórios (unidades geradoras) não podem ser insalubres e ambientes de risco, visto que se deve estabelecer, portanto, padrões de controle que preservem a saúde e segurança do trabalhador, sendo cabíveis, desta maneira, a aplicação de legislações vigentes que regulamentam padrões estabelecidos pelo Ministério do Trabalho.

1.3.1 - Legislação Federal

A nível federal, as legislações cabíveis a este cenário são as mais diversas já que estas legislações possuem relação direta e indireta com as atividades de

pesquisa e atividades de gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa.

A Lei nº 6.938 de 1981 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente inclui em seu conteúdo que todos, em território nacional, devem preservar a qualidade ambiental propícia à vida e assegurar condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (BRASIL, 1981).

Segundo a mesma lei, a degradação da qualidade ambiental é a alteração adversa das características do meio ambiente provocada por agentes poluidores os quais podem responder na justiça caracterizado o crime ambiental (BRASIL, 1981). Ainda no contexto desta lei, a poluição e poluidor são definidos como, respectivamente:

“a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, segurança e o bem-estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota; afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e que lacem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos” (BRASIL, 1981).

“pessoa física ou jurídica de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental” (BRASIL, 1981).

Desta maneira, o não atendimento desta legislação por parte das instituições de ensino e pesquisa pode ser reconhecido judicialmente como um crime ambiental cabível a sanções penais. A lei de crimes ambientais, instituída pela Lei nº 9605/ 98 dispõe em sua redação que:

“...quem, de qualquer forma, concorre para a prática dos crimes previstos nesta Lei, incide nas penas a estes cominadas, na medida da sua culpabilidade, bem como o diretor, o administrador, o membro de conselho e de órgão técnico, o auditor, o gerente, o preposto ou mandatário de pessoa jurídica, que, sabendo da conduta criminosa de outrem, deixar de impedir a sua prática, quando podia agir para evitá-la” (BRASIL, 1998).

Esta mesma lei dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente além de responsabilizar administrativa, civil e penalmente as pessoas jurídicas nos casos em que a infração seja cometida por decisão de seu representante legal ou contratual, ou de seu órgão colegiado. Não são excluídas, ainda, as pessoas físicas, autoras, co-autoras ou partícipes do mesmo fato (BRASIL, 1998).

De acordo com texto da lei supracitada, o ato de descartar resíduos químicos em pias de laboratório, a falta de segurança em laboratórios que manuseiam e estocam resíduos perigosos, entre outros eventos e procedimentos oriundos de um incorreto gerenciamento, podem ser enquadrados como crimes ambientais passíveis de pena. Tais práticas enquadram-se na inexistência do gerenciamento destes resíduos e na ineficiência de um gerenciamento já pré existente.

No que diz respeito a lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, esta instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Esta lei institui princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, e dá a responsabilidade dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010).

Segundo o primeiro artigo desta mesma lei, estão sujeitas à observância desta lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos. Sendo assim, tal lei torna-se aplicável ao cenário (BRASIL, 2010).

Quanto aos decretos federais, somente dois decretos são aplicáveis, o Decreto Federal nº 5.940 de 2006 e o Decreto Federal nº 96.044 de 1988. O primeiro decreto institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta indireta, na fonte geradora (BRASIL, 2006). O segundo decreto aprova o regulamento para o transporte rodoviário de produtos perigosos e dá outras providências (BRASIL, 1988).

Quanto às resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), as que merecem destaque neste estudo são:

- **Resolução CONAMA nº 275/01** - Estabelece código de cores para os diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva (BRASIL, 2001a);
- **Resolução CONAMA nº 283/01** - Dispõe sobre o tratamento e destinação final dos RSS e considera os princípios da prevenção, da precaução e do poluidor pagador (BRASIL, 2001b);
- **Resolução CONAMA nº 357/2005** - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Tal resolução torna-se aplicável a etapa de tratamento de

resíduos químicos líquidos e ao ato de descartar resíduos nas pias de laboratório, por exemplo. O segundo exemplo, quando realizado sem controle, fere os padrões de qualidade das águas dispostos nesta resolução (BRASIL, 2005a);

- **Resolução CONAMA nº 358/2005** - Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde a nível federal (BRASIL, 2005b);

Outras legislações federais aplicáveis aos resíduos químicos e seu gerenciamento são:

- **Resolução CONTRAN nº 404/1968** - Classifica a periculosidade das mercadorias a serem transportadas (BRASIL, 1968);
- **Portaria nº 349/2002** - Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) – Aprova as instruções para a fiscalização do transporte rodoviário de produtos perigosos no âmbito nacional (BRASIL, 2002);
- **Resolução nº 420/2004** - Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) – esta resolução especifica exigências detalhadas aplicáveis ao transporte terrestre de produtos perigosos. Segundo este regulamento, ninguém pode oferecer ou aceitar produtos perigosos para transporte se estes produtos não estiverem adequadamente embalados, classificados, marcados, rotulados e especificados conforme declaração emitida pelo expedidor constante na documentação de transporte e, além disso, nas condições de transporte exigidas por este regulamento (BRASIL, 2004).
- **RDC ANVISA nº 306/2004** – esta resolução atualiza e complementa os procedimentos contidos na Resolução RDC 33, de 25 de fevereiro de 2003, relativos ao gerenciamento dos resíduos gerados nos serviços de saúde, incluindo os laboratórios de ensino e pesquisa, desde sua geração até a disposição final, atendendo às normas e exigências legais, desde o momento de sua geração até a sua destinação final (ANVISA, 2004);
- **Portaria nº 071/2008, do INMETRO** - Regulamenta as embalagens utilizadas no transporte terrestre de produtos perigosos (INMETRO, 2008);

- **NR 09** - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (BRASIL, 1978);

Aplica-se também ao gerenciamento dos resíduos químicos as Normas NBR:

- **NBR 8.286:1987** - Emprego da simbologia para o transporte rodoviário de produtos perigosos;
- **NBR 11.175:1990** - Incineração de resíduos sólidos perigosos - Padrões de desempenho;
- **NBR 12.235:1992** - Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos;
- **NBR 12.807:1993** - Resíduos de serviço de saúde – Terminologia;
- **NBR 12.808:1993** - Classifica os resíduos de serviços de saúde quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e a saúde pública, para que tenham gerenciamento adequado;
- **NBR 12.809:1993** - Manuseio de resíduos de serviços de saúde – Procedimentos;
- **NBR 12.810:1993** - Coleta de Resíduos de Serviços de Saúde – Procedimento;
- **NBR 8285:1996** - Preenchimento da ficha de emergência;
- **NBR 9.190:1993 e NBR 9.191:2000** - Sacos Plásticos para Acondicionamento de Lixo / Classificação e Sacos Plásticos para Coleta de Lixo / Especificação;
- **NBR 7.500:2001** - Símbolos de Riscos;
- **NBR 10.004:2004** - Classificação de Resíduos Sólidos;
- **NBR 10005:2004** - Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos
- **NBR 10006:2004** - Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos
- **NBR 10007:2004** - Amostragem de resíduos sólidos
- **NBR 14.095:2002** - Área de Estacionamento para Veículos Rodoviários de Transporte de Produtos Perigosos;
- **NBR 14.064:2003** - Atendimento a emergência no transporte terrestre de produtos perigosos;

- **NBR 9.735:2005** - Conjunto de equipamentos para emergências no transporte terrestre de produtos perigosos;
- **NBR 13.221:2005** - Fixa as diretrizes para o transporte de resíduos, de modo a evitar danos ao meio ambiente e a proteger a saúde pública;
- **NBR 14.619:2006** - Transporte terrestre de produtos perigosos - Incompatibilidade química;
- **NBR 15.481:2008** - Requisitos mínimos de segurança para o transporte rodoviário de produtos perigosos (*check list*);
- **NBR 14.725:2009** - Produtos químicos - Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente: Terminologia, Sistema de classificação de perigo, Rotulagem e Ficha de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ).

1.3.2 - Legislação Estadual

Quanto às legislações aplicáveis a nível estadual, podem ser consideradas para o Estado do Rio de Janeiro a Lei nº 2011/92 a qual dispõe sobre a obrigatoriedade da implementação de Programa de Redução de Resíduos. Em seu art. 3º, esta legislação estabelece que a Comissão Estadual de Controle Ambiental (CECA) tem o poder de determinar às atividades e instalações geradoras de resíduos, a implementação de programa de redução, de acordo com Plano de Ação específico (RIO DE JANEIRO, 1992).

A lei estadual aplicável a este cenário é a Lei nº 519 de 1984. Esta lei dispõe sobre a proibição da existência e depósito de resíduos a seu aberto. Apesar de generalizar qualquer tipo de resíduo, esta lei pode ser aplicada aos resíduos químicos de instituições de ensino e pesquisa (RIO DE JANEIRO, 1984).

A DZ 1310 R-7 estabelece o manifesto de resíduos como um instrumento de controle que, mediante o uso de formulário próprio, permite conhecer e controlar a forma de destinação dada pelo gerador, transportador e receptor de resíduos (FEEMA, 2001).

A DZ 1311. R-4 é a legislação estadual que trata das diretrizes de destinação de resíduos no estado. Esta normativa estabelece diretrizes para o licenciamento da destinação de resíduos sólidos, semi-sólidos e líquidos não passíveis de tratamento

convencional proveniente de quaisquer fontes poluidoras, como parte integrante do sistema de licenciamento de atividades poluidoras (SLAP) (FEEMA, 1994).

Quanto a Lei 4.191/2003 que dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos em seu primeiro artigo ficam estabelecidos que:

“princípios, procedimentos, normas e critérios referentes à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Rio de Janeiro, visam o controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais” (RIO DE JANEIRO, 2003).

Ainda, em seu artigo 14, a legislação indica que a mesma é orientada pelas diretrizes cabíveis ao cenário deste estudo, tais como a minimização e eliminação do lançamento de poluentes a partir do desenvolvimento e adoção de tecnologias limpas e de coleta seletiva, e do tratamento adequado de resíduos sólidos; fortalecimento de instituições para a gestão sustentável dos resíduos sólidos com a promoção de programas de incentivo à adoção de selos verdes e; compatibilização entre os gerenciamentos de resíduos sólidos e dos recursos hídricos, com o desenvolvimento regional e com a proteção ambiental.

1.3.3 - Legislação Municipal

Quanto às legislações aplicáveis a nível municipal, podem ser consideradas para o Município do Rio de Janeiro a Lei Municipal nº 3.273/2001, que dispõe sobre a Gestão do Sistema de Limpeza Urbana no Município do Rio de Janeiro e sua respectiva regulamentação pelo Decreto Municipal nº 21.305, de 19/04/02 e a Norma COMLURB 42-10-01 a qual trata do credenciamento para Prestação de Serviços de Coleta e Remoção de Resíduos Sólidos;

1.4 - Resíduos

1.4.1 - Classificação dos Resíduos

Resíduos são aqueles materiais os quais não possuem mais utilidade para o seu possuidor ou para seu gerador. De fato, qualquer tipo de produto, material ou substância é um potencial resíduo só dependendo do tempo de sua utilização (USP, 2011).

Em nossa sociedade, a grande maioria das atividades sociais, econômicas e até biológicas transformam-se em resíduos e rejeitos. O constante crescimento das populações urbanas, a forte industrialização, a melhoria no poder aquisitivo de uma forma geral, vêm produzindo a geração de grandes volumes de resíduos, principalmente nos grandes centros urbanos (BARROS, 2007).

Os resíduos recebem classificações de acordo com suas características físicas, químicas e biológicas. De acordo com a ABNT, os resíduos sólidos e semi-sólidos são produtos resultantes de atividade da comunidade, de origem industrial, domiciliar, hospitalar, radioativa, comercial, agrícola e de varrição (ABNT, 2004).

Dentre os resíduos, os que merecem atenção especial são aqueles classificados como perigosos. De acordo com Antunes et al. (2006), resíduos perigosos “são todos os resíduos sólidos, semi-sólidos e líquidos não passíveis de tratamento convencional, resultantes da atividade industrial e do tratamento convencional de seus efluentes líquidos e gasosos que, por suas características, apresentam periculosidade efetiva e potencial a saúde humana, ao meio ambiente e ao patrimônio público e privado, requerendo cuidados especiais quanto ao acondicionamento, coleta, transporte, armazenamento, tratamento e disposição”.

1.4.2 - Classificação dos Resíduos Perigosos

A Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005 define resíduos perigosos como todo tipo de material ou substância com característica de periculosidade que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade (BRASIL, 2005b).

Quanto aos resíduos químicos, alguns merecem grande atenção em razão das suas características químicas. Alguns desses são classificados em diversas categorias (ou classes) de acordo com a natureza dos mesmos.

Tal classificação se baseia no fato de os resíduos perigosos não serem passíveis a um tratamento convencional, podendo estes ser gerados em atividades humanas. Suas características químicas podem apresentar periculosidade efetiva e potencial a saúde humana, ao meio ambiente e ao patrimônio público e privado, requerendo cuidados especiais quanto ao acondicionamento, coleta, transporte, armazenamento, tratamento e disposição.

A seguir, será descrita a classificação de resíduos perigosos estabelecida pela resolução nº 420, de 12 de fevereiro de 2004 na qual, em seu anexo são definidas todas as classes e subclasses das substâncias perigosas a serem transportadas em todo território nacional.

Além de considerar as características dos resíduos perigosos, a classificação contempla outros aspectos que envolvem todas as fases de gerenciamento de resíduos perigosos, como é o caso do transporte e possíveis riscos associados a tal evento.

Segundo esta mesma resolução, a classificação de um produto considerado perigoso para o transporte deve ser feita pelo seu fabricante ou expedidor, orientado pelo fabricante, tomando como base as características físico-químicas do produto, alocando-o numa das classes ou subclasses descritas no Regulamento (Apêndice A) (BRASIL, 2004).

Classe 1- Explosivos

A classe 1 ou classe de explosivos é a classe de resíduos perigosos que englobam as substâncias sólidas, líquidas ou mistura de substâncias que, por si mesmas, através de reação química, são capazes de produzir gás à temperatura, pressão e velocidade tais, que possam causar danos à sua volta, incluem-se as pirotécnicas .

Os produtos da explosão são acompanhados da libertação de energia sob diversas formas, entre as quais: uma violenta expansão dos gases (o volume dos produtos é superior ao volume dos reagentes); elevação brusca da temperatura; luz e ruído.

Classe 2- Gases

Esta classe abrange os gases comprimidos, liquefeitos, liquefeitos refrigerados ou em solução, as misturas de gases ou de um ou mais gases com um ou mais vapores de substâncias de outras classes, artigos carregados com um gás, hexafluoreto de telúrio e aerossóis.

A classe 2 está dividida em três subclasses, com base no risco principal que os gases apresentam durante o transporte:

- **Subclasse 2.1** – Gases inflamáveis;
- **Subclasse 2.2** – Gases não-inflamáveis, não-tóxicos;
- **Subclasse 2.3** – Gases tóxicos.

Classe 3 - Líquidos Inflamáveis

Líquidos inflamáveis são líquidos, misturas de líquidos, ou líquidos contendo sólidos em solução ou em suspensão (como tintas, vernizes, lacas etc., excluídas as substâncias que tenham sido classificadas de forma diferente, em função de suas características perigosas) que produzem vapores inflamáveis a temperaturas de até 60,5 °C, em teste de vaso fechado, ou até 65,6°C, em teste de vaso aberto, conforme normas brasileiras ou normas internacionalmente aceitas.

Classe 4 - Sólidos Inflamáveis; Substâncias Sujetas a Combustão Espontânea; Substâncias que, em Contato com a Água, Emitem Gases Inflamáveis

Esta classe abrange todas as substâncias sólidas que podem se inflamar na presença de uma fonte de ignição, em contato com o ar ou com água, e que não estão classificados como explosivos.

De acordo com o estado físico dos produtos desta classe, a área atingida em decorrência de um acidente é, normalmente, bastante restrita, uma vez que sua mobilidade no meio é muito pequena quando comparada à dos gases ou líquidos, facilitando, assim, as operações a serem desencadeadas para o controle da emergência. Em função da variedade das características dos produtos desta classe, os mesmos estão agrupados em três subclasses distintas.

Classe 5 - Substâncias Oxidantes - Peróxidos Orgânicos

Esta classe compreende as substâncias oxidantes que podem, em geral por liberação de oxigênio, causar a combustão de outros materiais ou contribuir para isto (subclasse 5.1) e os peróxidos orgânicos que contêm a estrutura bivalente –O–O– e podem ser consideradas derivadas do peróxido de hidrogênio, onde um ou ambos os átomos de hidrogênio foram substituídos por radicais orgânicos (subclasse 5.2).

Classe 6 - Substâncias Tóxicas (Venenosas) - Substâncias Infectantes

Esta classe abrange os principais resíduos gerados no laboratório estudado. Tais substâncias são classificadas e agrupadas em subgrupos de acordo com a característica química e biológica das mesmas.

Classe 7 - Materiais Radioativos

Material radioativo é qualquer material cuja atividade específica seja superior a 70kBq/kg (aproximadamente 2nCi/g). Nesse contexto, atividade específica significa a atividade por unidade de massa de um radionuclídeo ou, para um material em que o radionuclídeo é essencialmente distribuído de maneira uniforme, a atividade por unidade de massa do material. Esta classe de resíduos não é encontrada no laboratório estudado neste trabalho.

Classe 8 - Corrosivos

São substâncias que, por ação química, causam severos danos quando em contato com tecidos vivos ou, em caso de vazamento, danificam ou mesmo destroem outras cargas ou o veículo; elas podem, também, apresentar outros riscos. Tal classe pode ser subdividida em grupos em razão do poder corrosivo de cada uma.

Classe 9 - Substâncias Perigosas Diversas

Esta classe é composta pelas substâncias que durante o transporte apresentam um risco não abrangido por qualquer das outras classes.

Outra classificação definida por lei (Resolução CONAMA nº 358/05) contempla os resíduos perigosos na classificação de resíduos do Grupo B. Tal legislação caracteriza os resíduos do Grupo B como aqueles resíduos que contêm substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade (BRASIL, 2005b).

Já a NBR 10.004/04 classifica os resíduos perigosos (Classe I) quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública quando os mesmos possuem as seguintes características:

- Inflamabilidade, Corrosividade, Reatividade, Toxicidade e Patogenicidade.

1.4.3 - Gerenciamento de Resíduos Químicos

Segundo definição da Resolução RDC nº 306/04, gerenciamento de resíduos ou manejo é a ação de gerenciar os resíduos em seus aspectos intra e extra estabelecidos, desde a geração até a disposição final (ANVISA, 2004) (Figura 1).

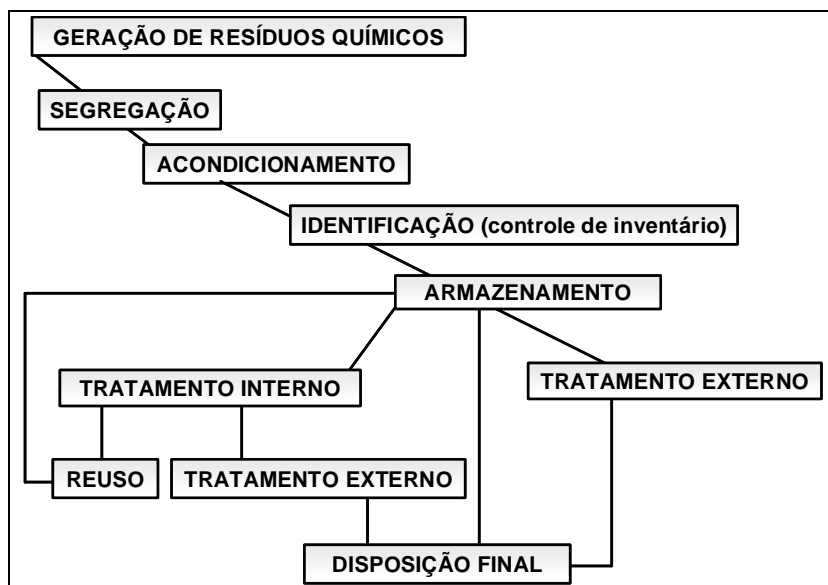


Figura 1 - Fluxograma de um processo de gerenciamento de resíduos químicos. (Adaptado: UNICAMP, 2011)

O objetivo maior de um gerenciamento de resíduos deve estar pautado em duas premissas fundamentais: o controle dos riscos associados aos resíduos a fim de tornar o ambiente de localização dos mesmos o mais seguro possível e a facilitação dos processos de reciclagem, tratamento, armazenamento, transporte e disposição final dos resíduos de forma eficiente, econômica e ambientalmente segura.

O gerenciamento de resíduos constitui-se em 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 uma destinação segura e eficiente, visando à proteção dos trabalhadores, a preservação da saúde pública e do meio ambiente (REIS, 2009).

A sustentação para qualquer programa de gerenciamento de resíduos, a operacionalização deste envolve pelo menos outros três pontos básicos: o compromisso explícito da unidade geradora em manter o programa, inventário do passivo ambiental existente na unidade geradora e o inventário do ativo que é gerado na rotina da unidade geradora (JARDIM, 1993).

O compromisso formal dos responsáveis pela unidade geradora em implementar e manter o programa de gerenciamento de resíduos químicos é importante primeiro porque envolve todo o pessoal ligado diretamente às atividades que geram resíduos.

Um programa de gerenciamento de resíduos não é uma atividade que envolve apenas algumas pessoas da unidade geradora (JARDIM, 1993). Para concretização de um gerenciamento de resíduos, além dos componentes humanos, são necessário, também, o componente financeiro e estrutural onde torna-se possível a implementação das metodologias de gerenciamento.

CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA

Por se tratar de um estudo de caso, a metodologia utilizada ao longo do desenvolvimento do trabalho foi pautada na investigação de todos os procedimentos do gerenciamento, nas suas formas quantitativa e qualitativas, dos resíduos químicos gerados nas atividades de ensino e pesquisa desenvolvidas no Laboratório de Engenharia Sanitária (LES) da Faculdade de Engenharia da UERJ.

2.1 - Coleta de dados

O período de coleta de dados nos laboratórios foi de agosto de 2010 a janeiro de 2011, ,□ todavia, os dados coletados foram referentes aos registros de informações compreendidos entre o período amostral dos anos de 2008 a 2010. As entrevistas foram previamente agendadas com o responsável do laboratório, técnicos e funcionários aptos a relatar as informações relacionadas ao laboratório e ao gerenciamento dos resíduos químicos. As observações *in situ* foram realizadas durante as entrevistas, a fim de avaliar o gerenciamento dos resíduos no laboratório. As entrevistas foram realizadas com a utilização de um questionário elaborado pela autora a fim de coletar o máximo de informações relacionadas a cada aspecto dos procedimentos de gerenciamento implementados nas atividades rotineiras do laboratório (Apêndice B).

Os dados obtidos foram organizados em um banco de dados com informações do levantamento dos tipos de resíduos gerados e quantidade; suas fontes (atividades geradoras), segregação, acondicionamento, identificação e caracterização (classificação e quantificação), tratamento (quando realizado), armazenamento interno, transporte, descarte e destinação final.

Foram levantados da mesma maneira todos os experimentos analíticos realizados no período, bem como as substâncias químicas utilizadas, suas quantidades e periculosidades. Tais dados coletados relacionados às substâncias químicas subsidiaram o diagnóstico dos riscos ambientais associadas ao mau gerenciamento das mesmas e suas naturezas químicas.

Após análise dos dados, melhorias nos procedimentos metodológicos de gestão de resíduos químicos foram propostas objetivando subsidiar a incorporação de melhores práticas de gerenciamento de resíduos químicos no laboratório foco deste estudo.

2.2 - Caracterização das atividades desenvolvidas e do gerenciamento de resíduos químicos gerados no LES

Tal estudo de caso foi dividido em etapas para a melhor compreensão do cenário a ser estudado. Primeiramente, deu-se prioridade para o melhor entendimento das atividades desenvolvidas no laboratório. Através de documentos relacionados ao laboratório e visitas *in loco*, foram reunidas as seguintes informações:

- Características físicas e estruturais do laboratório a fim de configurar a situação atual do laboratório quanto às instalações utilizadas em todas as etapas do gerenciamento de seus resíduos;
- Detalhamento de todas as atividades de ensino e pesquisa desenvolvidas no LES, incluindo:
 - As determinações analíticas realizadas no período amostral (2008 a 2010);
 - A quantificação (volume) de todos os tipos de resíduos gerados nas análises e quantificação dos resíduos já armazenados no LES;
 - As substâncias químicas presentes em cada método utilizado nas determinações analíticas;
 - Estimativa das quantidades (volume) de resíduos gerados em cada determinação analítica.

Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram observação e entrevista realizadas em visitas *in loco*. As observações foram individuais, assistemáticas, sem planejamento e controle previamente elaborados. As entrevistas foram estruturadas e direcionadas pelo questionário formulado previamente. Estes dois instrumentos de coleta foram utilizados durante as entrevistas, facilitando a compreensão e entendimento do cenário amostral da pesquisa.

Após o diagnóstico do cenário amostral da pesquisa, os dados relacionados aos tipos de resíduos foram estruturados a fim de subsidiar a classificação dos mesmos com base na literatura específica ao tema. Tais resíduos foram classificados com base na metodologia utilizada por Machado (2010), sendo esta metodologia redimensionada para a realidade do laboratório em foco (Apêndice C). A proposição da classificação dos resíduos por categoria é apresentada a seguir no quadro a seguir (Quadro 1).

Quadro 1 - Inventário dos resíduos ativos por categoria (Adaptado de MACHADO, 2010).

Classificação		Resíduos do LES
1	Metais	
2	Embalagens vazias contendo resíduos em suas paredes internas. (materiais contaminados durante e após a realização de experimentos): Vidrarias quebradas, papéis de filtro e outros	
3	Lixo comum	
4	Produtos explosivos e/ou pirofóricos	
5	Ácidos	
6	Bases	
7	Substâncias e misturas sólidas contendo Hg, Cd, Ti, F e Se	
8	Substâncias e misturas sólidas contendo Br e I	
9	Substâncias e misturas sólidas contendo Au, Ag, Pt, Pd e outros metais preciosos ou raros	

10	Sólidos orgânicos	
11	Solventes orgânicos halogenados	
12	Solventes orgânicos não-halogenados	
13	Sal inorgânico	
14	Sal orgânico	
15	Fenol	
16	Oxidantes	
17	Redutores	
18	Misturas	

Após a classificação dos resíduos por família química, foi estipulado o quantitativo de cada classe no período amostral investigado. O quantitativo também foi vinculado às atividades geradoras destes resíduos.

2.3 - Avaliação dos riscos ambientais dos resíduos químicos gerados no LES para o meio ambiente

Com o objetivo de otimizar a avaliação dos riscos ambientais dos resíduos químicos do laboratório em questão, os mesmos foram estudados procurando se identificar, primeiramente, as seguintes características:

- Inflamabilidade;
- Corrosividade;
- Reatividade;
- Toxicidade.

A avaliação dos riscos ambientais relacionados aos resíduos químicos presentes no LES foi subsidiada pelo levantamento de informações na literatura acerca da toxicidade, bioacumulação e periculosidade das substâncias presentes nos resíduos (Apêndice D). Também foi utilizada como ferramenta facilitadora da avaliação, o mapeamento dos riscos realizado por estudantes da instituição. Tal

mapeamento foi disponibilizado por responsáveis do laboratório e encontra-se em anexo deste estudo (Anexo B).

Para esta avaliação, os resíduos foram descritos de acordo com as suas respectivas classes de riscos (explosivos, gases, líquidos inflamáveis, sólidos inflamáveis, combustão espontânea, perigoso quando molhado, oxidantes e peróxidos orgânicos, tóxicos e infectantes, radioativos, corrosivos e substâncias perigosas diversas)

As classificações foram pautadas nas fichas de informações de segurança de produto químico (FISPQ) dos produtos contemplados no estudo. Além das FISPQ, também foram utilizados manuais de biossegurança, legislações e normas pertinentes para a melhor compreensão dos riscos ambientais decorrentes do manejo dos resíduos químicos.

2.4 - Caracterização dos procedimentos atuais de gerenciamento dos resíduos químicos gerados no LES

Para a caracterização dos procedimentos de gerenciamento em todas as suas etapas, foram realizadas entrevistas com os responsáveis do laboratório e consultas a documentos e normas internas do laboratório.

As entrevistas foram planejadas a fim de diagnosticar todos os tipos de falhas nos procedimentos metodológicos do gerenciamento. Para tal, foram realizados os questionamentos de cada etapa do processo de gerenciamento. O questionário procurou detalhar cada etapa do gerenciamento desde a etapa de geração dos resíduos até a etapa de destinação final.

Durante as entrevistas, o questionário foi preenchido pelo responsável do laboratório e funcionários. Além do questionário, também foi utilizado como ferramenta de coleta de informação o registro fotográfico cujo foi direcionado para ilustrar claramente as falhas e acertos das atividades de gerenciamentos de resíduos já implantadas no laboratório.

As etapas do gerenciamento contempladas no estudo foram: geração dos resíduos, identificação dos tipos de resíduos (rotulagem dos frascos), segregação, acondicionamento dos resíduos, segregação e armazenamento, tratamento (quando realizado), coleta e transporte dos resíduos e destinação final.

2.5 - Proposição de melhorias no gerenciamento dos resíduos químicos do LES

A partir dos dados quantitativos e qualitativos coletados e o conhecimento das metodologias consolidadas já aplicadas na área, foram propostas melhorias no gerenciamento dos resíduos químicos do laboratório.

Ainda quanto à proposição de melhorias, mesmo não existindo legislações específicas para o gerenciamento de resíduos de ensino e pesquisa, estas foram pautadas e direcionadas por normas, regulamentos e legislações pertinentes ao tema resíduo, gerenciamento de resíduos e mapeamento de risco. São elas:

- Diretriz da FEEMA DZ-1310/2004 - Estabelece a metodologia do Sistema de Manifesto de Resíduos de forma a subsidiar o controle dos resíduos gerados no Estado do Rio de Janeiro, desde sua origem até a destinação final, evitando seu encaminhamento para locais não licenciados, como parte integrante do Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras;
- Resolução ANTT 420/2004 - Regulamento do transporte terrestre de produtos perigosos - Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT);
- NBR 10.007:2004 – Resíduos Sólidos - Classificação;
- NBR 10.007:2004 - Amostragem de resíduos sólidos;
- NBR 14.725:2009 - Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ);
- NBR 11.174:1990 - Armazenamento de resíduos inertes (II b) e não inertes (II a);
- NBR 12.235:1992 - Armazenamento de resíduos sólidos perigosos.

A proposição de melhorias no gerenciamento foi elaborada priorizando as seguintes premissas:

- Otimização da utilização de espaço físico da unidade geradora;
- Minimização da proporção de resíduos perigosos que são inevitavelmente gerados;
- Otimização de metodologias de pesquisa no sentido de reduzir o consumo de químicos e seus resíduos;

- Substituição de reagentes com vistas a minimização da utilização de químicos perigosos;
- Segregação e concentração de resíduos com características químicas semelhantes de modo a tornar viável a atividade gerenciadora;
- Reuso interno; ou externo através da transferência mútua de resíduos;
- Incorporação de procedimentos básicos de pré-tratamento e tratamento dos resíduos;
- Tornar o resíduo produzido na sua forma mais passível de tratamento;
- Dispor o resíduo de maneira segura.

CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 - Caracterização do Laboratório de Engenharia Sanitária (LES)

Localizado no conjunto de salas 5029 do bloco F no Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia (DESMA-FEN) da UERJ, o Laboratório de Engenharia Sanitária (LES) possui uma área aproximada de 100m² a qual comporta um escritório com computadores, bancadas de laboratório, capelas de exaustão (duas), portas de saída do laboratório (duas), saleta com equipamento para análise de nitrogênio kjeldahl; sala de reuniões/estudo; sala de ecotoxicidade, sala de máquinas para o ar condicionado central; sala de gases e; sala de almoxarifado onde estão localizados os reagentes utilizados nos experimentos e onde também está localizado um compressor de ar.

O LES foi criado em 1993, para atender e prover a Faculdade de Engenharia um local para a realização de atividades educacionais e de pesquisas vinculadas às grades curriculares e atividades afins dos cursos e projetos que integram o DESMA-FEN, tais como:

- Graduação em Engenharia Sanitária, com dez disciplinas;
- Mestrado em Engenharia Ambiental (Pós Graduação em Engenharia Ambiental – PEAMB), com três disciplinas;
- Especialização em Saneamento Ambiental (CESA) com uma disciplina e;

- Projetos de Pesquisa financiados por diversas agências de fomento (PROSAB/FINEP, CNPq e FAPERJ),
- E outros projetos de Iniciação Científica e preparação de dissertações de Mestrado.

No que diz respeito às atividades de pesquisa, o laboratório possui linhas de pesquisa nas áreas de conhecimento em saneamento ambiental, mais especificamente, em pesquisas investigativas relacionadas aos diversos aspectos e impactos ambientais oriundos da geração e disposição de resíduos sólidos urbanos.

Neste sentido, são desenvolvidos projetos de estudo sobre o tratamento e a minimização dos lixiviados, estudos sobre a capacidade de sorção e transporte de contaminantes em solo de locais utilizados para a destinação final dos resíduos.

Ainda, também são desenvolvidos no laboratório ensaios envolvendo solos contaminados, tais como ensaios de difusão molecular em solos, análises de líquido intersticial de solos, ensaios de equilíbrio em lote - *batch-tests*. São realizados ensaios com lixiviados de lixões ou aterros sanitários oriundos da disposição de resíduos sólidos urbanos, dentre os quais se podem citar *jar-test*, ensaios de tratabilidade e biodegradabilidade, processos de separação por membranas e remoção de amônia por arraste com ar.

Além dos resíduos sólidos, são objetos de estudo amostras ambientais com suas devidas complexidades como águas coletadas em corpos d'água naturais e artificiais, águas residuárias (esgotos sanitários e industriais, águas contaminadas) e águas de abastecimento.

As atividades de pesquisa direcionadas ao conhecimento da qualidade das águas envolvem análises experimentais de parâmetros físico-químicos e ensaios ecotoxicológicos, com a utilização de organismos vivos. Tais experimentos subsidiam a classificação e enquadramento dos corpos de água e classificam a qualidade dos efluentes de acordo com padrões de lançamento pré estabelecidos em legislação vigente, mais especificamente a resolução CONAMA nº 357/2005.

As pesquisas e trabalhos realizados no LES envolvem alunos de graduação e de pós-graduação, os quais abrangem as seguintes análises físico-químicas: pH, alcalinidade total, dureza total, cálcio, magnésio, cloreto, DQO, DBO₅, COT, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total Kjeldahl, nitrato, nitrito, fósforo total, OD, série sólidos (sólidos suspensos totais, sólidos suspensos voláteis, sólidos dissolvidos,

sólidos totais), turbidez, cor, condutividade, ferro total, fluoreto, sulfato, MBAS (surfactante aniônico), óleos e graxas e cloro residual.

Estas análises são desenvolvidas por funcionários e alunos do laboratório de acordo com metodologias descritas no AWWA (APHA, 2005) com a utilização de equipamentos e métodos apresentados no quadro 2.

Quadro 2 - Relação de análises, equipamentos e métodos utilizados no LES

Parâmetro	Equipamentos	APHA, 2005
pH	pHmetro	Método 4500 –H ⁺ B
Condutividade	Condutivímetro	Método 2510 B
Alcalinidade	Placa de agitação	Método 2320 B
Série sólidos ¹	Bomba de vácuo, estufa, mufla, balança analítica e kit de filtração	Métodos 2540 B, 2540 C, 2540 D, 2540 E, 2540 F, 2540 G,
COT	Analizador de carbono orgânico - TOC Shimadzu	Método 5310 B
DQO	Digestor de DQO e espectrofotômetro	Método 5220 D
DBO ₅	Oxímetro e estufa para DBO	Método 5210 B
Oxigênio Dissolvido	Oxímetro	Método 4500-O G
Dureza	Placa de agitação	Método 2340 C
Fósforo Total	Placa de aquecimento, espectrofotômetro	Método 4500 – P E
Óleos e Graxas	Placa de aquecimento, balança analítica, bomba de vácuo	Método 5520 -D
Turbidez	Turbidímetro	Método 2130 B
Cor	Espectrofotômetro	Método 2120 D
Sulfato	Placa de agitação, espectrofotômetro	Método 4500-SO ₄ ²⁻
Fluoreto	Espectrofotômetro	Método 4500 – F ^{-D}
Cloreto	Placa de agitação	Método 4500Cl- B
Cloro residual	Placa de agitação	Método 4500-Cl B
Nitrato	Eletrodo Íon-seletivo	Método 4500 NO ₃ ⁻ - D
Nitrito	Espectrofotômetro	Método 4500-NO ₂ ⁻ - B
Nitrogênio Amoniacal	Eletrodo Íon-seletivo de amônia	Método 4500-NH ₃ D
Nitrogênio Kjeldahl	Aparelho digestor e destilador de Kjeldahl	Método 4500-N _{org} B
Potássio	Fotômetro de chama	Método 3500-K
Sódio	Fotômetro de chama	-

Vale ressaltar que todas as determinações analíticas realizadas no laboratório são importantes fontes geradoras de resíduos químicos de características diversas. Para o melhor entendimento destes resíduos, faz-se necessário o detalhamento das metodologias utilizadas nas análises a fim de caracterizar e identificar os tipos de substâncias presentes e os tipos de resíduos oriundos de cada análise com os seus respectivos subprodutos.

Neste trabalho serão foco deste estudo somente as substâncias (reagentes) que são utilizadas nas análises, uma vez que, são elas que contribuirão para a geração dos resíduos químicos, foco do trabalho.

3.2 - Caracterização do gerenciamento de resíduos químicos do LES

A Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) ainda não possui uma política institucionalizada para a realização da gestão dos resíduos gerados nas suas dependências. Em 2005, a partir de uma Portaria da Prefeitura dos *campi* da UERJ, foi instituído o grupo COGERE/UERJ, visando elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos para a Universidade em todos os seus *campi*. Desde então, o grupo tem realizado alguns trabalhos com o intuito de mapear os tipos de resíduos gerados em alguns departamentos da Universidade.

A Faculdade de Engenharia da UERJ onde o LES está inserido, também não foge a essa realidade. O laboratório ainda não possui um plano de gerenciamento de resíduos padronizado, organizado e formal. Segundo as entrevistas realizadas, os resíduos gerados são gerenciados de maneira incipiente, visto que o LES carece de estrutura física, financeira e capacitação técnica para a realização efetiva do gerenciamento pelos funcionários e usuários do laboratório.

Através de entrevistas, a caracterização do gerenciamento dos resíduos foi realizada e os resultados serão expostos a seguir divididos por cada etapa do gerenciamento. São elas:

- Caracterização da geração dos resíduos químicos do LES;
- Identificação, classificação, e rotulagem dos resíduos químicos;
- Segregação dos resíduos químicos;
- Acondicionamento e armazenamento dos resíduos químicos;

- Transportes interno e externo dos resíduos químicos;
- Tratamento dos resíduos químicos;
- Descarte e disposição final dos resíduos químicos.

Além da caracterização do gerenciamento dos resíduos por etapas, serão descritos os resultados acerca dos riscos ambientais associados as más práticas em tal gerenciamento. Os riscos ambientais serão direcionados aos aspectos de risco químico e toxicológico visto que os resíduos gerados em tal laboratório possuem, em sua predominância, reagentes e subprodutos das análises realizadas no laboratório.

3.2.1 - Geração dos resíduos químicos

A maior contribuição da geração dos resíduos químicos no laboratório vem da execução de projetos de pesquisas e aulas práticas, estas últimas que estão presentes na grade curricular do curso de graduação em Engenharia Sanitária. Além das aulas práticas, a elaboração de trabalhos de dissertação e os projetos de pesquisa dos docentes do DESMA também são importantes geradores de resíduos em meses específicos do ano.

Estas atividades de ensino e pesquisa demandam a realização de análises experimentais as quais utilizam uma gama diversificada de reagentes e produtos, alguns desses potencialmente tóxicos, corrosivos e inflamáveis.

Para a realização dos experimentos analíticos, são utilizados diversos tipos de reagentes e substâncias que geram resíduos reacionais (subprodutos) distintos.

A respeito desses experimentos, as metodologias realizadas nos experimentos analíticos de 16 parâmetros físico-químicos utilizam 79 tipos de reagentes com características químicas, periculosidade e toxicidades diversas. Dentre estes, alguns são utilizados em mais de um tipo de experimento conforme apresentado no Apêndice E.

No período amostral deste trabalho, foi contabilizado um total de 2.315 análises realizadas no laboratório. Deste total, o ano de 2008 foi o ano que ocorreu a maioria das análises com um total de 1.785 análises o que corresponde a 77% do total de análises, conforme ilustra o gráfico a seguir (Gráfico 1). Em 2009 e em 2010, as análises resumiram-se a 281 e 249 análises, respectivamente, em razão de uma reforma estrutural que ocorreu no laboratório bem como a construção do laboratório

de ecotoxicologia do LES. Estas obras demandaram espaço e tempo no cronograma do laboratório e, por tal razão, as análises foram reduzidas.

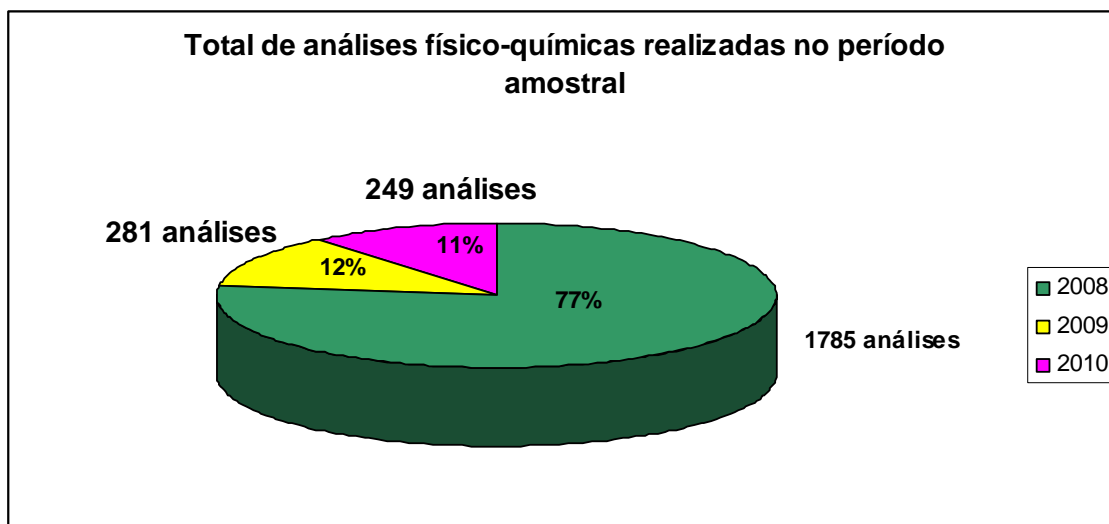


Gráfico 1 - Total de análises físico-químicas realizadas no período amostral de 2008 a 2010

A partir de dados coletados em entrevistas, foi diagnosticado que a contabilização total das análises compreende somente as análises realizadas em projetos de pesquisa e dissertações de mestrado. As atividades das aulas práticas (experimentos) não foram contabilizadas não refletindo a totalidade dos experimentos realizados no laboratório no período amostral.

Todos estes experimentos são realizados constantemente nas atividades do laboratório. Sendo assim, os resíduos ativos gerados no laboratório são subestimados no controle de atividades de ensino do laboratório.

Para este estudo, foram caracterizados como resíduos ativos, aqueles resíduos que são fruto das atividades rotineiras do laboratório e resíduos passivos aqueles que estão estocados, os que não foram identificados e aqueles resíduos identificados que aguardam a destinação final.

Ainda na caracterização dos resíduos ativos, cabe ressaltar que a composição dos mesmos foi caracterizada levando em consideração somente a presença majoritária dos reagentes utilizados em cada análise, não sendo descritos, portanto, os subprodutos de cada reação. São utilizados 79 tipos de reagentes nos 26 tipos de análises realizadas no laboratório.

Estes subprodutos não estão sendo descritos em razão do desconhecimento dos mesmos visto que tais subprodutos dependem diretamente da composição das amostras analisadas, das condições normais dos experimentos, da presença de interferentes e das reações dos reagentes.

Dos 26 tipos de análises experimentais realizadas no laboratório, apenas 11 não geram subprodutos reacionais. A composição dos resíduos em tais experimentos é composta, portanto, pela amostra analisada e seus reagentes, salvo a exceção das análises dos parâmetros SST, SDT e SSV os quais geram, além do resíduo composto pela amostra, também a geração do resíduo sólido (membrana e resíduos retidos) utilizado na prática (Quadro 3).

Quadro 3 - Experimentos analíticos e suas respectivas características metodológicas e reacionais

	Solução de Calibração	Consumo de Reagentes	Geração de Subprodutos	1 - Descarte/Armazenamento
				2 - Composição
pH	Sim	Não	Não	1 - Na pia 2 - Amostra
Turbidez	Não	Não	Não	1 - Na pia 2 - Amostra
Nitrito	Não	Sim	Sim	1 - Armazenamento 2 - -
Alcalinidade	Não	Sim	Sim	1 - Na pia 2 - Amostra, Subprodutos e Reagentes
Condutividade	Não	Não	Não	-
Cloreto	Não	Sim	Sim	1 - Na pia 2 - Amostra, Subprodutos e Reagentes
DQO	Não	Sim	Sim	1 - Armazenamento 2 - -
SST	Não	Não	Não. Geração de RS (membrana)	1 - Lixo comum e pia 2 - Amostra
SDT	Não	Não	Sim (partículas)	1 - Na pia 2 - Amostra
SSV	Não	Não	Não. Geração de RS (membrana)	1 - Lixo comum e pia 2 - Amostra
ST	Não	Não	Não	1 - Na pia 2 - (amostra)
NH ₃	Não	Sim	Sim	1 - Armazenamento
Cor original	Não	Não	Não	1 - Na pia e lixo comum
Cor aparente	Não	Não	Não	1 - Na pia 2 - Amostra
DBO ₅	Não	Sim	Sim	1 - Na pia 2 - Amostra, subprodutos e reagentes
Na	Não	Não	Não	1 - Na pia

				2 - Amostra
K	Não	Não	Não	1 - Na pia
				2 - Amostra
Ca	Não	Não	Não	1 - Na pia
				Amostra
PT	Não	Sim	Sim	1 - Armazenamento
O&G	Não	Sim	Sim	1 - Armazenamento
Nitrato	Não	Não	Sim	1 - Na pia
				2 - Amostra, subprodutos e reagentes
Dureza	Não	Sim	Sim	1 - Na pia
				2 - Amostra, subprodutos e reagentes
MBA's	Não	Sim	Sim	1 - Na pia
				2 - Amostra, subprodutos e reagentes
Sulfato	Não	Sim	Sim	1 - Na pia
				2 - Amostra, subprodutos e reagentes
NTK	Não	Sim	Sim	1 - Na pia
				2 - Amostra, subprodutos e reagentes
OD	Não	Não	Não	-

No que diz respeito à contabilização dos resíduos gerados em cada experimento, observou-se que a análise que possuiu a maior contribuição, em volume, na geração do resíduo químico no período amostral deste trabalho, é a análise química de DQO, com o volume de resíduo acumulado de aproximadamente 65L, conforme ilustrado no gráfico (Gráfico 02). Além dos 65L, as análises de DQO também geraram outro volume o qual foi identificado e acondicionado de outra maneira, dentre estes os resíduos contendo biftalato de potássio e a mistura sulfocrômica. Este montante é oriundo do acúmulo desses resíduos no período amostral do trabalho, nos anos de 2008 a 2010. O ano que aconteceu o último encaminhamento dos resíduos para a destinação final foi o ano de 2007.

O acúmulo dos resíduos ativos (gerados continuamente em atividades rotineiras dentro da unidade geradora) e dos resíduos passivos é um dos grandes problemas do laboratório, visto que o mesmo não possui espaço suficiente e adequado para o acondicionamento dos mesmos.

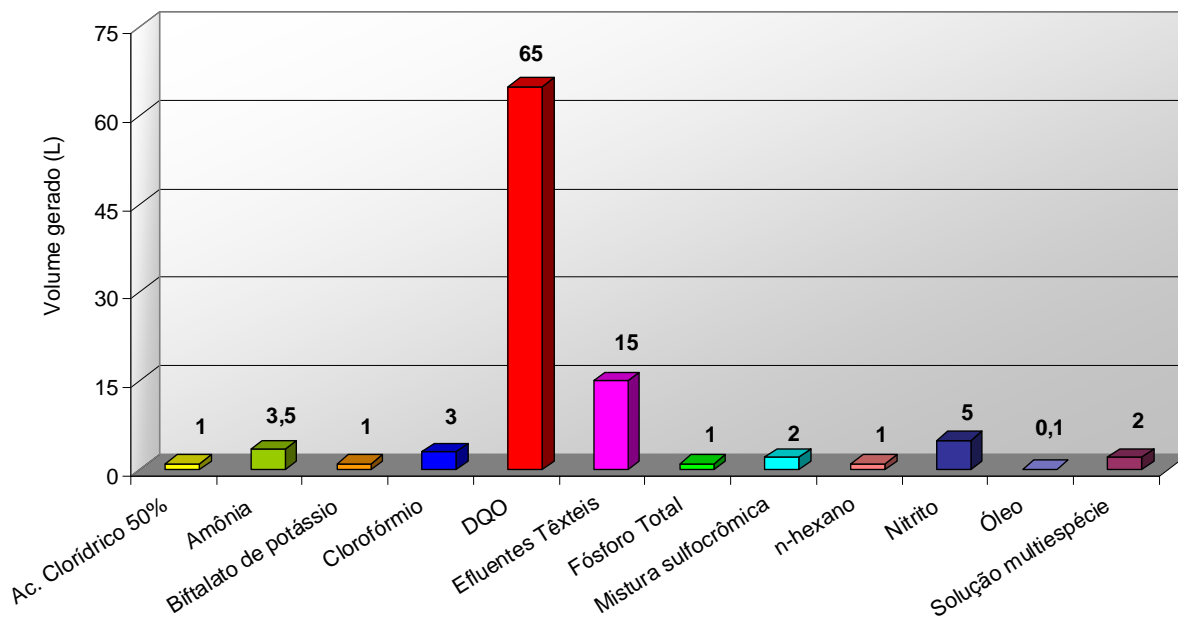


Gráfico 2 - Volume acumulado de resíduos, segundo controle interno do laboratório.

Os resíduos expostos na ilustração acima são oriundos dos diversos tipos de experimentos analíticos realizados no laboratório. O resíduo descrito como “Ácido Clorídrico” é gerado em 4 tipos de experimentos diferentes (Cor, Alcalinidade, Nitrato e Óleos e Graxa)

O resíduo descrito como “Amônia” é o resíduo oriundo da análise do parâmetro físico-químico Nitrogênio Amoniacal. Tal resíduo, ao contrário da sua identificação, não possui a amônia como composição majoritária. Tal resíduo é composto pelos reagentes Ácido Bórico, Ácido Sulfúrico, Cloreto de Amônia, Hidróxido de Sódio, Tetraborato de Sódio, Tiosulfato Sódio e Etilenodiamina tetracética-tetrasódica além das substâncias presentes originalmente na amostra analisada.

O resíduo descrito como “Biftalato de Potássio” é oriundo da análise físico-química DQO possuindo em sua composição somente a substância de mesmo nome.

Da mesma maneira, o resíduo “Clorofórmio” também possui em sua composição o reagente clorofórmio o qual foi utilizado nas análises Nitrito e Nitrato.

O resíduo “DQO” é um dos resíduos que merecem grande atenção por possuir, em sua composição, metais pesados os quais devem receber tratamento e disposição final específicos. Estes metais estão presentes nas substâncias Dicromato de Potássio, Sulfato de Mercúrio e Sulfato de Prata. Além dessas

substâncias, o Ácido Sulfâmico, Ácido Sulfúrico e Biftalato de Potássio também compõem o resíduo “DQO”.

O resíduo “Efluente Têxtil”, segundo dados coletados em entrevista, é um resíduo atípico sendo este oriundo de um projeto específico desenvolvido por um aluno de mestrado no laboratório no período de 2008 a 2009. Estão presentes neste resíduo uma solução de corantes com água e outros produtos oriundos da atividade têxtil de tingimento de tecido.

O resíduo “Mistura Sulfocrômica” é oriundo da lavagem das vidrarias utilizadas nos experimentos de DQO. Este resíduo é composto pelas soluções sulfocrômicas as quais foram utilizadas repetidas vezes nas lavagens da vidraria de DQO. Segundo entrevista no laboratório, estas soluções só são descartadas quando perdem a qualidade química após repetidas utilizações ou quando as soluções estão fora da validade. A reutilização das soluções é feita visando a minimização da geração de resíduos e minimização de gastos na compra de novos produtos. Em entrevista, foi verificado que a solução sulfocrômica não é mais utilizada devido aos riscos potenciais associados a tal substância.

Cabe ressaltar que toda a vidraria utilizada nos ensaios de DQO são lavadas na pia e parte da solução sulfocrômica é, portanto, liberada na tubulação coletora de esgoto. Tal resíduo é altamente tóxico em razão da presença do Cromo VI, substância comprovadamente cancerígena em humanos e acumulativa no meio ambiente e em organismos.

Os resíduos “Fósforo Total” e “Nitrito” são resíduos oriundos das análises de mesmo nome e possuem em sua composição o ácido ascórbico, ácido nítrico, ácido sulfúrico, fenolftaleína, molibdato de amônio, tartarato de antimônio e potássio para o primeiro resíduo.

No segundo resíduo supracitado, estão presentes o ácido fosfórico, ácido sulfúrico, hidróxido de sódio, n-naftil etilenodiamina, nitrito de sódio, oxalato de sódio, permanganato de potássio e sulfanilamida.

O resíduo “n-hexano” é um resíduo solvente gerado no experimento “óleos e graxas (O&G)” e, o resíduo “óleo” é o resíduo gerado na manutenção das bombas a vácuo presentes no laboratório.

Por fim, a solução multi espécie é o resíduo também atípico gerado em um projeto de pesquisa realizado no laboratório no período amostral do trabalho. De

acordo com dados coletados em entrevista, tal resíduo possui metais pesados em sua composição.

No que diz respeito às repetições dos experimentos, a análise que foi realizada em maior frequência foi a análise experimental do parâmetro físico-químico pH com 189 repetições (Quadro 4). Tal análise determina a atividade de íons hidrogênio através da medida potenciométrica utilizando-se um eletrodo padrão de hidrogênio e um eletrodo de referência. Tal experimento utiliza como reagentes somente as soluções tampão de pH 4 e 7 (APHA, 2005).

Em razão das características metodológicas deste experimento, os reagentes utilizados nas análises não são consumidos não ocorrendo a geração de subprodutos previamente conhecidos na reação. O resíduo gerado em tal análise é composto pelas soluções tampão utilizadas no experimento e a amostra propriamente dita.

Quadro 4 - Total de análises realizadas no LES no período de 2008 a 2010.

Parâmetros físico-químicos	Número de determinações analíticas			
	2008	2009	2010	TOTAL
pH	132	36	21	189
Turbidez	120	30	15	165
Nitrito	123	3	3	129
Alcalinidade	114	9	10	133
Condutividade	121	9	13	143
Cloreto	147	24	10	181
DQO	120	36	25	181
SST	113	34	9	134
SDT	96	3	12	111
SSV	113	9	12	134
ST	102	3	12	117
NH ₃ (Amônia)	142	11	17	170
Cor original	89	31	15	135
Cor aparente	89		15	104
DBO ₅	67	33	14	114
Na	21			21
K	21			21
Ca	21			21
PT	24		14	38

O&G	2	1	4	7
Nitrato	5		3	8
Dureza	3		7	10
MBA's		9		9
Sulfatos			7	7
NTK			8	8
OD			3	3
TOTAL (no período amostral)	1785	281*	249*	2315

* Em 2009 e 2010, baixo o número de análises experimentais no LES também é explicado pelo atraso no cronograma das obras de reforma e construção do laboratório de ecotoxicidade.

Em seguida, as análises que obtiveram o maior número de repetições foram às análises dos parâmetros Cloreto e DQO, ambas com 181 repetições. Estas são análises as quais demandam muita atenção quanto aos resíduos gerados, uma vez que alguns destes possuem características químicas tóxicas e de periculosidade associada alta.

Para a realização da análise do cloreto, um dos ânions inorgânicos mais encontrados em água naturais e águas residuárias, são formadas soluções com reagentes, dentre eles o nitrato de prata o qual merece atenção por se tratar de sal inorgânico que em temperaturas elevadas, pode decompor-se com emissão de gases tóxicos.

O nitrato de prata é uma substância bioacumulável quando liberada em recursos hídricos e que possui um efeito tóxico em organismos aquáticos. Além da sua toxicidade, os riscos associados a esta substância estão relacionados à suas características químicas (LABSYNTH, 2011a).

Por ser um forte oxidante, o nitrato de prata pode inflamar materiais combustíveis e é explosivo quando misturado com materiais orgânicos ou outros materiais também oxidantes. (LABSYNTH, 2011a).

Eventos explosivos podem ocorrer quando o nitrato de prata entra em contato e reage com a amônia formando compostos sensíveis ao choque mecânico. Além disso, em caso de sua combustão, pode formar o óxido nítrico, um gás de toxicidade elevada (LABSYNTH, 2011a).

Além do nitrato de prata, estão presentes nesta análise os reagentes cloreto de sódio, cromato de potássio, hidróxido de alumínio, sulfato de potássio e alumínio ou sulfato amônio de alumínio, hidróxido de amônio, solução indicadora de fenolftaleína, hidróxido de sódio, ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio.

Dentre estes reagentes acima citados, os que demandam grande atenção, em razão da sua toxicidade são o cromato de potássio, hidróxido de sódio e o ácido sulfúrico.

O cromato de potássio é uma substância tóxica e, quando engolido, pode ser fatal. Também possui riscos associados a saúde se inalado ou absorvido pela pele. Estudos indicam que esta substância pode agir como um carcinogênico no organismo humano (LABSYNTH, 2009).

No que diz respeito aos riscos associados a acidentes envolvendo explosão e combustão, tal substância é um forte agente oxidante e pode reagir rapidamente com agentes redutores e materiais inflamáveis (LABSYNTH, 2009).

O hidróxido de sódio, também conhecido como soda cáustica, é uma substância da família química dos corrosivos a qual demanda grande atenção no manuseio, uma vez que, em contato com a pele, provoca queimaduras graves. Quanto aos efeitos ecotoxicológicos relacionados ao descarte desta substância em corpos hídricos, é sabido o efeito tóxico em peixes da espécie *Onchorhynchus mykiss* a qual possui a LC_{50} de 45,4 mg / l / 96 h (água doce) (LABSYNTH, 2011b).

No caso do ácido sulfúrico, a identificação de perigos associados a substância está relacionada a característica corrosiva da mesma, podendo causar severas queimaduras em contato com a pele. No que diz respeito às informações de toxicidade, tal substância possui toxicidade aguda de LD_{50} (oral, rato de 2140 mg/kg) e LC_{50} (inalação, rato) 510 mg/m³, toxicidade crônica com a ausência de teratogênico em experiências em animais (LABSYNTH, 2010).

Os dados relacionados a ecotoxicidade da substância supracitada indicam que o comportamento esperado no ambiente é o de não acumulação em organismos e efeitos prejudiciais em organismos aquáticos como os peixes da espécie *L. macrochirus* a qual possui a LC_{50} de 29 mg / l / 96 h (LABSYNTH, 2010).

No que diz respeito às análises dos experimentos físico-químico DQO, pode-se dizer que esta análise é um teste definido, na qual é avaliada a extensão da oxidação de uma amostra pelo tempo de digestão química.

Entre seus reagentes, os reagentes que demandam maior atenção, em razão da sua periculosidade e toxicidade, são o dicromato de potássio, sulfato de prata e o sulfato de mercúrio.

Por tal razão, tal resíduo não pode ser descartado na rede comum de esgoto, necessitando de tratamento prévio, armazenamento e disposto adequadamente.

Além destes reagentes são utilizados em tal análise o biftalato de potássio, ácido sulfúrico e o ácido sulfâmico.

Segundo LABSYNTH (2011c) em relação ao dicromato de potássio, os perigos associados a tal substância é a formação de feridas em caso de inalação, danos a pele em caso de contato, e distúrbios graves no aparelho gastrointestinal em caso de ingestão. Tal substância possui um potencial de bioacumular-se em organismos aquáticos e toxicidade elevada.

Outra substância utilizada neste experimento que demanda atenção é o ácido sulfâmico. O resíduo composto por esta substância tem efeitos biológicos prejudiciais nos peixes comprovados por exames toxicológicos na espécie *P. promelas* (LC₅₀: 703 mg / l / 96 h) além de toxicidade aguda em ratos (via oral) no valor de DL₅₀ 3160 mg/kg (LABSYNTH, 2010b).

Os experimentos que tiveram o menor número de atividades para os anos de 2008, 2009 e 2010 foram os MBAs e Na; K, Ca, PT e dureza; O&G, Sulfatos e OD, respectivamente.

Segundo inventário dos resíduos ativos do laboratório, dos 79 reagentes utilizados, 29 são da natureza química sal inorgânico. A natureza química que possui a menor quantidade de resíduos é a família dos oxidantes, com apenas um resíduo gerado, o peróxido de hidrogênio (H₂O₂).

Quanto ao inventário dos resíduos passivos, a natureza química de maior e menor proporção não pode ser caracterizada em razão do tipo de identificação e acondicionamento dos resíduos. A identificação é realizada de maneira confusa tornando a caracterização dos resíduos confusa ou até mesmo inexistente.

Ainda na etapa geração de resíduos, foi dada atenção, nos questionamentos ao entrevistado, a existência de uma política interna de minimização dos resíduos, principalmente os perigosos.

Segundo dados coletados, os funcionários do laboratório procuram reutilizar ao máximo os reagentes. Inclusive os que se encontram fora da validade são utilizados em experimentos realizados para demonstração de experimentos nas aulas práticas da graduação, visto que estas atividades não demandam controle de qualidade destes reagentes.

Contudo, os reagentes só são utilizados quando não apresentam, visualmente, características de degradação ou outras alterações. Vale ressaltar que,

ainda no aspecto minimização de resíduos, Em contrapartida, o laboratório não realiza procedimentos de recuperação de reagentes para uma futura reutilização.

Dos reagentes armazenados no almoxarifado, 84% dos reagentes estão fora da validade. Atualmente, o almoxarifado comporta um total de 177 reagentes, sendo somente 28 destes encontram-se na validade.

Ainda na questão de minimização e prevenção da geração de resíduos, segundo funcionários do LES, as compras dos reagentes são sempre efetuadas em pequenos e médios volumes a fim de se evitar a perda do material ao sair da validade, mesmo que estes possam ser utilizados nas aulas práticas.

Também, com o objetivo de minimizar a geração dos resíduos das análises, o laboratório, segundo entrevista com o responsável, procura utilizar metodologias que utilizem menos reagentes nos experimentos, como é o caso das análises de OD e DQO.

A metodologia anteriormente praticada, denominada Método de Winkler, demandava a utilização de diversos tipos de reagentes dentre eles o ácido sulfúrico, iodeto-azida alcalina, tiosulfato de sódio e solução amido. Atualmente, a metodologia praticada no laboratório não utiliza nenhum tipo de reagente uma vez que é utilizado somente o aparelho oxímetro o qual realiza as medições de oxigênio dissolvido na amostra.

Já a metodologia das análises de DQO, a mudança ocorreu do método de refluxo aberto para o método de refluxo fechado. A grande diferença das duas metodologias está na redução dos volumes de amostras e de reagentes e a forma de quantificação. Entretanto, as duas metodologias ainda utilizam reagentes com metal pesado, entre eles o íon mercúrio para a remoção do cloreto presente nas amostras.

3.2.2 - Classificação, Identificação e Rotulagem dos resíduos

De maneira geral, segundo dados coletados nas entrevistas, as informações sobre a geração dos resíduos, tipos de resíduos e identificação dos resíduos são incompletas, desconexas ou confusas. O laboratório não possui nenhum tipo de padronização ou normatização na metodologia de classificação dos resíduos. A Figura 2 apresenta uma foto dos frascos onde são acondicionados os resíduos químicos gerados no LES.



Figura 2 - Exemplo de identificação e rotulados realizados no LES

A rotulagem dos resíduos ativos é feita de maneira confusa. Não existe nenhum tipo de padronização dos procedimentos de rotulagens, sendo possível encontrar nos frascos, rotulagens que informam somente a atividade geradora e outros que são identificados tão somente com o tipo de resíduo que o frasco contém, como, por exemplo, o resíduo com o rótulo “clorofórmio” que possui em sua composição o reagente de mesmo nome e o resíduo “DQO” no qual estão presentes diversos tipos de reagentes.

Mais especificamente, com relação a rotulagem dos reagentes fora de validade, estes são identificados utilizando-se a embalagem a qual o produto foi comprado. Nesta mesma embalagem, os funcionários identificam os reagentes como vencidos ou novos, conforme apresentado na figura 3. Esta identificação possibilita o controle dos reagentes que serão utilizados nas atividades práticas de graduação e os reagentes que serão utilizados em experimentos que demandam qualidade dos reagentes.



Figura 3 - Frascos com reagentes vencidos e na validade armazenados no almoxarifado no LES

No que diz respeito às informações sobre os riscos oferecidos pelos materiais, nenhum dos resíduos (passivos e ativos) são rotulados contendo informações baseadas no diamante do perigo NFPA 704 (riscos à saúde, inflamabilidade, riscos específicos e reatividade) nem qualquer outro tipo de classificação de produtos químicos perigosos, como, por exemplo, a classificação de resíduos perigosos para o transporte.

Ainda nos procedimentos de rotulagem, o preenchimento das etiquetas (quando existente) não contempla informações sobre os tipos de resíduos presentes nos frascos. Na existência de mais de um tipo de resíduo ou reagente na solução, não são identificados o resíduo principal e os secundários. O preenchimento das etiquetas também possui abreviações e fórmulas das substâncias que estão contidas no frasco (Figura 4).



Figura 4 - Exemplo de rotulagem realizada no laboratório com a utilização de abreviações e a inexistência dos tipos de reagentes presentes nos frascos

Para frascos de resíduos que não possuem rotulagem ou não se sabe a composição deste resíduo, o procedimento utilizado é o de armazenar os mesmos com os outros resíduos que serão encaminhados para a incineração (Figura 5).



Figura 5 - Exemplo de resíduo com a composição desconhecida

3.2.3 - Acondicionamento, Segregação e Armazenamento dos resíduos químicos

Segundo dados coletados em entrevistas com os funcionários do laboratório, o volume de 80% total do frasco não é respeitado. Este volume foi utilizado como referência neste estudo em razão da sua utilização em programas de gerenciamento

de resíduos químicos renomados e já consolidados em universidades como no caso da USP e Unicamp.

Em função do espaço físico limitado, nem sempre os resíduos (ativos e passivos) são segregados conforme suas compatibilidades químicas. Os funcionários procuram segregar os resíduos ativos por naturezas químicas a fim de se evitar a promoção de reações secundárias e formação de subprodutos, porém tais procedimentos não garantem a segurança no laboratório por se tratar de ações incipientes e limitadas.

Os resíduos ativos e passivos são armazenados em um pequeno espaço do laboratório. Desta maneira, a segregação que é primariamente realizada, de fato, não consegue alcançar os padrões de segurança.

O espaço reservado para o armazenamento desses resíduos é o almoxarifado do laboratório o qual é utilizado como um entreposto interno. Sua estrutura física não é adequada e o armazenamento observado em visitas é feito no chão da sala do almoxarifado, embaixo de prateleiras nas quais outros tipos de reagentes estão armazenados (Figura 6).



Figura 6 - Visão geral do almoxarifado utilizado para o armazenamento dos reagentes e resíduos.

Cabe ressaltar que neste mesmo almoxarifado, existe um compressor de ar e fiações elétricas expostas, sendo estes, fatores de risco de alta relevância (Figura 7). Esta condição reflete um cenário de potencial risco de acidentes (eventos

explosivos), uma vez que as fiações elétricas e o compressor são duas fontes de ignição para a combustão dos diversos tipos de reagentes e materiais presentes no local.



Figura 7 - Almojarifado utilizado para o armazenamento dos reagentes e resíduos com a presença de um compressor a vácuo.

Esta forma de armazenamento traz graves riscos físicos, químicos e de acidentes no laboratório. Vale lembrar que o almojarifado possui circulação livre para os usuários do laboratório, aumentando assim a vulnerabilidade a possíveis acidentes.

Neste mesmo almojarifado, os reagentes utilizados nas atividades experimentais do laboratório são armazenados. Estes reagentes (na validade e fora da validade) não são segregados de acordo com a compatibilidade química ou natureza química. A segregação não é realizada. A organização dos mesmos é realizada em prateleiras conforme ordem alfabética dos reagentes não importando a natureza dos químicos (Figura 8).



Figura 8 - Armazenamento dos reagentes em prateleiras no almoxarifado do LES.

Os riscos associados às práticas de acondicionamento realizadas no laboratório estão relacionados à deterioração do rótulo e da embalagem por conta da exposição a possíveis choques mecânicos; ruptura da tampa (lacre) principalmente por elevadas temperaturas no ambiente; eventuais tombamento de frascos; ruptura de frascos por ser incompatível quimicamente com o resíduo contido dentro dele.

A Figura 9 retrata o procedimento rudimentar da segregação e armazenamento dos resíduos passivos encontrados no laboratório. Tal procedimento proporciona um ambiente de risco de acidentes químicos, uma vez que nem sempre tal procedimento respeita as incompatibilidades químicas



Figura 9 - Exemplo de procedimento de armazenamento e acondicionamento realizado no LES

Ainda quanto aos procedimentos de acondicionamento, as soluções ácidas e básicas contendo metais pesados são separadas individualmente. O único resíduo que possui tal característica é o resíduo da análise físico-química DQO. Mesmo que em pequenas proporções, a mistura de resíduos químicos é evitada pelos funcionários.

De fato, as ações observadas quanto ao acondicionamento dos resíduos são realizadas ainda de maneira precária, em vidros âmbar, garrafas plásticas, potes de vidro, potes plásticos, sem volumes e tamanhos definidos. Nem sempre estavam em condições ideais de vedação (Figura 10).

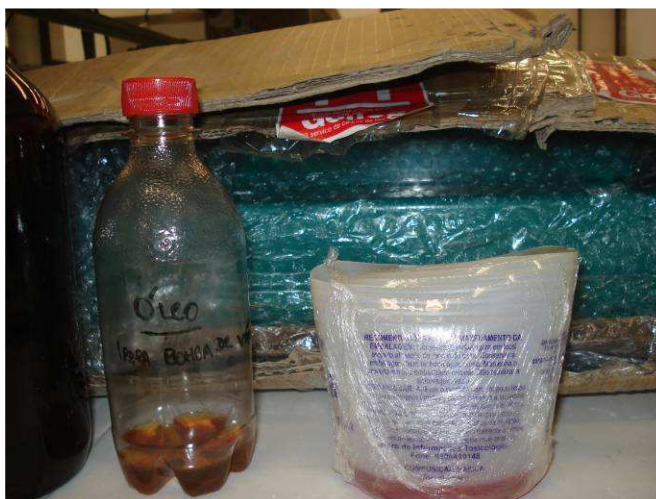


Figura 10 - Registro do acondicionamento incorreto dos resíduos gerados no LES

3.2.4 - Transporte dos resíduos químicos

O transporte dos resíduos químicos, quando retirados do laboratório, é realizado por uma empresa terceirizada que vem até o laboratório. Os resíduos são transportados e pesados por um carrinho balança onde são colocados todos os resíduos para a pesagem e deslocamento. Não ocorre nenhum tipo de segregação no transporte a fim de respeitar incompatibilidades químicas.

3.2.5 - Tratamento dos resíduos químicos

Nenhum tipo de tratamento é realizado no laboratório. Todos os resíduos gerados são destinados para incineração ou aterros industriais dependendo da característica química dos mesmos.

3.2.6 - Descartes e Disposição final dos resíduos químicos

Anteriormente ao acondicionamento e armazenamento, os funcionários do laboratório realizam a análise de pH e avaliam o odor dos resíduos (líquidos). Em caso de pH neutro, estes resíduos são despejados na pia, visto que em razão da neutralidade do pH, estes não prejudicarão as tubulações coletoras de esgoto, segundo entrevistado. Entretanto, por se tratar de um único tipo de parâmetro pesquisado, é possível que amostras e resíduos contaminados possam estar sendo descartados de maneira incorreta por possuírem o pH próximo do neutro ou neutro.

Segundo dados coletados em entrevista, após a realização dos experimentos, 67% dos resíduos gerados são descartados na pia sem qualquer tratamento prévio (Gráfico 3). 19% dos resíduos são armazenados após a sua geração para a sua destinação correta e 7% dos resíduos são descartados no lixo comum após as análises. Os 7% restantes são as análises as quais não geram resíduos em razão das suas características metodológicas (ausência de reagentes).

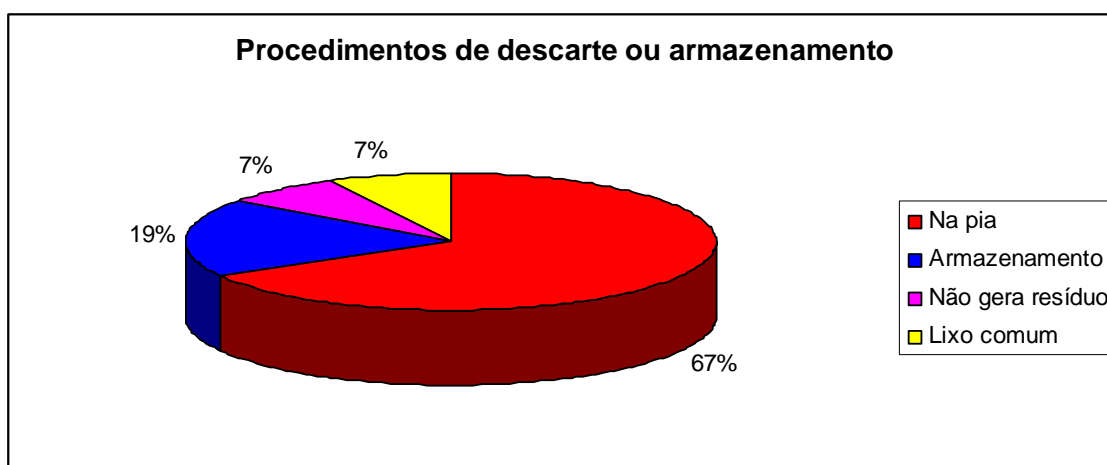


Gráfico 3 - Tipos de procedimentos de descarte ou armazenamento realizados no LES.

Quanto à disposição final dos resíduos, os mesmos estão sendo acumulados no laboratório em função da carência de recursos financeiros para a disposição dos mesmos. A última disposição final dos resíduos produzidos no laboratório foi realizada em 2007, sendo, desde lá, os resíduos acumulados no próprio estabelecimento.

3.3 - Proposição de melhorias no gerenciamento de resíduos químicos do LES

Acompanhando a mesma realidade da UERJ, o Laboratório de Engenharia Sanitária da UERJ também carece de estruturas físicas, técnicas e financeiras para a implementação de um gerenciamento de resíduos maduro e eficiente.

De maneira geral, foi observado que as más práticas de manejo de substâncias químicas do laboratório são um dos fatores de risco de grande relevância no laboratório. Este e outros fatores estão intimamente relacionados com o aumento da probabilidade de ocorrência de acidentes de diversas naturezas no laboratório e até mesmo fora do laboratório dependendo da magnitude do acidente.

Segundo o mapeamento dos fatores de risco do LES realizado por alunos do curso de doutorado Multidisciplinar em Meio Ambiente, no presente ano, o laboratório em questão ainda concentra riscos associados às atividades rotineiras, cujas quais envolvem o manejo de substâncias químicas e seus respectivos resíduos como também estão relacionados às falhas no espaço físico do laboratório (infraestrutura) e falha na capacitação técnica.

Dos tipos de riscos reconhecidos neste mapeamento, os riscos químicos, físicos, de acidente foram àqueles associados a possíveis acidentes com possibilidade de causar danos para a saúde humana e danos materiais.

Os possíveis acidentes relacionados aos riscos acima expostos são os riscos químicos (associados aos químicos e suas periculosidades), físicos (associados aos fatores de risco calor) e riscos de acidentes (associados à presença de maquinário sem proteção, probabilidade de incêndio e explosão, arranjo físico inadequado e, armazenamento inadequado de químicos).

Neste mapeamento de risco, o almoxarifado, local onde são armazenados os resíduos, foi o ambiente onde foi reconhecida a maior concentração de fatores de risco. Neste espaço, o risco químico está associado à presença concentrada dos diversos químicos utilizados nas atividades de ensino e pesquisa. A segregação,

acondicionamento e armazenamento dos químicos são realizados de forma primária. Desta maneira, tal característica no manejo destes químicos potencializa os acidentes de natureza química.

A fim de minimizar tais riscos, este trabalho recomenda investimentos em treinamentos e capacitação de funcionários e estudantes usuários do laboratório com o objetivo de incorporar na rotina do laboratório as melhores práticas de gerenciamento já implementadas em laboratórios do Brasil e do mundo.

Também recomenda a disponibilização das Fichas de Informações de Segurança de Produto Químico (FISPQ) das substâncias presentes no laboratório para disponibilizar facilmente informações básicas sobre os químicos presentes no laboratório. Tal procedimento possibilita um melhor entendimento sobre os riscos associados a cada substância, procedimentos básicos em caso de acidente e natureza química destas.

Recomenda-se também um investimento na melhoria das estruturas físicas de armazenamento (no laboratório e entreposto externo) bem como para a disposição dos resíduos passivos do laboratório, caso os mesmos não possam ser reutilizados ou recuperados pelo laboratório e/ou potenciais parceiros.

A parceria para o tratamento de químicos é uma importante estratégia para a redução do passivo de resíduos existentes no laboratório uma vez que os parceiros podem tratá-los ou até mesmo reutilizá-los em suas atividades de ensino e pesquisa.

A incorporação dos procedimentos de tratamento dos resíduos reacionais é de extrema importância no processo de gerenciamento ambiental. A partir desta atividade, é possível que o laboratório reaproveite as substâncias passíveis de tratamento em laboratório ou até mesmo reduzam a periculosidade dos mesmos para a sua posterior destinação final. Além disso, a reutilização do produto químico pós tratamento minimiza a geração de resíduos e minimiza a demanda de fracos, espaço e cuidados para o seu manejo.

MACHADO (2010) cita como exemplos de serem conduzidos em laboratório, os tratamentos físico-químicos e químicos. Estes tratamentos constituem basicamente na separação do resíduo a solução na qual ele está contido.

São exemplos de tratamentos físico-químicos os tratamentos de destilação, recuperação de solventes e coagulação/floculação. São de natureza química os tratamentos a neutralização de soluções ácidas e básicas, processos de oxidação

avançada (POA) e precipitação, solução esta que remove os metais pesados do resíduo (MACHADO, 2010) (Quadro 5).

Quadro 5 - Tipos de tratamentos internos a serem realizados no laboratório. (Adaptado: MACHADO, 2010)

Tratamentos Internos	Resíduos a serem tratados
<u>TRATAMENTO QUÍMICO</u>	
Neutralização	Soluções contendo ácidos e bases
Precipitação Química	Soluções contendo metais pesados, preciosos ou não
Encapsulamento	Metais pesados, precipitados ou sólidos, lodo oriundo de POA e precipitação
POA	Resíduos líquidos tóxicos e recalcitrantes
<u>TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICO</u>	
Destilação	Solução de líquido volátil com a presença de substâncias não voláteis ou separação de dois ou mais líquidos com diferentes pontos de ebulição em uma mistura
Recuperação	Solventes
Coagulação/Floculação	Metais pesados e outras substâncias químicas em suspensão

Quando o tratamento não é realizado internamente no laboratório em razão da complexidade dos resíduos recomenda-se, portanto os seguintes tratamentos externos e disposição final (Quadro 6).

Quadro 6 - Tipos de tratamentos externos a serem realizados no laboratório. (Adaptado: MACHADO, 2010).

Tratamentos Externos / Disposição Final	Resíduos a serem tratados
Incineração	Líquidos orgânicos halogenados, sólidos orgânicos halogenados, resíduos contaminados com brometo de etídeo, resíduos sólidos tóxicos
Coprocessamento	Embalagens e EPIs contaminados, sólidos orgânicos, solventes orgânicos não halogenados, produtos e reagentes vencidos
Aterro Industrial Classe I	Metais pesados, precipitados ou sólidos, lodo oriundo de POA e precipitação

Quanto aos riscos de acidentes relacionados aos fatores físicos presentes no laboratório, neste mesmo almoxarifado, está localizado um compressor ao lado das estantes e caixas de armazenamento de reagentes e resíduos químicos. A presença do compressor no mesmo ambiente das diversas substâncias químicas, algumas delas de natureza explosiva, proporciona um ambiente iminente de acidente uma vez que o equipamento pode ser uma fonte de calor e de ignição para eventos explosivos no caso de alguma falha do equipamento.

Ainda, no mesmo laboratório, como um todo, até mesmo no almoxarifado, é possível visualizar a fiação elétrica exposta, fora de tubulações e estruturas de proteção, indício este que demonstra a falta de investimentos na adequação da segurança do laboratório bem como demonstra ser inexistente a implementação de um programa de prevenção de riscos ambientais.

Através da norma regulamentadora (NR-9), o Ministério do Trabalho estabeleceu a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) (BRASIL, 1978).

Segundo esta norma, o programa deve ter como objetivo preservar a saúde e a integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e consequente controle da ocorrência de riscos existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais (BRASIL, 1978).

Além deste não atendimento, também foi reconhecido o não cumprimento da RDC-306/2004 da ANVISA que regulamenta o gerenciamento dos resíduos sólidos de saúde. Esta resolução legisla sobre o gerenciamento dos resíduos químicos, sendo estes classificados, de acordo com a mesma, como classe B.

No mesmo campo das não conformidades, o laboratório infringe os padrões de qualidade das águas e efluentes ao lançar, sem qualquer tratamento prévio, substâncias químicas nas tubulações coletoras de esgoto.

Após a realização do experimento de DQO, por exemplo, a lavagem das vidrarias com solução sulfocrômica gera águas residuárias as quais são jogadas na pia. Vale lembrar que das substâncias presentes na natureza, somente duas classes de produtos químicos não são decompostas ao serem liberadas no ambiente: metais pesados e seus compostos e produtos orgânicos sintéticos não biodegradáveis

(ALBERGUINI, et al., 2005). Tais substâncias são bioacumuladas em toda cadeia trófica.

Para a resolução ou minimização deste problema, recomenda-se o treinamento dos funcionários, alunos e responsáveis do laboratório a fim de mudar hábitos e atitudes e sensibilizá-los da importância da readequação de tal procedimento.

Sobre os aspectos relacionados aos procedimentos realizados no gerenciamento de resíduos, em sua primeira etapa, a geração de resíduos, ao longo do estudo foi reconhecido que o laboratório não gera grandes proporções de resíduos. Uma das hipóteses para esta qualidade de geração é que, além de acontecer a reutilização de reagentes, inclusive utilizar os reagentes fora da validade, o laboratório também teve um decréscimo de atividades no período amostral deste trabalho em razão das obras estruturais do laboratório nos anos de 2009 e 2010. As atividades tiveram um decréscimo de 84% e 86%, respectivamente, com relação ao ano de 2008, no qual foram realizadas 1785 análises.

Destas análises, a que demanda mais atenção pelas suas características tóxicas é o resíduo oriundo da análise do parâmetro DQO em razão do seu volume já armazenado no laboratório e em razão da presença de metais pesados e tóxicos em sua composição.

Para a melhoria da qualidade ambiental do laboratório, portanto, no quesito “geração de resíduos perigosos”, este trabalho recomenda que sejam reavaliadas as práticas de ensino e pesquisa no laboratório com o objetivo de incorporar nas metodologia das práticas, procedimentos mais limpos que possam reduzir a utilização de produtos perigosos.

Recomenda-se também que o laboratório mantenha a política de comprar quantidades pequenas de reagentes para que a validade dos mesmos não seja vencida. Por fim, recomenda-se também a incorporação da responsabilização do gerador em controlar as informações sobre o resíduo gerado e os procedimentos de manejo dos mesmos até a etapa de armazenamento. Desta maneira, o gerador será responsável pela identificação e caracterização do resíduo, pré-tratamento (quando cabível), acondicionamento, segregação e armazenamento.

Quanto à etapa de identificação, caracterização e rotulagem dos resíduos, o laboratório carece de normatização dos procedimentos. Minimamente, a

identificação e caracterização dos resíduos devem considerar as normas e legislações vigentes pertinentes a classificação de resíduos químicos e perigosos.

O autor Jardim (2010) defende que para o sucesso do gerenciamento, a etapa de identificação, caracterização e rotulagem é essencial para a implementação e manutenção de um gerenciamento de resíduos eficiente.

Uma das metodologias utilizadas mundialmente para a identificação e caracterização dos resíduos é a simbologia do diagrama de Hommel ou diamante da NFPA (Figura 11).

Por representar clara e diretamente os riscos envolvidos na manipulação de químicos, instituições de ensino do país vem incorporando este símbolo na rotulagem e caracterização dos químicos, uma vez que esta simbologia possibilita facilmente a indicação da toxicidade da inflamabilidade e da reatividade das substâncias.

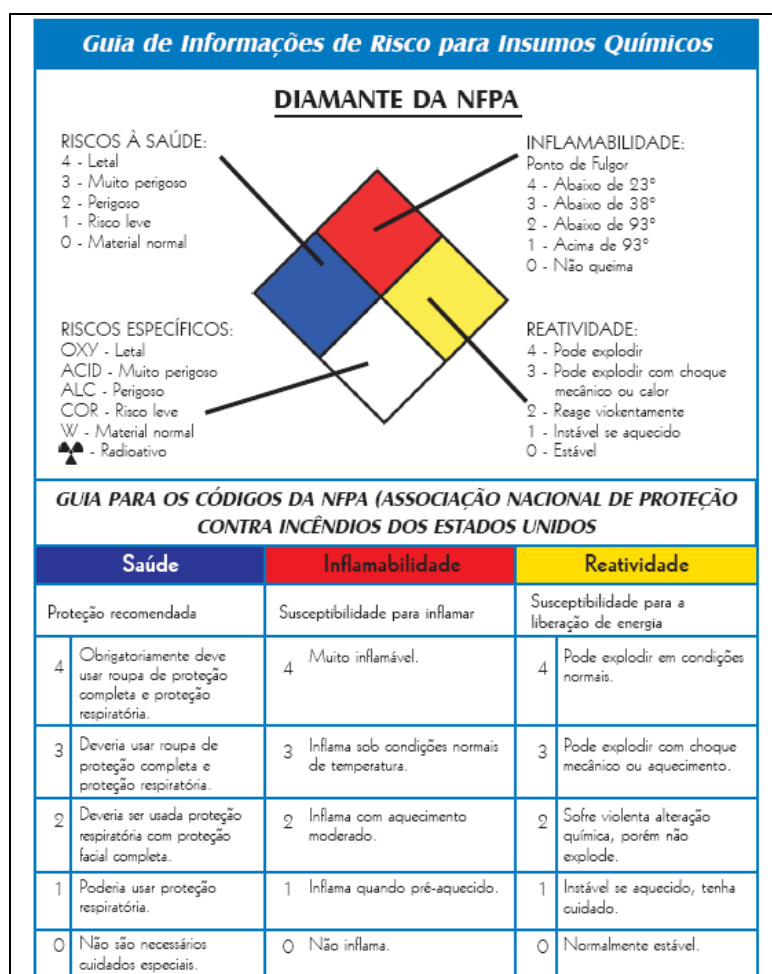


Figura 11 - Diamante da NFPA ou Diagrama de HOMMEL (ANVISA, 2006)

Para esta etapa do gerenciamento, o trabalho recomenda a incorporação dos seguintes procedimentos:

- A etiquetagem dos frascos deve ser realizada antes da inserção do resíduo químico para evitar erros;
- Abreviações e fórmulas não devem ser permitidas;
- O diagrama de Hommel deve ser completamente preenchido (risco à saúde, inflamabilidade e reatividade) de acordo com as fichas FISPQ de cada substância química;
- A classificação do resíduo deve priorizar o produto mais perigoso do frasco, mesmo que este esteja em menor quantidade;
- O espaço ao lado diagrama deve estar totalmente preenchido. Deve-se completar a etiqueta com o nome do produto principal e no espaço reservado para produtos secundários devem-se descrever todos os outros materiais contidos nos frascos, mesmo os que apresentam concentrações muito baixas (traços de elementos) e inclusive água (Figura 12)

LRQ USP Campus Ribeirão Preto													
			Nº Controle da embalagem: 00001 UNIDADE / DEPTO.: FFCLRP / Química LABORATÓRIO: Eletroquímica RESPONSÁVEL: Prof. João da Silva Componente principal: Hexano Componente secundário: Ácido Acético 1M Data do início de armazenamento: 06/11/02 Data do recolhimento final: 07/12/02 Quantidade final: 17 l										
			Manusear com Cuidado										
Solvente Orgânico Halogenado	Sólido Orgânico	Metal	Solvente Orgânico Não Halogenado	Sólido Inorgânico	Outros								
<p style="color: red;">Considerar o maior nº para preencher o diagrama de Hommel</p> <table> <tr> <td>Ácido Acético</td> <td>Hexano</td> </tr> <tr> <td>Inflamabilidade 2</td> <td>Inflamabilidade 3</td> </tr> <tr> <td>Risco à Saúde 3</td> <td>Risco à Saúde 2</td> </tr> <tr> <td>Reatividade 2</td> <td>Reatividade 0</td> </tr> </table>						Ácido Acético	Hexano	Inflamabilidade 2	Inflamabilidade 3	Risco à Saúde 3	Risco à Saúde 2	Reatividade 2	Reatividade 0
Ácido Acético	Hexano												
Inflamabilidade 2	Inflamabilidade 3												
Risco à Saúde 3	Risco à Saúde 2												
Reatividade 2	Reatividade 0												

Figura 12 - Rótulo de identificação de resíduo químico (USP, 2008).

Para a etapa de segregação, percebe-se que o laboratório possui limitações quanto ao espaço físico do local de armazenamento. Além destas limitações, o laboratório também não possui normatizações a respeito deste procedimento.

A segregação é feita de maneira aleatória e, portanto, também carece de melhorias. Os resíduos são acondicionados em caixas de papelão e ou em prateleiras onde também estão localizados outros tipos de reagentes. Estes últimos também não possuem segregação correta, uma vez que a arrumação realizada coloca os reagentes em ordem alfabética não importando as incompatibilidades químicas dos químicos. Tal procedimento propicia o acontecimento de acidentes como incêndios, explosões, fumaça tóxica, entre outros.

Para a melhoria deste cenário, os responsáveis e funcionários do laboratório devem adotar os procedimentos de segregação das substâncias de acordo com propriedades físico-químicas ou natureza química dos resíduos. No quadro 5, são descritas algumas das famílias das substâncias químicas. Tal classificação pode ser utilizada nos procedimentos de segregação no laboratório.

Quadro 7 - Classificação de substâncias químicas segundo as suas naturezas químicas.

Solventes não halogenados
Halogenados
Fenol
Resíduos de pesticidas e herbicidas
Soluções aquosas sem metais pesados
Soluções aquosas contaminadas com solventes orgânicos
Soluções aquosas com metais pesados
Soluções contendo mercúrio
Soluções contendo prata
Sólidos: com metais pesados (tálio e cádmio)
Sólidos: com os demais metais pesados
Peróxidos orgânicos
Outros sais
Aminas

Ácidos e bases
Oxidantes
Redutores
Óleos especiais
Misturas
Outros
Materiais contaminados durante e após a realização de experimentos

Fonte: Adaptado: UGR/UFSCar, (2011)

Para esta etapa, é essencial a disponibilização das FISPQ das substâncias a fim de reconhecer as incompatibilidades dos vários tipos de produtos químicos (Anexo C).

A etapa “acondicionamento” no gerenciamento do laboratório também necessita de melhorias. Para alguns resíduos, a metodologia de acondicionamento é feita de forma incorreta podendo ser encontrado frascos não apropriados e não vedados. Para a melhoria desta etapa do processo de gerenciamento, é recomendável, que se utilize frascos e recipientes quimicamente compatíveis com os resíduos. Evitar misturar resíduos químicos. Armazená-los em recipientes separados mesmo quando em pequenos volumes.

A quantidade de resíduos químicos líquidos nos fracos não deve exceder a 80% de sua capacidade total. Recipientes muito cheios aumentam o risco de acidentes durante o manuseio.

A etapa de armazenamento dos resíduos é também realizada no laboratório com limitações em razão da estrutura física do local de armazenagem. Recomenda-se que o laboratório utilize a estrutura de armazenamento externo construída pelo programa GERE a fim de reduzir os riscos associados a proximidade dos reagentes a qual não respeita as incompatibilidade dos mesmos. A fim de respeitar a incompatibilidade, recomenda-se armazenar separadamente os seguintes resíduos, quando presentes no laboratório:

A prática do correto armazenamento dos resíduos químicos no laboratório cumpre com um dos princípios da Política Nacional de Resíduos sólidos: o princípio da prevenção e a precaução.

Quanto ao transporte e destinação final, os resíduos químicos deverão ser transportados respeitando às normas e legislações aplicáveis ao tema. O transporte de produtos perigosos depende de aprovação do órgão regulador que atende a região onde está localizado o estabelecimento.

Na solicitação, além das informações de caracterização qualitativa e estimativa de geração anual de cada resíduo, deve ser indicadas a destinação pretendida e a forma de tratamento externo pretendido: para recuperação, para descarte, incineração ou aterros industriais (ANVISA, 2006).

CAPÍTULO 4 - CONCLUSÕES

A incorporação de políticas institucionais de gestão ambiental integrada bem como ferramentas para a sua efetiva implementação ainda são uma realidade distante nas universidades e instituições de ensino e pesquisa no Brasil.

Este cenário pouco promissor encontra-se diretamente relacionado com o não reconhecimento pelas instituições, de que a gestão dos aspectos ambientais que envolvem as mesmas, incluindo a gerência dos impactos ambientais oriundos de suas atividades é de sua responsabilidade.

Soma-se ainda a este cenário o fato de que o amadurecimento da consciência ambiental das instituições perde força na batalha constante dessas instituições em conseguir conduzirem as suas atividades sem condições mínimas de recursos financeiros, infraestrutura e capacitação técnica para tratar do tema.

Como consequência, conforme foi observado ao longo do estudo, passivos ambientais de grande relevância estão reconhecidamente sendo gerados. Não obstante a esta realidade, o laboratório estudado tem como um dos principais problemas o acúmulo de resíduos químicos em seu espaço físico em razão da falta de estrutura financeira para a sua destinação e tratamento adequado. Fato este proporciona um grave cenário de risco de potenciais acidentes dentro destas instituições bem como riscos de contaminação ambiental.

Em menor escala, mas também com sua devida importância, o estudo de caso possibilitou a confirmação deste cenário de riscos potenciais de acidentes, de explosão e riscos ambientais oriundos da não gerência dos fatores de risco que envolve as atividades rotineiras da instituição.

O laboratório carece de investimentos em treinamento, adequação de infraestrutura, entretanto, a partir deste estudo, observa-se que o investimento deve ser realizado de forma institucional com esforços conjuntos e alinhados com todos os atores da instituição.

Neste sentido, o estudo reconhece como prioritária a mudança de paradigma das universidades, para que a situação atualmente observada durante a elaboração deste estudo seja revertida em uma nova maneira da universidade existir e gerar ciência.

Para tal, as universidades devem incorporar em ações práticas a responsabilidade ambiental, mudança de mentalidade na formação de novos cidadãos e profissionais praticando e dando bons exemplos para a sociedade de práticas mais limpas e de práticas que respeitem a legislação vigente.

É necessário, portanto o encorajamento das universidades a fim de se praticar a coerência de postura onde uma instituição de ensino e pesquisa que gera conhecimentos e tecnologia não pode praticar esta negligência.

Quanto ao estudo de caso, conclui-se, que o gerenciamento de resíduos químicos do laboratório de Engenharia Sanitária necessita de melhorias nos procedimentos metodológicos de manejo destes resíduos bem como necessita de investimentos financeiros para a melhoria na infraestrutura interna do laboratório a fim de facilitar tal gerenciamento. Frisa-se que investimentos e esforços também devem ser direcionados na capacitação dos responsáveis pela implementação de práticas limpas e corretas de gerenciamento.

Recomenda-se, da mesma maneira, que haja um melhor diálogo entre o laboratório estudado e as estruturas e modelos pré existentes de gerenciamento de resíduos na UERJ, como é o caso de alguns laboratórios localizados no instituto de química. Tal diálogo proporcionará a facilitação da incorporação de melhorias no gerenciamento uma vez que exemplos práticos realizados na mesma instituição poderão ser copiados ou adaptados para a realidade do laboratório. E, assim, o laboratório promoverá a geração de novos conhecimentos nesta linha e

proporcionará soluções conjuntas para o gerenciamento de resíduos químicos em todas as suas fases.

CAPÍTULO 5 - RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Tendo em vista o alcance do tema estudado, este trabalho permite que estudos futuros assumam novos enfoques, relativos à proposição de soluções para o gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa.

O modelo de abordagem também pode ser aplicado a outras instituições, uma vez que a proposição de soluções viáveis às características de uma dada instituição acontecerá após o diagnóstico, análise e avaliação do cenário atual do estudo de caso.

Ainda, o reconhecimento de novas literaturas e informações relativas ao gerenciamento de resíduos químicos de instituições de ensino e pesquisa também pode aperfeiçoar as soluções a serem aplicadas. Destas literaturas, são de grande importância aquelas previamente consolidadas em outros países e instituições com experiência no tema. Uma vez reconhecidas, este estudo pode ser enriquecido, aprimorado e continuado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERGUINI, L. B. A.; SILVA, L. C., REZENDE, M. O. O. Laboratório de Resíduos Químicos do Campus USP - São Carlos – Resultados da experiência pioneira em gestão e gerenciamento de resíduos em um campo universitário. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 291-295, fev. 2003.
- ALBERGUINI, L.B.A.; SILVA, L.C.; REZENDE, M.O.O. **Tratamento de Resíduos Químicos: Guia Prático para a Solução dos Resíduos Químicos em instituições de Ensino Superior**. São Carlos: Rima, 2005. 104p.
- ALBERGUINI L., B., **Gerenciamento de Resíduos Químicos em Serviços de Saúde**. II Seminário Estadual Hospitais Saudáveis – São Paulo, 2008
- ALVES, L.C., 2006. **Pré-tratamento de efluente de laboratório de análises químicas para a redução da toxicidade sobre um consórcio microbiano anaeróbio**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Curso de Doutorado em Ciências em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos. 148p.
- ANTUNES, A. et al., **Gestão em Biotecnologia**. Rio de Janeiro. E-papers Serviços Editoriais Ltda., 2006, 324 p.
- APHA. 2005. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21 ed. APHA/AWWA/WEF. Washington, USA. 1368 pp.
- BARROS, R. M. 2007. **Avaliação dos Resíduos dos Laboratórios de Ensino e Pesquisa do Instituto de Biologia - Universidade do Estado do Rio de Janeiro: Uma contribuição ao plano de gerenciamento..** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Mestrado em Engenharia Ambiental.
- BLEWITT, J. **Good Practice in Sustainable Development Education: Evaluation Report and Good Practice Guide**. 2001. Disponível em: <http://www.lsd.org.uk/research/sustainability/goodpractice.pdf> Acesso em: 26 de junho 2010.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. 2004. **Resolução RDC nº 306 – Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/Legis/index.htm>>. Acesso em 10/02/2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10004: Resíduos sólidos: Classificação**. 71p, 2004.

BRASIL, 1968. **Resolução CONTRAN nº 404**, de 14 de junho de 1968. Classifica a periculosidade das mercadorias a serem transportadas por veículos automotores. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/resolucoes.htm>>. Acesso em: 07 de junho de 2010.

BRASIL, 1978. **Portaria 3.214**, 08 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/resolucoes.htm>>. Acesso em: 10 de julho de 2010.

BRASIL, 1981. **Lei 6.938**, 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. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/LEIS/L6938.HTM>>. Acesso em: 21 de maio de 2010.

BRASIL, 1988. **Decreto nº 96.044**, de 18 de maio de 1988. Aprova o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br/legislacao/PPerigosos/Nacional/Dec96044-88.pdf>>. Acesso em: 23 de maio de 2010.

BRASIL. **Lei 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9605.htm>. Acesso em: 21 de maio de 2010.

BRASIL, 2001a. **Resolução CONAMA nº 275**, de 25 de abril de 2001. Estabelece o código das cores para diferenciar tipos de resíduos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res01/res27501.html>>. Acesso em: 13 de junho de 2010.

BRASIL, 2001b. **Resolução CONAMA nº 283**, de 12 de junho de 2001. Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res01/res28301.html>>. Acesso em: 14 de junho de 2010.

BRASIL, 2002. **Portaria nº 349**, de 04 de junho de 2002. Aprova as Instruções para a Fiscalização do Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos no Âmbito Nacional.

Disponível em: <http://www.ambientaldobrasil.com.br/pdfs/MT_349-2002.pdf>. Acesso em: 08 de novembro de 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT. 2004. **Resolução nº 420**, de 12 de Fevereiro de 2004. Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/resolucoes/00500/resolucao420_2004.htm>. Acesso em: 08 de novembro de 2009.

BRASIL, 2005a. **Resolução CONAMA nº 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 01 de junho de 2010.

BRASIL, 2005b. **Resolução CONAMA nº 358**, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35805.pdf>>. Acesso em: 01 de junho de 2010.

BRASIL. **Decreto 5.940**, de 25 de outubro de 2006. Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências. 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5940.htm>. Acesso em: 21 de maio de 2010.

BRASIL, 2010. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 13 de janeiro de 2011.

COGERE/UERJ, 2005. Jornal Informativo. Gerenciamento de Resíduos da UERJ. Disponível em: <<http://www.gereuerj.blogspot.com.br/>>. Acesso em 23 de junho de 2010.

CUNHA, C. J. O programa de gerenciamento dos resíduos laboratoriais do depto de química da UFPR. **Quim. Nova**, São Paulo, v. 24, nº 3, p.424-427, 2001.

DELGADO, C. C. J.; VÉLEZ, C. Q. **Sistema de Gestão Ambiental Universitário: Caso Politecnico Gran Colombiano**, 2005. Disponível em: <http://ecnam.udistrital.edu.co/pdf/r/edgeor/node03.pdf>. Acesso em 28/09/2009.

DEMAMAN, A.S.; FUNK, S.; HEPP, L.U.; ADÁRIO, A.M.S.; PERGHER, S.B.C. Programa de gerenciamento de resíduos dos laboratórios de graduação da universidade regional integrada do alto Uruguai e das missões – Campus Erechim. **Quim. Nova**, São Paulo, v. 27, p.674- 677, 2004.

FEEMA, 1994. DZ 1310 R-7 - **Estabelece a metodologia do sistema de manifesto de resíduos, de forma a subsidiar o controle dos resíduos gerados no Estado do Rio de Janeiro, desde sua origem até a destinação final, evitando seu encaminhamento para locais não licenciados, como parte integrante do Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras**. Disponível em: <http://200.20.53.6/meioambiente/arquivos/textos/textos/Classe-1300/DZ%20-%20DIRETRIZ/DOC-795/DZ-1310-R-7.doc>. Acesso em 5 abr. 2010.

FÓRUM DE ÉTICA. **Carta das Universidades para o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em <http://www.eticus.com/documentacao.php?tema=1&doc=12>>. Acesso em 12 de maio de 2010.

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 Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences** v. 43, n. 1, jan./mar., 2007

IMA/UFRJ – Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano - UFRJ, 2010. **Coleta**. Disponível em < <http://www.ima.ufrj.br/coleta/index.htm>>. Acesso em 02 de julho de 2010.

INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. 2008. • **Portaria nº 071/2008, do INMETRO - Regulamenta as embalagens utilizadas no transporte terrestre de produtos perigosos**. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001_278.pdf>. Acesso em 14 de maio de 2010.

JARDIM, W. F. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. **Quim. Nova**, São Paulo, v. 21, p.671-673, 1998.

JARDIM W. F. **Gerenciamento de Resíduos Químicos**. Disponível em < <http://lqa.iqm.Unicamp.br/pdf/LivroCap11.PDF>> Acesso em 03 de julho de 2010.

KRAMER, P. E.M. **Universidade do Século XXI rumo ao Desenvolvimento Sustentável**. Revista Eletrônica de Ciência Administrativa - RECADM da Faculdade Cenecista. Presidente Kennedy de Campo Largo - PR. Edição 6: Volume 3, número 2, Nov. de 2004.

LABSYNTH, 2009. **Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) da substância Cromato de Potássio**. 5p. Disponível em: <<http://downloads.labsynth.com.br/FISPQ/rv2012/FISPQ-%20Cromato%20de%20Potassio.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2012.

LABSYNTH, 2010a. **Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) da substância Ácido Sulfúrico**. 5p. Disponível em: <<http://downloads.labsynth.com.br/FISPQ/rv2012/FISPQ-%20Acido%20Sulfurico.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2012.

LABSYNTH, 2010b. **Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) da substância Ácido Sulfâmico**. 5p. Disponível em: <<http://downloads.labsynth.com.br/FISPQ/rv2012/FISPQ-%20Acido%20Sulfamico.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2012.

LABSYNTH, 2011a. **Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) da substância Nitrato de Prata**. 5p. Disponível em: <<http://downloads.labsynth.com.br/FISPQ/rv2012/FISPQ-%20Nitrato%20de%200Prata.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2012.

LABSYNTH, 2011b. **Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) da substância Hidróxido de Sódio**. 5p. Disponível em: <<http://downloads.labsynth.com.br/FISPQ/rv2012/FISPQ-%20Hidroxido%20de%20Sodio.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2012.

LABSYNTH, 2011c. **Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) da substância Dicromato de Potássio**. 5p. Disponível em: <<http://downloads.labsynth.com.br/FISPQ/rv2012/FISPQ-%20Dicromato%20de%20Potassio.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2012.

LIMA, P. D. B., 2007. **Excelência em Gestão Pública: a trajetória e a estratégia do Gespública**. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark. 248 p.

LOBO, V. S.; MAYER, I.; CARNEIRO, A.; MACEDO, D. P.; VAZATA, L.; ROCHEMBACK, S. Implantação do gerenciamento de resíduos laboratoriais da UTFPR/Campus Medianeira. In: Moura, F.V et al. Congresso Brasileiro de Química - RN, Natal: 2007. **Anais...** Natal: Departamento de Química, CD-ROM.

- LONGO, B. M. 2006. **Avaliação das Condições Ambientais de Segurança em Laboratórios de Pesquisa do Instituto de Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Mestrado em Engenharia Ambiental. 109p.
- MACHADO, G. C. X. M. P. 2010. **Gestão de resíduos perigosos na FIOCRUZ: diagnóstico e aperfeiçoamento**. Monografia de Especialização. Pós Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Pós Graduação em Engenharia Ambiental.
- MENDES, L. A. A. 2005. **Diretrizes para implantação da gestão ambiental na UERJ - Campus Francisco Negrão de Lima**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Mestrado em Engenharia Ambiental.
- NASCIMENTO, V. B.; SILVA, E. R. S.; MENDES, L. A. A. s.d. Gerenciamento de Resíduos da Universidade do Estado Rio de Janeiro – Campus Francisco Negrão de Lima.
- OIUDSMA, Organização Internacional de Universidades pelo Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente. **Estatuto**. Disponível em <www.oiudsma-nimad.ufpr.br/estatutos>. Acesso em 12 maio 2010.
- PACHECO, E. V.; HEMAIS, C. A.; FONTOURA, G. A. T; RODRIGUES, F. A. **Tratamento de resíduos gerados em laboratórios de polímeros: um caso bem sucedido de parceria universidade-empresa**. *Ciência e Tecnologia*, vol. 13, nº. 1, p. 14-21, 2003;
- REIS, A. L. N. 2009. **Caracterização e avaliação do manejo de resíduos dos laboratórios do Instituto de Biologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Mestrado em Engenharia Ambiental. 101p.
- RIBEIRO L. A.; BRESSAN L. W.; LEMOS M. F.; DUTRA C.; NASCIMENTO L. F. **Avaliação de barreiras para implementação de um sistema de gestão ambiental na UFRGS**. XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção – Porto Alegre, 2005.
- RIO DE JANEIRO, 1984. **Lei Estadual nº 519** de 16 de abril de 1984. Proíbe a existência de aterros sanitários e depósitos de lixo a céu aberto, nas condições que

menciona, e dá outras providências. Disponível em < <http://www2.rio.rj.gov.br/smu/buscafacil/Arquivos/PDF/L519M.PDF> > Acesso 14 de maio de 2010.

RIO DE JANEIRO, 1992. **Lei 2.011 de 10 de julho de 1992**. Dispõe sobre a obrigatoriedade da implementação de programa de redução de resíduos. Disponível em: <<http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/contlei.nsf/f25edae7e64db53b032564fe005262ef/5f08a077ad12d69903256517007166cd?opendocument>>. Acesso em: 14 de junho de 2010.

SILVA, E. R.; MATTOS, U. A. O.; MENDES, L. A. A.; SILVA, E. S.; SANTOS, N. E. **Gerenciamento Integrado de Resíduos: o caso da Universidade do Estado do Rio de Janeiro**. XIV Simpósio de Engenharia de Produção – Bauru, 2007.

SILVA, E. R.; MENDES, L. A. A. **O papel das Universidades na Construção da Sustentabilidade Ambiental: uma proposta de Modelo de Gerenciamento Integrado de Resíduos**. Revista ADVIR da UERJ – nº 23/2009 (p. 78-85)

SILVA L. C. **A Engenharia de Segurança do Trabalho: Análise crítica da proposta de Gerenciamento de Resíduos Perigosos gerados na Universidade de São Paulo no campus de São Carlos**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Desenvolvimento Regional em Meio Ambiente) – UNIARA, Araraquara, 2004.

TAVARES, G. A., Segurança em laboratórios de química. Piracicaba: ESLQ-USP, 1995. Implantação de um programa de gerenciamento de resíduos químicos (ativos e passivos) e águas servidas nos laboratórios de ensino e pesquisa do CENA/USP. Dissertação de Doutorado. CENA/USP – Piracicaba, 2002

TAVARES, G.A.; BENDASSOLLI, J.A. **Implantação de um programa de gerenciamento de resíduos químicos e águas servidas nos laboratórios de Ensino e Pesquisa no CENA/USP**. Quím. Nova, v.28, p.732-738, 2005.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. A Gestão Ambiental em Instituições de Ensino Superior: modelo para implantação em Campus universitário. **Revista Gestão e Produção**, vol. 13, n. 3, p. 503-515, 2006.

UERJ – Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 2008. **Institucional**. Disponível em <<http://www.uerj.br/modulos/kernel/index.php?pagina=1>>. Acesso em 22 de outubro de 2008.

UERJ – Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 2010. **Prefeitura da Universidade Estadual do Rio de Janeiro**. Disponível em < <http://www.prefeitura.uerj.br/conteudo/dependencias.html>>. Acesso em 10 de maio de 2010.

UNICAMP – UNIVERSIDADE DE CAMPINAS. Comissão de Segurança e Ética Ambiental, Instituto de Química, Gerenciamento de Resíduos, 2010. Disponível em <<http://www.iqm.Unicamp.br>> Acesso em 03 de julho de 2009.

UNICAMP – UNIVERSIDADE DE CAMPINAS, 2011. **Gerenciamento de Resíduos. CGU - UNICAMP.** Disponível em <<http://www.cgu.Unicamp.br/residuos/sobre/fluxoquim.htm>> Acesso em 03 de julho de 2011.








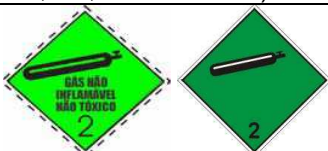
UNIFAL-MG – UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS, 2011. **Tabela de Incompatibilidade Química. Comissão de Riscos Químicos.** Disponível em <<http://www.unifal-mg.edu.br/riscosquimicos/?q=tabela>> Acesso em 03 de julho de 2011.

USP – UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Manual de Segurança. 2004. Disponível em <<http://www2.iq.usp.br/cipa/manual/manualinteiro.doc>> Acesso em: 13 de junho de 2010.

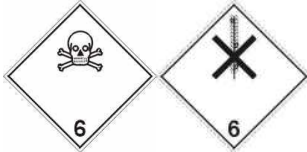




USP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2011. **O que são resíduos?** Disponível em <http://eco.ib.usp.br/lepac/conservacao/ensino/lixo_residuos.htm>. Acesso em 20 de janeiro de 2011.

VAZ, C. R.; FAGUNDES, A. B.; KACHBA, Y. R.; OLIVEIRA, I. L.; KOVALESKI, J. L. **Sistema de Gestão Ambiental em Instituições de Ensino Superior: uma revisão.** In: Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção, 2008, Viçosa-MG. IV Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção, 2008.

APÊNDICE A – Classes e subclasses dos produtos perigosos, segundo classificação da resolução ANTT 420/2004

Subclasse 1.1 - Substâncias e artigos com risco de explosão em massa	
Substâncias e artigos com risco de explosão em massa.	
Subclasse 1.2 - Substâncias e artigos com risco de projeção, mas sem risco de explosão em massa	
Substâncias e artigos com risco de projeção, mas sem risco de explosão em massa.	
Subclasse 1.3 - Substâncias e artigos com risco de fogo e com pequeno risco de explosão, de projeção, ou ambos, mas sem risco de explosão em massa	
Substâncias e artigos com risco de fogo e com pequeno risco de explosão ou de projeção, ou ambos, mas sem risco de explosão em massa.	
Subclasse 1.4 - Substâncias e artigos que não apresentam risco significativo	
Substâncias e artigos que não apresentam risco significativo.	
Subclasse 1.5 - Substâncias muito insensíveis, com um risco de explosão em massa	
Substâncias muito insensíveis, com risco de explosão em massa.	
Subclasse 1.6 - Artigos extremamente insensíveis, sem risco de explosão em massa	
Esta subclasse abrange os artigos que contêm somente substâncias detonantes extremamente insensíveis e que apresentam risco desprezível de iniciação ou propagação acidental.	
Subclasse 2.1 - Gases inflamáveis	
São gases inflamáveis quando em mistura de 13% ou menos, em volume, com o ar ou apresentam uma faixa de inflamabilidade com ar de, no mínimo, doze pontos percentuais, independentemente do limite inferior de inflamabilidade. (ex: GLP, Acetileno, H2, dentre outros)	
Subclasse 2.2 - Gases não-inflamáveis, não-tóxicos	
São gases que transportados a uma pressão não-inferior a 280kPa, a 20°C, ou como líquidos refrigerados e que: a) são asfixiantes: gases que diluem ou substituem o oxigênio normalmente existente na atmosfera; ou	

<p>b) são oxidantes: gases que, em geral, por fornecerem oxigênio, podem causar ou contribuir para a combustão de outro material mais do que o ar contribui; ou</p> <p>c) não se enquadram em outra subclasse.</p>	
Subclasse 2.3 - Gases tóxicos	
<p>Gases que são sabidamente tão tóxicos ou corrosivos para pessoas, que impõem risco à saúde; ou supõe-se serem tóxicos ou corrosivos para pessoas, por apresentarem um valor da CL50 para toxicidade aguda por inalação igual ou inferior a 5.000ml/m³ quando ensaiados.</p>	
Classe 3 - Líquidos Inflamáveis	
<p>São gases inflamáveis quando em mistura de 13% ou menos, em volume, com o ar ou apresentam uma faixa de inflamabilidade com ar de, no mínimo, doze pontos percentuais, independentemente do limite inferior de inflamabilidade.</p>	
Subclasse 4.1- Sólidos Inflamáveis	
<p>Sólidos que nas condições encontradas no transporte são facilmente combustíveis, ou que, por atrito, podem causar fogo ou contribuir para ele. Esta subclasse inclui, ainda, explosivos insensibilizados que podem explodir se não forem suficientemente diluídos e substâncias auto-reagentes ou correlatas, que podem sofrer reação fortemente exotérmica.</p>	
Subclasse 4.2 - Substâncias Sujeitas a Combustão Espontânea	
<p>Substâncias sujeitas a aquecimento espontâneo nas condições normais de transporte, ou que se aquecem em contato com o ar, sendo, então, capazes de se inflamarem; são as substâncias pirofóricas e as passíveis de auto-aquecimento.</p>	
Subclasse 4.3 - Substâncias que, em Contato com a Água, Emitem Gases Inflamáveis	
<p>Substâncias que, por reação com a água, podem tornar-se espontaneamente inflamáveis ou liberar gases inflamáveis em quantidades perigosas.</p>	
Subclasse 5.1 - Substâncias Oxidantes	
<p>Substância que geram oxigênio à temperatura ambiente, ou quando levemente aquecidos.</p>	
Subclasse 5.2 - Peróxidos Orgânicos	
<p>São agentes de alto poder oxidante, sendo que destes, a maioria é irritante para os olhos, pele, mucosas e garganta. Estas substâncias são termicamente instáveis e podem sofrer decomposição exotérmica e auto-acelerável, criando risco de explosão, além de serem sensíveis ao choque e atrito.</p>	

<p>Subclasse 6.1 - Substâncias Tóxicas (Venenosas) Grupo I - substâncias e preparações que apresentam um risco muito elevado de envenenamento; Grupo II - substâncias e preparações que apresentam sério risco de envenenamento; Grupo III - substâncias e preparações que apresentam um risco de envenenamento relativamente baixo.</p>	
<p>Substâncias capazes de provocar a morte, lesões graves, ou danos à saúde humana, se ingeridas, inaladas ou se entrarem em contato com a pele.</p>	
<p>Subclasse 6.2 - Substâncias Infectantes</p>	
<p>Substâncias com microorganismos viáveis, incluindo uma bactéria, vírus, rickettsia, parasita, fungo, ou um recombinante, híbrido ou mutante, que provocam, ou há suspeita de que possam provocar doenças em seres humanos ou animais.</p>	
<p>Classe 7 - Materiais Radioativos</p>	
<p>Material radioativo é qualquer material cuja atividade específica seja superior a 70kBq/kg (aproximadamente 2nCi/g).</p>	
<p>Classe 8 - Corrosivos</p>	
<p>Os produtos desta classe podem ser distribuídos em três grupos de embalagem: Grupo I - Substâncias muito perigosas: provocam visível necrose da pele após um período de contato de até três minutos; Grupo II - Substâncias que apresentam risco médio: provocam visível necrose da pele após período de contato superior a três minutos mas não maior do que 60 minutos; Grupo III - Substâncias de menor risco, incluindo: a) as que provocam visível necrose da pele num período de contato superior a 60 minutos mas não maior que quatro horas; b) aquelas que, mesmo não provocando visível necrose em pele humana, apresentam uma taxa de corrosão sobre superfície de aço ou de alumínio superior a 6,25mm por ano, a uma temperatura de ensaio de 55°C.</p>	
<p>Classe 9 - Substâncias Perigosas Diversas</p>	
<p>Esta classe é composta pelas substâncias que durante o transporte apresentam um risco não abrangido por qualquer das outras classes.</p>	

APÊNDICE B – Questionário utilizado durante as entrevistas

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS		
GERAÇÃO DE RESÍDUOS		
	SIM	NÃO
Existe um inventário com estimativa da geração de resíduos (quantidade / mês ou ano).		
IDENTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS		
	SIM	NÃO
Existe algum tipo de controle ou um sistema de uniformização de identificação dos recipientes ou frascos utilizados no acondicionamento dos resíduos?		
Existe algum tipo de classificação dos resíduos por natureza química?		
Existe algum tipo de simbologia na identificação dos produtos químicos no que diz respeito às suas características químicas e periculosidade? Qual?		
As etiquetas de identificação foram colocadas no frasco antes de ser inserido o resíduo químico para evitar erros?		
Existe abreviação e formulas na rotulagem dos frascos?		
Nas etiquetas foram preenchidos os nomes do produto principal (o mais tóxico) e todos os outros materiais contidos no frasco mesmo os que apresentarem concentrações muito baixas (traços de elementos), inclusive a água?		
Quando utilizado o protocolo Diamante do Perigo (NFPA 704), foi devidamente preenchido constando os números referentes aos quatro itens “risco à saúde”, “inflamabilidade”, “riscos específicos” e “reatividade”?		
Quando utilizado o protocolo Diamante do Perigo (NFPA 704), a classificação do DP prioriza o produto mais perigoso do frasco, independente da concentração do resíduo?		
Quais são os procedimentos utilizados na existência de rotulagem duvidosa ou de frascos com a inexistência de rotulagem?		
SEGREGAÇÃO		
	SIM	NÃO
Há segregação dos resíduos?		
Os resíduos são agrupados nas seguintes categorias gerais: Inflamáveis; Tóxicos; Explosivos; Agentes Oxidantes; Corrosivos; Gases Comprimidos; Produtos sensíveis à água; Produtos incompatíveis?		
Os materiais são armazenados separadamente conforme suas compatibilidades químicas, a fim de evitar a promoção de reações secundárias e a formação de sub produtos?		
ACONDICIONAMENTO E ARMAZENAMENTO DOS RESÍDUOS		
	SIM	NÃO

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS										
É respeitado o limite de 80% do volume total do seu conteúdo no preenchimento do frasco?										
É respeitada a compatibilidade dos resíduos com recipientes compatíveis?										
É evitada a mistura de resíduos químicos mesmo quando em pequenos volumes?										
Soluções ácidas e básicas contendo metais pesados são armazenadas individualmente e separadas de quaisquer outros resíduos?										
Materiais contendo mercúrio (sólido ou líquido) são separados de qualquer outro material, assim como solventes contendo pesticidas, anilina, piridina e resíduos de banhos eletrolíticos?										
Local do armazenamento		estante		armário sob pia		Sala/depósito		outro		
Coletor de plástico, coletor metálico, coletor em madeira, não possui outro										
TRANSPORTE										
							SIM	NÃO		
Existe um protocolo de procedimentos e normas?										
Como é realizado o transporte dos resíduos químicos quando retirados do laboratório?										
DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS QUÍMICOS										
							SIM	NÃO		
Os recipientes contendo os resíduos químicos são segregados de acordo com as suas características indicadas no DP?										
A segregação também respeita a ficha de compatibilidade química dos resíduos?										
Existe algum entreposto de armazenamento no laboratório? E fora do laboratório?										
TRATAMENTO DOS RESÍDUOS QUÍMICOS										
							SIM	NÃO		
É realizado um tratamento prévio de algum resíduo no laboratório?										
Existe algum tipo de tratamento realizado no laboratório? Quais?										
Quais são os tipos de tratamentos utilizados fora do laboratório? Quem os faz?										
Quando tratado ou recuperado, existe alguma certificação química para produtos químicos recuperado?										
CONTROLE NO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS QUÍMICOS										
							SIM	NÃO		
Existe alguma forma de controle quanto a identificação dos resíduos, a saber: o										


PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS		
resíduo principal, resíduos secundários e volume do material?		
Existem normas internas no laboratório para a minimização de geração de resíduos a fim de diminuir também a possibilidade de acidente quando estes forem transportados?		
Existe algum tipo de monitoramento nas instalações do laboratório no que diz respeito a possíveis gerações de gases oriundos dos resíduos?		
DESTINAÇÃO FINAL		
Como é realizada a destinação final dos resíduos químicos?		
Quais tipos de resíduos são jogados na pia?		



APÊNDICE C - Inventário dos resíduos ativos por categoria (Adaptado: MACHADO, 2010)




Classificação		Resíduos do LES
1	Metais	
2	Embalagens vazias contendo resíduos em suas paredes internas.(materiais contaminados durante e após a realização de experimentos – vidrarias quebradas, papéis de filtro e outros)	Vidrarias
3	Lixo comum	Membranas e resíduos orgânicos
4	Produtos explosivos e/ou pirofóricos	
5	Ácidos	Ácido. Clorídrico 50%, Ácido Ascórbico; Ácido Bórico; Ácido Fosfórico; Ácido Glutâmico; Ácido Nítrico; Ácido Salicílico; Ácido Sulfâmico; Ácido Sulfúrico; Solução Sulfocrômica
6	Bases	2-cloro-6-(triclorometil) piridina; Hexametileno tetramina; Formazina; Hidróxido de Alumínio; Hidróxido de Amônio; Hidróxido de Sódio; N-naftil Etilenodiamina; Vermelho de Metila; Sulfanilamida
7	Substâncias e misturas sólidas contendo Hg, Cd, Ti, F e Se	Sulfato de Mercúrio; Fluoreto de Potássio
8	Substâncias e misturas sólidas contendo Br e I	Iodeto de Potássio; Iodeto de Sódio; Iodato de Potássio;
9	Substâncias e misturas sólidas contendo Au, Ag, Pt, Pd e outros metais preciosos ou raros	Cloro-platinado de Potássio; Nitrato de Prata; Sulfato de Prata
10	Sólidos orgânicos	Fenolftaleína Amido
11	Solventes orgânicos halogenados	Clorofórmio; Verde de Bromocresol
12	Solventes orgânicos não-halogenados	Álcool Etílico 95%; N-hexano;
13	Sal inorgânico	Carbonato de Sódio; Cloreto Cobaltoso; Cloreto de Cálcio; Cloreto de Potássio; Cloreto de Sódio; Cloreto Férrico;


		<p>Cloreto de Amônia; Cromato de Potássio; Dicromato de Potássio; di-hidrogenofosfato de potássio; Fosfato de Potássio; Fosfato de Sódio hepta-hidratado; Molibdato de Amônio; Nitrato de Potássio; Nitrito de Sódio; Permanganato de Potássio; Sulfato de Amônio e Alumínio; Sulfato ferroso de amônia; Sulfato Manganoso; Sulfato de Amônio; Sulfato de Alumínio octadeca-hidratado; Sulfato de Alumínio e Potássio; Sulfato de Cobre; Sulfato de Magnésio; Sulfato do Potássio; Sulfito de Sódio; Tetraborato de Sódio; Tiosulfato de Sódio</p>
14	Sal orgânico	<p>Azida de Sódio; Na₄EDTA; Biftalato de Potássio; Oxalato de Sódio; Tartarato de Antimônio e Potássio; Sulfato de Hidrazina</p>
15	Fenol	
16	Oxidantes	Peróxido de Hidrogênio
17	Redutores	
18	Misturas: As combinações que não foram classificadas nos itens acima descritos deverão ser segregadas e identificadas para tratamento e/ou disposição final;	

APÊNDICE D – Reagentes presentes no laboratório suas respectivas toxicidades e classes de perigo


Reagentes	Identificação de perigo	Perigo para transportar	Toxicidade/ Ecotoxicidade
Ácido Ascórbico	Não perigoso	Não perigoso	<p>Toxicidade aguda</p> <p>LD₅₀ (oral, rato): 11900 mg/kg</p> <p>- Sensibilização: pele (coelho): sem irritação</p> <p>olhos (coelho): ligeiras irritações</p> <p>- Outras informações toxicológicas:</p> <p>Depois do contato com os olhos: ligeira irritação</p> <p>Toxicidade nos peixes: <i>Onchorhynchus mykiss</i> LC₅₀: 1020 mg / l / 96h acido</p>
Ácido Bórico	Não perigoso	Não perigoso	<p>Toxicidade aguda</p> <p>DL₅₀ (oral, rato): 2660 mg/kg</p> <p>DL₅₀ (cutânea, rato): 2000 mg/kg</p> <p>- Sensibilização: pele (coelho): ligeiras irritações</p> <p>olhos (coelho): ligeiras irritações</p> <p>- Toxicidade crônica:</p> <p>Teste de sensibilização (cobaia): não sensibilizante.</p> <p>- Outras informações toxicológicas:</p> <p>Depois do contato com a pele: irritação ligeira</p> <p>Depois do contato com os olhos: irritação ligeira</p> <p>Após a ingestão: náuseas, vômitos, diarreia.</p> <p>Grandes quantidades: agitação, espasmos, cansaço, ataxia, descida de temperatura.</p> <p>Toxicidade nos peixes: <i>Gambusia affinis</i> LC₅₀: 5600 mg / l / 96h</p>
Ácido Clorídrico	Provoca queimaduras. Irritante para as vias respiratórias	 <p>8.II</p>	<p>- Toxicidade aguda</p> <p>LC₅₀ (inalação, rato): 3124 ppm (V) / 1 h.</p> <p>- Sensibilização: Causa queimaduras nas mucosas e trato respiratório e digestivo, dentes, olhos e pele.</p> <p>- Outras informações toxicológicas:</p> <p>Após a inalação dos fumos: irritação ou queimadura das mucosas.</p> <p>Depois do contato com a pele: queimaduras ou forte irritação local.</p> <p>Depois do contato com os olhos: pode provocar cegueira.</p> <p>Após a ingestão: queimadura da boca, esôfago e trato gastrointestinal.</p> <p>Ecotoxicidade: Efeitos biológicos: Efeito tóxico nos peixes e plâncton</p>




Ácido Etilenodiamina Tetracético	Não perigoso. Irritante para os olhos	Não perigoso	Nocivo para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático.
Álcool Etílico 95%	Facilmente inflamável	 3. II	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicidade aguda LD₅₀ (oral, rato): 6200 mg/kg LC₅₀ (inalação, rato): > 8000 mg/l / 4 h. LD₅₀: (cutânea, coelho): 20000 mg/kg - Sensibilização: pele (coelho): sem irritação olhos (coelho): irritação - Outras Informações Toxicológicas: Após a inalação: irritação das mucosas. Depois de contato com a pele: pode produzir irritação. Depois do contato com os olhos: irritação da conjuntiva Após a ingestão: euforia, náusea, vômito, narcose - Ecotoxicidade: Efeito biológico: efeito prejudicial nos organismos aquáticos. Toxicidades nos peixes: L.idus LC₅₀: 8140 mg / l / 48 h.
Ácido Fosfórico	Queimaduras	 8. II	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicidade aguda LC₅₀ (inalação, rato): > 0,85 mg / l / 1h LD₅₀ (oral, rato): 1530 mg/kg LD₅₀ (cutânea, coelho): 2740 mg/kg - Sensibilização: pele (coelho): queimaduras olhos (coelho): queimaduras - Outras Informações Toxicológicas: Após a inalação: irritação nas vias respiratórias Depois do contato com a pele: queimaduras Depois do contato com os olhos: conjuntivite, queimaduras. Perigo de cegueira. Após a ingestão: queimaduras, dor forte (risco de perfuração). Efeitos sistemáticos: choque, convulsões
Ácido Glutâmico	Produto não perigoso	Não perigoso	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicidade aguda: LD₅₀ (oral, rato): 30000 mg/kg - Sensibilização: olhos (coelho): sem irritação pele (coelho): ligeiras irritações - Outras informações toxicológicas: Depois do contato com a pele: ligeira irritação - Ecotoxicidade: não estão disponíveis dados quantitativos sobre os efeitos ecológicos.

Ácido Nítrico	Queimaduras	 8 8.II	<p>- Toxicidade Aguda: LDL₀ (oral, humano): 430 mg / kg</p> <p>- Outras Informações Toxicológicas: Após a inalação: queimaduras das mucosas, tosse, dispneia. Pode provocar edemas nas vias respiratórias. Depois do contato com a pele: queimaduras Depois do contato com os olhos: pode provocar sérias queimaduras. Após a ingestão: lesão dos tecidos (boca, esôfago, etc...), dor forte, perfuração e até morte.</p> <p>- Ecotoxicidade: Efeitos biológicos: Tóxico para organismos aquáticos.</p>
Ácido Salicílico	Nocivo por ingestão. Irritante para as vias respiratórias e pele.	Não perigoso	<p>- Toxicidade aguda DL₅₀ (oral, rato): 891 mg/kg</p> <p>- Sensibilização: pele (coelho): ligeira irritação olhos (coelho): fortemente irritante</p> <p>- Outras informações toxicológicas: Após a inalação: irritação das vias respiratórias. Depois do contato com a pele: pode causar graves lesões Depois do contato com os olhos: irritação Após a ingestão: irritação das mucosas Comportamento: Não se prevê um potencial de bio-acumulação.</p>
Ácido Sulfâmico	Irritante para os olhos e pele.	 8 8.III	<p>- Toxicidade aguda DL₅₀ (oral, rato): 3160 mg/kg</p> <p>- Sensibilização: pele (coelho): irritação olhos (coelho): irritação acentuada</p> <p>- Outras informações toxicológicas: Após a inalação: irritação das vias respiratórias, tosse, dispnéia Depois do contato com a pele: irritação Depois do contato com os olhos: irritação acentuada Após a ingestão: irritação das mucosas, boca, faringe, esôfago e trato gastrointestinal Toxicidade nos peixes: P. promelas LC₅₀: 703 mg / l / 96 h</p>
Ácido Sulfúrico	Corrosivo. Causa severas queimaduras.	 8 8.II	<p>- Toxicidade aguda LD₅₀ (oral, rato): 2140 mg/kg LC₅₀ (inalação, rato) 510 mg/m³</p> <p>- Sensibilização: pele (coelho): queimaduras olhos (coelho): queimaduras</p>



			<ul style="list-style-type: none"> - Toxicidade crônica: Não teratogênico em experiências em animais. - Outras informações toxicológicas: Após a inalação dos vapores: lesões nas mucosas Depois do contato com a pele: queimaduras graves Depois do contato com os olhos: lesões na córnea. Após a ingestão: lesão da boca e mucosas, queimadura do trato gastrointestinal. Toxicidade nos peixes: L. macrochirus LC₅₀: 29 mg / l / 96 h
Amido	Não perigoso.	Não perigoso	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicidade aguda: Não estão disponíveis dados quantitativos à toxicidade do produto. - Outras Informações Toxicológicas: Depois do contato com a pele: ligeiras irritações Degradação biológica: Facilmente biodegradável
Azida de Sódio	Muito tóxico por ingestão. Em contato com ácidos liberta gases muito tóxicos.	 6.1, II	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicidade aguda DL₅₀ (oral,rato): 27 mg/kg DL₅₀ (cutânea, coelho): 20 mg/kg - Toxicidade crônica: Não teratogênico em animais. - Outras Informações Toxicológicas: Após a inalação: o pó causa irritação das vias aéreas superiores. Depois do contato com a pele: pode causar irritação Depois do contato com os olhos: irritação Após a ingestão: irritação da boca, faringe, esôfago e todo o trato gastrointestinal. Perturbação do SNC. Toxicidade nos peixes: L. macrochirus LC₅₀: 0,7 mg / l / 96h
Biftalato de Potássio	Não Perigoso	Não Perigoso	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicidade aguda LD₅₀ (oral, rato): 3200 mg/kg - Outras Informações Toxicológicas: Depois do contato com a pele: irritação ligeira Depois do contato com os olhos: irritação ligeira - Ecotoxicidade: Não existem dados quantitativos sobre os efeitos ecológicos
Carbonato de Sódio	Irritante para os olhos. Não perigoso	Não Perigoso	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicidade aguda LD₅₀ (oral,rato): 4090 mg/kg LC₅₀ (inalação, rato): 2,3 mg / l / 2h. - Sensibilização: pele (coelho): leve irritação olhos (coelho): irritação - Ecotoxicidade: Efeitos biológicos:


			Toxicidade nos peixes: L.macrochirus LC ₅₀ : 300mg/l em 96 h.
Cloreto Cobaltoso	Pode causar feridas por inalação. Nocivo também por ingestão	Não perigoso	- Toxicidade aguda: LD ₅₀ (oral,rato): 766 mg/kg LD ₅₀ (cutânea, rato): > 2000 mg/kg - Outras informações toxicológicas: Após a inalação: perigo de sensibilização das vias aéreas Depois do contato com a pele: perigo de sensibilização da pele Após a ingestão tremor , diarreia - Ecotoxicidade: Efeitos biológicos: Muito tóxico para organismos aquáticos
Cloreto de Amônia	Nocivo por ingestão. Irritante para os olhos	Não perigoso	- Toxicidade aguda DL50 (oral, rato): 1440 mg/kg - Sensibilização: pele (coelho): sem irritação olhos (coelho):irritação acentuada - Toxicidade crônica: Não sensibilizante - Outra informações toxicológicas: Após a inalação: irritação das mucosas, tosse e dificuldade em respirar. Depois do contato com a pele: sintomas de ligeira irritação Depois do contato com os olhos: irritação Após a ingestão: (em grandes quantidades): cefaléias, náuseas, desmaio.
Cloreto de Cálcio	Irritante para os olhos.	Não perigoso	- Toxicidade aguda: LD50 (oral,rato): 1000 mg/kg LD50 (cutânea, rato): 2630 mg/kg - Sensibilização: pele (coelho): sem irritação olhos (coelho): irritação - Outras informações toxicológicas: Após a inalação: irritação das vias respiratórias Depois do contato com a pele: sem irritação Depois do contato com os olhos: irritação Após a ingestão (grandes quantidades): dores gastrointestinais Ecotoxicidade: Efeitos biológicos: Toxicidade nos peixes: L. macrochirus LC50: 10650 mg / l / 96 h (subs. anidra)
Cloreto de Potássio	Não perigoso	Não perigoso	- Toxicidade aguda DL50 (oral,rato): 2600 mg/kg - Sensibilização: olhos (coelho): ligeiras irritações - Toxicidade crônica: pode causar hipercalemia (elevação dos níveis de



			<p>potássio no sangue.</p> <p>- Outras informações toxicológicas: Depois do contato com os olhos: ligeira irritação Após a ingestão de grandes quantidades: náuseas, vômitos, falência cardiovascular - Ecotoxicidade: Não estão disponíveis dados quantitativos sobre os efeitos ecológicos.</p>
Cloreto de Sódio	Não perigoso	Não perigoso	<p>- Toxicidade aguda LD50 (oral,rato): 2610 mg/kg LD50 (cutânea, coelho): > 10000 mg/kg - Sensibilização pele (coelho) : leve irritação olhos (coelho) : leve irritação - Toxicidade crônica: Não cancerígeno, não teratogênico em experimentos animais. - Ecotoxicidade: Efeitos biológicos: Toxicidades nos peixes: P.promelas LC50: 7650 mg/l/96 h</p>
Clorofórmio	Nocivo por ingestão / Irritante para a pele		<p>- Toxicidade aguda LD50 (oral, rato) = 908 mg/kg LC50 (inalação, rato) = 47,78 mg/l / 4h. LCLo (inalação, humano) = 25000 ppm (V) / 5 min.. - Sensibilização: olhos (coelho): ligeiras irritações pele (coelho): ligeiras irritações - Toxicidade crônica: Seu potencial cancerígeno requer maior clarificação. - Outras informações toxicológicas: Após a inalação: tosse, dispnéia, absorção Depois do contato com a pele: irritação. Efeito desengordurante com formação de pele áspera. Depois do contato com os olhos: ligeira irritação Após a ingestão: náuseas, vômitos, absorção. Se engolir acidentalmente, pode criar problemas de aspiração. - Ecotoxicidade: Efeitos biológicos: prejudicial aos organismos aquáticos. Toxicidade nos peixes: <i>L. macrochirus</i> LC50: 18 mg / l / 96 h - Degradação biológica: Não degradável em água.</p>



Cloroplatinado de Potássio	Substância irritante a pele, as vias respiratórias e a pele. Risco de sensibilização quando em contato com a pele. Usar instrumentos de proteção adequados.	 8.III	Os danos ao meio ambiente são compatíveis com os efeitos ao homem, comprometendo principalmente os animais (Em grandes quantidades).
Cromato de Potássio	Pode causar feridas por contato com a pele e por inalação do pó. Irritante para os olhos, vias respiratórias e pele.	 6.III	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicidade aguda: Não estão disponíveis dados quantitativos quanto à toxicidade - Toxicidade crônica: Ação mutagênica comprovada. Não se pode descartar a possibilidade de efeitos cancerígenos. - Outras informações toxicológicas: Depois do contato com a pele: pode causar queimaduras, feridas e até ulceração Depois do contato com os olhos: pode causar queimaduras e ulcerações. Após a ingestão: distúrbios graves no aparelho gastrointestinal, incluindo ulcerações. - Ecotoxicidade: Efeitos biológicos: muito tóxico para organismos aquáticos. Toxicidade nos peixes: <i>P.promela</i> LC50: 45,6 mg / l / 96 h
Dicromato de Potássio	Pode causar feridas por inalação. Nocivo em contato com a pele. Tóxico por ingestão.	 6.III	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicidade aguda DL50 (oral,rato): 25 mg/kg DL50 (cutânea, rato): 1170 mg/kg LC50 (inalação, rato): 0,094 mg/1/4h - Sensibilização: olhos (coelho): queimaduras pele (coelho): irritação - Outras informações toxicológicas: Após a inalação: queimaduras nas mucosas. Depois do contato com a pele: como oxidante forte, pode provocar queimaduras e úlceras. Depois do contato com os olhos: queimadura. Após a ingestão: queimaduras. Distúrbios graves no aparelho gastrointestinal, vômitos, convulsões, desmaio. - Ecotoxicidade: Efeitos biológicos: muito tóxico para organismos aquáticos. Toxicidade nos peixes: <i>P.promela</i> LC50 : 26,13 mg / l / 96 h
Fenolftaleína	Não perigoso	Não perigoso	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicidade aguda: Não existem dados quantitativos à toxicidade - Outras informações toxicológicas: Após a ingestão (grandes quantidades): náuseas, vômitos, sintomas gastrointestinais, febre, perturbações do SNC.

			<ul style="list-style-type: none"> - Comportamento: não é bio-acumulável - Ecotoxicidade: Efeitos biológicos: Toxicidade em bactérias: CE: 100 mg / l
Fluoreto de Potássio	Tóxico por inalação, ingestão e contato com a pele	 6.III	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicidade aguda: LD50 (oral, rato): 245 mg/kg - Outras Informações Toxicológicas: Depois do contato com os olhos: Perfil de opacificação da córnea. Após a ingestão: lesão dos tecidos. Absorção: convulsões, desmaio, disritmia cardíaca, parada respiratória, choque.
Fosfato de Potássico	Não perigoso.	Não perigoso	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicidade aguda: Não estão disponíveis dados quantitativos a toxicidade - Ecotoxicidade: Efeitos biológicos: Toxicidade nos peixes: L.idus LC₀: ~ 900 mg / l / 48h
Fosfato de Sódio Heptaidratado	Não perigoso.	Não perigoso	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicidade aguda DL50 (oral, rato): 12930 mg/kg - Outras informações toxicológicas: Depois do contato com a pele: ligeira irritação Depois do contato com os olhos: ligeira irritação. - Ecotoxicidade: Efeitos biológicos: Toxicidade nos peixes: Cambusia affinis LC50: 467 mg / l / 48h (subst. anidra)
Glicose	Não perigoso	Não perigoso	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicidade aguda: LD50 (oral, rato): 25800 mg/kg - Outras Informações Toxicológicas: Produto natural. - Ecotoxicidade: Não existem dados quantitativos sobre os efeitos ecológicos
Hexametilenoetramina	Facilmente inflamável. Pode causar sensibilização por inalação e em contato com a pele.	 4.1	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicidade aguda: não estão disponíveis dados quantitativos quanto à toxicidade. LD50 (oral, rato): 9200 mg/kg - Sensibilização: olhos (coelho): sem irritação pele (coelho): sem irritação - Outras informações toxicológicas: Após a inalação: irritação das mucosas, tosse e dificuldade em respirar Depois do contato com a pele: perigo de sensibilização Após a ingestão (grandes quantidades): dores gastrointestinais, náuseas, vômito


Hidróxido de Alumínio	Não perigoso	Não perigoso	<p>- Toxicidade aguda: não estão disponíveis dados quantitativos quanto à toxicidade. LD50 (oral, rato): > 5000 mg/kg</p> <p>- Sensibilização: olhos (coelho): sem irritação pele (coelho): sem irritação</p> <p>- Ecotoxicidade: não estão disponíveis dados quantitativos sobre os efeitos ecológicos</p>
Hidróxido de Amônio	Provoca queimaduras. Muito tóxico para os organismos aquáticos.	 <p>8.III</p>	<p>- Toxicidade aguda DL50 (oral, rato): 350 mg/kg LCL0 (inalação, humano): 5000 ppm (V) LC50 (inalação, rato): 1,4 mg/l/4h</p> <p>- Sensibilização: olhos (coelho): graves irritações pele (coelho): graves irritações</p> <p>- Outras informações toxicológicas: Após a inalação: tosse, bronquite, edema pulmonar Depois do contato com a pele: efeitos irritantes e cáusticos (dermatite, necrose) Depois do contato com os olhos: queimadura. Perigo de cegueira. Após a ingestão: irritação das mucosas, dores de estômago, náuseas, vômito sanguinolento, dispnéia. Perigo de perfuração do esôfago e do estômago.</p>
Hidróxido de Sódio	Provoca queimaduras graves.	 <p>8.II</p>	<p>- Sensibilização: pele (coelho): queimaduras olhos (coelho): queimaduras</p> <p>- Toxicidade crônica: Não teratogênico em experiências animais</p> <p>- Outras informações toxicológicas: Após a inalação: queimadura das mucosas Depois do contato com a pele: queimaduras Depois do contato com os olhos: queimaduras graves. Perigo de cegueira. Após a ingestão: queimaduras graves no trato gastrointestinal, com perigo de perfurações. Ecotoxicidade: Efeito biológico: Efeito prejudicial nos organismos aquáticos. Toxicidade nos peixes: <i>Onchorhynchus mykiss</i> LC50: 45,4 mg / l / 96 h (água doce)</p>



Iodato de Potássio	Favorece a inflamação de matérias combustíveis.		<ul style="list-style-type: none"> - Toxicidade aguda: Não estão disponíveis dados quantitativos à toxicidade - Informações Toxicológicas: Após a ingestão: irritação das mucosas, da boca, da faringe, do esôfago e aparelho gastrointestinal - Ecotoxicidade: Não estão disponíveis dados quantitativos sobre os efeitos ecológicos.
Iodeto de Potássio	Não perigoso	Não perigoso	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicidade aguda DL50 (oral,rato): 2779 mg/kg - Sensibilização: olhos (coelho): ligeiras irritações - Outras informações toxicológicas: Depois do contato com os olhos: ligeira irritação Após a ingestão: absorção por via gastrointestinal. Depois da absorção: queda da pressão arterial, paralisia, ansiedade e vômitos. - Ecotoxicidade: Efeitos biológicos: Toxicidade nos peixes: <u>Onchorhynchus mykiss</u> LC50: 8960 mg / l / 96h
Iodeto de Sódio	Não perigoso	Não perigoso	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicidade aguda: LD50 (oral, rato): 4340 mg/kg - Sensibilização: olhos (coelho): ligeiras irritações pele (coelho): ligeiras irritações - Outras informações toxicológicas: Depois do contato com a pele: ligeira irritação Depois de contato com os olhos: ligeira irritação Após ingestão (grandes quantidades): queda da pressão arterial, vômitos, febre - Ecotoxicidade: Efeitos biológicos: Toxicidade nos peixes: <u>L.idus</u> LC0: > 10000 mg/l
Molibdato de Amônio	Não perigoso	Não perigoso	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicidade aguda: Não estão disponíveis dados quantitativos relativamente a toxicidade. - Sensibilização: olhos (coelho): sem irritação pele (coelho): ligeiras irritações - Outras informações toxicológicas: Sintomas de intoxicação aguda por molibdênio(VI), diarreia, anemia e fadiga. Efeito tóxico no fígado e nos rins após alta dosagem. - Ecotoxicidade: Não estão disponíveis dados quantitativos sobre os efeitos ecológicos

Nitrato de Prata	Provoca queimaduras. Muito tóxico para os organismos aquáticos.		<ul style="list-style-type: none"> - Toxicidade aguda: LD50 (oral, ratos): 1173 mg/kg - Sensibilização: olhos (coelho): queimaduras - Toxicidade crônica: Ainda não encontraram estudos sobre possíveis efeitos teratogênicos. - Outras informações toxicológicas: Após a inalação: irritação das mucosas, tosse e dificuldade em respirar Depois do contato com a pele: queimaduras Depois do contato com os olhos: queimaduras das mucosas. Perigo de descoloração da córnea. Após a ingestão: (grandes quantidades): vômitos, espasmos gástricos, diarreia, morte. - Comportamento: altamente bio acumulável. - Ecotoxicidade: Efeitos biológicos: muito tóxico para organismos aquáticos. Toxicidade nos peixes: <i>L. idus</i> LC50: 0,029 mg / l / 96h aquáticos. Toxicidade nos peixes: peixe LC50: 0,29 mg / l / 96h
Nitrito de Sódio	<p>Efeitos ambientais Muito tóxico para os organismos aquáticos.</p> <p>Perigos Físicos e Químicos Favorece a inflamação de matérias combustíveis.</p> <p>Perigos específicos Não disponível.</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Toxicidade aguda: LD50 (oral, rato): 85 mg/kg LDL0 (oral, humano): 4 – 6 g - Sensibilização: olhos (coelho): ligeiras irritações pele (coelho): sem irritação - Outras informações toxicológicas: Após a inalação: ligeira irritação das mucosas. Depois de contato com os olhos: ligeira irritação Após absorção: náuseas, narcose, cianose Com compostos facilmente nitrosáveis (p.ex, aminas secundárias) podem-se formar em condições especiais (pH baixo) nitrosaminas. As nitrosaminas apresentam efeitos cancerogêneos em experiências com animais.
Oxalato de Sódio	Nocivo em contato com a pele e por ingestão.		<ul style="list-style-type: none"> - Toxicidade aguda: LD50 (oral, rato): 7500 mg/kg - Outras Informações Toxicológicas: Após a inalação: irritação das mucosas. Depois do contato com a pele: risco de absorção cutânea Depois do contato com os olhos: ligeiras irritações. - Ecotoxicidade: Efeitos biológicos:

			Toxicidade em Daphnia: <i>Daphnia magna</i> : CE50: 137 mg / l / 48 h
Permanganato de Potássio	Nocivo por ingestão. Favorece a combustão de compostos orgânicos.		- Toxicidade aguda DL50 (oral, rato): 1090 mg/kg. - Toxicidade crônica: pode ser potencialmente cancerígeno - Outras informações toxicológicas: Após a inalação: edemas nas vias respiratórias Após o contato com a pele: queimaduras Depois do contato com os olhos: queimaduras Após a ingestão: causa náuseas e vômitos, perigo de perfuração do esôfago e estômago. - Ecotoxicidade: Efeitos biológicos: Muito tóxico para organismos aquáticos. Toxicidade nos peixes: <i>Ictalurus punctatus</i> LC50: 0,75 mg / l /96 h
Peróxido de Hidrogênio	Corrosivo. Provoca queimaduras.		- Toxicidade aguda LD50 (cutânea, rato) = 4060 mg/kg LC50 (inalação, rato) = 2000 mg/m3 / 4h. - Outras informações toxicológicas: Após a inalação: pode causar irritação das mucosas. Depois do contato com a pele: despigmentação passageira. Pode causar queimadura. Depois do contato com os olhos: queimadura Após a ingestão: lesões na boca, faringe, esôfago e trato gastrointestinal. - Ecotoxicidade: Efeitos biológicos: Em concentrações elevadas tem efeito tóxico para peixes e plancton. Toxicidade nos peixes: <i>P.promelas</i> LC50: 16,4 mg / l / 96 h
Sulfanilamida	Não perigoso.	Não perigoso	- Toxicidade aguda DL50 (oral,rato): 3900 mg/kg - Sensibilização (em humanos): negativo - Comportamento: não se prevê qualquer bio-acumulação - Ecotoxicidade: não estão disponíveis dados quantitativos sobre os efeitos ecológicos.
Sulfato Amônio de Alumínio	Não perigoso.	Não perigoso	- Toxicidade aguda: não estão disponíveis dados quantitativos à toxicidade - Ecotoxicidade: não estão disponíveis dados quantitativos sobre os efeitos ecológicos
Sulfato Manganoso	Nocivo por ingestão	Não perigoso	- Toxicidade aguda: LD50 (oral, rato): 2000 mg/kg (subst. Hidratada) Após a inalação: lesão dos tecidos, pneumonia

			<p>Após a ingestão: irritação das mucosas, boca, faringe esôfago e aparelho gastrointestinal. Náuseas, vômitos</p> <p>- Outras indicações:</p> <p>Os compostos de manganês tem em geral pouca absorção por via gastrointestinal.</p> <p>- Ecotoxicidade: Efeitos biológicos: Tóxico para organismos aquáticos.</p> <p>Toxicidade nos peixes: LC50: 30,6 mg / l / 96 h (subst. anidra)</p>
Sulfato de Amônio	Não perigoso.	não perigoso	<p>- Toxicidade aguda:</p> <p>LD50 (oral, rato): 2840 mg/kg</p> <p>- Sensibilização: olhos (coelho): sem irritações</p> <p>- Outras informações toxicológicas:</p> <p>Ingestão (em grandes quantidades): náuseas, vômitos, diarreia, queda da pressão, colapso, perturbações do SNC.</p> <p>Comportamento ecológico: Possível efeito fertilizante.</p> <p>- Ecotoxicidade: Efeitos biológicos:</p> <p>Toxicidade nos peixes: Br.rerio LC50: 420 mg / l / 96h</p>
Sulfato de Alumínio e Potássio	Não perigoso.	Não perigoso	<p>- Toxicidade aguda: não estão disponíveis dados quantitativos à toxicidade`</p> <p>- Outras informações toxicológicas:</p> <p>Depois do contato com a pele: ligeira irritação</p> <p>Depois do contato com os olhos: ligeira irritação</p> <p>- Ecotoxicidade: não estão disponíveis dados quantitativos sobre os efeitos ecológicos</p>
Sulfato de Cobre	Nocivo por ingestão. Irritante para os olhos e pele. Muito tóxico para os organismos aquáticos.	Não perigoso	<p>- Toxicidade aguda:</p> <p>DL50 (oral,rato): 300 mg/kg</p> <p>DL0 (oral, humano): 50 mg/kg</p> <p>- Outras informações toxicológicas:</p> <p>Após a inalação: Irritação das mucosas, tosse e dificuldade em respirar.</p> <p>Depois do contato com a pele: Irritação</p> <p>Depois do contato com os olhos: Irritação. Perigo de opacificação da córnea. Quando são produzidos pós: conjuntivite.</p> <p>Após a ingestão: dores de estômago, vômitos, diarreia, queda da pressão arterial, taquicardia, colapso, acidose.</p> <p>- Ecotoxicidade: Efeitos biológicos: Muito tóxico para organismos aquáticos.</p> <p>Toxicidade nos peixes: peixe LC50: 0,1 – 2,5 mg / l / 96h</p>

Sulfato de Mercúrio	Muito tóxico por inalação, em contato com a pele e por ingestão.		<p>- Toxicidade aguda: LD50 (oral, rato): 57 mg/kg LD50 (cutânea, rato): 625 mg/kg</p> <p>- Outras informações toxicológicas: Após a inalação: Período de latência até o início da ação. Possíveis conseqüências: edema pulmonar Depois do contato com a pele: risco de reabsorção cutânea. Após a ingestão: danifica as mucosas dos trato gastrointestinais e respiratório.</p> <p>- Ecotoxicidade: Efeitos biológicos: muito tóxico para organismos aquáticos. Toxicidade nos peixes: <i>P. promelas</i> LC50: 0,19 mg / l / 96 h</p>
Sulfato do Potássio	Não perigoso	Não perigoso	<p>- Toxicidade aguda: LD50 (oral, rato): 66000 mg/kg</p> <p>- Sensibilização: pele (coelho): sem irritação olhos (coelho): ligeiras irritações</p> <p>- Outras informações toxicológicas: Após a ingestão (grandes quantidades): irritação do sistema gastrointestinal</p> <p>- Comportamento: não é bio acumulável</p> <p>- Ecotoxicidade: Efeitos biológicos:. Toxicidade nos peixes <i>L. macrochirus</i> LC50: 3550 mg / l / 96h</p>
Sulfato de Prata	Risco de lesões oculares.	Não perigoso	<p>- Toxicidade aguda: LD50 (oral, rato): ~ 5000 mg/kg</p> <p>- Sensibilização: pele (coelho): sem irritação olhos (coelho): queimaduras</p> <p>- Outras informações toxicológicas: Após a inalação: irritação das mucosas, tosse e dificuldade em respirar Depois do contato com a pele: irritação Depois de contato com os olhos: irritação. Perigo de descoloração da córnea. Risco de graves lesões oculares.</p> <p>- Ecotoxicidade: Não estão disponíveis dados quantitativos sobre os efeitos ecológicos.</p>
Sulfito de Sódio	Não perigoso	Não perigoso	<p>- Toxicidade aguda: LD50 (oral,rato): 2610 mg/kg</p> <p>- Sensibilização : pele (coelho) : não irritante olhos (coelho) : leve irritação</p> <p>- Toxicidade crônica: Não teratogênico em experiências animais.</p>

Sulfocromica (solução)	Provoca queimaduras graves. Pode causar câncer. Nocivo por inalação e por contato com a pele. Muito tóxico por ingestão.	 6.1	<p>Risco para a saúde : Causa queimaduras, mucosas do trato respiratório e digestivo, dentes, olhos e pele. Em contato com a pele, causa violenta desidratação e gera calor em quantidades suficiente para causar queimaduras térmicas adicionais de 1º a 3º graus. A gravidade das lesões depende da concentração e do tempo de exposição - Pele: O contato da solução sulfocromica com a pele produz queimaduras com formação de bordas esbranquiçadas, que escurecem em seguida, feridas dolorosas e cicatriz residual hipertrófica.</p> <p>Ingestão: A ingestão pode ser fatal , devido a perfuração de vísceras. O estômago pode contrair-se, produzindo intensa dor epigástrica e faríngea, vômitos, edema de glote e asfixia.</p> <p>Crônicos: Exposições frequentes por longo período podem causar bronquite crônica e enfisema pulmonar, conjutivites e erosões dentárias.</p> <p>Ecotoxicidade: Tóxico para o meio aquático</p>
Tartarato de Antimônio e Potássio	Nocivo por inalação e ingestão	 6	<p>- Toxicidade aguda: DL50 (oral, rato): 115 mg/kg LDL0 (oral, humano): 2 mg/kg</p> <p>- Outras informações toxicológicas: Após a inalação: absorção. Irritação das mucosas, tosse, dispneia Depois do contato com a pele: irritação Depois do contato com os olhos: irritação Após a ingestão: dores de boca, esôfago, via gastrointestinal</p> <p>- Ecotoxicidade: Efeitos biológicos: Tóxico para organismos aquáticos Toxicidade nos peixes: <i>P. Promelas</i> LC50: 12 mg / 1 / 96h (subst. Anidra)</p>
Verde de Bromocresol	Não perigoso.	Não perigoso	<p>- Toxicidade aguda: Não estão disponíveis dados quantitativos à toxicidade do produto</p> <p>- Ecotoxicidade: Não existem dados quantitativos sobre os efeitos ecológicos.</p>
Vermelho de Metila	Não perigoso.	- Toxicidade aguda: Não estão disponíveis dados quantitativos quanto à toxicidade	- Ecotoxicidade: Não estão disponíveis dados quantitativos sobre os efeitos ecológicos.
Tiosulfato Sódio	Não perigoso.	Não perigoso	<p>- Toxicidade aguda: DL50 (oral, rato): > 8000 mg/kg</p> <p>- Outras informações toxicológicas: Após a ingestão (grandes quantidades): náuseas, vômitos.</p> <p>- Ecotoxicidade: Efeitos biológicos: Toxicidade nos peixes: <i>P.promelas</i> LC50: > 10000 mg/l</p>

APÊNDICE E - Reagentes utilizados nas atividades analíticas do laboratório

Reagentes	Fórmula química	Parâmetro físico-químico
2-cloro-6-(triclorometil) piridina		⇒ DBO ₅
Ácido Ascórbico	C ₆ H ₈ O ₆	⇒ Fósforo Total
Ácido Bórico	H ₃ BO ₃	⇒ Nitrato (NO ₃ ⁻) ₍₁₎ ⇒ Nitrogênio amoniacal
Ácido Clorídrico	HCl	⇒ Cor ⇒ Alcalinidade ⇒ Nitrato (NO ₃ ⁻) _{(1) (2)} ⇒ Óleo e Graxa
Álcool Etílico 95%		⇒ Alcalinidade
Ácido Fosfórico	H ₃ PO ₄	⇒ Nitrito ⇒ OD
Ácido Glutâmico	C ₅ H ₉ NO ₄	⇒ DBO ₅
Ácido Nítrico	HNO ₃	⇒ Fósforo Total
Acido Salicílico	C ₇ H ₆ O ₃	⇒ OD
Ácido Sulfâmico	H ₂ NSO ₃ H	⇒ Nitrato (NO ₃ ⁻) ₍₁₎ ⇒ DQO
Ácido Sulfúrico	H ₂ SO ₄	⇒ Alcalinidade ⇒ Cloreto ⇒ Nitrogênio Amoniacal ⇒ Nitrito ⇒ Nitrogênio Orgânico (Norg) ⇒ Fósforo Total ⇒ OD ⇒ DBO ₅ ⇒ DQO
Amido	(C ₆ H ₁₀ O ₅) _n	⇒ OD
Azida de Sódio	NaN ₃	⇒ OD
Biftalato de Potássio	C ₈ H ₅ KO ₄	⇒ DQO
Carbonato de Sódio	Na ₂ CO ₃	⇒ Alcalinidade
Cloreto Cobaltoso	CoCl ₂ 6H ₂ O	⇒ Cor
Cloreto de Amônia	NH ₄ Cl	⇒ Nitrogênio Amoniacal ⇒ DBO ₅
Cloreto de Cálcio	CaCl ₂	⇒ DBO ₅
Cloreto de Potássio	KCl	⇒ Condutividade
Cloreto de Sódio	NaCl	⇒ Cloreto
Cloreto Férrico	FeCl ₃	⇒ DBO
Clorifórmio	CHCl ₃	⇒ Nitrito ⇒ Nitrato (NO ₃ ⁻) _{(1) (2)}
Cloro-platinado de Potássio	K ₂ PtCl ₆	⇒ Cor
Cromato de Potássio	K ₂ CrO ₄	⇒ Cloreto
Dicromato de Potássio	K ₂ Cr ₂ O ₇	⇒ DQO
Dihidrogenofosfato de Potássico	KH ₂ PO ₄	⇒ DBO

Reagentes	Fórmula química	Parâmetro físico-químico
Etilenodiamina Tetracético	Na ₄ EDTA	⇒ Nitrogênio amoniacal
Fenolftaleína	C ₂₀ H ₁₄ O ₄	⇒ Alcalinidade ⇒ Cloreto ⇒ Fósforo Total
Fluoreto de Potássio	KF	⇒ OD
Formazina		⇒ Turbidez
Fosfato de Potássio	K ₂ HPO ₄	⇒ DBO ₅
Fosfato de Sódio Heptaidratado	Na ₂ HPO ₄ •7H ₂ O	⇒ DBO ₅
Glicose	C ₆ H ₁₂ O ₆	⇒ DBO ₅
Hexametilenotetramina	(CH ₂) ₆ N ₆	⇒ Turbidez
Hidróxido de Alumínio	Al(OH) ₃	⇒ Cloreto, ⇒ Nitrato (NO ₃ ⁻) (2)
Hidróxido de Amônio	NH ₄ OH	⇒ Cloreto
Hidróxido de Sódio	NaOH	⇒ Cor ⇒ Alcalinidade ⇒ Cloreto ⇒ Nitrogênio Amoniacal ⇒ Nitrato (NO ₃ ⁻) (1) (2) ⇒ OD ⇒ DBO ⇒ Nitrogênio Orgânico (Norg)
Iodato de Potássio	KH(IO ₃) ₂	⇒ OD
Iodeto de Potássio	KI	⇒ OD
Iodeto de Sódio	NaI	⇒ OD
Molibdato de Amônio	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ .4 H ₂ O	⇒ Nitrogênio Orgânico (Norg) ⇒ Fósforo Total
N-naftil Etilenodiamina	C ₁₀ H ₇ HNCH ₂ CH ₂ NH ₂ .2 HCl	⇒ Nitrito
N-hexano	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₃ .	⇒ Óleos e Graxas
Nitrato de Potássio	KNO ₃	⇒ Nitrato (NO ₃ ⁻) (1) (2)
Nitrato de Prata	AgNO ₃	⇒ Cloreto
Nitrito de Sódio	NaNO ₂	⇒ Nitrito
Oxalato de Sódio	Na ₂ C ₂ O ₄	⇒ Nitrito
Permanganato de Potássio	KMnO ₄	⇒ Nitrito
Peróxido de Hidrogênio	H ₂ O ₂	⇒ Cloreto
Tartarato de Antimônio e Potássio		⇒ Fósforo Total
Solução de Verde de Bromocresol	C ₂₁ H ₁₄ Br ₄ O ₅ S	⇒ Alcalinidade
Vermelho de Metila	C ₁₅ H ₁₅ N ₃ O ₂	⇒ Alcalinidade
Sulfanilamida	C ₆ H ₈ N ₂ O ₂ S	⇒ Nitrito
Sulfato Amônio de Alumínio	AlNH ₄ (SO ₄) ₂ •12H ₂ O	⇒ Cloreto
Sulfato Ferroso de Amônia	Fe(NH ₄) ₂ (SO ₄) ₂ •6H ₂ O	⇒ Nitrito
Sulfato Manganoso		⇒ OD
Sulfato de Amônio	(NH ₄) ₂ SO ₄	⇒ Nitrato

Reagentes	Fórmula química	Parâmetro físico-químico
Sulfato de Alumínio Octadecahidratado	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$	⇒ Nitrato
Sulfato de Alumínio e Potássio	$AlK(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$	⇒ Nitrato (NO_3^-) ⁽¹⁾ ⇒ Cloreto
Sulfato de Cobre	$CuSO_4$	⇒ Nitrogênio Orgânico (Norg)
Sulfato de Hidrazina	$(NH_2)_2H_2SO_4$	⇒ Turbidez
Sulfato de Magnésio	$MgSO_4$	⇒ DBO
Sulfato de Mercúrio	$HgSO_4$	⇒ DQO
Sulfato do Potássio	K_2SO_4	⇒ Nitrogênio Orgânico (Norg)
Sulfato de Prata	Ag_2SO_4	⇒ Nitrato (NO_3^-) ⁽¹⁾ ⇒ DQO
Sulfito de Sódio	Na_2SO_3	⇒ DBO_5
Sulfocrômica (solução)		⇒ DQO
Tetraborato de Sódio	$Na_2B_4O_7$	⇒ Nitrogênio amoniacal
Tiosulfato Sódio	$Na_2S_2O_3$	⇒ Alcalinidade ⇒ Nitrogenio amoniacal ⇒ OD ⇒ Nitrogênio Orgânico (Norg)
Total de reagentes: 79 reagentes		Total de análises: 16 experimentos

ANEXO A – Registros Fotográficos da Infraestrutura Física e de Logística do COGERE



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

(a) (b) Secretaria de Coordenação (c) (d) Abrigo Externo de Resíduos Químicos (e) Veículo adquirido para o Gerenciamento de Resíduos (f) Abrigo Temporário de Resíduos Biológicos no PHLC (já substituído).

ANEXO C – Tabela de incompatibilidade de substâncias químicas

Substâncias	Incompatíveis com:
Acetileno	Cloro, bromo, flúor, cobre, prata, mercúrio.
Acetonitrila	Ácido sulfúrico, oxidantes fortes (percloratos/nitratos) e redutores (Na e Mg metálicos)
Ácido Acético	Óxido de cromo VI, ácido nítrico, ácido perclórico, perclórico, peróxidos, permanganato, anilina, líquidos e gases combustíveis, etileno glicol, compostos hidroxilicos,
Ácido cianídrico (HCN)	ácido nítrico, álcalis
Ácido crômico e cromo	Ácido acético, naftaleno, glicerina, álcools e líquidos inflamáveis em geral, cânfora, terebintina.
Ácido fosfórico	Bases forte, cloratos, nitratos e carbeto de cálcio
Ácido nítrico	Ácido acético, anilina, Líquidos e gases Combustíveis
Ácido oxálico	Prata, sais de mercúrio
Ácido perclórico	Anidrido acético, álcoois, papel, madeira, clorato de potássio, perclorato de potássio
Ácido sulfúrico	Cloratos, percloratos, permanganatos de potássio (e de lítio e sódio), bases, picratos nitratos, pó metálico, e solvente
Amoníaco	Mercúrio, cloro, hipoclorito de cálcio, iodo, bromo
Amônio nitrato	Ácidos, metais em pó, substâncias orgânicas ou combustíveis finamente divididos
Anilina	Ácido nítrico, peróxido de hidrogênio
Bromo	Hidróxido de amônio, benzeno, benzina de petróleo, propano, butadienos, acetileno, hidrogênio, pós metálicos
Carvão ativo	Hipoclorito de cálcio, oxidantes
Cianetos	Todos os ácidos
Cloratos	Sais de amônio, ácidos, metais em pó, enxofre
Cloro	Hidróxido de amônio, benzeno, benzina de petróleo, propano, butadienos, acetileno, hidrogênio, pós –metálicos
Cobre	Acetileno, peróxido de hidrogênio
Cromo IV óxido	Ácido acético, naftaleno, glicerina, Líquidos Combustíveis
Dicromato de potássio	Alumínio, materias orgânicos inflamáveis, acetona, hidrazina, enxofre e hidroxilamina

Substâncias	Incompatíveis com:
Éter etílico	Ácidos (nitríco, perclórico), peróxido de sódio, cloro, bromo
Etileno glicol	Ácido perclórico, ácido crômico, permanganato de potássio, nitratos, bases fortes, peróxido de sódio
Fósforo	Enxofre, compostos oxidantes (nitratos, permanganatos, cloratos e percloratos)
Formaldeído	Peróxido e oxidantes fortes, bases fortes e ácidos
Hidrocarbonetos (hexano, tolueno, GLP)	Flúor, cloro, bromo, peróxido de sódio, ácido crômico, percloratos e outros oxidantes fortes
Hidrogênio peróxido	Cobre, cromo, ferro, álcoois, acetonas, substâncias combustíveis
Hidróxido de amônio	Ácidos, oxidantes fortes, peróxido, cloro, bromo
Hidróxido de potássio	Ácidos, solventes clorados, anidrido e acetaldeído
Hidróxido de sódio	Ácidos, solventes clorados, oxidantes fortes
Iodeto de potássio	Clorato de potássio, bromo, oxidantes fortes, sais de diazônio
Iodo	Acetileno, hidróxido e hidrogênio
Líquidos inflamáveis (álcoois, cetonas, etc)	Nitrato de amônio, peróxido de hidrogênio, ácido nítrico, peróxido de sódio, halogêneos, flúor, bromo, óxido de cromo (VI)
Mercúrio	Acetileno, amoníaco, ácido fulmínico
Metais alcalinos (Na, K, Li)	Água, tetracloreto de carbono, halogênios
Nitrato de amônio	Ácidos, pós metálicos e pós orgânicos, cloretos, enxofre, hipoclorito e perclorato de sódio, dicromato de potássio
Óxido de cromo (VI)	Ácido acético, glicerina, Líquidos inflamáveis, Naftaleno
Peróxido de hidrogênio	Álcoois, anilina, cloreto estanoso, cobre, cromo, ferro, sais metálicos, nitrometano, Líquidos inflamáveis
Peróxido de sódio	Ácido ou anidrido acético, etanol, metanol, etileno glicol, acetato orgânicos, benzaldeído e furfural
Permanganato de Potássio	Glicerina, etileno glicol, ácido sulfúrico, solventes Orgânicos, benzaldeído
Tetracloreto de carbono	Metais (Al, Be, Mg, Na, K, Zn), hipoclorito de cálcio, álcool alílico, dimetilformamida, água (forma gases tóxicos)

Fonte: UNIFAL-MG (2011)