

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

ESTUDO DOS RESÍDUOS PERIGOSOS DO *CAMPUS* DE
ARARAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
VISANDO A SUA GESTÃO

KARLA CAROLINA SAQUETO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof. Dr. Nemésio Neves Batista Salvador

São Carlos

2010

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

S242er

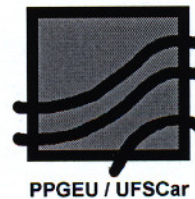
Saqueto, Karla Carolina.

Estudo dos resíduos perigosos do campus de Araras da
Universidade Federal de São Carlos visando a sua gestão /
Karla Carolina Saqueto. -- São Carlos : UFSCar, 2010.
143 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São
Carlos, 2010.

1. Resíduos perigosos. 2. Resíduos sólidos. 3. Gestão de
resíduos. 4. Resíduos gerados em universidades. I. Título.

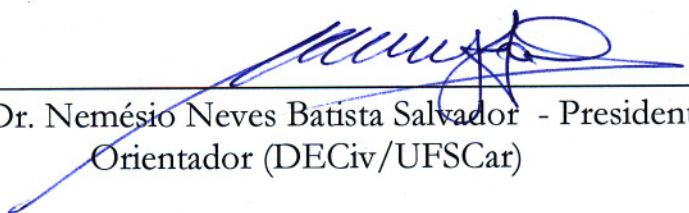
CDD: 628.42 (20ª)



FOLHA DE APROVAÇÃO

KARLA CAROLINA SAQUETO

Dissertação defendida e aprovada em 28/07/2008
pela Comissão Julgadora




Prof. Dr. Nemésio Neves Batista Salvador - Presidente
Orientador (DECiv/UFSCar)



Prof.ª Dr.ª Leny Borghesan Albertini
(LRQ/USP-São Carlos)



Prof. Dr. Jorge Akutsu
(DECiv/UFSCar)



Prof. Dr. Ricardo Siloto da Silva
Presidente da CPGEU

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Dr. Nemésio Neves Batista Salvador pela orientação e a Prof^a. Dr^a. Ana Marta Ribeiro Machado pela co-orientação.

Agradeço, a meu pai José A. Saqueto, a minha mãe Lucia P. S. Saqueto e ao meu irmão Alan E. Saqueto, por todo apoio, incentivo e carinho que recebi ao longo deste trabalho.

Agradeço a todas as pessoas que estiveram envolvidas e que forneceram importantes informações para a execução deste trabalho, incluindo professores, técnicos de laboratório, alunos e em especial a Unidade de Gestão de Resíduos dos *campi* de Araras e São Carlos.

Ao Daniel L. Teodoro por me ajudar incansavelmente durante a redação, pela paciência e carinho em todos os momentos.

Aos meus amigos e a todos meus familiares por acreditarem na minha capacidade de chegar até aqui.

Agradeço a Capes pelo apoio financeiro.

"Só sei que nada sei".

Sócrates

Sumário

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
Lista de Figuras	xi
Lista de Quadros	xiii
Lista de Abreviaturas e Siglas	xv
Capítulo 1	
Introdução	1
Capítulo 2	
Objetivos	5
2.1 Objetivos Específicos	5
Capítulo 3	
Revisão Bibliográfica	7
3.1 Resíduos sólidos.....	7
3.2 Resíduos perigosos	8
3.2.1 Classificação do resíduo perigoso: ativo ou passivo.....	9
3.3 Resíduos nas universidades.....	9
3.3.1 Exemplos de resíduos gerados em universidades.....	2
3.4 Gestão de resíduos perigosos em universidades.....	17
3.4.1 Experiências de gestão de resíduos em universidades.....	19
3.4.2 Início de uma gestão	20
3.4.3 Hierarquia do gerenciamento de resíduos perigosos: etapas de uma gestão.....	22
3.4.3.1 Prevenção	23
3.4.3.2 Minimização	23
3.4.3.3 Segregação	26
3.4.3.4 Tratamento.....	26
3.4.3.5 Disposição	30
3.4.4 Rotulagem.....	30
3.4.5 Armazenamento: infra-estrutura	33
3.4.5.1 Acondicionamento: recipientes adequados para armazenamento de produtos químicos.....	34
3.4.6 Alguns aspectos para gestão de resíduos específicos	36
Capítulo 4	
Metodologia	41
4.1 Local de estudo	41
4.2 Identificação dos laboratórios e demais geradores de resíduos.....	42
4.3 Levantamento bibliográfico.....	43
4.4 Inventário dos geradores de resíduos.....	43
4.5 Localização dos geradores de resíduos químicos perigosos no campus de Araras ...	45

4.6 Sistematização e análise dos dados.....	45
---	----

Capítulo 5

Resultados e Discussão	47
5.1 Inventário junto aos geradores de resíduos	47
5.1.1 Características quantitativas e qualitativas dos resíduos	47
5.1.2 Sistematização dos dados	66
5.1.3 Localização dos geradores de resíduos químicos perigosos no <i>campus</i> de Araras	80
5.2 Proposta para o gerenciamento dos resíduos do <i>campus</i> de Araras	83
5.2.1 Primeiro nível da gestão	84
5.2.2 Segundo nível da gestão	85
5.2.3 Propostas de tratamento e destinação para os resíduos gerados.....	87
5.2.3.1 Lagem.....	88
5.2.3.2 Labmac.....	94
5.2.3.3 Lamam	96
5.2.3.4 Laboratório de Fisiologia Vegetal e Cultura de Tecidos.....	99
5.2.3.5 Laboratório de Análise e Simulação Tecnológica.....	99
5.2.3.6 Getap.....	101
5.2.3.7 Lagem.....	101
5.2.3.8 Labmac.....	104
5.2.3.9 Lamam	104
5.2.3.10 Laboratório de Entomologia	104
5.2.3.11 Lanem	105
5.2.3.12 Laboratório de Plantas Daninhas.....	106
5.2.3.13 Laboratório de Química Analítica Experimental I	106

Capítulo 6

Conclusões e Recomendações	109
Referências Bibliográficas	111
ANEXO A - Universidades com algum tipo de gerenciamento de resíduos	120
ANEXO B - Incompatibilidade de substâncias de acordo com a NBR 12235/1992.....	121
ANEXO C - Exemplos de Segregação	123
ANEXO D - Faixas de pH para precipitação de metais	125
ANEXO E - Resíduos que podem ser descartados em esgoto comum	126
ANEXO F - QUESTIONÁRIO 1.....	130
ANEXO G - QUESTIONÁRIO 2.....	132
ANEXO H - QUESTIONÁRIO 3.....	134
ANEXO I - Sites para consulta dos números para preenchimento do Diagrama de Hommel /Como numerar	135
ANEXO J - Site para consulta dos números referentes à toxicidade ao homem e periculosidade ambiental	136
ANEXO K - Ficha de caracterização do resíduo	137
ANEXO L - Limite de lançamento para efluentes	138
ANEXO M - Legislação brasileira relacionada a pesquisa.....	139

RESUMO

Para que o gerenciamento dos resíduos perigosos seja realizado de maneira ambientalmente correta, medidas técnicas e administrativas devem ser implementadas, envolvendo desde a prevenção e o controle efetivo da geração dos resíduos até a sua disposição final.

Considerando a importância e a complexidade de uma gestão de resíduos em uma universidade, este trabalho teve como objetivo diagnosticar e analisar as questões relacionadas aos resíduos perigosos gerados no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos no *Campus* de Araras, a fim de propor a gestão destes resíduos, com o intuito de promover a redução e/ou eliminação do impacto ambiental causado pelo descarte inadequado dos mesmos, baseando-se nas necessidades e especificidades do referido *campus* e em experiências existentes na literatura correlata.

Para isto foram abordados alguns importantes conceitos a respeito da temática dos resíduos em universidades, assim como as principais etapas da gestão de resíduos perigosos nessas instituições. Com o intuito de determinar as especificidades do *campus* de Araras foi realizado o diagnóstico e a caracterização dos resíduos perigosos por meio de entrevista semi-estruturada com os responsáveis pelos setores geradores de resíduos.

Devido à diversidade de laboratórios são gerados 116 itens de resíduos, estes podem ser divididos em categorias e apresentar diferentes graus de risco. Entretanto, no *campus* de Araras são armazenados, pouco mais que a metade (54,4%) dos resíduos considerados perigosos, sendo o restante descartado de forma inadequada. Com relação ao tratamento dos resíduos, os dados revelam uma situação mais preocupante, pois apenas 8,5 litros por mês de resíduos passam por algum tratamento, ou seja, não chega a ser 2% do total de 478 litros.

Sendo assim, é factível concluir que a realidade encontrada pode ser alterada de maneira positiva levando o *campus* a um controle adequado sobre seus resíduos gerados. Entretanto é necessário que se crie um hábito de reciclar idéias e informações capazes de se adequarem as circunstâncias tão complexas e mutáveis apresentadas em uma universidade.

Palavras-chave: Gestão de resíduos, resíduos perigosos, resíduos em universidades.

ABSTRACT

For that management of the hazardous wastes be held of correct environmental way, technical and administrative arrangements should be implemented, involving the prevention and effective control of generation until its final disposition.

Considering the importance and complexity of the wastes management at universities, the objective of this work is to make a diagnosis and analysis of the questions involving dangerous wastes generated by the Centre for Agrarian Sciences - UFSCar campus from Araras city, in order to propose management of these wastes, with the aim of promoting reduction and/or elimination of the environment impact caused by improper discard, based on necessities and particularities of UFSCar campus and literature related.

Were discussed some important concepts about thematic of wastes in the university, as well as the best ways of management of hazardous wastes in theses institutions. Aiming to set particularities of the campus from Araras city was accomplished the diagnose and characterization of the dangerous wastes by applying a semi-structured interview with the manager staff of the wastes sectors.

Due the diversity of labs, 116 different items of wastes are generated, these wastes can be separated in categories and they present different degree of risk. However, in the campus from Araras city are stored more than a half (54,4%) of these wastes, considered dangerous, the remainder part of it, is discard of wrong way. The data about waste treatment, show that just 8,5 liters per month of wastes perform some treatment, ie, less than 2% of the total generated.

Fortunately, it is feasible that this reality can be changed leading the college to a correct control of their wastes. However it is necessary to create a recycling conscience and informations, that are able to change the complex circumstances present in the university.

Keywords: hazardous waste, waste management, university waste.


Lista de Figuras

Figura 3.1. Fontes de resíduos gerados em universidades (SOUZA, K., 2005)	10
Figura 3.2. Fluxograma básico para implantação do Plano de Gestão Integrado de Resíduos Químicos (PGIRQ) em Instituições de Ensino Superior (GILONI-LIMA; LIMA, 2008).....	21
Figura 3.3. Destinação dos reagentes vencidos (IMBROISI <i>et al.</i> , 2006)	127
Figura 3.4. Diagrama de Hommel (MACHADO; SALVADOR, 2005).....	1272
Figura 3.5. Etiqueta utilizada pela UGR (MACHADO; SALVADOR, 2005)	33
Figura 3.6. Tipos de recipientes usados para armazenar resíduos (IMBROISI <i>et al.</i> , 2006)	36127
Figura 4.1. Imagem aérea da UFSCar <i>campus</i> de Araras (UFSCar, 2010).....	127
Figura 5.1. Tipos de resíduos diagnosticados no <i>campus</i> de Araras.....	66
Figura 5.2. Embalagem de herbicida (Setor Agrícola)	67
Figura 5.3. Resíduos perfurocortantes (Getap).....	67
Figura 5.4. Características dos resíduos químicos gerados em porcentagem	68
Figura 5.5. Hierarquia da geração ao tratamento em litros por mês.....	71
Figura 5.6. Porcentagens dos resíduos perigosos que são armazenados e que são tratados.....	72
Figura 5.7. Resposta dos geradores em relação ao armazenamento correto dos resíduos perigosos	72
Figura 5.8. Resíduos estocados no LAGEM.....	73
Figura 5.9. Resíduos estocados no LABMAC	73
Figura 5.10. Resíduos estocados no LAMAM.....	73
Figura 5.11. Resíduos estocados no LAMAM.....	74
Figura 5.12. Resíduos estocados no LAMAM.....	74
Figura 5.13. Resíduos estocados no LAMAM.....	75
Figura 5.14. Resíduos estocados no LAGEM	75
Figura 5.15. Porcentagem dos geradores que armazenam os resíduos	76
Figura 5.16. Porcentagem quanto à existência de resíduos estocados.....	76
Figura 5.17. Características do passivo de resíduos	77
Figura 5.18. Rotulagem feita no LAGEM.....	77
Figura 5.19. Rótulo impresso utilizado pelo LABMAC	78
Figura 5.20. Porcentagem dos tipos de minimização aplicados pelos geradores.....	78
Figura 5.21. Destino dos resíduos gerados.....	79
Figura 5.21. Categoria dos resíduos gerados nas aulas práticas e na pesquisa	79
Figura 5.23. Mapa do <i>campus</i> de Araras.....	80
Figura 5.24. Localização dos geradores de resíduos químicos perigosos no Mapa do <i>campus</i> de Araras, bloco A.....	81
Figura 5.25. Localização dos geradores de resíduos químicos perigosos localizados no Mapa do <i>campus</i> de Araras, bloco B	82
Figura 5.26. Fluxograma de pré-gestão: Os primeiros passos antes de se iniciar o gerenciamento	83
Figura 5.27. Fluxograma de gestão proposto.....	84

Lista de Quadros

Quadro 3.1. . Classificação toxicológica dos agrotóxicos (Portaria nº 03, 1992).	127
Quadro 5.1. Resíduos gerados no Laboratório Lagem, sua quantidade, frequência, situação, ações e números para preenchimento do diagrama de Hommel.....	49
Quadro 5.2. Resíduos gerados no Labmac, sua quantidade, frequência, situação, ações e números para preenchimento do diagrama de Hommel.....	1271
Quadro 5.3. Resíduos gerados no Lamam, sua quantidade, frequência, situação, ações e números para preenchimento do diagrama de Hommel.....	1332
Quadro 5.4. Resíduos gerados no Laboratório de Fisiologia Vegetal, sua quantidade, frequência, situação, ações.....	54
Quadro 5.5. Resíduos gerados no Laboratório de Análise e Simulação Tecnológica, sua quantidade, frequência, situação, ações e números para preenchimento do diagrama de Hommel.....	1334
Quadro 5.6. Resíduos gerados no Getap, sua quantidade, frequência, situação, ações.....	1336
Quadro 5.7. Resíduos gerados no Laboratório de Solos, sua quantidade, frequência, situação, ações e números para preenchimento do diagrama de Hommel.....	77
Quadro 5.8. Resíduos gerados na Seção Agrícola, sua quantidade, frequência, situação, ações e a classificação toxicológica humana e ambiental dos produtos.....	1318
Quadro 5.9. Resíduos gerados pelo Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar, sua quantidade, frequência, situação e ações	59
Quadro 5.10. Resíduos gerados no Laboratório de Entomologia, sua quantidade, frequência, situação, ações e números para preenchimento do diagrama de Hommel.....	60
Quadro 5.11. Resíduos gerados no Lanem, sua quantidade, frequência, situação, ações e números para preenchimento do diagrama de Hommel:.....	61
Quadro 5.12. Resíduos gerados no Laboratório de Plantas Daninhas, sua quantidade, frequência, situação, ações e a classificação toxicológica humana e ambiental dos produtos.....	62
Quadro 5.13. Resíduos gerados no Laboratório de Química Analítica Experimental I, sua quantidade, frequência, situação, ações e números para preenchimento do diagrama de Hommel.....	65
Quadro 5.14. Resíduos considerados perigosos pela ABNT NBR 10004:2004, Anexos nos quais se enquadram e o local de sua respectiva geração.....	68
Quadro 5.15. Total de resíduos perigosos gerados no <i>campus</i> de Araras	69
Quadro 5.16. Classificação dos resíduos químicos perigosos segundo volume e porcentagem gerados.....	70

Lista de Abreviaturas e Siglas

 : Evite o uso de água



: Radioativo

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACID: Ácido Forte

ALK: Alcalino Forte

COR: Corrosivo

OXI: Oxidante

NOC: Nocivo

TOX: Tóxico

ANVISA: Agência de Vigilância Sanitária

CADRI: Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental

CBS: Comissão de Biossegurança em Saúde

CCA: Centro de Ciências Agrárias

CCI: Comissão de controle de infecção

CEFETEQ-RJ: Centro Federal de Educação Tecnológica de Química do Rio de Janeiro

CENA: Centro de Energia Nuclear na Agricultura

Cenpes: Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello

CETESB: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CNEM: Comissão Nacional de Energia Nuclear

CONAMA: Conselho Nacional de Meio Ambiente

CSEA: Comissão de. Segurança e Ética Ambiental

DDT: Dicloro-Difenil-Tricloroetano

DL₅₀: Dose Média Letal

DPPEA: Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance

DQO: Demanda Química de Oxigênio

EA: Educação Ambiental

ENSEQUI: Encontros Nacionais de Segurança em Química

EPA: Environmental Protection Agency

FEEMA: Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente

FISPO: Ficha De Informações De Segurança De Produtos Químicos

Getap: Grupo de Estudos e Trabalhos Agropecuários

GIRQ: Gerenciamento Integrado de Resíduos Químicos
IBAMA: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
IC: Iniciação Científica
IES: Instituições de Ensino Superior
IFE: Instituição de Ensino Superior
IQ: Instituto de Química
IQSC: Instituto de Química de São Carlos
LABMAC: Laboratório de Microbiologia Aplicada e Controle
LAGEM: Laboratório de Genética Molecular
LAMAM: Laboratório de Microbiologia Agrícola e Molecular
LANEM: Laboratório de Análises Nematológicas
Last: Laboratório de Análise e Simulação Tecnológica
LE: Laboratório de Entomologia
LFVCT: Laboratório de Fisiologia Vegetal e Cultura de Tecidos
LPD: Laboratório de Plantas Daninhas
LQAE: Laboratório de Química Analítica Experimental I
LRQ: Laboratório de Resíduos Químicos
LTR: Laboratório de Tratamento de Resíduos
MSDS: Material Safety Data Sheets
NBR: Norma Brasileira
NFPA: National Fire Protection Association
NR 01/UGR: Normas de procedimentos para segregação, identificação, acondicionamento e coleta de resíduos químicos
NRC: National Research Council
PEA: Programa de Educação Ambiental
PGIRQ: Plano de Gestão Integrado de Resíduos Químicos
PMGCA: Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar
PUC-RJ: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
RCRA: Resource Conservation and Recovery Act
RDC: Resolução da Diretoria Colegiada
RRS: Resíduos Recicláveis Sólidos
RRU: Resíduos Recicláveis Úmidos
RS: Resíduos Sólidos
RSU: resíduo sólido urbano

SBO: Sociedade Brasileira de Química
SeAgri: Seção Agrícola
Solos: Laboratório de Fertilidade do Solo
TCC's: Trabalhos de Conclusão de Curso
UCB: Universidade Católica de Brasília
UFBA: Universidade Federal da Bahia
UFF: Universidade Federal Fluminense
UFPR: Universidade Federal do Paraná
UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSCar: Universidade Federal de São Carlos
UGR: Unidade de Gestão de Resíduos
UnB: Universidade de Brasília
UNESP: Universidade Estadual de São Paulo
UNICAMP: Universidade Estadual de Campinas
US EPA: United States Environmental Protection Agency
USP: Universidade de São Paulo
UV: Radiação ultravioleta
WHO: World Health Organization

CAPÍTULO
1

Introdução

"Quando agredida, a natureza não se defende. Apenas se vinga."

Albert Einstein

A questão ambiental de resíduos sólidos (RS) emergiu com a industrialização, no Brasil, o advento do processo industrial deu-se na década de 40 e a falta de conscientização e de planejamento para o gerenciamento de resíduos, em todas as suas etapas, tem trazido enormes problemas de saneamento ambiental que devem ser enfrentados. Para que o gerenciamento dos resíduos perigosos seja realizado de maneira ambientalmente correta, medidas técnicas e administrativas devem ser implementadas, desde a prevenção e o controle efetivo da geração do resíduo até a sua disposição final (SILVA, 2006).

Como consequência, tem sido adotado um conjunto de atividades administrativas, técnicas e operacionais, quanto ao manuseio, tratamento, condicionamento, transporte, armazenamento e disposição dos RS, visando a segurança ambiental, proteção da saúde humana e minimização dos volumes gerados e dos custos decorrentes desta geração (SILVA, 2006).

Uma das principais dificuldades para a gestão do RS advém do seu caráter multidisciplinar, demandando conhecimentos, experiências e tecnologias em áreas tão diversas quanto planejamento, qualidade, técnicas analíticas, radioproteção, física nuclear, análise de risco e química, além de inúmeros ramos da engenharia, tais como processo, segurança, transporte, ambiental, química e nuclear, apenas para citar alguns (SILVA, 2006).

No decorrer do tempo, com o aumento das exigências do mercado e da comunidade para que as indústrias tenham comportamentos transparentes em relação às questões ambientais, as universidades passaram a ser solicitadas para o desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao tratamento de resíduos industriais, a descontaminação de solos e águas subterrâneas e a redução

de emissões atmosféricas. Porém, ao conduzir atividades de pesquisas, ensino e extensão, as instituições também se tornam potencialmente poluidoras (JARDIM, 1998).

Isto pode ser visto ao analisar que todo experimento de laboratório emprega reagentes químicos e gera algum tipo de resíduo. Como consequência, tais efluentes podem possuir características bastante agressivas, como pH extremamente ácido ou alcalino, altos valores de Demanda Química de Oxigênio (DQO), metais tóxicos, sulfetos, solventes e etc.

Alguns autores (LEITE, 1995; YONG; MOHAMED; WARKENTIN, 1992) citam que os metais tóxicos que têm recebido maior atenção, devido ao acúmulo nos solos, assimilação pelas plantas, contaminação e poluição da água subsuperficial, são o chumbo, o cádmio, o cobre, o zinco, o níquel, o cromo e o mercúrio. A concentração desses metais, em conjunto, varia de 0-100 mg/L nos resíduos sólidos municipais, e de 100-10.000 mg/L na água de esgoto, em resíduos de mineração e em vários resíduos industriais.

Segundo Yarlagadda *et al.* (1995), as categorias de contaminantes normalmente encontrados no meio ambiente são os orgânicos voláteis, os orgânicos hidrofílicos e hidrofóbicos, metais tóxicos e materiais radioativos. Tais autores destacam ainda que em 1991, de um total de 498 locais contaminados, 330 tinham metais tóxicos como principal contaminante e que os mais frequentemente encontrados foram o chumbo, o cádmio, o cobre, arsênio, o cromo e o mercúrio.

Alguns metais tóxicos quando absorvidos pelo ser humano se depositam no tecido ósseo e gorduroso e deslocam minerais nobres dos ossos e músculos para a circulação. O consumo habitual de água e alimentos - como peixes de água doce ou do mar - contaminados com metais tóxicos coloca em risco a saúde (BOSCO; JIMENEZ; CARVALHO, 2004).

Sabe-se que as indústrias são as maiores responsáveis pela geração de resíduos perigosos e o grande alvo de cobrança e fiscalização pela sociedade e pelos órgãos competentes. Tem-se que cerca de 70.000 produtos químicos são produzidos nos dias de hoje, dos quais mais de 3.300 são defensivos agrícolas e aproximadamente 400 aditivos alimentares, e com o processo herdamos o resíduo químico constituído de aproximadamente 10.000 produtos tóxicos (TAVARES *et al.*, 2002).

No entanto, é importante salientar que as indústrias não são as únicas responsáveis pelo quadro atual de contaminação do ambiente por substâncias tóxicas. As universidades, escolas e institutos de pesquisa, respondem por aproximadamente 1 % da produção de resíduos, em países desenvolvidos como os Estados Unidos (ASHBROOK; REILHARDT, 1985). Mesmo sendo uma pequena parcela é significativa ao lembrar que as mesmas exercem papel significativo quando avaliam os impactos ambientais provocados por outras unidades geradoras de resíduos.

Portanto, é necessário que tratem adequadamente seus resíduos, a fim de não verem mitigada sua credibilidade perante a sociedade e os órgãos públicos competentes, surge desta realidade uma preocupação com o destino dado aos efluentes gerados nos laboratórios das universidades, já que as mesmas devem ser exemplos de combate à poluição e de incentivo ao controle ambiental (ALVES, 2002; BENATTI; TAVARES; TONIOLO, 2004).

Esta postura mais crítica da universidade como referência social em questões ambientais, tais como as de resíduos há muito estão em pauta e podem-se destacar dois momentos que mostram qual a postura que se espera da universidade. Primeiro descrito por OTERO (2008):

A inserção da Universidade no rol de agentes responsáveis pela promoção de um desenvolvimento socioambiental equilibrado, passa a ficar mais claro na década de 70, por meio de documentos e tratados internacionais. Como consequência da oficialização do compromisso com o meio ambiente, as IES passaram a inserir a temática em grades curriculares, a direcionar recursos financeiros para pesquisas que visam o desenvolvimento de tecnologias ambientais e a regular suas operações físicas nos campi universitários, adequando-os a normas internacionais de qualidade ambiental.

Gerando nas Instituições de Ensino Superior (IES) uma nova postura, já que passaram a ser observadas não só como fonte unicamente produtora de conhecimento ou formadora de profissionais que integrarão a sociedade. E sim como as melhores candidatas a prover e desenvolver exemplos modelares ambientalmente sustentáveis e práticos, esperando-se que seja, posteriormente, adaptados e aplicados no contexto dos setores público, privado e para a sociedade como um todo.

O segundo momento começou no fim da década de 80 e início da década de 90, a partir das experiências com coleta seletiva, seguida pelo gerenciamento dos resíduos químicos, dos resíduos de serviços de saúde e dos resíduos radioativos (ARAÚJO, 2004).

Em continuidade a esse movimento e acompanhando as tendências mundiais na busca da sustentabilidade ambiental e no intuito de cumprir a legislação vigente, as universidades brasileiras vêm desenvolvendo, pouco a pouco, programas próprios de gerenciamento de resíduos. Apesar disso, o gerenciamento de resíduos nas universidades ainda é um assunto pouco estudado no Brasil e na América Latina.

Diante desta realidade é imprescindível uma gestão de resíduos no *campus* Araras, visto sua importância para sociedade acadêmica e seu potencial em pesquisa para que se torne um Centro de pesquisa sustentável, que desenvolva no aluno uma consciência ética com relação ao uso e descarte de produtos perigosos, formando multiplicadores da hierarquia de resíduos, permitindo que o profissional egresso, independente da sua formação adquira uma consciência ética com relação ao uso e descarte de resíduos perigosos e seus efeitos aos seres humanos e ao meio ambiente.

CAPÍTULO
2

Objetivos

“Ser contra um movimento é ainda fazer parte dele.”

Pablo Picasso

Esta pesquisa tem por objetivo estudar a gestão de resíduos perigosos em universidades, tendo por base os procedimentos existentes na literatura adequando-os à realidade do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos no *campus* de Araras, a fim de propor um sistema de gestão eficiente em promover a redução e/ou eliminação do impacto ambiental causado pelo descarte inadequado dos resíduos.

2.1 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral deste projeto foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- Diagnosticar a situação, levantando junto aos geradores, informações sobre geração, armazenamento e destinação de resíduos nas diferentes unidades (laboratórios de ensino e pesquisa e em aulas práticas);
- Caracterizar/sistematizar/classificar os resíduos gerados e o passivo de resíduos potencialmente perigosos;
- Pesquisar/estudar os procedimentos existentes com sua sistematização e determinação daqueles a serem aplicados para a prevenção, minimização, segregação, tratamento e disposição final dos resíduos do *Campus* de Araras.



Revisão Bibliográfica

“Compreender que há outros pontos de vista é o início da sabedoria.”

Campbell

Neste capítulo são abordados alguns importantes conceitos da temática dos resíduos em universidades. Em particular é dada atenção aos resíduos perigosos para os quais são propostas etapas de gestão.

3.1 Resíduos sólidos

Resíduo é qualquer material que sobra de uma ação ou processo produtivo, considerado inútil por quem o descarta. A característica inservível de um resíduo é relativa, podendo um resíduo de determinado processo tornar-se matéria-prima para um novo processo. Muitas vezes resíduos são descartados e acumulados no meio ambiente causando não somente problemas de poluição, como também caracterizando um desperdício de matéria-prima (SILVA, 2006).

Neste trabalho serão usados os termos resíduo e resíduo sólido como equivalentes, sendo assim, está apresentada a seguir a definição de resíduo sólido pela NBR 10004 “Resíduos Sólidos – classificação” que é geral e suficiente, servindo perfeitamente para as pretensões deste trabalho.

Aqueles resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade 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 técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

3.2 Resíduos perigosos

Encontra-se na literatura diversas definições para resíduos perigosos entre elas estão a de Manahan (2000), que define resíduo perigoso como um material que pode colocar em perigo a vida de organismos vivos e também danificar estruturas físicas presentes no ambiente, por meio de reações de explosão, incêndio, corrosão, ou de toxicidade aos organismos ou outros efeitos deletérios.

De acordo com Baird (2002), os resíduos perigosos são “substâncias que foram descartadas ou designadas como resíduos e que em essência, representam um risco”.

Segundo Wentz (1995) nos Estados Unidos, resíduos perigosos têm sido definidos pela legislação Resource Conservation and Recovery Act (RCRA) como “um resíduo sólido, ou uma combinação de resíduos sólidos, que por causa da sua quantidade, concentração, ou características físicas, químicas, ou infecto contagiosas podem causar, ou contribuir significativamente para o aumento da mortalidade e de doenças severas irreversíveis ou incapacitando a reversão de doenças, ou se mal geridos em seu armazenamento, transporte ou disposição podem apresentar um potencial perigo à saúde humana ou ao meio ambiente.” A definição se refere aos sólidos, mas deve ser interpretada incluindo semi-sólidos, líquidos, e gases em contêiner.

No Brasil, pela NBR 10004 (ABNT, 2004) um resíduo é considerado perigoso quando possui propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, que apresentam risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices e/ou riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.

Fundamentalmente as características que indicam se um resíduo é perigoso são: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. E de acordo com sua periculosidade os resíduos sólidos podem ser enquadrados como (ABNT, 2004):

- Classe I – Resíduos Perigosos

São aqueles que apresentam periculosidade, conforme definido anteriormente.

- Classe II A – Não-inertes

São aqueles que não se enquadram na classe I. Os resíduos classe II podem ter as seguintes propriedades: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.

- Classe II B- Inertes

Quaisquer resíduos que, quando amostrados de forma representativa e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, a temperatura ambiente, conforme teste de solubilização, não têm nenhum de seus constituintes solubilizados a

concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor.

3.2.1 Classificação do resíduo: ativo ou passivo

O resíduo ativo é produto das atividades rotineiras dentro da unidade geradora, esses resíduos na maioria dos casos são estocados de forma inadequada e ficam aguardando destinação final, assim, passam a ser chamados de passivo. Infelizmente, a cultura ainda dominante é de descartá-los na pia do laboratório, já que a maioria das instituições públicas brasileiras de ensino e pesquisa não tem uma política institucional clara que permita um tratamento global do problema (GERBASE *et al.*, 2005).

Segundo Jardim (1998) resíduo passivo compreende todo aquele resíduo estocado, muitas vezes não caracterizado, aguardando destinação final. Ressaltou ainda que, no entanto, a maioria das universidades não destinava o passivo, o que facilitava o estabelecimento de um programa de gerenciamento, mas, por outro lado, mostrava o descuido com que o assunto era tratado. Mesmo nos dias atuais são poucas as instituições que mencionam a existência do passivo, que gerenciam resíduos descaracterizados, e que possuem um depósito adequado para o seu armazenamento. São exemplos: UFSCar, IQSC/USP e CENA/USP (ALBERGUINI *et al.*, 2003; TAVARES, 2004).

3.3 Resíduos nas universidades

Assim como as comunidades que os geram, os resíduos podem variar em função dos aspectos econômicos, sociais, culturais, geográficos e climáticos, em suas características qualitativas e quantitativas. Em relação aos aspectos biológicos, os resíduos orgânicos vão variar quanto aos seus decompositores (fungos e bactérias aeróbicas e/ou anaeróbicas) que dependem diretamente das condições ambientes (ZANTA; FERREIRA, 2004).

Segundo Souza K. (2005) as principais fontes de resíduos são: domicílios; construção civil e demolição; limpeza pública e varrição; indústria e comércio e serviços sendo que este último pode ser serviços de saúde, terminais de transporte e universidades.

Ainda na perspectiva de Souza K. (2005) "As universidades têm uma estrutura física e funcionamento similar ao de uma pequena cidade onde os departamentos dotados de laboratórios experimentais podem ser comparados às indústrias do meio urbano".

Entretanto, os resíduos gerados em universidades diferenciam-se daqueles gerados em unidades industriais por apresentarem baixo volume, mas grande diversidade de composições, o que dificulta a tarefa de estabelecer um tratamento químico e/ou uma disposição final padrão para todos (GERBASE *et al.*, 2005).

A geração de resíduos em universidade apresenta grande diversidade variando de resíduos comuns a resíduos específicos que podem ser perigosos. Souza K. (2005) exemplifica melhor as possibilidades de resíduos gerados em universidades e enfatiza os resíduos de laboratórios químicos, pois são os seus resíduos de interesse, em Figura 3.1, e detalha cada fonte de resíduo:

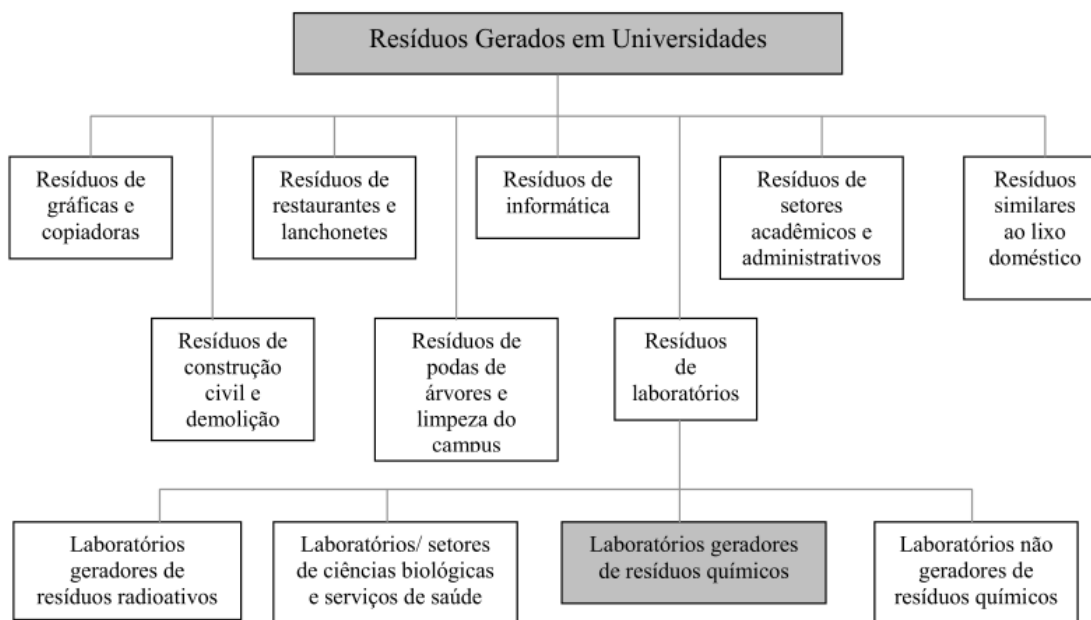


Figura 3.1. Fontes de resíduos gerados em universidades (SOUZA, K. 2005).

- Os resíduos de gráficas e copiadoras são compostos basicamente por papel, restos de tintas de impressão e restos de equipamentos de impressão e/ou copiadoras desativadas.
- Os resíduos de restaurantes e lanchonetes são basicamente compostos por matéria orgânica putrescível (restos de alimentos) e papéis plásticos de embalagens.
- Os resíduos de informática são compostos por cartuchos de tintas de impressoras desativados e partes de microcomputadores não utilizados. Estes resíduos geralmente são depositados no sistema de coleta de resíduos similares aos domiciliares ou em salas e compartimentos de despejo.
- Os resíduos de setores acadêmicos e administrativos dentro da universidade são resíduos gerados em salas de aula, secretarias, gabinetes, biblioteca, ateliês, etc. São compostos

basicamente por papéis, restos de cartuchos de impressão, plásticos e demais materiais de escritório.

- Os resíduos similares aos resíduos domésticos são os resíduos gerados na universidade toda que geralmente são despejados em lixeiras espalhadas pelo *campus* ou em lixeiras dentro das edificações. Estes resíduos são compostos por resíduos orgânicos (restos de comidas, papéis, plásticos, etc.) e por alguns materiais inertes como vidro e metais.
- Os resíduos de construção civil e demolições dentro da universidade são os mesmos que os resíduos de construção e demolição urbanos.
- Os resíduos de limpeza do *campus* e podas de árvores são os mesmos que os resíduos de limpeza pública e podas de árvores dentro dos resíduos urbanos.
- Resíduos de laboratórios podem ter origem em laboratórios de ciências biológicas e da saúde, laboratórios geradores de resíduos químicos e laboratórios não geradores de resíduos químicos como laboratórios de mecânica dos solos, pavimentação, cerâmicos, polímeros, metais, etc.
- Resíduos radioativos são resíduos provenientes da utilização de radioisótopos, que geralmente se encontram em setores e laboratórios de biologia e saúde, laboratórios químicos e outros.

Tendo clara a diversidade dos resíduos gerados em universidades é fundamental o conhecimento das características químicas já que elas possibilitam a seleção de processos de tratamento e técnicas de disposição final. Algumas das características básicas de interesse são: poder calorífico, pH, composição química (nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e carbono) e relação teor de carbono/nitrogênio, sólidos totais fixos, sólidos voláteis e teor de umidade. Por outro lado, no que se refere ao planejamento e dimensionamento de todas as etapas do gerenciamento, também é útil conhecer a densidade aparente dos resíduos, isto é, a relação entre massa e volume, como também sua compressibilidade, proporção de redução em volume dos resíduos sólidos (ZANTA; FERREIRA, 2004).

Em uma universidade os resíduos podem ser divididos também pelos seus diferentes graus de riscos. Em geral, os resíduos que apresentam maior risco são gerados nos laboratórios, em ensino, pesquisa e/ou extensão.

Um mesmo laboratório pode abranger atividades de ensino pesquisa e/ou extensão, mas cada setor desses pode gerar resíduos específicos. Uma pesquisa geralmente tem sua duração definida, como uma pesquisa de mestrado ou doutorado. Em um laboratório varias pesquisas ocorrem ao mesmo tempo e os resíduos gerados nessa prática podem não ser conhecidos, pois a natureza dos reagentes pode ser desconhecida. Ou seja, os resíduos gerados pela pesquisa são de

elevada complexidade, dada a diversidade de resíduos produzidos pela pesquisa, visto que a dinamicidade é uma característica intrínseca a processos de inovação e difusão tecnológicos. Em contraposição, os resíduos laboratoriais de ensino podem ser facilmente caracterizados, têm uma frequência de geração definida e constante.

Nas universidades existem laboratórios de Genética Molecular, Horticultura, Cultura de Tecidos, anatomia, Química Analítica, Química de Solos e Planta entre muitos outros. E cada um pode gerar resíduos que se enquadram em diferentes categorias: químicos, biológicos, de saúde e ou radioativos, como também podem gerar apenas resíduos considerados “Comuns” (Resíduos Recicláveis Sólidos (RRS) e/ou Resíduos Recicláveis Úmidos (RRU)).

3.3.1 Exemplos de resíduos gerados em universidades

Nas universidades existem laboratórios de Genética Molecular, Horticultura, Cultura de Tecidos, anatomia, Química Analítica, Química de Solos e Planta entre muitos outros. E cada um pode gerar resíduos que se enquadram em diferentes categorias: químicos, biológicos, de saúde e ou radioativos, como também podem gerar apenas resíduos considerados “Comuns” (Resíduos Recicláveis Sólidos (RRS), Resíduos Recicláveis Úmidos (RRU)).

A. Resíduos químicos

Gerados em grande parte dos laboratórios do *campus* de Araras se destacam por apresentarem grau elevado de periculosidade, entre eles estão principalmente: ácidos, bases, metais tóxicos, compostos orgânicos halogenados e compostos orgânicos não halogenados. Partindo do pressuposto que é inevitável a geração destes resíduos o CONAMA desenvolveu a Resolução 357 com o intuito de estabelecer normas que minimizem os possíveis riscos vinculados a estes resíduos. Esta norma estabelece as concentrações máximas para muitos dos resíduos, assim como determina que o pH deve estar entre 5 e 9, para poder ser descartado sem prévio tratamento (Anexo L).

Pela NBR 10004 (ABNT, 2004) as características químicas que conferem risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente são inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. A seguir são apresentados exemplos de resíduos com essas características com base no Programa denominado Plano de Higiene Química de Laboratório (UNIVERSITY OF VIRGINIA, 2008):

- ✓ Resíduo inflamável: acetona, éter etílico, sódio, hidrogênio, lítio, acetileno, álcool etílico e potássio.

- ✓ Resíduo corrosivo: ácido sulfúrico, ácido clorídrico, ácido nítrico, hidróxido de amônio, hidróxido de sódio e trióxido de cromo.
- ✓ Resíduo reativo: No que diz respeito ao resíduo reativos, estes foram subdivididos em três categorias: explosivos, oxidantes e peróxidos.
 - Explosivas: acetileno, azida, hidrogênio, compostos contendo nitrogênio, amônia, halogênios, oxigênio e percloratos.
 - Oxidantes: peróxidos, hiperperóxidos e peroxiesteres.
 - Os peróxidos são substâncias que podem reagir com o oxigênio atmosférico formando peróxidos instáveis. Como exemplos são citadas as seguintes substâncias orgânicas que podem formar peróxidos: ciclohexano, tetrahidrofurano, éter etílico e éter isopropílico.
- ✓ Resíduo tóxico: Em relação ao resíduo tóxico no plano não consta nenhuma recomendação de manejo e armazenamento, somente definições e explicações de como este atuam no meio biótico.

B. Resíduos agrários

Neste grupo de resíduos são incluídos os de atividades do chamado setor primário da economia (agricultura, pecuária, pesca, caça e silvicultura) e aqueles produzidos pela indústria alimentar, de matadouros e laticínios (CIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL MEDIO AMBIENTE, 2009).

Grande parte deste tipo de resíduo é classificado como orgânico: ramos, palha, restos vegetais e animais, e assim por diante. Muitos deles permanecem no campo e não podem ser considerados resíduos, uma vez que contribuem de forma muito eficaz para manter nutrientes do solo (CIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL MEDIO AMBIENTE, 2009).

Entretanto, outra parte pode ser danosa a saúde e ao meio ambiente, entre eles:

- **Pneus usados:** por exemplo, os pneus do motocultivador que foram substituídos e que passam a ser resíduos quando já não têm utilidade para o agricultor. Os pneus usados para ancorar as coberturas dos silos, não são considerados resíduos, mas sim uma forma de gestão dos mesmos.
- **Óleos usados:** os óleos de lubrificação resultantes de operações de substituição por lubrificantes novos contêm substâncias perigosas e não devem ser derramados no solo, em linhas de água ou em fossas de efluentes, nem utilizados como combustível em queimas.
- **Embalagens de produtos fitofarmacêuticos:** são embalagens de produtos que após utilização apresentam ainda constituintes perigosos para o homem ou animais, por isso não

devem ser abandonadas, queimadas ou enterradas, nem mesmo seguir o destino das restantes embalagens.

- **Embalagens de medicamentos para uso veterinário:** são embalagens vazias ou fora de prazo que ficam na posse do agricultor ou do médico veterinário e que não devem seguir o mesmo destino das restantes embalagens.
- **Outros plásticos:** há uma enorme variedade de resíduos de plástico que se podem encontrar nas explorações agrícolas, como por exemplo: filmes de cobertura do solo, de estufas, tubulações, ráfias e redes de sombreamento, embalagens de adubos, vasos, placas e tábuas de germinação.
- **Resíduos de pesticidas** (micro poluentes orgânicos): A utilização de pesticidas orgânicos sintéticos tem sido uma prática agrícola comum há pelo menos 50 anos, sendo que o uso indiscriminado que foi dado a tais compostos durante este período reflete-se hoje na frequente detecção de resíduos de pesticidas e demais agrotóxicos em ambientes terrestres e aquáticos (CYTED, 2001). Tais resíduos são resistentes à degradação química e biológica, apresentando alta persistência no ambiente, o que gerou uma busca por métodos alternativos de descontaminação (BURROWS *et al.*, 2002).

O composto mais conhecido dentre os hidrocarbonetos clorados (inseticidas organoclorados) é o DDT, mas dele fazem igualmente parte o lindano, o clordano, a aldrina e o heptacloro. Quase todos os hidrocarbonetos clorados são tóxicos e alguns potencialmente cancerígenos. Embora esteja proibida a sua utilização nos países desenvolvidos, nomeadamente do DDT e lindano, continuam a suscitar grande preocupação, motivada pela persistência dos mesmos nos recursos naturais e pelo fato de ainda se utilizarem em outros países (GONÇALVES, 2005).

Quanto ao grau de toxicidade dos agrotóxicos, a Lei 4002/84 | Lei Nº 4.002, de 05 de janeiro de 1984 de São Paulo define avaliação toxicológica como a análise dos dados toxicológicos de uma substância, processos físicos ou biológicos, com o objetivo de colocá-los em classes toxicológicas e fornecer informações a respeito da forma correta de seu emprego, bem como as preventivas e curativas para os casos de uso indevido e conseqüente intoxicação.

Classificação Toxicológica:

- CLASSE I - É aquela onde se encontram as substâncias químicas, processos físicos ou biológicos, considerados como "Extremamente Tóxicos" para o ser humano e/ou ao ambiente.
- CLASSE II - É aquela onde se encontram as substâncias, processos físicos ou biológicos, considerados como "Altamente Tóxicos" para o ser humano e/ou ao ambiente.

- CLASSE III - É aquela onde se encontram as substâncias, processos físicos ou biológicos, considerados como "Moderadamente Tóxicos" para o ser humano e/ou ao ambiente.
- CLASSE IV - É aquela onde se encontram as substâncias, processos físicos ou biológicos, considerados como "Levemente Tóxicos" para o ser humano e/ou ao ambiente.

A Portaria Normativa IBAMA N° 84, de 15 de outubro de 1996, no seu Art. 3° classifica os agrotóxicos quanto ao potencial de periculosidade ambiental baseando-se nos parâmetros bioacumulação, persistência, transporte, toxicidade a diversos organismos, potencial mutagênico, teratogênico, carcinogênico.

Assim, os produtos são enquadrados de acordo com riscos oferecidos ao homem e ao meio ambiente, conforme mostra o quadro 3.1 (Portaria nº 03, 1992, anexo III).

Quadro 3.1. Classificação toxicológica dos agrotóxicos (Portaria nº 03, 1992).

Classe	Toxicidade ao homem e/ou ambiente / Faixa indicativa de cor	DL ₅₀ oral mg/kg		DL ₅₀ dermal mg/kg		DL ₅₀ inalatória mg/L de ar por hora
I	Extremamente tóxicos/ Vermelho	≤20	≤5	≤40	≤10	≤0,2
II	Altamente tóxicos/ Amarelo	20 a 200	5 a 50	40 a 400	10 a 100	0,2 a 2
III	Moderadamente tóxicos/ Azul	200 a 2000	50 a 500	400 a 4000	100 a1000	2 a 20
IV	Levemente tóxicos/ Verde	>2000	>500	>4000	>1000	>20

Os defensivos agrícolas, como os inseticidas, têm por fim combater formas de vida animal e, por consequência, tendem a ser mais perigosos para o homem. A avaliação toxicológica efetuada pelo Ministério da Saúde antes do registro do produto visa a permitir a comercialização daqueles que, usados de forma adequada, não causem danos à saúde nem deixem resíduos perigosos sobre os alimentos. Já a avaliação de impacto ambiental realizada pelo IBAMA tem por objetivo permitir o uso apenas de produtos compatíveis com a preservação do meio ambiente. As classes de risco de toxicidade, caracterizadas pelas faixas coloridas e por símbolos e frases, indicam o grau de periculosidade de um produto, mas não definem de forma exata quais sejam esses riscos. O conceito que as pessoas, geralmente, possuem do assunto é de que a toxicidade oral aguda é o dado mais importante. Isso não corresponde à realidade, pois raramente alguém ingere um produto. Na realidade, os maiores riscos de intoxicação estão relacionados ao contato do produto ou da calda com a pele. A via mais rápida de absorção é pelos pulmões; daí, a inalação constituir-se em grande fator de risco. Assim, os trabalhadores que aplicam

rotineiramente agrotóxicos devem se submeter periodicamente a exames médicos (SOUZA, R., 2005).

A aplicação de defensivos agrícolas, tal como se conhece hoje, não difere essencialmente daquela praticada há 100 anos, e se caracteriza por um considerável desperdício de energia e de produto químico. O crescente aumento nos custos dos produtos químicos, da mão-de-obra e da energia, e a preocupação cada vez maior em relação à poluição ambiental, têm realçado a necessidade de uma tecnologia mais acurada na colocação do produto químico, bem como nos procedimentos e equipamentos adequados à maior proteção do trabalhador. Os equipamentos de aplicação de agrotóxicos devem ser revisados e calibrados periodicamente, para melhorar a qualidade da aplicação, reduzindo perdas de produtos e a contaminação do ambiente (SOUZA, R., 2005).

C. Resíduos similares aos do serviço de saúde

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Resolução RDC no 306 (ANVISA, 2004), o resíduo sólido de serviços de saúde fica assim classificado:

Grupo A – (potencialmente infectante): resíduo com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar riscos de infecção. GRUPO A1: culturas e estoques de microrganismos resíduos de fabricação de produtos biológicos, exceto os hemoderivados; meios de cultura e instrumentais utilizados para transferência, inoculação ou mistura de culturas; resíduos de laboratórios de manipulação genética.

Grupo B – (químicos): resíduo contendo substâncias químicas que apresente riscos à saúde pública e ao ambiente, quando não forem submetidos por processo de reutilização, recuperação ou reciclagem;

Grupo C – (rejeitos radioativos): é considerado rejeito radioativo qualquer material resultante de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção especificados na norma CNEN-NE-6.05 – “Licenciamento de Instalações radioativas” e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista. Enquadra-se neste grupo todo o resíduo contaminado com radionuclídeos;

Grupo D – (resíduos comuns): é todo o resíduo gerado em serviços abrangidos por esta resolução que, por suas características, não necessite de processos diferenciados relacionados ao acondicionamento, identificação e tratamento, devendo ser considerado resíduo sólido urbano (RSU).

Grupo E – (perfurocortantes): são os objetos e instrumentos contendo cantos, bordas, pontos ou protuberâncias rígidas e agudas, capazes de cortar ou perfurar.

São especificamente: bisturi, agulhas, lancetas, lâminas, laminulas, lâminas de barbear, scalps, cortador de soro, guia de cateteres intravenosos, agulhas para coleta de sangue à vácuo, vidros quebrados (ampolas, tubos de ensaio, frascos de medicamentos, frascos e tubos quebrados), tubos de coleta de sangue à vácuo com sangue, seringas com agulhas conectadas, tubinhos para coleta de sangue em neonatos, pipetas, ponteiras descartáveis (Unicamp).

Conforme a World Health Organization –WHO (1999), a exposição ao resíduo com potencial perigoso pode resultar em doenças ou lesões aos trabalhadores (da área de saúde e setores relacionados como coleta, tratamento e disposição final) e ao público em geral, além da degradação estética e da contaminação ao ambiente. A natureza perigosa do resíduo do serviço de saúde pode ser devido a uma ou mais das seguintes características:

- ✓ Presença de perfurocortantes;
- ✓ Presença de genotóxicos;
- ✓ Presença de substâncias químicas tóxicas ou perigosas, ou fármacos; ou,
- ✓ Presença de radioatividade.

- **Meios de cultura**

Meios de cultura consistem da associação qualitativa e quantitativa de substâncias que fornecem os nutrientes necessários ao desenvolvimento (cultivo) de microrganismos fora do seu meio natural. Tendo em vista a ampla diversidade metabólica dos microrganismos, existem vários tipos de meios de cultura para satisfazerem as variadas exigências nutricionais. Além dos nutrientes é preciso fornecer condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento dos microrganismos, tais como pH, pressão osmótica, umidade, temperatura, atmosfera (aeróbia, microaeróbia ou anaeróbia), dentre outras (UFBA, 2009).

3.4 Gestão de resíduos perigosos em universidades

Em muitos países, incluindo no Brasil vem ocorrendo uma evolução com o intuito de se adaptar às novas realidades, visando coibir severamente os abusos. Com a incorporação de novas exigências, no monitoramento das emissões de voláteis no ar, assim como no lançamento de resíduos industriais nos corpos aquíferos. Desta forma, é de responsabilidade dos agentes da universidade, estar conscientes de que os benefícios oriundos das atividades científicas e

profissionais podem gerar, paralelamente, resíduos de diversos graus de periculosidade, que podem necessitar de tratamento adequado, antes de serem enviados à disposição final (AFONSO *et al.*, 2003; GERBASE *et al.*, 2005).

Nos últimos anos, ações isoladas vêm sendo desenvolvidas por várias Instituições de Ensino Superior (notadamente públicas) e pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ), visando aumentar a visibilidade dos problemas referentes ao gerenciamento de resíduos químicos. Neste aspecto, a revista *Química Nova* tem tido uma participação importante nas divulgações de novas experiências no gerenciamento de resíduos (JARDIM, 1998). De igual importância são os eventos científicos nacionais (ex. ENSEQUI, SBQ-Sul) e internacionais (International Symposium on Residue Management in Universities, Santa Maria, RS), os quais contribuem para a formação de uma nova postura crítica sobre o problema (GERBASE *et al.*, 2005).

Dentre eles, destaca-se aqui o 3º Encontro Nacional de Segurança em Química – ENSEQUI realizado em 2004, que contou com a participação de professores das instituições UNICAMP, UFRGS, UFF, UFRJ, PUC-RJ, UCB, UFPR, CEFETEQ-RJ, Merck, Cenpes/Petrobrás, Bayer, FEEMA, dentre outras. O foco do evento foi a participação da administração central das Instituições de Ensino Superior (IFE's) e a implementação de políticas de segurança e gestão ambiental, especialmente de resíduos perigosos.

Neste âmbito foi elaborado um documento intitulado "CARTA DE NITERÓI" que foi enviado a diversos ministérios e órgãos de fomento, propondo a implementação de programas na área de gerenciamento de resíduos perigosos e gestão ambiental (GERBASE *et al.*, 2005).

Sugestões descritas na "Carta de Niterói" aos órgãos de financiamento e regulamentação do ensino e pesquisa no país:

- *Que sejam alocados fundos e lançados editais específicos para Gestão Ambiental e Gerenciamento de Resíduos Perigosos nas Instituições de Ensino e Pesquisa. Entendem-se como resíduos perigosos, os resíduos químicos, biológicos e radioativos gerados nas atividades de ensino e pesquisa;*
- *Que se crie um grupo de trabalho de especialistas para propor Normas de Segurança em Química para as Instituições de Ensino e Pesquisa;*
- *Que se crie um grupo de trabalho de especialistas para estruturar o gerenciamento dos resíduos perigosos visando o futuro Licenciamento Ambiental nas Instituições de Ensino e Pesquisa e*
- *Que se inclua como critério de qualidade para fins de avaliação por parte do MEC e da CAPES, a existência, ou projeto em implantação, de programa de gestão de resíduos perigosos em cursos de graduação e pós-graduação das Instituições de ensino e pesquisa.*

3.4.1 Experiências de gestão de resíduos em universidades

Devido a uma crescente preocupação com relação ao desenvolvimento sustentável os resíduos laboratoriais vêm sendo ponto de discussão em diversas universidades. As experiências internacionais mais citadas que implantaram programas de gestão de resíduos são a Universidade da Califórnia, a Universidade de Winsconsin, a Universidade do Estado do Novo México, a Universidade de Illinois, a Universidade de Minnesota, a Universidade de Kentucky, a Universidade de Harvard, a Universidade Nacional da Costa Rica e Universidade de Oakland.

IZZO (2000) relata um interessante programa de prevenção à poluição e minimização da geração de resíduos nos laboratórios da Universidade de Princeton. Algumas experiências também resultaram na publicação de livros sobre a questão, apresentando inclusive métodos de tratamento para alguns tipos de resíduos. Henrique (2008) apresenta em sua dissertação aspectos da gestão de resíduos químicos na Universidade de Virginia, na qual foi elaborado um programa denominado Plano de Higiene Química de Laboratório que tem como objetivo principal promover segurança com qualidade e encorajar práticas seguras de trabalho no laboratório.

No Brasil as experiências são mais recentes, contudo não menos importantes. O gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa no Brasil começou a ser amplamente discutido nos anos de 1990, sendo de vital importância para as universidades (AFONSO *et al.*, 2003).

Foram encontradas cerca de 20 universidades que apresentam algum tipo de gestão de resíduos no Brasil (Anexo A). Dentre elas, uma das pioneiras a apresentar uma gestão para seus resíduos foi a Universidade de São Paulo no Instituto de Química do *Campus* São Carlos, o trabalho realizado foi apresentado por ALBERGUINI; SILVA; REZENDE (2003), em seu artigo consta o programa de gerenciamento existente desde 1998, neste discute as maiores dificuldades do sistema. Primeiro questiona como um Instituto de Química deve agir para que os resíduos químicos gerados não agridam o ambiente ou, melhor ainda, como recuperar resíduos químicos transformando-os em matéria-prima. Em seguida, como desenvolver no aluno uma consciência ética com relação ao uso e descarte de produtos químicos e finalizando, como o professor deve proceder para tratar e recuperar os resíduos químicos gerados em seu laboratório.

A inicialização de um trabalho para efetuar um diagnóstico dos resíduos perigosos da Instituição, realizado na Universidade de Brasília (UnB), data de 1994, porém só em 2002 foi nomeado nova Comissão com a missão de implementar um sistema de gerenciamento dos resíduos químicos gerados na Universidade e implantar uma Unidade de Tratamento de Resíduos Químicos. O sistema de gestão da UnB tem por finalidade promover a redução e/ou eliminação

do impacto ambiental causado pelo descarte inadequado dos resíduos químicos gerados pela UnB (IMBROISI *et al.*, 2006).

Na UFSCar *campus* São Carlos a gestão dos resíduos perigosos visa promover as atividades de ensino, pesquisa e extensão de forma ambientalmente adequada. Para tanto, foi idealizado um programa de gestão junto às fontes geradoras, no qual as demandas e solicitações de visitas e coleta de resíduos fizeram com que fossem elaboradas as Normas de procedimentos para segregação, identificação, acondicionamento e coleta de resíduos químicos - NR 01/UGR (MACHADO; SALVADOR, 2005), que foram fundamentadas na norma da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 10.004:2004 e na resolução do CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente Nº 357, de 17 de março de 2005, o que contribuiu para priorização de uma gestão eficiente dos resíduos químicos, biológicos e radioativos, bem como a padronização da rotulagem, coleta e armazenamento dos mesmos (UFSCar, 2008).

3.4.2 Início de uma gestão

O primeiro passo para enfrentar o desafio é assumir conscientemente a responsabilidade para com os resíduos gerados e, depois, lutar pelo estabelecimento de uma política institucional de gerenciamento. Além disso, é preciso garantir que os educadores despertem em seus alunos de graduação e pós-graduação a atenção para essa questão e lhes forneçam as ferramentas básicas, que lhes permitam exercer suas atividades profissionais de forma sustentável (GERBASE *et al.*, 2005).

Assim, se a conscientização for iniciada nas instituições de ensino esta será transmitida pelos alunos quando exercerem atividades nas indústrias, possibilitando a implantação de um gerenciamento de resíduos no setor onde atuem (TOLEDO; LEO, 2008).

Para Jardim (1998) a implementação de um programa de gestão de resíduos é algo que exige, antes de tudo, mudança de atitudes e por isto, é uma atividade que traz resultados a médio e longo prazo, além de requerer realimentação contínua. Assim, as premissas e condições imprescindíveis para sustentar um programa deste tipo são:

1. O apoio institucional irrestrito ao Programa;
2. Deixar claro o papel da universidade na formação do profissional;
3. Priorizar o lado humano do Programa frente ao tecnológico;
4. Divulgar as metas estipuladas dentro das várias fases do Programa;
5. Reavaliar continuamente os resultados obtidos e as metas estipuladas.

Uma forma possível de visualizar o desenvolvimento do processo de gestão, em que inclui o envolvimento comprometido de toda a comunidade acadêmica, é através do fluxograma desenvolvido por Giloni-Lima e Lima (2008) (Figura 3.2).

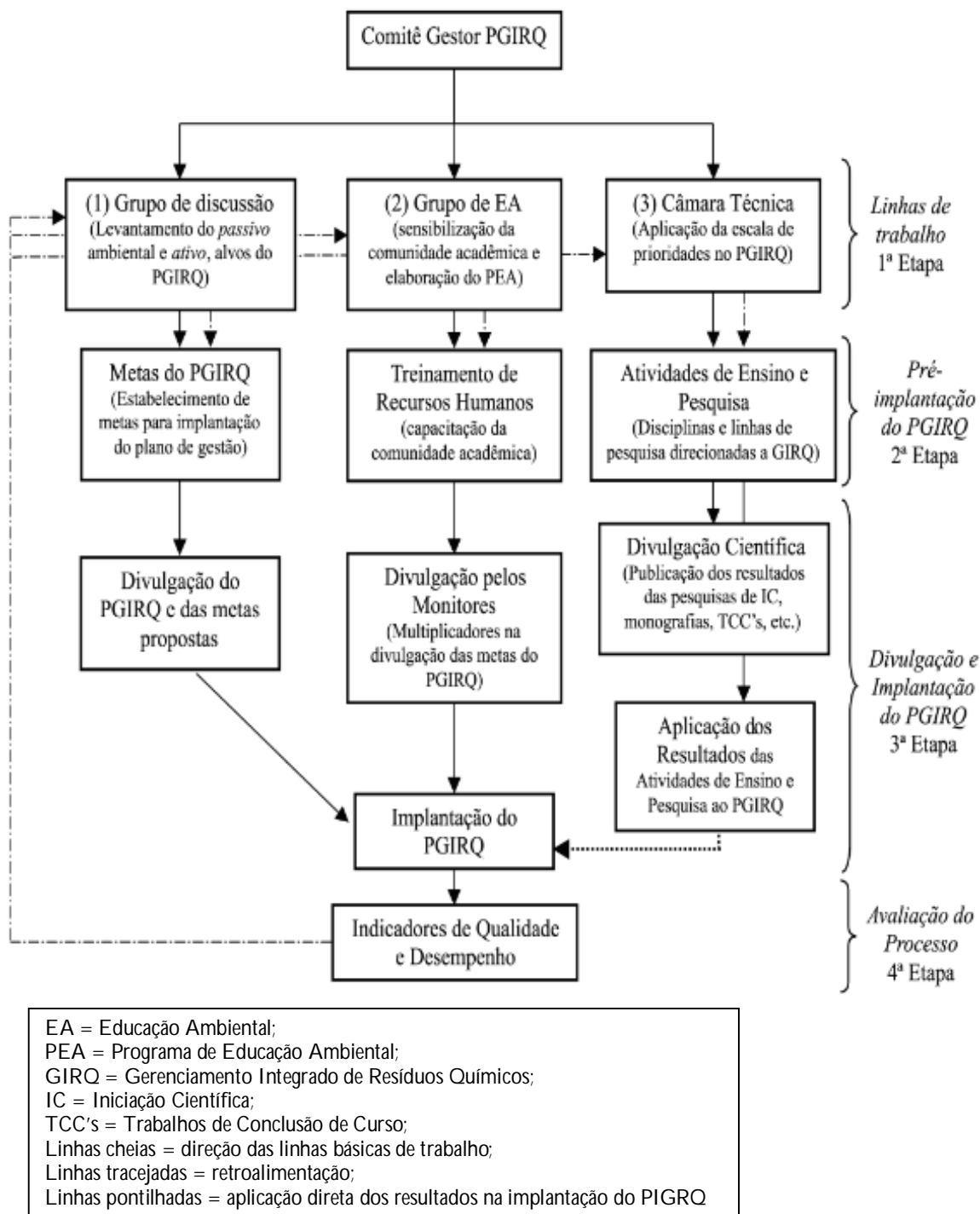


Figura 3.2. Fluxograma básico para implantação do Plano de Gestão Integrado de Resíduos Químicos (PGIRQ) em Instituições de Ensino Superior (GILONI-LIMA; LIMA, 2008).

Observando o fluxograma é possível perceber que a partir da criação de um Comitê Gestor, é iniciado um processo de discussão para a formação de grupos de profissionais capacitados (membros do corpo docente e discente da instituição) para coordenar as três Linhas Básicas de Trabalho (1ª Etapa - Grupos de discussão, Grupo de Educação Ambiental, Câmara Técnica) na implantação do PGIRQ, com o objetivo de integrar a comunidade acadêmica e científica no processo (GILONI-LIMA; LIMA, 2008).

Ou seja, o grupo gestor tem a responsabilidade de orientar os geradores quanto à metodologia de implantação do sistema de gerenciamento. Esta metodologia de implantação deve considerar as seguintes etapas:

- Envolvimento da alta administração da Unidade;
- Nomeação de gerente e/ou grupo gestor local;
- Diagnóstico;
- Realização de seminário/palestra de sensibilização;
- Captação e qualificação de facilitadores/multiplicadores;
- Mapeamento da Unidade;
- Elaboração do projeto de gestão;
- Implantação do projeto de gestão;
- Monitoramento, através de indicadores.

3.4.3 Hierarquia do gerenciamento de resíduos perigosos: etapas de uma gestão

A agência ambiental norte americana *US EPA (United States Environmental Protection Agency, 1989)*, define que um gerenciamento integrado de resíduos sólidos é aquele que completa o uso de práticas administrativas de resíduos, com manejo seguro e efetivo, fluxo de resíduos sólidos urbanos, com o mínimo de impactos sobre a saúde pública e o ambiente (MAZZER; CAVALCANTI, 2004).

Fazem parte de um sistema de gerenciamento de resíduos os seguintes componentes:

1. Prevenção da poluição;
2. Minimização;
3. Segregação;
4. Tratamento;
5. Disposição.

É interessante notar que essa escala de prioridades é, na maioria das vezes, observada no sentido inverso, o que geralmente inviabiliza a atividade gerenciadora. Em outras palavras, a

primeira preocupação consiste, frequentemente, em encontrar alternativa para a disposição do resíduo. É nesse instante que a dimensão do problema remonta à anterior necessidade de que, se o resíduo tivesse sido tratado, reaproveitado, e/ou minimizado, não haveria quantidade tão acentuada para dispor. Ou ainda, talvez, o mesmo nem precisasse ser gerado (evitar a geração) (NOLASCO; TAVARES; BENDASSOLLI, 2006).

3.4.3.1 Prevenção

A prevenção é necessária, pois a mesma evitaria gastos, trabalho com as etapas subsequentes e futuros impactos ambientais negativos. Os geradores de resíduos necessitam de uma maior consciência sobre as consequências que seu trabalho pode causar.

Embora seja esta a primeira e principal prática a ser implementada, é também a mais difícil de ser atingida (NOLASCO; TAVARES; BENDASSOLLI, 2006). Sendo que umas das alternativas para se alcançar este objetivo é por meio de um programa de educação ambiental incluindo cursos e/ou disciplinas, palestras informativas voltadas para a utilização correta de produtos perigosos. Este é um método relativamente fácil de ser implantado, mas de resultados que vem em longo prazo.

3.4.3.2 Minimização

Ações que visem minimizar devem ser implementadas em toda gestão, estas vão contribuir para diminuir o custo financeiro do tratamento e disposição dos resíduos para universidade. A minimização pode ser concretizada de várias formas:

- A) Redução na quantidade/freqüência de utilização de substâncias/materiais perigosos;
- B) Substituição dos compostos perigosos;
- C) Reutilização, recuperação, reciclagem;
- D) Controle de estoque;
- E) Formação e treinamento.

A) Redução

A redução é a introdução de novas tecnologias na exploração, transporte e armazenamento das matérias-primas para diminuir ou, se possível, eliminar o desperdício dos recursos naturais (MAZZER; CAVALCANTI, 2004). A técnica em microescala é um exemplo que proporciona resultados com semelhantes exatidão e precisão, com o objetivo de consumir menos reagente e gerar menos resíduos (SINGH *et al.*, 2000).

B) Substituição

A substituição tem como finalidade trocar um reagente perigoso por outro de menor impacto ao meio ambiente. Como por exemplo, quando uma solução sulfocrômica é substituída por uma solução sulfonítrica (1 a 2 partes de ácido sulfúrico para 3 partes de ácido nítrico) ou por uma solução alcoólica de hidróxido de potássio 5% (5g de KOH em 100 mL de etanol) (TOLEDO; LEO, 2008).

C) Reaproveitamento

As definições sobre essa terminologia são variadas, entre elas temos a de Tavares (2004) que divide em: reciclagem, recuperação ou reutilização. Para ele a reciclagem é refazer o ciclo por completo, voltar à origem, ou seja, é quando determinado material, retorna como matéria-prima ao seu processo produtivo, como a reciclagem de solventes orgânicos. A recuperação ocorre quando se retira do resíduo um componente de interesse, seja por questões ambientais, financeiras ou ambas concomitantemente, como quando se tem no resíduo: ouro ou prata. A reutilização ou reuso é a utilização de um resíduo, tal qual foi gerado, ou um produto que se encontra sem utilidade, como acontece com reagentes vencidos.

• Resíduos vencidos: Bolsa de Resíduos Químicos e Banco de Reagentes

Na UnB, segundo levantado por entrevistas, cerca de 35% dos reagentes vencidos são guardados para posterior recolhimento e 40% deles são reutilizados (vide Figura 3.3). Imbroisi *et al.* (2006) questiona a respeito da percentagem atingida, se esses valores poderiam ser melhores, já que a validade de um produto químico deveria estar associada a uma análise de controle de qualidade que justificasse o descarte do reagente pela perda de suas características físico-químicas.

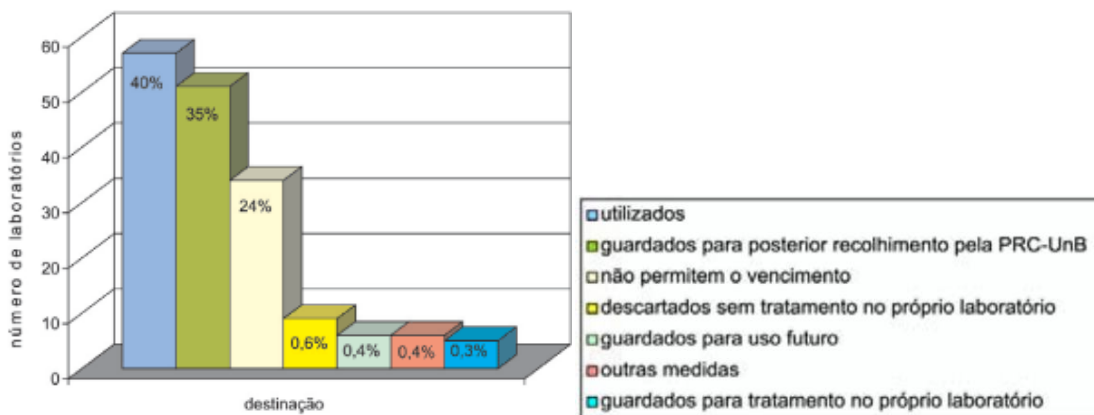


Figura 3.3. Destinação dos reagentes vencidos (IMBROISI *et al.*, 2006).

São bons exemplos de reutilização: o programa “Bolsa de Resíduos Químicos”, “Banco de Reagentes” descritos a seguir:

O programa “Bolsa de Resíduos Químicos” surgiu das necessidades encontradas, ao longo do período das atividades do LRQ, quando do atendimento a outras instituições de ensino e pesquisa, na divulgação dos produtos recuperados e na troca de materiais e informações encontradas. Por meio da Bolsa de Resíduos Químicos, o material recebido é identificado, classificado e recuperado no LRQ, ficando disponível aos interessados via correio eletrônico (ALBERGUINI; SILVA; REZENDE, 2003).

Na UFSCar no *campus* de São Carlos os reagentes vencidos os resíduos são encaminhados a UGR onde são agrupados em um “Banco de Reagentes”. E então, são disponibilizados a outros laboratórios, dentro e fora da instituição (MACHADO; SALVADOR, 2005).

D) Controle de estoque

Uma das formas para minimizar a geração de resíduos é o controle de estoque que prevê medidas na estocagem de matéria-prima perigosa, incluindo: identificação adequada dos produtos perigosos; registro de compras e perdas; controle do uso e validade dos produtos; armazenamento em instalação apropriada; disposição dos produtos no depósito, em função de suas incompatibilidades químicas (CETESB, 2002).

O controle de estoque é utilizado na Oakland University (2010), cuja orientação é comprar apenas a quantidade de produtos químicos necessários para os projetos específicos, além disso, se o gerador comprar além do necessário deverá pagar o excedente a ser eliminado.

E) Formação e treinamento

As chaves para a gestão de resíduos químicos são, simplesmente, a química e a gestão. O fato de que algo se tornou resíduo não quer dizer que suas propriedades químicas estão alteradas, mas muitas vezes é resultado de uma perda de informação e/ou falta de cuidado. Uma boa gestão exige o reconhecimento do comportamento de ambos: dos produtos químicos e das pessoas (PITT, 2002).

De acordo com a visão de Pitt (2002) e da Oakland University (2010), uma forma diferenciada de minimização é o treinamento daqueles que compram e trabalham com materiais perigosos. Pois acreditam na importância das estratégias de minimização de resíduos perigosos e os métodos utilizados em suas áreas.

3.4.3.3 Segregação

É uma atitude que pode reduzir a quantidade de resíduos perigosos, podendo até ser considerado um processo de minimização (MACHADO; SALVADOR, 2005). Se depois da prevenção e minimização ainda ocorrer formação de resíduos, estes devem ser segregados para que os futuros tratamentos sejam facilitados.

Segregar e concentrar correntes de resíduos auxiliam para tornar viável e economicamente possível a atividade gerenciadora (AMARAL *et al.*, 2001; BAADER *et al.*, 2001). Se existe uma separação dos resíduos por classes ou tipos, é possível tratá-los através de reações entre si (ARMOUR, 1998). Por exemplo, um resíduo contendo sulfeto pode ser usado para tratamento de outro contendo metais tóxicos; assim não é consumido nenhum reagente para precipitar os metais e nenhum oxidante para tratar os sulfetos (AFONSO *et al.*, 2003).

A segregação dos resíduos é realizada por meio de classes de incompatibilidade definidas pela NBR 12235/1992 (ver Anexo B) que propõe quais resíduos devem ser armazenados separadamente (REEL, 1993). No Anexo C) estão apresentados dois exemplos de segregação.

Regras gerais de segregação estipuladas por Machado e Salvador (2005):

- A segregação dos resíduos químicos deve ser uma atividade diária dos laboratórios, sendo, preferencialmente, realizada imediatamente após o término de um experimento ou procedimento de rotina;
- Separar os resíduos não perigosos daqueles considerados perigosos;
- Avaliar se os resíduos não perigosos poderão ser reutilizados, reciclados ou doados, antes de descartá-los;
- Para resíduos perigosos, verificar também a possibilidade de reutilização, reciclagem ou doação. Se a única opção for o destino verificar a possibilidade de submetê-los a algum tratamento químico para minimização ou eliminação completa de sua periculosidade;
- Evitar combinações químicas: resíduos incompatíveis podem gerar gases tóxicos, calor excessivo, explosões ou reações violentas.

3.4.3.4 Tratamento

O tratamento é a penúltima prática a ser realizada, definido na escala de prioridades, podendo ser químico, físico, biológico ou térmico. O objetivo do tratamento é o de eliminar ou reduzir o potencial de periculosidade do resíduo. Devido a diversidade de resíduos perigosos e mais variadas faixas de concentração de seus constituintes, não existe regra geral para a escolha do tratamento adequado (LIMA JÚNIOR, 2001).

A) Tratamento físico ou técnicas de separação

Numerosos tratamentos físicos ou técnicas de separação são aplicados aos resíduos. Estas tecnologias de separação de contaminantes do resíduo fazem com que este possa ser reutilizado, ou ter a sua destinação final. São exemplos: sedimentação, evaporação, destilação, adsorção por carbono e outros (WOODSIDE, 1993).

Um exemplo é a utilização de radiação UV-visível para promover a diminuição do potencial tóxico ou a total degradação de pesticidas orgânicos, sendo esta uma das tecnologias mais promissoras até o momento (HESSLER *et al.*, 1993).

B) Tratamento Químico

Tratamentos que alteram a constituição química do resíduo são empregados principalmente na eliminação de componentes tóxicos e na transformação do resíduo em materiais insolúveis (VALLE, 1995; CERAGIOLI, 1998).

Métodos de tratamento químicos mais aplicados são: precipitação, oxidação química, redução química, neutralização, troca iônica, extração com solvente e com fluido supercrítico e lixiviação (LIMA JÚNIOR, 2001).

- **Precipitação**

A precipitação química é amplamente usada por meio da adição de substâncias químicas para converter um componente solúvel, logo, o precipitado pode ser removido da solução por filtração, flotação, ou sedimentação (LIMA JÚNIOR, 2001).

- **Oxidação química**

A oxidação é uma reação química que consiste na perda de elétrons por parte de um átomo, molécula ou íon aumentando assim sua valência. Fenóis, cianetos, sulfetos, muitos compostos orgânicos, arsênio, ferro e manganês são algumas das substâncias que podem sofrer este tipo de tratamento.

A oxidação, também pode ser usada para a destruição da parte orgânica de compostos organometálicos presentes nos resíduos, liberando assim o componente metálico para que o mesmo possa ser tratado por outro método.

Dentre os fatores que podem vir a interferir no processo de oxidação, encontram-se a concentração de outros contaminantes oxidáveis e a concentração de sais metálicos. A presença de outros compostos oxidáveis, além daqueles que se conheciam previamente, aumentará a demanda pelos agentes oxidantes e reduzirá potencialmente a efetividade do tratamento (EPA, 1991).

- **Redução química**

A reação de redução consiste no decréscimo de valência, de uma dada substância presente no resíduo, com o ganho de elétrons. Esta técnica é muito usada na redução de cromo hexavalente. É também usada para tratar resíduos oxidantes contendo orgânicos redutíveis e inorgânicos oxidantes tais como peróxido de hidrogênio e ácido nítrico. Por isso este método requer que o pH esteja numa faixa ácida, e normalmente será aplicável a resíduos que contenham quantidades significantes de cianetos e sulfetos (LIMA JÚNIOR, 2001).

- **Neutralização**

A neutralização é uma técnica de tratamento químico que consiste na adequação do pH de uma massa de resíduo aos valores legais permissíveis, visando torná-lo menos agressivo e corrosivo ao meio ambiente ou passível a outros processos de tratamento e. A modificação do pH é obtida mediante a adição controlada de reagentes ácidos ou básicos apropriados (ROCCA, 1993).

C) Tratamento biológico

Os tratamentos biológicos têm como princípio básico de funcionamento a degradação ou redução do potencial de periculosidade do resíduo em questão, mediante a ação de microorganismo. Estes tratamentos podem ser classificados em: tratamentos aeróbios e anaeróbios.

De acordo com a EPA (1991), agência ambiental americana, o princípio básico do tratamento biológico aeróbio é que os microorganismos necessitam de oxigênio para decomporem constituintes orgânicos e inorgânicos não metálicos em água, dióxido de carbono, nitratos, sulfatos, sub-produtos orgânicos de menor massa molecular, e biomassa celular. Neste processo faz-se necessário a adição de nutrientes tais como nitrogênio e fósforo para auxiliar a biodegradação (LIMA JÚNIOR, 2001).

No processo anaeróbio, no qual os microorganismos se desenvolvem num ambiente rarefeito em oxigênio, os microorganismos transformam os compostos orgânicos e compostos contendo nitrogênio em dióxido de carbono e gás metano. Assim como no processo aeróbio, em geral faz-se necessário a adição de nutrientes, tais como nitrogênio e fósforo, ao processo de tratamento biológico (LIMA JÚNIOR, 2001).

Dentre os vários tratamentos biológicos podem-se citar:

- Lodo ativado;
- Lagoa aerada;
- Lagoa de estabilização filtro biológico;

- Filtro biológico;
- Digestão anaeróbia.

D) Tratamento térmico

Tratamento realizado a altas temperaturas, transformando as características físicas e químicas do resíduo, com o objetivo de diminuir o perigo do resíduo (LIMA JÚNIOR, 2001). Os processos térmicos de tratamento incluem a incineração e a autoclavagem, entre outros não mencionados nesta pesquisa.

- **Incineração**

Dentro da universidade a incineração é comumente considerada como destinação final, entretanto trata-se da decomposição térmica via oxidação, com o objetivo de tornar um resíduo menos volumoso, menos tóxico ou atóxico, ou ainda eliminá-lo, em alguns casos, sendo então considerado um tratamento térmico (CETESB, 1993).

As unidades de incineração para tratar materiais tóxicos e perigosos requerem equipamentos adicionais de controle de poluição do ar. O sistema de controle mais utilizado é composto por um resfriador seguido de um lavador, um absorvedor do tipo torre de recheio (remoção de gases ácidos) e um eliminador de névoas (redução das plumas visíveis de vapor) com consequente demanda de maiores investimentos (PEREZ; ISLER, 2002). Os incineradores trabalham na faixa de 1200 a 1400 °C e o tempo de detenção da fase gasosa entre 0,2 a 0,5 segundos, podendo chegar a alguns casos até 2 segundos.

As principais características dos resíduos que apresentam maior potencial para o processo de incineração são (MAZZER; CAVALCANTI, 2004):

- ✓ Resíduos orgânicos constituídos basicamente de carbono, hidrogênio e/ou oxigênio;
- ✓ Resíduos que contêm carbono, hidrogênio, cloro com teor inferior a 30 % em peso e/ou oxigênio;
- ✓ Resíduos que apresentam seu poder calorífico inferior maior que 4.700 Kcal/Kg (não necessitando de combustível auxiliar para queima);
- ✓ Resíduos que tenham sua composição totalmente conhecida. Para isso, faz-se a caracterização dos resíduos através de amostras cedidas pelo gerador, onde são analisados os seguintes parâmetros: poder calorífico inferior (PCI), porcentagem de cinzas, cloro, níquel, enxofre, flúor e fósforo, viscosidade e densidade, e metais tóxicos (PEREZ; ISLER, 2002).

Segundo Perez e Isler (2002) a incineração é usada para tratar resíduos não recicláveis ou não reutilizáveis, de tal maneira que os resultados são:

- ✓ Tornar inerte qualquer resíduo perigoso, minimizando simultaneamente as emissões para atmosfera;
- ✓ A destruição de contaminantes orgânicos e a concentração de contaminantes inorgânicos;
- ✓ A minimização de resíduos destinados à disposição final, especialmente seu volume - 5% do volume e 15% do peso original (MAZZER; CAVALCANTI, 2004).

Em contrapartida, os principais problemas do uso da incineração como alternativa no tratamento final de resíduos são: as falhas de manutenção e de operação que, se inadequadas ou ausentes, emitem à atmosfera gases tóxicos a partir da queima de compostos clorados, o investimento elevado, pois os custos de operação e manutenção são altos, além da exigência de mão de obra especializada na operação (MAZZER; CAVALCANTI, 2004; MACHADO, 2009).

- **Autoclavagem**

Autoclaves são equipamentos que utilizam vapor saturado sob pressão, com 100% de umidade relativa, estando a água entre as formas líquida e gasosa. Este vapor é o ideal para o processo de esterilização. Neste método, a estrutura celular dos microorganismos é desorganizada pela combinação da temperatura, pressão e umidade, levando a destruição dos mesmos (CCI, 2009). A temperatura de processo é de 128° a 140°C, com um tempo de exposição de 15 minutos ou mais, dependendo do tipo e do nível de inativação microbiana que se deseja alcançar. Neste processo não há redução de volume ou quantidade dos resíduos (MACHADO, 2009).

A esterilização a vapor envolve várias etapas e parâmetros que devem ser monitorados constantemente. Para isso, a metodologia deve ser validada através da verificação prática e documentada do desempenho do equipamento e do processo (CCI, 2009).

3.4.3.5 Disposição

Para que a gestão seja completa deve-se dispor adequadamente os resíduos, o que pode ser realizado em aterros ou outros locais apropriados. Aterro de classe I destina-se a resíduos perigosos, não-reativos e não inflamáveis, com baixo teor de solventes, óleos ou água, como: lodos de estação de tratamento de efluentes e galvânicos, borras de retífica e de tintas, cinzas de incineradores, entre outros.

3.4.4 Rotulagem

Segundo a NBR 12235 (ABNT, 1992) os recipientes contendo os resíduos sólidos perigosos devem ser devidamente rotulados de modo a possibilitar uma rápida identificação dos resíduos armazenados.

De acordo com a ABNT NBR 14725-3:2009, os rótulos de produtos químicos perigosos devem conter as informações a seguir:

- Identificação do produto e telefone de emergência do fornecedor;
- Composição química;
- Pictogramas de perigo;
- Palavras de advertência;
- Frase de perigo;
- Frase de precaução;
- Outras informações.

No CENA/USP o preenchimento dos rótulos requer poucas informações, restringindo-se a identificar basicamente o constituinte principal e sua concentração aproximada (TAVARES, 2004), enquanto outras universidades exigem maiores informações no rótulo como a utilização do Diagrama de Hommel, que é o caso do IOSC/USP, UGR/UFSCar e da UNESP.

Por meio do Diagrama de Hommel ou Diamante do Perigo, simbologia de risco da National Fire Protection Association (NFPA), dos EUA (Manufacturing Chemists Association), o resíduo pode ser classificado de acordo com seu grau de risco à saúde, inflamabilidade, reatividade e riscos especiais, ilustrado com sinais de fácil reconhecimento como na Figura 3.4: cada um dos losangos expressa um tipo de risco, aos quais são atribuídos graus de risco variando entre 0 e 4 (MACHADO; SALVADOR, 2005).

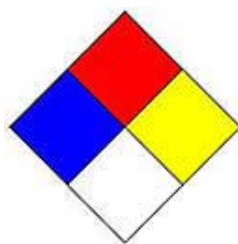


Figura 3.4. Diagrama de Hommel (MACHADO; SALVADOR, 2005).

Os riscos representados no Diamante de Hommel são os seguintes:

VERMELHO - INFLAMABILIDADE:

4 - Gases inflamáveis, líquidos muito voláteis, materiais pirotécnicos.

3 - Produtos que entram em ignição a temperatura ambiente. Líquido inflamável. Ponto de fulgor abaixo de 38°C.

2 - Produtos que entram em ignição quando aquecidos moderadamente. Líquido combustível. Ponto de fulgor de 38°C à 94°C.

1 - Produtos que precisam ser aquecidos para entrar em ignição.

0 - Produtos que não queimam.

AZUL - PERIGO PARA SAÚDE:

- 4 - Produto Letal. Pode ser fatal em curta exposição.
- 3 - Produto severamente perigoso. Corrosivo ou tóxico. Evite contato com a pele ou inalação.
- 2 - Produto moderadamente perigoso. Pode ser nocivo se inalado ou absorvido.
- 1 - Produto levemente perigoso. Pode causar irritação.
- 0 - Produto não perigoso ou de risco mínimo.

AMARELO - REATIVIDADE:

- 4 - Capaz de detonação ou decomposição com explosão à temperatura ambiente.
- 3 - Capaz de detonação ou decomposição com explosão quando exposto a fonte de energia severa. Pode ser explosivo se sofrer impacto ou for aquecido sob confinamento, ou misturado com água.
- 2 - Reação química violenta possível quando exposto a temperaturas e/ou pressões elevadas. Instável ou pode reagir se misturado com água.
- 1 - Normalmente estável, porém pode se tornar instável quando aquecido. Pode reagir se aquecido ou misturado com água.
- 0 - Normalmente estável. Não reage quando misturado com água.

BRANCO - RISCOS ESPECIAIS:

ACID – Ácido Forte


ALK – Alcalino Forte

COR – Corrosivo

OXI – Oxidante

NOC – Nocivo

TOX – Tóxico

 Evite o uso de água

 Radioativo

A Unidade de Gestão de Resíduos (UGR), UFSCar, utiliza a etiqueta, ilustrada na Figura 3.5, para identificação e classificação dos resíduos, que fornece aos laboratórios da própria Universidade por meio de solicitação via e-mail ou telefone.


	UNIDADE DE GESTÃO DE RESÍDUOS – UGR				
	CEMA / UFSCar				
	Departamento e Laboratório:				
	Responsável:		Ramal:		
e-mail:					
Controle Ficha:		Controle UGR:			
Composição do Resíduo:					
Nome do Gerador:			Data:		
Quantidade Estimada:		Data da Coleta:			
Solvente Orgânico Halogenado	Solvente Orgânico Não Halogenado	Compostos Orgânicos	Compostos Inorgânicos	Solução contendo METAIS	Outros Compostos

Figura 3.5. Etiqueta utilizada pela UGR (MACHADO; SALVADOR, 2005).

Além do Diagrama de Hommel, a etiqueta utilizada pela UFSCar contém outras informações como a composição do resíduo gerado (produto/resíduo principal e secundários). A UGR enfatiza a importância de descrever todas as substâncias presentes, mesmo as que apresentam concentrações muito baixas (traços de elementos) e inclusive água. Informações como o nome do responsável, procedência do material e data são de grande importância para uma precisa caracterização do material (MACHADO; SALVADOR, 2005).

3.4.5 Armazenamento: infra-estrutura

O termo armazenamento temporário refere-se à guarda temporária dos recipientes contendo resíduos já acondicionados, até que seja feita coleta para a disposição final (MAZZER; CAVALCANTI, 2004).

De acordo com a NBR 12235 (ABNT, 1992) resíduos sólidos perigosos devem ser armazenados, preferencialmente, em áreas cobertas, bem ventiladas, e os recipientes devem ser colocados sobre base de concreto ou outro material que impeça a lixiviação e percolação de substâncias para o solo e águas subterrâneas. A área deve possuir ainda um sistema de drenagem e captação de líquidos contaminados para que sejam posteriormente tratados. A disposição dos recipientes na área de armazenamento deve seguir as recomendações para a segregação de resíduos de forma a prevenir reações violentas por ocasião de vazamentos ou, ainda, que substâncias corrosivas possam atingir recipientes íntegros. Em alguns casos é necessário o revestimento dos recipientes de forma a torná-los mais resistentes ao ataque dos resíduos armazenados.

Como exemplo, Alberguini, Silva e Rezende (2003) citam o local de armazenamento da Universidade de São Paulo *campus* de São Carlos, para abrigo de resíduos químicos, com uma área de 30m², foi construído em alvenaria dentro dos padrões internacionais de segurança ocupacional para armazenar solventes inflamáveis. As prateleiras têm revestimento em tinta epóxi e o edifício

não tem janelas para evitar a entrada de luminosidade. A ventilação é mantida por elementos vazados junto ao teto e um portão de duas folhas de chapa perfuradas. O piso, confeccionado em placas de concreto vazadas, permite, no caso de derramamentos acidentais, o escoamento do resíduo por uma canaleta em forma de U ligada a um reservatório, onde o resíduo pode ser recolhido. Não há fontes de eletricidade para evitar possíveis explosões devido à formação de vapores. Nesse abrigo, os resíduos químicos são dispostos levando em consideração suas incompatibilidades químicas.

3.4.5.1 Acondicionamento: recipientes adequados para armazenamento de produtos químicos

De acordo com o Manual para gerenciamento de resíduos perigosos da Unesp:

- Cada tipo de resíduo deve ser acondicionado em um frasco devidamente rotulado.
- Podem ser usados frascos de vidro ou polietileno, desde que não haja incompatibilidade com o resíduo a ser armazenado.

- Não devem ser misturadas substâncias ou produtos incompatíveis no mesmo recipiente.

- Não podem ser colocados produtos

químicos corrosivos ou reativos em recipientes metálicos.

- Podem ser utilizados frascos de reagentes, desde que o rótulo seja completamente retirado e o frasco passe pela tríplice lavagem com o menor volume de água possível, e a água de lavagem dos frascos deve ser considerada resíduo da substância contida no mesmo (FONSECA, 2009).

Para acondicionamento de resíduos existem algumas opções de materiais para recipientes que precisam ser avaliadas: vidro, plástico e metal.

Os recipientes de vidro são de baixo custo, resistentes ao tempo, calor, ácidos e álcalis. Uma embalagem de vidro bem vedada garante proteção total a qualquer agente externo, com exceção da luz. Desta forma, é praticamente insubstituível para alguns produtos ou quando o tempo de armazenamento é muito longo (MACHADO; SALVADOR, 2005).

O inconveniente de permitir a passagem de luz e outras radiações (raio-x, ultravioleta, infravermelho), responsáveis pela alteração do produto embalado, é contornado, em parte, pelo emprego de vidros coloridos, obtidos com adição de pigmentos ou matérias-primas impuras. Não se deformam e podem resistir a pressões internas. As principais desvantagens do vidro são o peso elevado e a fragilidade (MACHADO; SALVADOR, 2005).

Embalagens de folha-de-flandres resistem a altas temperaturas, o que permite a esterilização do produto e sua conservação a vácuo. Oferecem resistência a golpes, corrosão e

impermeabilidade, além de fechamento hermético. Não resistem aos produtos ácidos. Mas são convenientes para embalagem de produtos não-agressivos, como tintas, óleos vegetais e combustíveis, graxas, ceras, talco, pós diversos e vários produtos secos (MACHADO; SALVADOR, 2005).

Os plásticos são sujeitos à deterioração com a exposição ao ar ou à luz solar. Não são muito resistentes, pois empenam, racham e estão sujeitos a se deformarem por fluência. Diferentes tipos de plásticos apresentam propriedades específicas como o polietileno de baixa densidade é resistente a maioria dos solventes, mas em temperaturas acima de 60 °C ele é atacado por alguns hidrocarbonetos aromáticos, óleos e gorduras que levam o recipiente a tornar-se pegajoso. O polietileno de alta densidade não é afetado por ácidos e alcalinos, com a possível exceção do ácido nítrico concentrado quente (MACHADO; SALVADOR, 2005).

Poliestireno é o desenvolvimento mais recente da família do polietileno, apresenta propriedades similares ao mesmo, mas com menor densidade e maior resistência ao calor. Poliestireno tem, contudo, limitada resistência à exposição ao tempo, é frágil e sujeito ao ataque de solventes orgânicos. Há uma leve tendência de encolher com o tempo e sob luz forte desbota. Quando o poliestireno está em contato com alguns solventes, ou seus gases, ele trincar-se-á e tornar-se-á escuro. Estireno é resistente a ácidos e alcalinos, exceto ácidos oxidantes fortes. Não é afetado por baixos álcoois, ésteres, cetona e hidrocarbonetos aromáticos e clorados (MACHADO; SALVADOR, 2005).

Como exemplo, pesquisa realizada por Imbroisi e seus colaboradores (2006) na Universidade de Brasília (UnB) todos os laboratórios que armazenam resíduos foram analisados quanto aos tipos de recipientes utilizados por eles, sendo que 61% das embalagens utilizadas são de vidro (Figura 3.6).

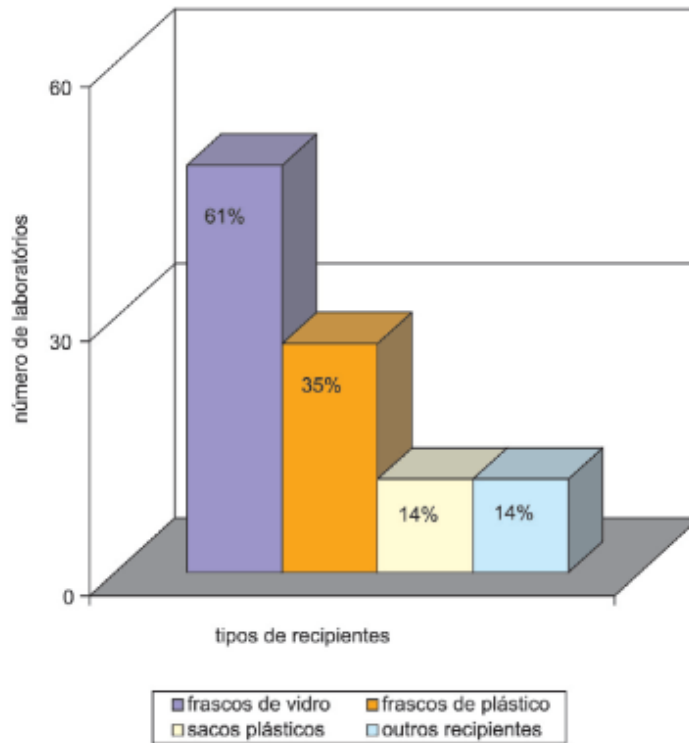


Figura 3.6. Tipos de recipientes usados para armazenar resíduos (IMBROISI *et al.*, 2006).

3.4.6 Alguns aspectos para gestão de resíduos específicos

A. Resíduos contendo metais tóxicos

Cuidados especiais são necessários, os resíduos contendo metais tóxicos possuem alto poder de contaminação, quando não são convenientemente tratados e simplesmente abandonados em corpos d'água, aterros industriais ou mesmo lixeiras clandestinas.

O tratamento clássico de resíduos contendo metais tóxicos envolve processos físico-químicos de precipitação, troca iônica, adsorção e extração por solventes. O método mais utilizado atualmente é a precipitação química, que pode ser feita, por exemplo, pela adição de uma base ao resíduo, de modo que haja a formação de produtos insolúveis (JIMENEZ; BOSCO; CARVALHO, 2004).

Muitos dos íons metálicos são precipitados como hidróxido ou óxido em alto pH. Contudo, vários precipitados se redissolvem em excesso de base. Por isso é necessário controlar cuidadosamente o pH em alguns casos (CSEA, 2005). O Anexo D mostra as faixas de pH recomendadas para precipitação de muitos cátions em seu estado de oxidação mais comum.

B. Embalagens de herbicida

Lei nº 9.974, de 6 de junho de 2000 altera a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989 determina que:

- Os usuários de agrotóxicos, seus componentes e afins deverão efetuar a devolução das embalagens vazias dos produtos aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos, de acordo, com as instruções previstas nas respectivas bulas, no prazo de até um ano, contado da data de compra, ou prazo superior, se autorizado pelo órgão registrante, podendo a devolução ser intermediada por postos ou, centros de recolhimento, desde que autorizados e fiscalizados pelo órgão competente.
- As embalagens rígidas que contiverem formulações miscíveis ou dispersíveis em água deverão ser submetidas pelo usuário à operação de tríplex lavagem, ou tecnologia equivalente, conforme normas técnicas oriundas dos órgãos competentes e orientação constante de seus rótulos e bulas.
- As empresas produtoras e comercializadoras de agrotóxicos, seus componentes e afins, são responsáveis pela destinação das embalagens vazias dos produtos por elas fabricados e comercializados.

C. Resíduos similares aos do serviço de saúde

O Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde é o documento que aponta e descreve as ações relativas ao manejo dos resíduos sólidos, suas características e riscos, no âmbito dos estabelecimentos, contemplando os aspectos referentes à geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, bem como as ações de proteção à saúde pública e ao meio ambiente (ANVISA, 2004).

No caso do resíduo gerado em ambiente laboratorial de pesquisa e ensino que contenha material biológico, estes devem seguir as orientações contidas na publicação Diretrizes Gerais para o Trabalho em Contenção com Material Biológico. Estas diretrizes, elaboradas pela Comissão de Biossegurança em Saúde/Ministério da Saúde/CBS, aplicam-se à execução dos procedimentos de segurança, em contenção em laboratório, na manipulação de materiais biológicos, que contenham ou possam conter agentes biológicos com potencial patogênico (BRASIL, 2004).

Os agentes biológicos patogênicos para o homem, animais e plantas são distribuídos em classes de risco biológico em função de diversos critérios tais como: a gravidade da infecção, do nível de sua capacidade de se disseminar no meio ambiente, estabilidade, endemicidade, modo de transmissão, da existência ou não de medidas profiláticas, como vacinas e da existência ou não de

tratamentos eficazes. Alguns outros fatores são também considerados como as perdas econômicas que possam gerar, vias de infecção, existência ou não do agente no País e sua capacidade de se implantar em uma nova área onde seja introduzido (BRASIL, 2004).

Para cada Classe de risco é determinado um nível de biossegurança correspondente, que contém quatro fases: Procedimentos-padrão de laboratório, Práticas especiais, Equipamentos de contenção, Instalações laboratoriais (BRASIL, 2004). Logo, sugere-se que os responsáveis pela geração atendam as determinações previstas nestas Diretrizes.

- **Procedimento para perfurocortantes**

Os materiais perfurocortantes devem ser descartados separadamente, no local de sua geração, imediatamente após o uso ou necessidade de descarte, em recipientes rígidos, resistentes à punctura, ruptura e vazamento, com tampa, devidamente identificados, atendendo aos parâmetros referenciados na norma NBR 13853/97 da ABNT, sendo expressamente proibido o esvaziamento desses recipientes para o seu reaproveitamento.

Os recipientes devem ser descartados quando o preenchimento atingir 2/3 de sua capacidade ou o nível de preenchimento ficar a cinco centímetros de distância da boca do recipiente (ANVISA, 2004).

A identificação deve estar aposta nos recipientes de coleta interna e externa, nos recipientes de transporte interno e externo, e nos locais de armazenamento, em local de fácil visualização, de forma indelével, utilizando-se símbolos, cores e frases. O Grupo E é identificado pelo símbolo de substância infectante constante na NBR-7500 da ABNT, com rótulos de fundo branco, desenho e contornos pretos, acrescido da inscrição de RESÍDUO PERFUROCORTANTE, indicando o risco que apresenta o resíduo (ANVISA, 2004).

Geradores de resíduos similares aos do serviço de saúde devem requisitar coleta externa especial para o resíduo, deve ser realizada separada dos outros tipos de coleta (TAKAYANAGUI, 2003).

- **Procedimento para meios de cultura**

Para destinação de meios de cultura recomenda-se que, estes devem ser acondicionados em bandejas ou vasilhames para tratamento térmico ou químico adequado, e descarte posterior a inativação do agente biológico em lixo comum ou esgoto, quando a vidraria for reutilizável. Já no caso de recipientes descartáveis deve-se acondicionar em sacos plásticos apropriados para descontaminação física (autoclavagem) do agente biológico e após esse tratamento, descarte em lixo comum (UNICAMP, 2009).

Entretanto, caso os meios de cultura estejam contaminados com metais tóxicos, corantes e substâncias radioativas, inclusive Kits diagnósticos com organismos inoculados que contenham na composição quantidades de substâncias químicas perigosas acima da concentração especificada na legislação, estes devem, além da desativação do agente biológico, ser armazenados para coleta e destinação adequada para o resíduo químico específico.

O manuseio e acondicionamento dos resíduos biológicos gerados devem ser acondicionados em local seguro e separado, longe da circulação de pessoas até o momento da desativação, evitando contaminação cruzada de materiais e do ambiente do laboratório.

D. Resíduos ou compostos que podem ser descartados em esgoto comum ou lixo comum

Resíduos como restos orgânicos, sucata de metais ferrosos e/ou não ferrosos, papel e papelão, toletes de cana, que de acordo com 10004/2004 (ABNT, 2004) Anexo H- Codificação de alguns resíduos são classificados como não perigosos, a menos que estes forem contaminados por substâncias que apresentam características de periculosidade.

Os resíduos orgânicos, flores, resíduos de podas de árvore e jardinagem, sobras de alimento e de pré-preparo desses alimentos, restos alimentares de refeitórios podem ser encaminhados a um processo de compostagem por exemplo.

Uma vez que os geradores usem o esgoto comum (doméstico), podem ser lançados na rede coletora de esgoto ou em corpo receptor, desde que atendam respectivamente as diretrizes estabelecidas pelos órgãos ambientais, gestores de recursos hídricos e de saneamento competentes. Somente podem ser feitos com um número limitado de tipos de resíduos, que estão discriminados a seguir. O descarte deve ser sempre feito com água corrente (CSEA, 2005):

- Ácidos e bases, (não contaminadas com produtos químicos perigosos) que tornam o pH da água < 6 ou $\text{pH} > 8$, como por exemplo HCl , H_2SO_4 , HNO_3 , NaOH , KOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ deverão ser neutralizados antes do descarte de tal maneira a apresentar um $\text{pH} > 6$ ou < 8 .
- Cátions: Al^{3+} , Ca^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mg^{2+} , Na^+ , NH_4^+ .
- Ânions: CO_3^{2-} , Cl^- , HSO_3^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} .
- Compostos quando não passíveis de reciclagem e outros materiais de laboratório não contaminados com produtos químicos perigosos, tais como: adsorventes cromatográficos: sílica, alumina (CSEA, 2005).

De acordo com as Normas gerais - Gerenciamento de resíduos químicos (2002) do IQ/UNESP vários outros resíduos podem ser descartados sem prejuízos ao meio ambiente, estes estão apresentados no Anexo E.



Metodologia

“A alegria está na luta, na tentativa, no sofrimento envolvido. Não na vitória propriamente dita.”

Mahatma Gandhi

4.1 Local de estudo

Distante 170 km da capital do Estado de São Paulo, a cidade de Araras foi fundada por “barões do café” em 15 de agosto de 1862, às margens de um rio no qual habitavam inúmeras araras, origem do nome do município. As principais atividades produtivas da cidade são as indústrias de transformação, seguidas da agricultura de cana-de-açúcar, laranja e milho. As estimativas da produção econômica são: 60% indústria, 15% setor agropecuário, 20% comércio e 0,5% serviços (UFSCar, 2008).

Em Araras a 94 km da UFSCar São Carlos está localizado o Centro de Ciências Agrárias (CCA) que possui 230 hectares, sendo 25 mil m² em áreas construídas (UFSCar, 2008), que coordena mais duas estações experimentais, nos municípios de Valparaíso e Anhembi, pertencentes a UFSCar. O Centro é composto por três departamentos acadêmicos, pela Divisão de Infra-Estrutura e Desenvolvimento Físico e pelas coordenações dos cursos de graduação e pós-graduação (Figura 4.1) (UFSCar, 2008).

No *campus* de Araras são oferecidos os cursos de graduação em Engenharia Agrônômica, Biotecnologia e quatro cursos recentes, que iniciaram suas atividades no primeiro semestre de 2009, são esses: Química, Física, Agroecologia e Ciências Biológicas. No *campus* de Araras são oferecidos também cursos de mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural (UFSCar, 2008).

O Centro possui laboratórios, Biblioteca e Restaurante Universitário. Dentre os projetos desenvolvidos no *Campus* existem pesquisas sobre o controle de pragas, cultura de tecidos de

plantas, avaliação da fertilidade do solo e estudos para o desenvolvimento de tecnologia para agricultura familiar (UFSCar, 2008).

Espelhando-se na experiência do *campus* de São Carlos, em 2008 o *Campus* de Araras da Universidade Federal de São Carlos criou um grupo gestor composta por professores, técnicos e alunos, no mesmo ano implantou sua Unidade de Gestão de Resíduos que tem como finalidade definir normas e procedimentos para que os resíduos gerados não representem riscos ao meio ambiente. Este local de estudo foi escolhido por ainda não apresentar normas para gestão de seus resíduos, logo esta pesquisa poderá auxiliar a UGR *campus* de Araras que está iniciando seus trabalhos.



Figura 4.1. Imagem aérea da UFSCar *campus* Araras (UFSCar, 2010).

4.2 Identificação dos laboratórios e demais geradores de resíduos

Foi realizada uma identificação preliminar das fontes geradoras de resíduos do *Campus* de Araras da Universidade Federal de São Carlos. Para efetivação da identificação foram realizadas visitas ao Centro de Ciências Agrárias e contato com os responsáveis.

Os geradores estão listados a seguir:

- Laboratório de Análise e Simulação Tecnológica - Last

- Laboratório de Microbiologia Aplicada e Controle – LABMAC e Destilaria
- Laboratório de Química Analítica Experimental I - LOAE
- Laboratório de Microbiologia Agrícola e Molecular - LAMAM
- Laboratório de Fertilidade do Solo – Solos
- Laboratório de Fisiologia Vegetal e Cultura de Tecidos - Lfvct
- Laboratório de Plantas Daninhas- LPD
- Laboratório de Entomologia - LE
- Laboratório de Genética Molecular - LAGEM
- Laboratório de Análises Nematológicas – LANEM
- Grupo de Estudos e Trabalhos Agropecuários - Getap
- Seção Agrícola -SeAgri
- Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar - PMGCA

4.3 Levantamento bibliográfico

Informações contidas nesta dissertação, afora aquelas conseguidas pelas coletas de campo, foram obtidas pelo levantamento bibliográfico detalhado sobre resíduos sólidos, definições, etapas da gestão dos resíduos em universidades, incluindo segregação, minimização, tratamentos, armazenamento, rotulação e disposição final dos resíduos. Também são apresentadas algumas experiências anteriores a respeito da gestão de resíduos em universidades.

O contato com os responsáveis pela Unidade de Gestão de Resíduos *campus* Araras contribuiu para este trabalho.

4.4 Inventário dos geradores de resíduos

Levantamento detalhado dos laboratórios e outras atividades da Universidade que geram resíduos a partir de entrevista semi-estruturada para conhecimento das especificidades de cada gerador.

Sobre a elaboração do questionário:

- Desenvolvimento de projeto piloto, para análise da clareza e objetividade das questões;
- Análise dos dados provenientes das entrevistas do projeto-piloto e alterações de algumas questões;

- Construção do roteiro definitivo para coleta de dados.

As entrevistas semi-estruturadas combinam perguntas abertas e fechadas, na qual o informante tem a possibilidade de discorrer sobre o tema proposto. Um conjunto de questões previamente definidas em um contexto muito semelhante ao de uma conversa informal (BONI; QUARESMA, 2005).

Para Triviños (1987) a entrevista semi-estruturada tem como característica questionamentos básicos que são apoiados em teorias e hipóteses que se relacionam ao tema da pesquisa. Os questionamentos dariam frutos a novas hipóteses surgidas a partir das respostas dos informantes. O foco principal seria colocado pelo investigador-entrevistador.

Dessa forma, Manzini (2003) salienta que é possível um planejamento da coleta de informações por meio da elaboração de um roteiro com perguntas que atinjam os objetivos pretendidos. O roteiro serviria, então, além de coletar as informações básicas, como um meio para o pesquisador se organizar para o processo de interação com o informante.

Para o levantamento dos dados realizou-se uma adaptação de um questionário aplicado na UFSCar, *campus* de São Carlos por Sassioto (2005). Deste foram desenvolvidos três novos questionários sendo o primeiro questionário “Ficha de inventário de resíduo” desenvolvido para ser respondido em entrevista com um representante do laboratório ou setor, podendo ser este um professor ou técnico. O segundo questionário destinado ao técnico e o terceiro destinado ao professor responsável pelo laboratório ou setor, todos foram aplicados pessoalmente com o auxílio de um representante da UGR *campus* Araras.

Na “Ficha de inventário de resíduo” (Anexo F) constam informações que possibilitam uma caracterização do laboratório, das pessoas que nele trabalham e também sobre a geração dos resíduos, esta última foi dividida em três partes para sua melhor caracterização: armazenamento dos resíduos, passivo de resíduo e resíduo ativo.

O segundo questionário consta de perguntas direcionadas para o profissional técnico que possibilita uma visão mais ampla dos resíduos gerados, buscando informações sobre seu conhecimento no assunto, assim como o mesmo trata com os resíduos de seu laboratório (Anexo G).

O terceiro e último questionário direcionado para o professor responsável pelo laboratório, tinha como propósito determinar como este profissional conduz suas disciplinas e suas pesquisas no âmbito das questões ambientais de tratamento de resíduos. Buscando inferir desta forma a postura do professor perante a geração de resíduo em seu laboratório, assim como seu conhecimento sobre normas e técnicas voltadas para minimização e tratamento de resíduo (Anexo H).

4.5 Localização dos geradores de resíduos no campus de Araras

Foram localizados e identificados os principais pontos de geração de resíduos químicos perigosos no mapa do *campus* de Araras. Os pontos de geração são concentrados em dois blocos distantes no mapa, logo para melhor visualização somente os locais de geração foram ampliados: bloco A e bloco B. Para a localização foi utilizado o software AutoCAD.

4.6 Sistematização e Análise dos dados

Os dados obtidos com o uso dos questionários, por meio das entrevistas, foram dispostos em quadros e gráficos permitindo uma análise crítica das condições de geração dos resíduos no *campus* de Araras. Primeiramente os dados referentes aos resíduos gerados foram dispostos em quadros, separados por gerador, com suas respectivas informações: substâncias/materiais, quantidade/frequência, situação atual, ações propostas, números do diagrama de Hommel e os números referentes à toxicidade ao homem e periculosidade ambiental.

As informações contidas nos quadros e os demais dados foram sistematizados em gráficos e discutidos para melhor compreensão da realidade existente no *campus* de Araras, neles foram apresentadas informações, quanto à periculosidade, à quantidade gerada, ao armazenamento e aos locais de geração dos resíduos.

Por fim, estabelecido e analisado os inventários, foi discutida uma possível proposta para gestão dos resíduos do *campus* de Araras, expressa com auxílio de fluxogramas e desenvolvida para suprir as características específicas para cada gerador. Na qual, foram apresentadas sugestões de tratamento e disposição final para os resíduos dispostos nos quadros, isto mediante consulta a informações encontradas na literatura técnica e em metodologias aplicadas por outras universidades (IBILCE-UNESP, 2003; CENA, 2010) e Fichas de Informação de Produto Químico (CETESB, 2001; F. MAIA FISPO, 2002).



Resultados e Discussão

“A mente que se abre a uma nova idéia jamais voltará ao seu tamanho original.”

Albert Einstein

5.1 Inventário junto aos geradores de resíduos

Foi feito contato com a Unidade de Gerenciamento de Resíduos da UFSCar *campus* de Araras, que apoiou e permitiu uma colheita de dados objetiva e significativa para os objetivos deste trabalho.

5.1.1 Características quantitativas e qualitativas dos resíduos

Nos quadros 5.1 a 5.13 estão discriminados todos os resíduos e sua quantidade/freqüência encontrada no *campus* de Araras diagnosticados por meio da questão 15 do primeiro questionário (Anexo F), como também a situação atual em que esses resíduos se encontram, se estes são tratados/armazenados/a espera de coleta. Aliado a isso foram adicionadas sugestões de ações para guiar a gestão dos resíduos.

O *campus* de Araras gera variados resíduos, logo, a análise dos dados de cada gerador teve suas especificidades apresentados nos quadros:

- Os Quadros 5.1, 5.2, 5.3, 5.5, 5.7, 5.10, 5.11 e 5.13, além das informações já expostas anteriormente, apresentam os números necessários para o preenchimento do Diagrama de Hommel, que ajuda a compor o rótulo para identificação do resíduo químico. Os sites para consulta dos números e explicação estão em Anexo I.

- Para os Quadros 5.8 e 5.12 constam os números referentes à toxicidade ao homem e periculosidade ambiental, correspondentes aos defensivos agrícolas utilizados por cada gerador. O site para consulta dos números está em Anexo J.
- Os demais (Quadros 5.4, 5.6 e 5.9) não contém informações adicionais, pois não apresentam resíduos perigosos ou falta a nomenclatura dos defensivos.

Laboratório de Genética Molecular – Lagem

O Laboratório de Genética Molecular gera aproximadamente 230 L de resíduos por mês. Sendo que cerca de 197 L são armazenados para futura coleta pela UGR. Percebe-se também por meio do Quadro 5.1 que a maioria do resíduo gerado em litros é o “Gel poliacrilamida, gel de agarose contaminado com brometo de etídio, ponteiros e microtubulos contaminados com fenol, papéis contaminados com fenol ou brometo de etídio, luvas contaminados com fenol ou brometo de etídio”, com 180 litros (78%). Entretanto, o resíduo mais perigoso de acordo com os números do diagrama de Hommel é o “Fenol 5%, ácido sulfúrico” e sua porcentagem de geração é 0,26%. Pode-se ainda ressaltar a presença de frascos com restos de fungicida vencido.

Quadro 5.1. Resíduos gerados no Laboratório Lagem, sua quantidade, frequência, situação, ações e números para preenchimento do diagrama de Hommel.


1 Lagem	Substâncias/Materiais presentes no resíduo	Números Diagrama de Hommel	Quantidade	Frequência	Situação Atual	Ações Propostas
	Clorofórmio, solução aquosa com restos vegetais, tris(hidroximetil)aminometano, EDTA, cloreto de sódio	2-1-0	0,45 L	Mês	Armazenado/ Coleta	Tratar/ Reutilizar/ Armazenar/ Coleta/Destinar
	Mercaptoetanol, solução aquosa com restos vegetais, tris(hidroximetil)aminometano, EDTA, cloreto de sódio	2-2-0	0,35 L	Mês	Armazenado/ Coleta	Armazenar/Coleta/ Destinar
	Fenol 5%, ácido sulfúrico	4-2-3 W	0,60 L	Mês	Armazenado/ Coleta	Tratar
	Brometo de etídio	3-1-1	0,50 L	Mês	Armazenado/ Coleta	Tratar
	Gel poliacrilamida, gel de agarose contaminado com brometo de etídio, ponteiras e microtubulos contaminados com fenol, papeis contaminados com fenol ou brometo de etídio, luvas contaminados com fenol ou brometo de etídio	4-2-1	180,00 L	Mês	Armazenado/ Coletado como Resíduo Hospitalar	Tratar/ Armazenar/ Coleta/Destinar
	Nitrato de prata 0,2%	3-0-3	14,00 L	Mês	Armazenado/ Coleta	Tratar/Recuperar/ Reutilizar
	Ácido nítrico 2%	3-0-0-OXI	8,00 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Tratar
	Hidróxido de sódio 3%	3-0-2	8,00 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Tratar
	Cloreto de sódio, cloreto de potássio, fosfato disódium do hidrogênio, fosfato monopotássico em solução aquosa	-	1,00 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Descartar em esgoto comum
	Dimetilformamida	1-2-0	0,50 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Armazenar/Coleta/ Destinar
	Fungicidas (diversos) devido a vencimento	ND	NI	-	Armazenado/	Armazenar/Coleta/

				Coleta	Destinar
Polyvinylpyrrolidone 10%, N-lauroylsarcosine 5%, Cetyltrimethyl Amomonium Bromide (CTAB) 20%, restos vegetais	ND	0,35 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Armazenar/Coleta/ Destinar
Clorofórmio, álcool isoamílico, fenol	4-2-1	1,00 L	Mês	Armazenado/ Coleta	Armazenar/Coleta/ Destinar
Isopropanol	1-3-0	0,30 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Tratar/ Reutilizar
Ácido acético 1%, etanol 10%	2-3-2	2,00 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Descartar em esgoto comum
Ácido acético 0,2%	2-2-2	8,00 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Tratar
Solução aquosa de carbonato de sódio 3%, formaldeído 0,08%	3-2-2	1,70 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Tratar
Vidros contaminados	-	2peças	Mês	Armazenado/ Coleta	Armazenar/Coleta/ Destinar
Ácido Sulfossalicílico 3%	1-0-0	1,60 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Tratar
Solução aquosa de citrato 0,2M, Ninhidrina 5%, cianeto de potássio 0,2mM, etanol 60%	3-3-2	0,60 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Armazenar/Coleta/ Destinar
Solução aquosa de etanol 4,75%, ácido fosfórico 8,5%, corante Coomassie Blue 0,01%	3-3-0	0,50 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Armazenar/Coleta/ Destinar
Solução aquosa de Ninhidrina ácida, ácido acético glacial, ácido fosfórico, tolueno	3-3-0	0,40 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Armazenar/Coleta/ Destinar

NI: não informado

ND: não determinado

OXI: Oxidante

 : Evite o uso de água

Laboratório de Microbiologia Aplicada e Controle – Labmac

O Labmac (Quadro 5.2) gera aproximadamente 21 L de resíduos por mês. Sendo que o resíduo mais gerado é o “Ácido dinitrosalicílico, H₂O” que corresponde a 12 L, ou seja, 57% do total gerado. Neste laboratório todo resíduo é armazenado para futura coleta pela UGR.

Quadro 5.2. Resíduos gerados no Labmac, sua quantidade, frequência, situação, ações e números para preenchimento do diagrama de Hommel.

2 Labmac	Substâncias/Materiais presentes no resíduo	Números Diagrama de Hommel	Quantidade	Frequência	Situação Atual	Ações Propostas
	Óleos, éter, fenoltaleína	2-4-0	0,70 L	Mês	Armazenado/ Coleta	Tratar/ Reutilizar/ Armazenar/ Coleta/Destinar
	Ácido dinitrosalicílico, em solução aquosa	ND	12,00 L	Mês	Armazenado/ Coleta	Tratar
	Azul de metileno, eritrosina, ácido clorídrico, Clara de ovo, solventes orgânicos (éter, clorofórmio, etanol, acetona)	3-0-0	0,04 L	Mês	Armazenado/ Coleta	Armazenar/Coleta/ Destinar
	Fehling (sulfato de cobre, tartarato duplo de sódio potássio, hidróxido de sódio), ácido clorídrico, hidróxido de sódio	3-0-2	5,00 L	Mês	Armazenado/ Coleta	Tratar
	Eritrosina	1-0-0	0,04 L	Mês	Armazenado/ Coleta	Armazenar/Coleta/ Destinar
	Alfa-naftol, açúcares, água, ácido sulfúrico	3-0-3	0,13 L	Mês	Armazenado/ Coleta	Armazenar/Coleta/ Destinar
	2,6 diclorobenzeno indo fenol	ND	0,83 L	Mês	Armazenado/ Coleta	Armazenar/Coleta/ Destinar
	Ácido clorídrico, açúcares e água	3-0-0	0,08 L	Mês	Armazenado/ Coleta	Tratar
	Iodo, açúcares, água	3-0-2	0,05 L	Mês	Armazenado/ Coleta	Tratar
	Iodeto de potássio, açúcares, água	1-1-0	0,05 L	Mês	Armazenado/ Coleta	Descartar em esgoto comum

Oxalato de sódio, açúcares, água	3-0-1	0,05 L	Mês	Armazenado/ Coleta	Tratar
Actidiona (antibiótico)	ND	1,70 L	Mês	Armazenado/ Coleta	Armazenar/Coleta/ Destinação
Reagente de Molish (alfa-naftol 5% em etanol)	1-3-0	3,40 L	Mês	Armazenado/ Coleta	Armazenar/Coleta/ Destinar
Acetona	1-4-2	0,17 L	Mês	Armazenado/ Coleta	Tratar/Reutilizar
Óleo de bomba	ND	0,05 L	Mês	Armazenado/ Coleta	Reutilizar/Armazenar/ Coleta/Destinar
Extran (detergente para substituir sulfocrômica)	-			Descarte em esgoto comum	Descartar em esgoto comum

ND: Não determinado

Laboratório de Microbiologia Agrícola e Molecular – Lamam

O Lamam (Quadro 5.3) gera aproximadamente 36 L de resíduos por mês. Sendo que o resíduo “Luvas, ponteras, papéis contaminados com fenol e brometo de etídio” é responsável por 20 L (58%) do total gerado e 5 L (14%) do resíduo corresponde a “Meios de cultura”. O “Dicromato de potássio em solução aquosa” é considerado o mais perigoso de acordo com os números do diagrama de Hommel e sua geração é de 2 L correspondente a 5,5% do total gerado.

Quadro 5.3. Resíduos gerados no Lamam, sua quantidade, frequência, situação, ações e números para preenchimento do diagrama de Hommel.

3 Lamam	Substâncias/Materiais presentes no resíduo	Números Diagrama de Hommel	Quantidade	Frequência	Situação Atual	Ações Propostas
	Ácido Sulfúrico	3-0-3	2,00 L	Mês	Armazenado	Tratar
	Ácido Fosfórico	3-0-0	2,00 L	Mês	Armazenado	Tratar
	Dicromato de potássio em solução aquosa	4-0-0	2,00 L	Mês	Armazenado	Tratar

Sulfato de potássio em solução aquosa	1-0-0	2,00 L	Mês	Armazenado	Descartar em esgoto comum
Sulfato ferroso em solução aquosa	ND	2,00 L	Mês	Armazenado	Tratar
Ácido clorídrico	3-0-0	0,18 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Tratar
Hidróxido de potássio	3-0-2	0,10 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Tratar
Fenolftaleína	ND	0,10 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Armazenar/Coleta/ Destinação
Metilorange (Alaranjado de metila)	ND	0,10 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Armazenar/Coleta/ Destinação
Fenol	4-2-0	0,08 L	Mês	Armazenado	Tratar
Clorofórmio	2-0-0	0,08 L	Mês	Armazenado	Tratar/Reutilizar
Brometo de etídio	3-1-1	0,08 L	Mês	Armazenado	Tratar
Isopropanol	1-3-0	0,08 L	Mês	Armazenado	Tratar/Reutilizar
Meios de cultura: triptose, lactose, sais biliares, K_2HPO_3 , KH_2PO_4 , NaCl, água, agar, triptona, extrato de levedura, extrato de carne, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, peptona bacteriológica (meio de cultura-aminoácidos livres e peptídeos), Rose bengal (bactericida (4,5,6,7-tetrachloro-2',4',5',7'-tetraiodofluorescein)), micostatin (fungicida (nistatina)), microorganismos	ND	5,00 L	Mês	Autoclave/ Descarte em lixo comum	Tratar/ Descartar em esgoto comum ou lixo comum
Corantes: safranina, plantas, lugol (iodo/iodeto), fluroglucina, Sudam III, azul de metileno, cristal violeta	ND	0,01 L	Mês	São diluídos/ Descarte em esgoto comum	Armazenar/Coleta/ Destinar
Semente, ácido sulfúrico	3-0-3	0,08 L	Mês	Armazenado	Tratar
Luvas, ponteras, papéis contaminados com fenol e brometo de etídio	4-2-1	20,00 L	Mês	Armazenado/ Coletado como Resíduo Hospitalar	Tratar/Armazenar/ Coleta/Destinar

ND: Não determinado

Laboratório de Fisiologia Vegetal e Cultura de Tecidos – Lfvct

O laboratório de Fisiologia Vegetal (Quadro 5.4) gera 80L de resíduos por mês, este resíduo é descartado em lixo comum. O resíduo gerado aparentemente não apresenta risco ao meio ambiente.

Quadro 5.4. Resíduos gerados no Laboratório de Fisiologia Vegetal, sua quantidade, frequência, situação, ações.

4 Lfvct	Substâncias/Materiais presentes no resíduo	Quantidade	Frequência	Situação Atual	Ações Propostas
	Macro e micro nutrientes, carvão, cloro, banana, açúcar, cálcio, vitaminas, plantas	80L	Mês	Descarte em lixo Comum	Descartar em lixo Comum

Laboratório de Análise e Simulação Tecnológica – Last

O Laboratório de Análise e Simulação Tecnológica gera 8,44 litros no total de resíduos por mês. Percebe-se por meio do Quadro 5.5 que o “Subacetato de chumbo” corresponde a 4 L (47,4%) do resíduo gerado em litros, este resíduo é considerado perigoso pela NBR 10.004 (ABNT, 2004). O “Subacetato de chumbo” é armazenado e recebe tratamento pela UGR Araras.

Quadro 5.5. Resíduos gerados no Laboratório de Análise e Simulação Tecnológica, sua quantidade, frequência, situação, ações e números para preenchimento do diagrama de Hommel.

5 Last	Substâncias/Materiais presentes no resíduo	Números Diagrama de Hommel	Quantidade	Frequência	Situação Atual	Ações Propostas
	Subacetato de chumbo	ND	4,00 L	Mês	Precipitado a sulfato/ Armazenado	Tratar
	Éter	2-4-2	1,00 L	Mês	Reutilizado	Tratar/Reutilizar
	Trietanolamina, ácido clorídrico, hidróxido de sódio, açúcar, água	3-1-2	0,42 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Armazenar/Coleta/ Destinar

Dextrana, ácido tricloroacético, açúcar, água	3-1-2-COR	0,42 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Tratar
Acido fosfórico, açúcar/ cana, água	3-0-0	0,13 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Tratar
Cloridrato rosalina, formaldeído, tiosulfato de sódio, solução de iodo, sulfito de sódio, açúcar, água	3-2-2	0,17 L	Mês	Armazenado	Armazenar/Coleta/ Destinar
Hidróxido de sódio, alfa-naftolftaleina, propanol, alcoóis	3-0-2	0,17 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Armazenar/Coleta/ Destinar
Acido sulfúrico, subacetato de bismuto, molibdato de amônio	3-0-2 W	0,02 L	Mês	Armazenado	Armazenar/Coleta/ Destinar
Ácido dinitrossalicílico (DNS)	ND	0,08 L	Mês	Armazenado	Tratar
Molibdato de Amônio, arsenato de sódio, fosfato de sódio, tartarato duplo de sódio e potássio	ND	1,70 L	Mês	Armazenado	Armazenar/Coleta/ Destinar
Fehling (sulfato de cobre, tartarato duplo de sódio potássio, hidróxido de sódio)	3-0-2	0,33 L	Mês	Tratamento Descarte em esgoto comum	Tratar

ND: Não determinado

COR : Corrosivo

~~W~~ : Evite o uso de água

Grupo de Estudos e Trabalhos Agropecuários – Getap

No Getap (Quadro 5.6) são gerados resíduos de embalagens e o único gerador de seringas do *campus* de Araras.

Quadro 5.6. Resíduos gerados no Getap, sua quantidade, frequência, situação, ações.

6 Getap	Substâncias/Materiais presentes no resíduo	Quantidade	Frequência	Situação Atual	Ações Propostas
	Embalagens de antibióticos	80	Semestre	Armazenado/ Resíduo	Armazenar/Coleta/ Destinar

			Hospitalar	
Embalagens de hormônio			Armazenado/ Resíduo Hospitalar	Armazenar/Coleta/ Destinar
Embalagens de revigorantes			Armazenadas/ Resíduo Hospitalar	Armazenar/Coleta/ Destinar
Embalagens de carrapaticida			Armazenadas/ Resíduo Hospitalar	Armazenar/Coleta/ Destinar
Embalagens de mosquicida			Armazenadas/ Resíduo Hospitalar	Armazenar/Coleta/ Destinar
Seringas	15	Mês	Armazenadas/ Resíduo Hospitalar	Armazenar/ Coleta especial
Embalagens de herbicidas	ND		Devolvidas	Triplíce lavagem/ Devolução

ND: Não determinado

Laboratório de Fertilidade do Solo

O laboratório de solos (Quadro 5.7) gera aproximadamente 225 L de resíduo por mês. Apesar do “cloreto de potássio” ser o resíduo mais gerado, o mais preocupante é o “SMP (cloreto de Cálcio, cromato de potássio, acetato de cálcio, Trietanolamina e p-nitrofenol)” pois contém cromo hexavalente que é considerado perigoso pela NBR 10.004 (ABNT, 2004). Este resíduo está sendo tratado pela UGR Araras.

Quadro 5.7. Resíduos gerados no Laboratório de Solos, sua quantidade, frequência, situação, ações e números para preenchimento do diagrama de Hommel.

7 Solos	Substâncias/Materiais presentes no resíduo	Números Diagrama de Hommel	Quantidade	Frequência	Situação Atual	Ações Propostas
	Cloreto de potássio	0-0-0	80 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Descartar em esgoto comum
	Cloreto de cálcio	1-0-0	21 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Descartar em esgoto comum
	Cloreto de amônio, ácido clorídrico	3-0-0	42 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Tratar
	SMP (cloreto de cálcio, cromato de potássio, acetato de cálcio, trietanolamina e p-nitrofenol)	2-1-0	4,2 L	Mês	Armazenado/ Tratamento	Armazenar/ Coleta/ Destinar
	Ácido acético e fosfato mono cálcico	2-2-2	21 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Tratar
	DTPA (ácido dietilenotriaminopentaacético), Trietanolamina e cloreto de cálcio	ND	17 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Armazenar/ Coleta/ Destinar
	Solução de lantânio	ND	7,5 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Tratar
	Ácido sulfúrico	3-0-3	12,5 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Tratar
	Acido Perclórico	3-0-3-OXI	12,5 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Tratar
	Sulfomolibdica (molibdato de amônio, subcarbonato de bismuto e ácido sulfúrico)	ND	3,3 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Armazenar/ Coleta/ Destinar
	Acido Bórico	2-0-0	1,7 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Tratar
	Hidróxido de sódio	3-0-2	1,7 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Tratar
	Ácido clorídrico	3-0-0	1,7 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Tratar
	Vidros e frascos	-	15	Mês		Reutilizar

ND: Não determinado

OXI: Oxidante

Seção Agrícola – SeAgri

No Quadro (Quadro 5.8) estão listados as embalagens de agrotóxicos utilizados no *campus* de Araras pela Seção Agrícola. No campo é feita a tríplice lavagem e estas embalagens são devolvidas de acordo com Lei Federal 9.974/2000 com regulamentação definida pelo Decreto Federal 4.074/2002.

Quadro 5.8. Resíduos gerados na Seção Agrícola, sua quantidade, frequência, situação, ações e a classificação toxicológica humana e ambiental dos produtos.

8 SeAgri	Substâncias/Materiais presentes no resíduo	Toxicidade ao homem	Periculosidade Ambiental	Quantidade	Frequência	Situação Atual	Ações Propostas
	Embalagens de herbicida (glifosato)	IV	III	4-5	Ano	Tríplice Lavagem/ Devolvidas	Tríplice Lavagem/ Devolver
	Embalagens de herbicida (velpar-k) diurom + hexazinona	III	Registro Decreto 24.114/34	3	Ano	Tríplice Lavagem/ Devolvidas	Tríplice Lavagem/ Devolver
	Embalagens de herbicida (2,4D) 2,4 diclorofenoxiacético	I	III	1	Ano	Tríplice Lavagem/ Devolvidas	Tríplice Lavagem/ Devolver
	Embalagens de fungicida (abamex) Abamectin	II	III	1	Ano	Tríplice Lavagem/ Devolvidas	Tríplice Lavagem/ Devolver
	Embalagens de inseticida (Keshet) Deltamethrine	I	II	1	Ano	Tríplice Lavagem/ Devolvidas	Tríplice Lavagem/ Devolver
	Embalagens de inseticida (Decis) Deltamethrine	III	I	1	Ano	Tríplice Lavagem/ Devolvidas	Tríplice Lavagem/ Devolver
	Embalagens formicida (mirex-s) Sulfluramida	IV	III	20	Ano	Tríplice Lavagem/ Devolvidas	Tríplice Lavagem/ Devolver

Embalagens de Cupinicida – Inseticida (Regent 20G) fipronil	IV	II	1	3 Anos	Tríplice Lavagem/ Devolvidas	Tríplice Lavagem/ Devolver
---	----	----	---	--------	------------------------------	----------------------------

Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar – PMGCA

O Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar (Quadro 5.9) emprega a tríplice lavagem e devolve as embalagens, entretanto não estão armazenando o resíduo de fungicida.

Quadro 5.9. Resíduos gerados pelo Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar, sua quantidade, frequência, situação e ações.

9 PMGCA	Substâncias/Materiais presentes no resíduo	Quantidade	Frequência	Situação Atual	Ações Propostas
	Embalagens de herbicidas	35 galões	Ano	Tríplice Lavagem/ Devolvidas	Tríplice Lavagem/ Devolver
	Embalagens de fungicidas	1 galão	Ano	Tríplice Lavagem/ Devolvidas	Tríplice Lavagem/ Devolver
	Cana	1 tonelada	Ano	ND	Reaproveitar
	Papelão	150 kg	Ano	Reciclagem	Encaminhar para reciclagem
	Ferragem	30 kg	Ano	Reciclagem	Encaminhar para reciclagem
	Vidros	10 kg	Ano	Reciclagem	Encaminhar para reciclagem
	Fungicida	10 L	Ano	Fossa séptica	Armazenar/Coleta/ Destinar

Laboratório de Entomologia – LE

O Laboratório de Entomologia (Quadro 5.10) gera aproximadamente 78 L de resíduos por mês, sendo que 100% é descartado em esgoto comum sem tratamento prévio.

Quadro 5.10. Resíduos gerados no Laboratório de Entomologia, sua quantidade, frequência, situação, ações e números para preenchimento do diagrama de Hommel.

10 LE	Substâncias/Materiais presentes no resíduo	Números Diagrama de Hommel	Quantidade	Frequência	Situação Atual	Ações Propostas
	Formaldeído, água	3-2-2	30,00 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Tratar
	Água, sulfato de cobre II	1-0-0	30,00 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Tratar
	Meio de cultura: levedura, germe de trigo, antibiótico, vitamina, agar, ácido acético, ilosone, açúcar, cloreto de colina, nipogin, ácido ascórbico, farelo de soja	ND	15,00L	Mês	Descarte em esgoto comum	Tratar/ Descartar em esgoto comum
	Cloro (para desinfecção)	-	2,50 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Descartar em esgoto comum
	Frascos de vidros	-			Reutilizados	Reutilizar

ND: Não determinado

Laboratório de Nematologia - Lanem

O laboratório de Nematologia (Quadro 5.11) gera no mínimo 3,6L de resíduos por mês que corresponde ao "Taf" que não pode ser descartado em esgoto comum, pois apresenta em sua composição o formaldeído que é considerado perigoso pela NBR 10.004 (ABNT, 2004).

Quadro 5.11. Resíduos gerados no Lanem, sua quantidade, frequência, situação, ações e números para preenchimento do diagrama de Hommel.

11 Lanem	Substâncias/Materiais presentes no resíduo	Números Diagrama de Hommel	Quantidade	Frequência	Situação Atual	Ações Propostas
	Substrato, raiz, água, sacarose, caulin	-	ND		Descarte em lixo comum	Descartar em aterro e/ou esgoto comum
	Taf (trietonolamina 40ml, álcool 70 ml, formaldeído 140ml)	3-2-2	3,60 L	Mês	Descartado em lixo comum	Tratar
	Substrato com nematóides	-	ND		Autoclave por 1 hora	Tratar

ND: não determinado

Laboratório de Plantas Daninhas - LPD

No Quadro (Quadro 5.12) estão listadas garrafas pet contaminadas com diversos herbicidas utilizados no Laboratório de Plantas Daninhas que desenvolve, por enquanto, atividades didáticas em campo. Em média são geradas 20 garrafas pets contaminadas por mês.

Os herbicidas foram separados levando em conta sua classificação toxicológica e sua classificação ambiental. No que se refere à classificação toxicológica, dentre os agrotóxicos há uma prevalência de produtos situados na faixa III. Produtos classificados na Faixa III são moderadamente tóxicos para a saúde humana. Já quanto à classificação da toxicidade ambiental, a maioria dos produtos enquadra-se na classe II, ou seja, são produtos considerados muito perigosos ao ambiente.

Quadro 5.12. Resíduos gerados no Laboratório de Plantas Daninhas, sua quantidade, frequência, situação, ações e a classificação toxicológica humana e ambiental dos produtos.

12 LPD	Substâncias/Materiais presentes no resíduo (Garrafas pet contaminadas com herbicidas)	Toxicidade ao homem	Periculosidade e Ambiental	Quantidade	Frequência	Situação Atual	Ações Propostas
	Topeze SC: 2 - cloro - 4,6 bis - (etilamino) - s - triazina; simazine + 2 - (etilamino) - 4 - (isopropilamino) - 6 - (metiltio - s - triazina); ametryne	III	Registro Decreto 24.114/34	20	Mês	Armazenadas	Reutilizar
	Raft: 5-tert-butyl-(2,4-dichloro-5-5-propargyloxyphenyl)-1,3,4 oxadiazol-2-(3H)-one	III	NE				
	Evolus: 2-(2,4-dichloro-5-prop-2-ynyloxyphenyl)-5,6,7,8-tetrahydro-1,2,4-triazolo[4,3-a]pyridine-3(2H)-one	I	II				
	Kadett: 2-chloro-N-ethoxymethyl-6'-ethylaceto-toluidide (acetocloro)	II	II				
	Karmex: (diurom) 3-(3,4-diclorofenil)-1,1-diemtil uréia	III	II				
	Fusilade 125: butyl(R)-2-[4-(5-trifluoromethyl-2-pyridyloxy)phenoxy]propionate	II	II				
	Gliz: N-(phosphonomethyl)glycine	IV	III				
	Sanson: 2-(4,6-dimethoxyimidin-2-ylcarbamoysulfamoyl)-N,N-dimethylnicotinamide	IV	II				
	Premerin: α,α,α -trifluoro-2,6-dinitro-N,N-dipropilp-toluidina	II	II				
	DMA: Dimethylammonium (2,4-dichlorophenoxy) acetate (2,4-D, sal dimetilamina) + Equivalente ácido do 2,4-D	I	III				
	Advance: diurom (3- (3,4- dichlorophenyl)- 1,1-dimethylurea) + hexazinona (3-cyclohexyl-6-dimethylamino-1-methyl-1,3,5-triazine-2,4(1H,3H)-dione)	III	II				
	Velpar K: diurom (3- (3,4- dichlorophenyl)- 1,1-dimethylurea) + hexazinona (3-cyclohexyl-6-dimethylamino-1-methyl-1,3,5-triazine-2,4(1H,3H)-dione)	III	Registro Decreto 24.114/34				

Brodal: N-(2,4 difluorophenyl)-2(3-trifluoromethylfenoxi) 3-piridil carboxamide	III	NE
Flex: 5-(2-chloro- α,α,α -trifluoro-p-tolyloxy)-N-methylsulfonyl-2-nitrobenzamide	I	II
Goal: 2-chloro-a,a,a-trifluoro-p-tolyl 3-ethoxy-4-nitrophenyl ether (OXIflUOrfem)	II	Registro Decreto 24.114/34
Gramoxone: 1,1-dimethyl-4,4-bipyridinium	I	II
Roundup: glifosato N-(fosfometil) glicina	III	III
Afalon: 3-(3,4-dichlorophenyl)-1-methoxy-1-methylurea	III	
Laço: methyl (RS)-2-[4-(2,4-dichlorophenoxy)phenoxy]propionate	I	III
Fist e Box: 2-chloro-2,6-diethyl-N-methoxymethylacetanilide	II	II
Stan: 2-chloro-N-ethoxymethyl-6-ethylacet-o-toluidide	I	
Gamit: 2-(2-chlorobenzyyl)4,4-dimethyl-1,2-oxazolidin-3-one	II	II
Iloxan: Methyl (RS)-2-[4-(2,4-dichlorophenoxy)phenoxy]propionate (DICLOFOPE-METÁLICO)	III	III
Agral: 2,6-dimetil 4 heptilfenol	IV	Registro Decreto 24.114/34
Scepter: (RS)-2-(4-isopropyl-4-methyl-5-oxo-2-imidazolin-2-yl)quinoline-3-carboxylic acid	IV	III
Eptan: S-etil dipropiltiocarbamato	II	III
Gesapax GrDa: N2-ethyl-N4-isopropyl-1,3,5-triazine-2,4-diamine	IV	III
Primestra: 6-chloro-N2-ethyl-N4-isopropyl-1,3,5-triazine-2,4-diamine (ATRAZINA) + (aRS,1S)-2-chloro-6'-ethyl-N-(2-methoxy-1	II	II

–methylethyl)acet–o–toluidide + (aRS,1R)–2–chloro–6'–ethyl–N–(2–methoxy–1 –methylethyl)acet–o–toluidide (S–METOLACLORO)						
Combine: 1-(5-terc-butyl-1,3,4-thiadiazol-2-yl)-1,3-dimethylurea	III	III				
Ethephon: ácido 2 chloroethylphosponic	I	III				
Pivot: (RS)-5-ethyl-2-(4-isopropyl-4-methyl-5-oxo-2-2-imidazolin-2-yl)nicotinic acid	IV	Registro Decreto 24.114/34				
Sempra: 3-chloro-5-(4,6-dimethoxypyrimidin-2-ylcarbamoysulfamoyl)-1-methylpyrazole-4-carboxylic acid	III	III				
Classic: ethyl 2-(4-chloro-6-methoxyprimidin-2-ylcarbamoysulfamoyl)benzoate	III	III				
Provence: 5-cyclopropyl-1,2-oxazol-4-yl α,α,α -trifluoro-2-mesyl-p-tolyl ketone	III	II				
Ally: methyl 2-(4-methoxy-6-methyl-1,3,5-triazin-2-ylcarbamoysulfamoyl)benzoate	III	III				
Sencor: 4-amino-6-tert-butyl-4,5-dihydro-3-methylthio-1,2,4-triazin-5-one	IV	II				
Embalagens de herbicidas	NI	NI	4	Ano	Tríplice Lavagem/ Devolvidas	Tríplice Lavagem/ Devolver

NE: não foi encontrado.

NI: não informado

Alguns herbicidas não foram avaliados sua toxicidade ao ambiente pelo IBAMA de acordo com Registro Decreto 24.114/34

Laboratório de Química Analítica Experimental I – LQAE

Os dados apresentados pelo gerador não correspondem à quantidade real de resíduos gerados por esse laboratório. Visto que existem dificuldades em contabilizá-los em relação a identificação e a quantidade de resíduos gerados em aulas práticas, como:

- O ensino é semestral, a disciplina pode ser oferecida uma ou duas vezes por ano;

- A mudança de professor pode alterar os experimentos;
- A quantidade de reente utilizado pode depender da quantidade de alunos inscritos.

Atividades laboratoriais empregadas no ensino são fundamentais ao aprendizado do aluno, entretanto algumas práticas podem ser demonstrativas, ou seja, somente o responsável pela disciplina realiza o experimento, esse tipo de prática é válida principalmente quando os reagentes utilizados apresentam riscos aos alunos, no momento da experiência, e/ou risco ao meio ambiente, principalmente se o resíduo gerado for descartado inadequadamente.

A minimização do resíduo, aplicação de técnicas em Microescala é uma forma inteligente para aulas em que os alunos realizem os experimentos, que é empregada no Laboratório de Química Analítica Experimental I, é respeitável, contudo, ela reduz o resíduo mas este continua carecendo de tratamento (Quadro 5.13). Essas recomendações servem para eventuais resíduos não listados.

Quadro 5.13. Resíduos gerados no Laboratório de Química Analítica Experimental I, sua quantidade, frequência, situação, ações e números para preenchimento do diagrama de Hommel.

13 LOAE	Substâncias/Materiais presentes no resíduo	Números Diagrama de Hommel	Quantidade	Frequência	Situação Atual	Ações Propostas
	Sol. Aquosa, Na ⁺ , K ⁺ , Al ⁺ , Ca ²⁺ , Pb ²⁺ , Cu ²⁺ , Ag ⁺ , OH ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ⁻² , NO ³⁻	ND	0,42 L	Mês	Microescala /armazenado	Tratar
	Hidróxido de sódio, sulfato de cobre pentahidratado, água, EDTA, murexida, azul de metileno	3-0-2	0,21 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Tratar
	Cloreto de cálcio, ácido acético, iodato de potássio, iodeto de potássio, amido	2-2-2	0,25 L	Mês	Descarte em esgoto comum	Tratar

ND: Não determinado

5.1.2 Sistematização dos dados

A partir dos dados coletados tornou-se possível inferir alguns pontos importantes, como a diversidade de resíduos produzidos no *campus* e o atual estado de armazenamento dos resíduos perigosos. Também foram encontradas inúmeras deficiências no que diz respeito ao conhecimento do preenchimento do rótulo e da ficha de identificação e caracterização dos resíduos, procedimentos que já são feitos no *Campus* de São Carlos.

Devido à diversidade de laboratórios são gerados variados resíduos, estes podem ser divididos em categorias e apresentar diferentes graus de riscos. Para uma melhor visualização dos resíduos totais descritos nos quadros no subitem 5.1.1 são organizados totalizando 116 itens (Figura 5.1), sendo estes divididos nas seguintes classes mostradas na Figura 5.1:

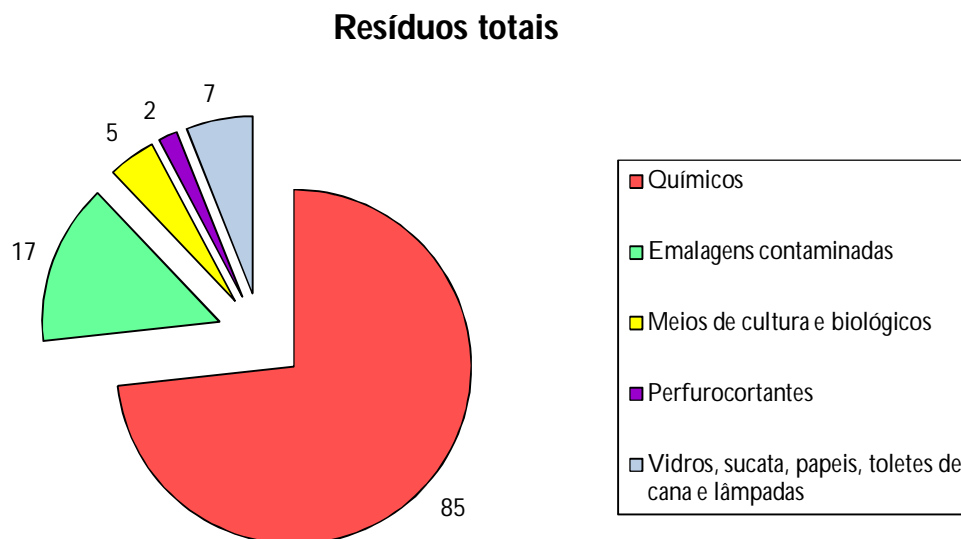


Figura 5.1. Tipos de resíduos diagnosticados no *campus* de Araras.

- Dezesete itens correspondem a diversos tipos de embalagens, como por exemplo, de herbicida (Figura 5.2), pet contaminadas com herbicidas;



Figura 5.2. Embalagem de herbicida (Setor Agrícola).

- Dois são do tipo perfurocortantes, como vidros e seringas (Figura 5.3);

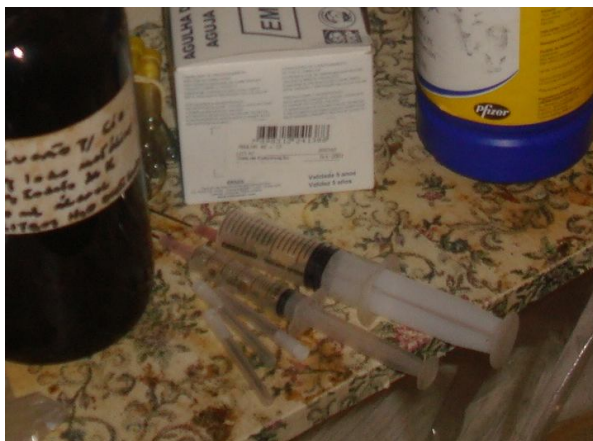


Figura 5.3. Resíduos perfurocortantes (Getap).

- Meios de cultura que não contêm metais tóxicos, corantes e substâncias radioativas, inclusive kits diagnósticos com organismos inoculados, e resíduos biológicos somam-se 5 dos listados;
- Sete são itens de resíduos caracterizados como restos orgânicos, sucata de metais ferrosos e/ou não ferrosos, papel e papelão, toletes de cana e lâmpadas;
- A maioria dos resíduos gerados são químicos, que correspondem a 85 itens.

Os 85 itens identificados como resíduos químicos correspondem a 670 litros por mês aproximadamente. Os resíduos químicos são encontrados de forma significativa nos laboratórios, dentre eles: resíduos ácidos, básicos, misturas com solventes orgânicos halogenados e não halogenados, contendo metais tóxicos, contendo sais, entre outros, como mostrado na Figura 5.4.

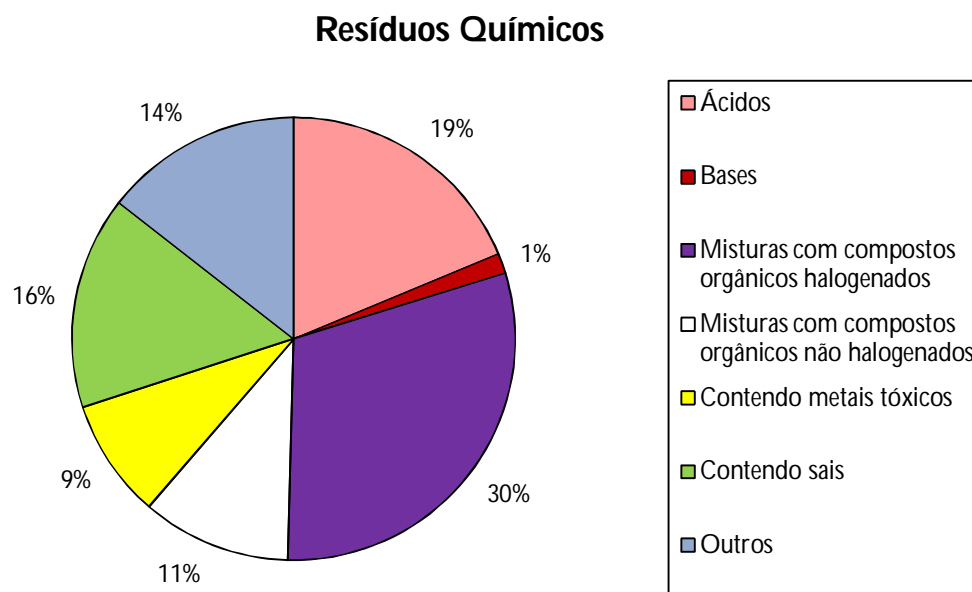


Figura 5.4. Características dos resíduos químicos gerados em porcentagem.

Como pode ser observado na Figura 5.4, 30% dos resíduos químicos são misturas com solventes orgânicos halogenados. Como exemplo os compostos organoclorados, que são muito lipossolúveis e se acumulam nas gorduras dos organismos, por isso percorrem rapidamente a cadeia alimentar.

De acordo com a ABNT NBR 10004:2004, que determina em Anexo C - Substâncias que conferem periculosidade aos resíduos, Anexo D - Substâncias agudamente tóxicas e Anexo E - Substâncias tóxicas, alguns resíduos químicos gerados na UFSCar/Araras apresentam periculosidade, estes estão listados na Quadro 5.14 e os seus respectivos locais de geração.

O clorofórmio é um exemplo de composto organoclorado, substância que apresenta perigo de acordo com a ABNT NBR 10004:2004, sendo este gerado por três laboratórios no *campus* de Araras.

Quadro 5.14. Resíduos químicos considerados perigosos pela ABNT NBR 10004:2004, Anexos nos quais se enquadram e o local de sua respectiva geração.

Resíduo	Anexo C	Anexo D	Anexo E	Local de Geração
Clorofórmio	X		X	1-Lagem, 2-Labmac e 3-Lamam
Fenol	X			1-Lagem, 2-Labmac e 3-Lamam
Formaldeído	X			1-Lagem, 5-Last, 10-LE e

				11-Lanem
Cianeto de potássio		X		1-Lagem
Acetona			X	2-Labmac
2,4 D	X		X	8-SeAgri
Dicromato de potássio	X			3-Lamam
Subacetato de chumbo	X		X	5-Last
Cromato de potássio	X			7-Solos
Arsenato de sódio	X			5-Last

Não somente os resíduos químicos, considerados perigosos pela ABNT NBR 10004:2004, foram denominados como tal, mas foi tomado também as informações disponibilizadas pela CETESB, UNESP, CENA/USP, LRQ/USP e por meio das Fichas de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ.

Apesar do *campus* de Araras ser um Centro Agrícola, os resíduos mais gerados contém produtos químicos. Os resíduos gerados são na maioria das vezes misturas de duas ou mais substâncias, quando um resíduo contém uma substância perigosa o resíduo como um todo se torna perigoso. O agente que confere perigo ao resíduo pode ser uma substância química e/ou um agente biológico, no caso do *campus* de Araras.

Os resíduos que apresentam algum perigo e não podem ser descartados em esgoto comum foram somados e dispostos num quadro resumo (Quadro 5.15). Estes foram divididos em químicos, meios de cultura/biológicos, embalagens e perfurocortantes. Além das quantidades geradas são apresentadas as quantidades armazenadas e tratadas por cada gerador.

Quadro 5.15. Total de resíduos perigosos gerados no *campus* de Araras.

Gerador	Total de Resíduo Químico Perigoso (L/mês)			Meios de culturas/ Biológicos (L/mês)	Embalagens (unidade/mês)	Perfurocortantes (unidade/ mês)
	Gerado	Armazenado	Tratado			
1-Lagem	226,3	196,9				2 peças de vidro contaminadas
2-Labmac	24,2	24,2				
3-Lamam	28,9	28,4		5,0		

4- Lfvct						
5-Last	8,4	6,0	4,3			
6-Getap					13	15 seringa
7-Solos	125,1	4,2	4,2			
8-SeAgri					3	
9-PMGCA	0,8				3	
10-LE	60,0			15,0		
11-Lanem	3,6					
12-LPD					0 a 1 20 pet	
13-LOAE	0,9	0,4				
Total	478,2	260,1	8,5	25,0	40	17

No Quadro 5.16 estão apresentados os setores geradores de resíduos químicos perigosos, as quantidades geradas em ordem decrescente e respectivas porcentagens relativas e acumuladas. Por meio da porcentagem acumulada conclui-se que somente o Lagem e o Laboratório de Fertilidade do Solo, juntos são responsáveis por 73,5% da geração total de químicos. O Laboratório de Entomologia, o Lamam e o Labmac são responsáveis por 23,6% dos resíduos químicos perigosos e os quatro demais geradores são responsáveis por apenas 2,9%.

Quadro 5.16. Classificação dos resíduos químicos perigosos segundo volume e porcentagem gerados.

Gerador	Quantidade Gerada (L/Mês)	% do Total	% Acumulada
1-Lagem	226,3	47,3	47,3
7-Solos	125,1	26,2	73,5
10-LE	60,0	12,5	86,0
3-Lamam	28,9	6,0	92,0
2-Labmac	24,2	5,1	97,1
5-Last	8,4	1,8	98,9
11-Lanem	3,6	0,7	99,6
13-LOAE	0,9	0,2	99,8
9-PMGCA	0,8	0,2	100
Total	478,2	100	

Dos 670 litros de resíduos químicos gerados por mês cerca de 478 litros são considerados perigosos e devem ser armazenados para tratamento; os demais 192 litros podem ser descartados em esgoto comum, pois não apresentam perigo ao meio ambiente.

Entretanto, no *campus* de Araras são armazenados apenas 260 litros por mês aproximadamente, pouco mais que a metade (54,4%) dos resíduos considerados perigosos. Logo, 218 litros por mês de resíduos químicos perigosos são descartados de forma incorreta: em esgoto ou lixo comum.

Com relação ao tratamento, os dados revelam uma situação mais preocupante - somente 8,5 litros por mês, correspondentes a apenas três resíduos químicos (SMP, Fehling e Subacetato de Chumbo), passam por algum tratamento, ou seja, não chega a ser 2% do total de 478 litros (vide Figuras 5.5 e 5.6).



Figura 5.5. Hierarquia da geração ao tratamento em litros por mês.

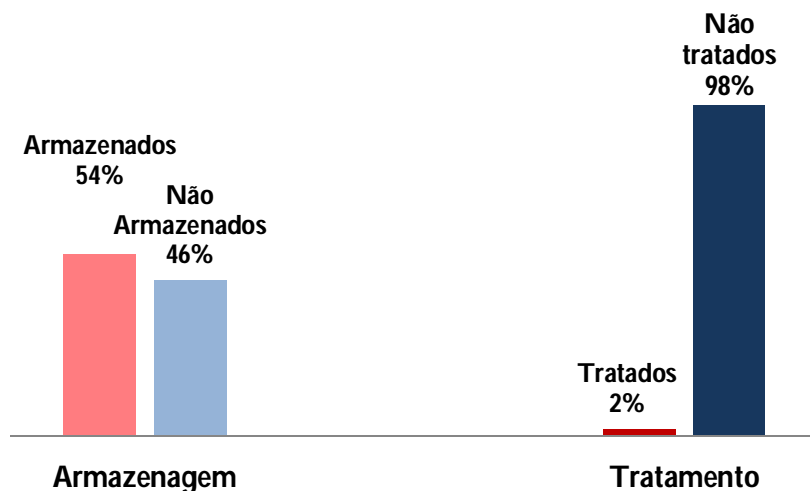


Figura 5.6. Porcentagens dos resíduos perigosos que são armazenados e que são tratados.

Apesar de mais da metade dos resíduos perigosos serem armazenados, o que mostra em parte a preocupação dos responsáveis, considera-se que com mais trabalho em conscientização este número pode se aproximar ao desejável 100%.

Como resultado negativo também foi verificado por meio do Questionário 1 que 75% dos geradores admitem não ter lugar adequado para armazenar os resíduos perigosos (gráfico da Figura 5.7) e que armazenam os mesmos dentro de seu próprio laboratório. A falta de lugar adequado pode ser um fator para o baixo índice de armazenamento dos resíduos perigosos.

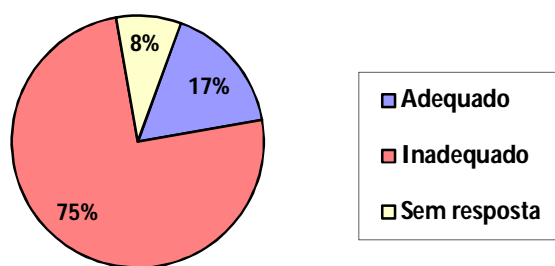


Figura 5.7. Resposta dos geradores em relação ao armazenamento correto dos resíduos perigosos.

As fotos (vide Figuras 5.8 a 5.14) mostram a inadequação dos locais de armazenamento de resíduos perigosos.



Figura 5.8. Resíduos estocados no LAGEM.



Figura 5.9. Resíduos estocados no LABMAC.



Figura 5.10. Resíduos estocados no LAMAM.



Figura 5.11. Resíduos estocados no LAMAM.



Figura 5.12. Resíduos estocados no LAMAM.

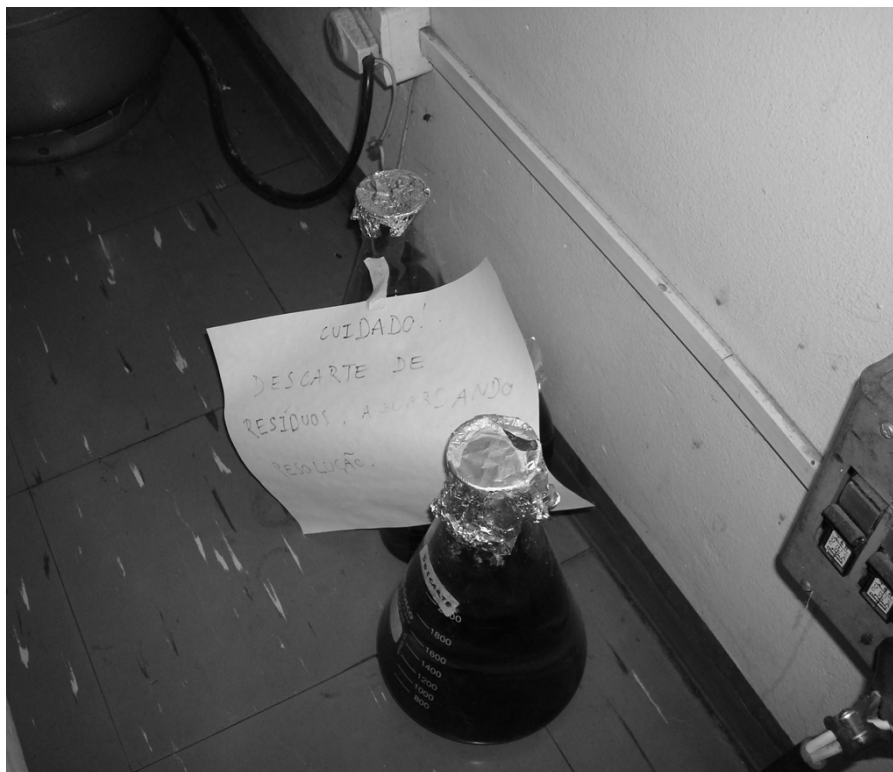


Figura 5.13. Resíduos estocados no LAMAM.



Figura 5.14. Resíduos estocados no LAGEM.

Em todos os locais de geração foram analisados, ainda, os tipos de recipientes utilizados por eles, sendo o frasco de vidro o mais empregado, com 62,5% e o restante sendo outros materiais. Provavelmente por ser o recipiente mais utilizado para venda de reagentes químicos.

Outra questão importante refere-se ao passivo de resíduos. Por meio do Questionário 1, quando perguntado ao responsável pelo laboratório/setor, se todos os resíduos são armazenados, 64% deles responderam positivamente (vide Figura 5.15), e quando perguntado se existem resíduos armazenados no laboratório/setor, apenas 55% dos responsáveis disseram existir resíduos estocados (Figura 5.16). Isso indica que nem todo o resíduo que deveria estar armazenado se encontrava no laboratório.

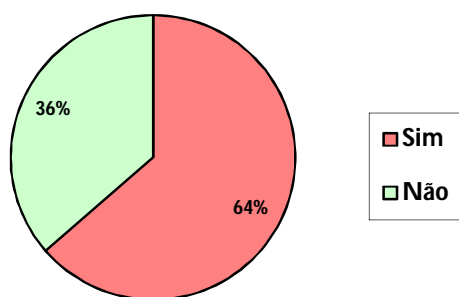


Figura 5.15. Porcentagem dos geradores que armazenam os resíduos.

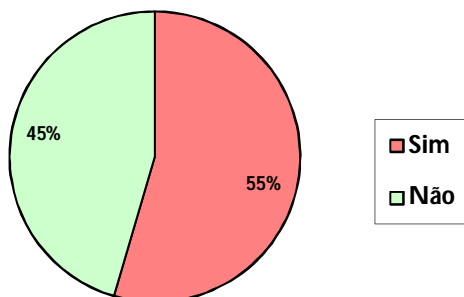


Figura 5.16. Porcentagem quanto à existência de resíduos estocados.

Essa diferença pode ser devido a ao fato de passivo de resíduos terem sido retirados antes da aplicação do questionário, pois pouco tempo antes do inicio das entrevistas uma empresa especializada contratada pela UGR/UFSCar coletou o passivo de resíduos existente até então no *campus* de Araras.

Ainda sobre o passivo, com os resultados dados ao Questionário 1 foi feito o gráfico da Figura 5.17 no qual se vê que do passivo de resíduos 20% estavam identificados e outros 10% vencidos e identificados, logo, um total de 30% de resíduos teriam seu tratamento e/ou reutilização facilitados. Entretanto, 50% não apresentavam identificação, dificultando a gestão

destes resíduos. Um aspecto sobre o passivo de resíduos que pode ser considerado é a possibilidade da redução da geração de resíduos com prazo de validade vencida por meio de um controle de estoque efetivo no *campus*.

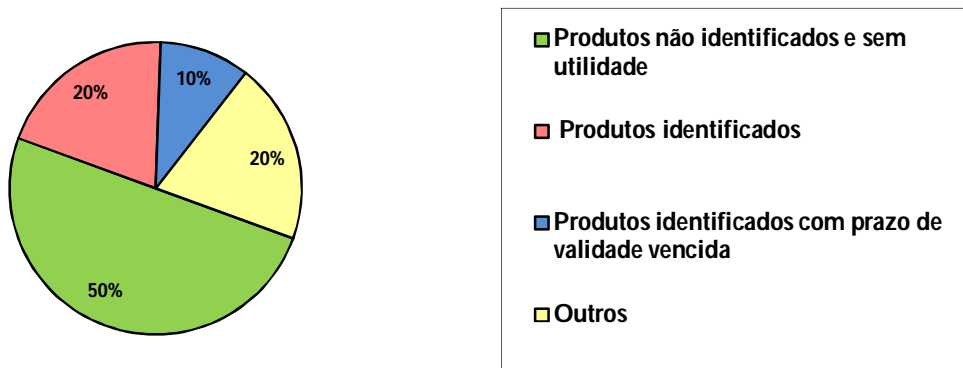


Figura 5.17. Características do passivo de resíduos.

Com relação aos resíduos que são armazenados, apenas 50% estavam rotulados com seus respectivos nomes dos reagentes escritos com caneta na própria embalagem como pode ser observado pela foto da Figura 5.18. Apenas 10% dos resíduos apresentavam todos os constituintes do resíduo impresso em rótulo (Figura 5.19). Entretanto não foi verificado nenhum resíduo com o rótulo padrão disponibilizado pela UGR (vide Figura 3.4).



Figura 5.18. Rotulagem feita no LAGEM.



Figura 5.19. Rótulo impresso utilizado pelo LABMAC.

Quanto à minimização na geração de resíduos, com base nas respostas, os resultados podem ser considerados como positivos, já que mais de 50% dos entrevistados afirmaram utilizar algum procedimento de minimização. Foram relatados pelos geradores que 62,5% reutilizam reagentes vencidos, 25% fazem substituição de produtos perigosos por menos perigosos e 12,5% utilizam métodos para redução de volume (vide gráfico da Figura 5.20).

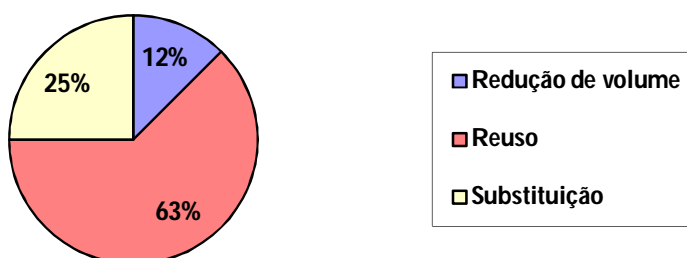


Figura 5.20. Porcentagem dos tipos de minimização aplicados pelos geradores.

Por meio do Questionário 2, destinado aos técnicos obteve-se informações que complementam os dados apresentados até então.

Todos os técnicos disseram conhecer, sendo que 33% parcialmente, os riscos ambientais e à saúde oferecidos pelos resíduos ou produtos manuseados no dia-a-dia do laboratório. Entretanto, apenas um terço dos técnicos conhecem normas que disciplinam a identificação, segregação, acondicionamento e coleta de resíduos. Logo, pode-se inferir como principal motivo para os técnicos não realizarem atividades de gestão é a falta de instrumentos que promovam esta

informação. Contribui para esta afirmação o fato de 50% dos técnicos terem colocado como sugestão o pedido de cursos sobre como tratar os resíduos de seus laboratórios e 33% apresentaram dúvidas a respeito do descarte dos resíduos.

Um dos aspectos mais relevantes da entrevista com os técnicos foi com relação ao destino dos resíduos gerados originados durante / após a execução de aulas práticas, pesquisas ou outras atividades (ver Figura 5.21) e a existência ou não de programa para gerenciamento de resíduos, na qual uma maioria de 90% respondeu não haver.

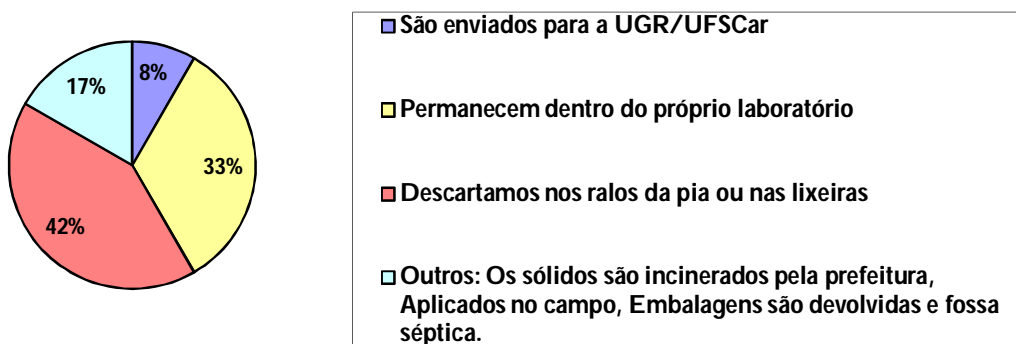


Figura 5.21. Destino dos resíduos gerados.

Nas entrevistas com os professores, correspondente ao questionário 3, foi diagnosticado que 55% geram resíduos em suas aulas práticas, dos resíduos gerados o principal é o químico com 42% (Figura 5.22).

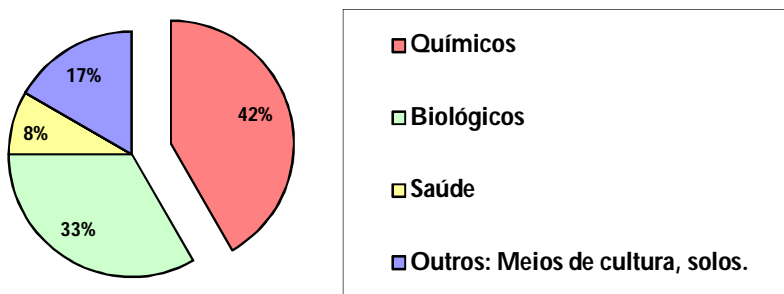


Figura 5.22. Categoria dos resíduos gerados nas aulas práticas e na pesquisa.

Com relação às pesquisas desenvolvidas e em andamento apenas um professor relata não gerar resíduos em sua pesquisa, mesmo assim nenhuma verba dos órgãos de fomento é destinada ao tratamento de resíduos. Com relação aos resíduos gerados nas pesquisas os professores relataram as mesmas categorias que geram durante as aulas práticas (Figura 5.22).

Destacam-se como resultado positivo uma maioria de 63% dos professores aprova a submissão de projetos de pesquisa a um comitê de ética ambiental, o que mostra a preocupação dos mesmos com as questões ambientais, por outro lado, igualmente como os técnicos apenas uma pequena parte de 37% dos professores mostrou ter conhecimento sobre as normas que disciplinam a identificação, segregação, acondicionamento e coleta de resíduos.

Quanto às fichas de identificação de resíduos ainda existem falhas, pois nem todos os professores receberam as fichas, apenas 63%, e mais preocupante que isto é o fato de que a maioria de 72% dos que receberam as fichas não as preencheram.

5.1.3 Localização dos geradores de resíduos químicos perigosos no *campus* de Araras

Os principais pontos de geração de resíduos químicos perigosos estão dispostos em: bloco A e bloco B, no mapa do *campus* de Araras ilustrado pela Figura 5.23.

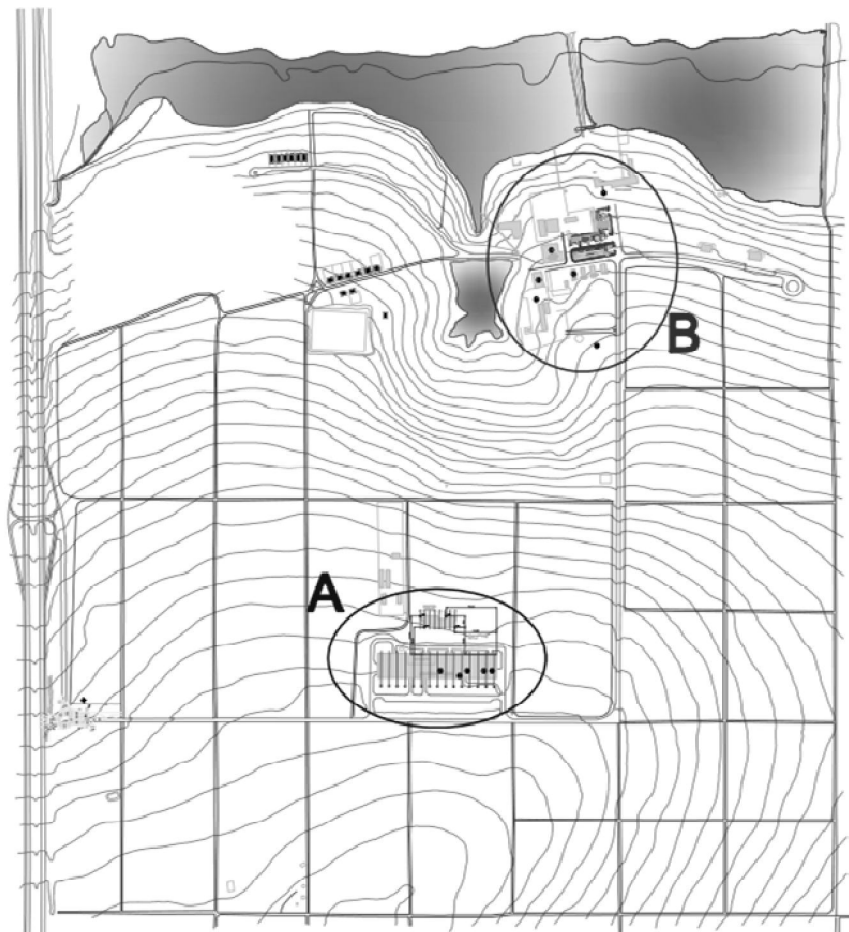


Figura 5.23. Mapa do *campus* de Araras.

Para melhor visualização os locais de geração foram ampliados. O bloco A compreende cinco geradores vide Figura 5.2, nele estão localizados a maioria dos geradores de resíduos químicos perigosos e somados produzem aproximadamente 198 L/mês. Enquanto que, no bloco B, vide Figura 5.25, estão localizados três geradores, que geram cerca de 280 L/mês.

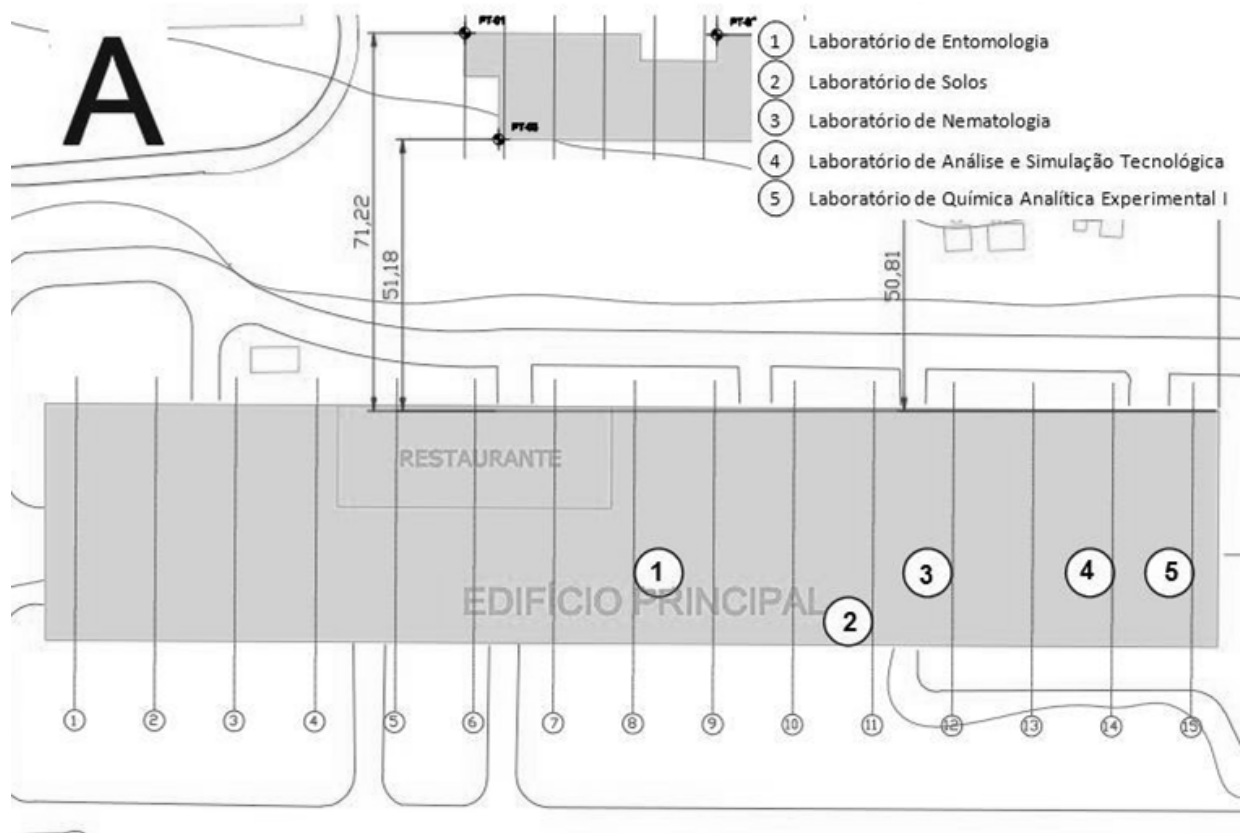


Figura 5.24. Localização dos geradores de resíduos químicos perigosos no Mapa do campus de Araras, bloco A.

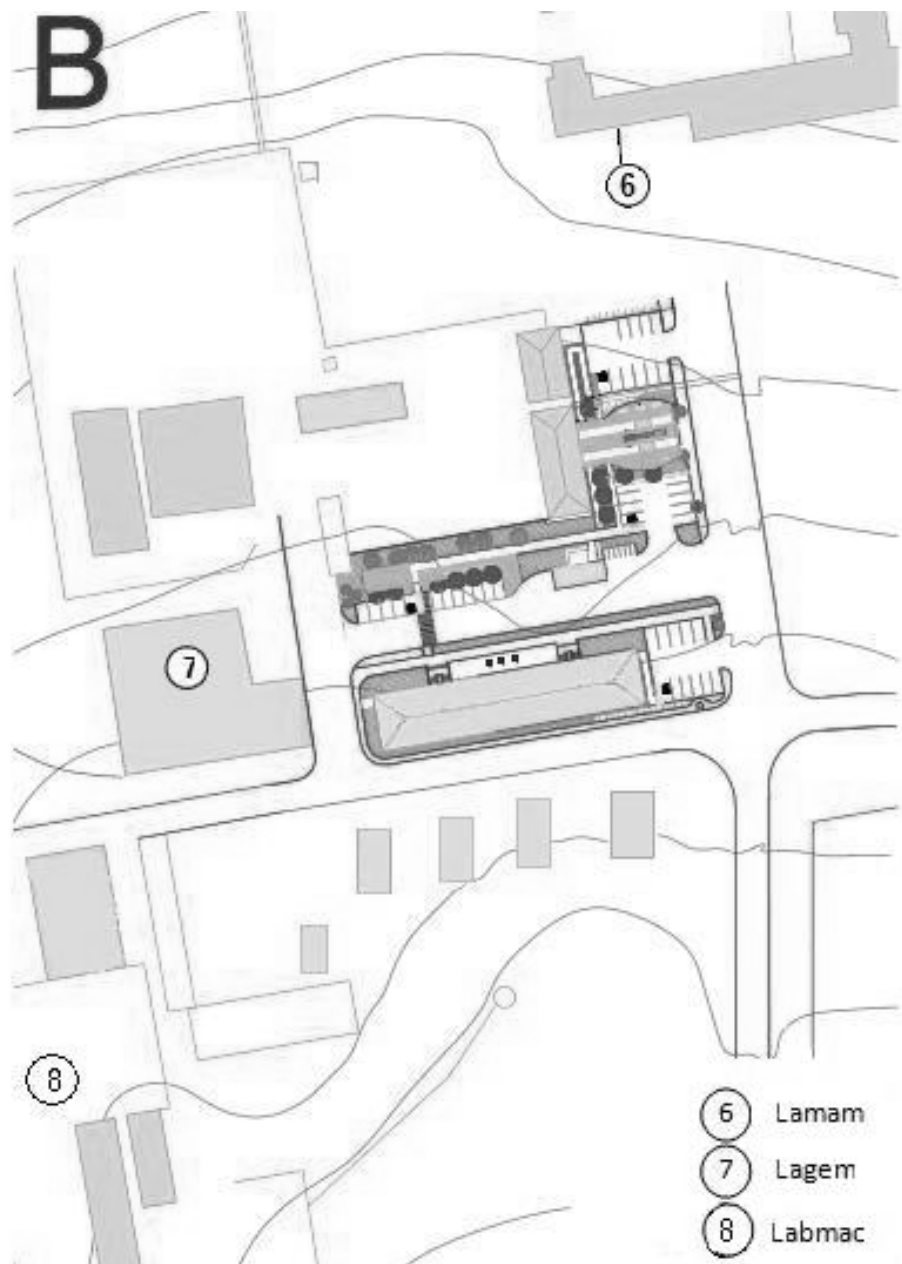


Figura 5.25. Localização dos geradores de resíduos químicos perigosos localizados no Mapa do *campus* de Araras, bloco B.

5.2 Proposta para o gerenciamento dos resíduos do campus Araras

É interessante que os gestores do *campus* de Araras conheçam as etapas que compõe o gerenciamento. Sendo assim, partindo da análise dos dados obtidos faz-se uma análise mais crítica a fim de propor metodologias cabíveis para os problemas identificados (Figura 5.26).

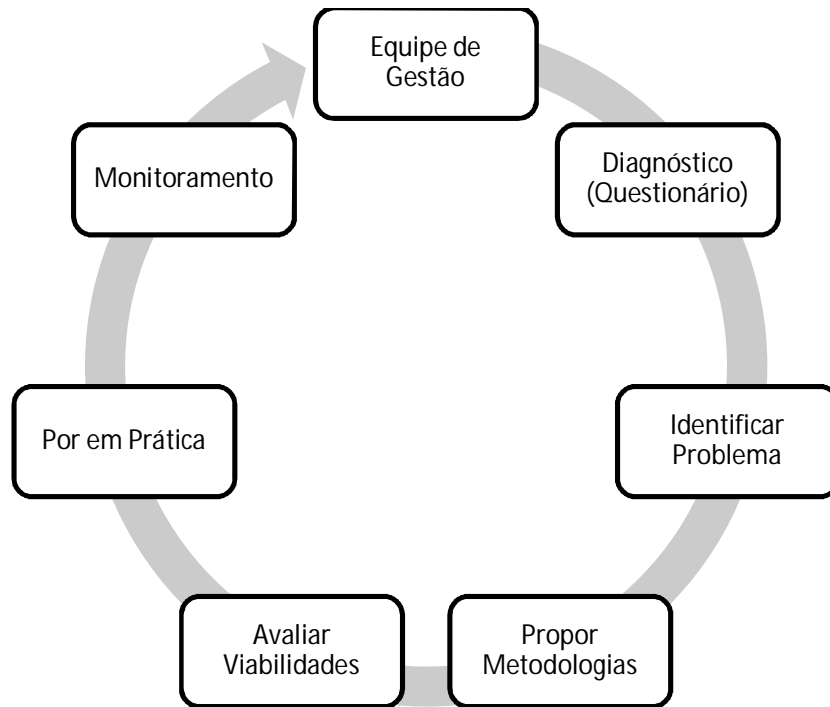


Figura 5.26. Fluxograma de pré-gestão: Os primeiros passos antes de se iniciar o gerenciamento.

O sistema de gerenciamento foi dividido em dois níveis: o primeiro nível de responsabilidade do gerador, o segundo cuja responsabilidade do gerador é compartilhada com a Universidade, como mostra o fluxograma da Figura 5.27:

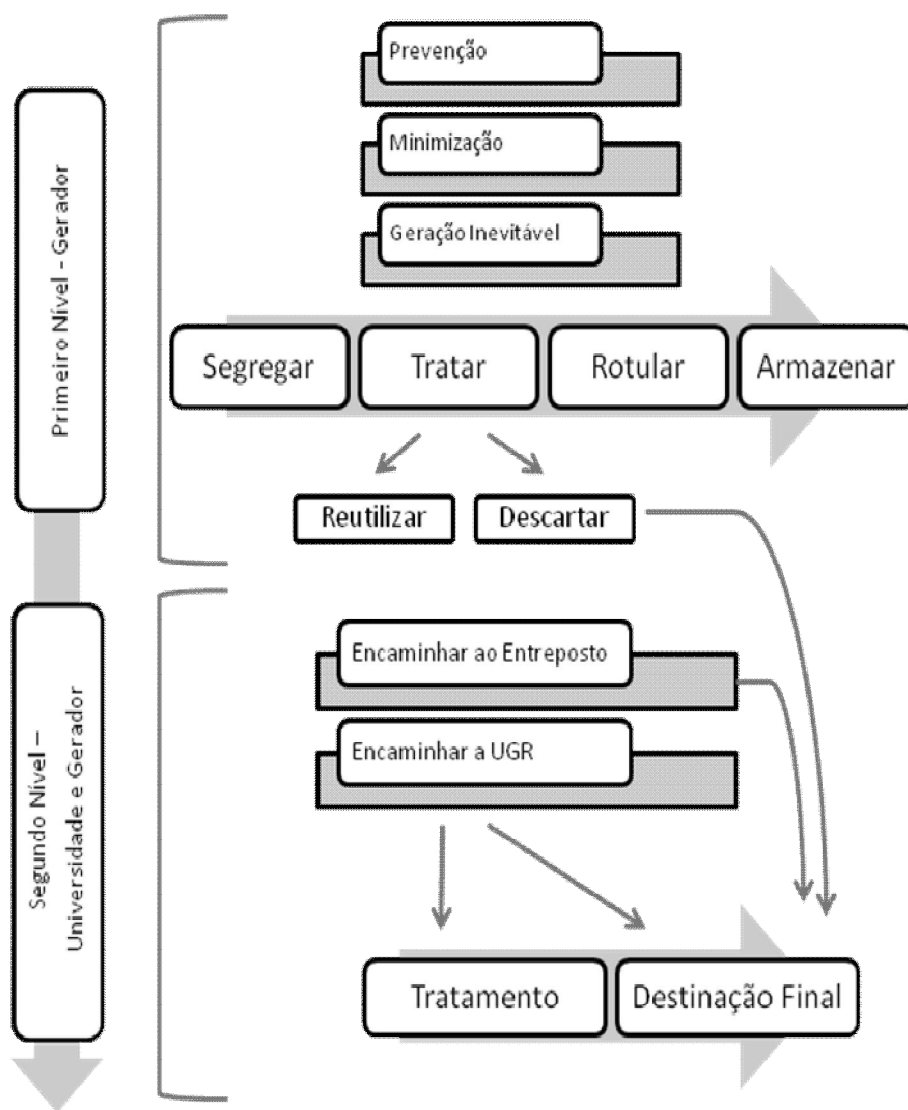


Figura 5.27. Fluxograma de gestão proposto.

5.2.1 Primeiro nível da gestão

Como se pode observar no fluxograma da Figura 5.27, o primeiro passo é **prevenir** a geração dos resíduos. Quando a geração for inevitável é fundamental fazer com que esta seja a menor possível.

De acordo com Committee on Hazardous Substances in the Laboratory (1983), as seguintes questões podem ser formuladas pelo responsável pela execução dos experimentos, atitudes que vão minimizar os resíduos:

- Algum material pode ser recuperado ou reutilizado?

- O experimento irá gerar algum resíduo que pode ser tratado ou destruído no laboratório?
- Algum problema de disposição do resíduo pode ser diagnosticado antes da execução do experimento? Se sim, informe anteriormente, o gerenciador de resíduo, ou a pessoa responsável.
- Os reagentes utilizados são usados somente na quantidade necessária?
- Há a possibilidade de substituição de reagentes considerados perigosos por reagentes menos nocivos?

Quando a geração for inevitável cabe ao gerador, num primeiro nível, implementar um sistema de **segregação e rotulagem** do resíduo gerado em cada uma das suas atividades, e quando couber realizar um **tratamento** do resíduo, como também o armazenamento no próprio laboratório ou setor ao aguardo da coleta para destinação final.

É recomendado que o resíduo químico gerado deva passar por um processo de segregação, sendo separado de acordo com sua classificação geral ou mais específica, conforme Anexo C, evitando-se ao máximo a mistura de resíduos e quando isto não for possível, o gerador deve observar o Quadro de incompatibilidade apresentado no Anexo B.

Os resíduos precisam ser identificados por fichas de controle que devem conter o máximo de informações possíveis sobre o resíduo. Todos os campos presentes neste tipo de documento devem estar obrigatoriamente preenchidos para que posteriormente o recipiente rotulado contendo o resíduo possa ser aceito pelo sistema local de armazenamento/tratamento de resíduos. Recomenda-se a utilização da ficha empregada pela UGR São Carlos que está em Anexo K, e deve sempre estar junto ao resíduo em todas as etapas de gestão para possibilitar o rastreamento do resíduo em todo o processo de gerenciamento.

5.2.2 Segundo nível da gestão

Quando o resíduo gerado apresentar características que tornem seu manuseio e tratamentos inviáveis, estes devem ser encaminhados para o entreposto no próprio *campus* ou na falta de uma unidade de tratamento e de um entreposto para o armazenamento no *campus* de Araras os resíduos devem ser encaminhados ao *campus* de São Carlos na UGR, cuja responsabilidade do gerador passa a ser compartilhada com a Universidade.

Neste segundo nível os objetivos são: armazenar os resíduos, tratar as correntes mais gerais de resíduo, executar tarefas de reaproveitamento de resíduos, como reagentes vencidos e destinar corretamente os resíduos. Outras atividades podem ser desenvolvidas sob orientação de pesquisadores interessados, trabalhos de pesquisa na área de tratamento de resíduo.

A construção de um entreposto no *campus* de Araras é prevista de acordo com a UGR Araras, o entreposto poderá armazenar os resíduos químicos perigosos para aguardar sua correta destinação final. Sua construção será subsidiada pela NBR 12235 da ABNT que fixa as condições exigíveis para o armazenamento de resíduos sólidos perigosos de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente e aplica-se ao armazenamento de todos e quaisquer resíduos perigosos classe I, conforme definido na NBR 10004.

O armazenamento deve ser, preferencialmente, em áreas cobertas, bem ventiladas, e os recipientes são colocados sobre base de concreto ou outro material que impeça a lixiviação de substâncias para o solo e águas subterrâneas. A área deve possuir sistema de drenagem e captação de líquidos contaminados para posterior tratamento;

Este armazenamento deve obedecer às seguintes condições:

- Os recipientes devem se apresentar em boas condições de uso, sem ferrugem acentuada nem defeitos estruturais aparentes;
- Ser de material compatível;
- Devem estar sempre fechados, exceto por ocasião de manipulação;
- Não deve ser aberto, manuseado ou armazenado de modo a possibilitar o vazamento do material;
- Uso de proteção individual;
- Devem ser dispostos na área de armazenamento de modo que possam ser inspecionados visualmente;
- Deve ser identificado quanto a seu conteúdo;
- Cada recipiente deve ser armazenado em sua área específica de acordo com suas características.

O local para armazenamento de resíduos perigosos deve possuir:

- Sistema de isolamento para impedir acesso de pessoas estranhas;
- Sinalização de segurança que identifique a instalação;
- Áreas definidas e isoladas.

O abrigo deve ser identificado e restrito aos funcionários do gerenciamento de resíduos, ter fácil acesso para os recipientes de transporte e para os veículos coletores. Deve ser dimensionado de acordo com o volume de resíduos gerados, com capacidade de armazenamento compatível com a periodicidade de coleta.

Todas as áreas onde materiais perigosos são armazenados ou utilizados devem possuir avisos que informam a periculosidade e informações para contato em casos de emergência, (UNIVERSITY OF VIRGINIA, 2008).

Para a disposição final são necessárias algumas atitudes, entre elas a obtenção de CADRI (Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental) emitido pela CETESB para incineração e disposição final dos resíduos. Posteriormente deve-se realizar contato e levantamento de custos com empresas especializadas para a remoção, re-acondicionamento, transporte e incineração de resíduos químicos perigosos. Como também estabelecer contato junto a empresas prestadoras de serviço que recolhem resíduo biológico, do serviço de saúde, como perfurocortantes. Após todo o processo para disposição final do resíduo deve-se exigir documentos da empresa contratada certificando a destinação adequada. São de grande importância o arquivamento e organização de todos os documentos.

De acordo com regulamentos estaduais e federais norte americanos, todos trabalhadores ou pessoas próximas relacionadas com o trabalho no laboratório devem ter “o direito para serem informados e treinados” sobre resíduos químicos presentes na área (UNIVERSITY OF VIRGINIA, 2008).

Paralelamente a todo este processo, deve-se realizar uma campanha informativa para conhecimento e conscientização dos professores, alunos, técnicos e pesquisadores da importância da minimização, segregação e identificação adequadas dos resíduos, pois só assim pode ser evitado o acúmulo de resíduos desconhecidos. Esta campanha pode ser realizada através da distribuição de cartazes e folhetos informativos divulgados em todo o *campus* e palestras nos departamentos a fim de apresentar os objetivos do programa de gerenciamento de resíduos e a necessidade de segregação adequada dos resíduos gerados.

5.2.3 Propostas de tratamento e destinação para os resíduos gerados

As ações propostas contidas nos quadros 5.1 a 5.13 não são direcionadas somente ao gerador do resíduo, sobretudo no caso de coleta e destinação (incineração, disposição em aterro de classe I, coleta especial) são de responsabilidade também da Universidade como é exemplificado na Figura 5.27.

Apesar deste tópico ter a finalidade de sugerir métodos de tratamentos ou destinação para os resíduos descritos no sub item 5.1.1 dispostos nos quadros, deve-se prioritariamente pensar em prevenção, minimização e segregação dos resíduos.

Observações gerais para os tratamentos:

- Os resíduos que contiverem contaminação biológica devem ser autoclavados.
- Sugere-se que antes do descarte de substância ácida ou básica seja realizada uma neutralização garantindo pH de 6-8, é indicado essa faixa para uma maior segurança mesmo conhecendo a indicação do CONAMA que sugere de 5-9.
- Resíduos de ácidos e bases devem ser neutralizados, tomando cuidado já que a reação de neutralização pode gerar calor e gases.
- Quando possível, utilizar na neutralização resíduos de soluções de ácidos e/ou base existente no laboratório.
- A diluição dos ácidos deve sempre ser feita adicionando-se o ácido na água.
- Para o descarte em esgoto comum do resíduo tratado ou não perigoso a temperatura não pode estar acima de 40°C.
- Quando alguns dos tratamentos propostos não puderem ser realizados, é importante que o resíduo seja rotulado corretamente e armazenado à espera de coleta para destinação final (incineração ou aterro de classe I). Exceto os resíduos que podem ser descartados em esgoto comum.
- Observar a concentração e a quantidade gerada de resíduo, pois faz com que sua contaminação e o seu destino sejam diferentes, ou seja, uma maior concentração pode tornar impossibilitado o descarte em esgoto comum. Muitas substâncias podem ser descartadas em esgoto comum até determinada concentração. O CONAMA estabelece as concentrações máximas de uma série de elementos e compostos permitidos no efluente (Anexo L) (CONAMA, 2005).
- Os resíduos passíveis de tratamento não deverão ser acumulados, uma vez que é mais fácil e menos perigoso o tratamento de pequenas quantidades. Este tipo de procedimento deve se transformar em rotina, principalmente para estudantes que são iniciados na pesquisa.

5.2.3.1 Lagem

- **Clorofórmio (HCCl_3), solução aquosa com restos vegetais, tris(hidroximetil)aminometano ($\text{H}_2\text{NC}(\text{CH}_2\text{OH})_3$), EDTA (ácido etilenodiamina tetracético) ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}_8\text{N}_2$), cloreto de sódio (NaCl)**

Tendo o clorofórmio em maior proporção na mistura, pode-se realizar sua separação por destilação, separado, ele pode ser reutilizado. A mistura restante não apresentando método de separação e nem tratamento deve ser encaminhada para incineração, levando em conta as especificações dos componentes da mistura, pois apresentam características que conferem a ela periculosidade.

- **Mercaptoetanol ($\text{HSCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$), solução aquosa com restos vegetais, tris(hidroximetil)aminometano ($\text{H}_2\text{NC}(\text{CH}_2\text{OH})_3$), EDTA ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}_8\text{N}_2$), cloreto de sódio (NaCl)**

Não sendo encontrado nenhum método para separação desta mistura deve ser armazenada para coleta, e posterior destinação final do resíduo. Para o armazenamento deve-se levar em conta as especificações dos constituintes que apresentam incompatibilidade com bases e agentes oxidantes. É importante ressaltar que o mercaptoetanol, constituinte principal da mistura, é de fácil degradação tanto em solo como em água, porém o armazenamento é devido a mistura com EDTA e Tris.

- **Fenol 5% ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$), ácido sulfúrico (H_2SO_4)**

Este resíduo pode ser tratado por meio de processos oxidativos avançados (POAs) para degradar o fenol. Pode-se utilizar o processo foto-Fenton, no qual é utilizado uma combinação de sulfato ferroso - Fe^{2+} (0,27–30 mM), peróxido de hidrogênio - H_2O_2 (0,2–6 moles) e radiação solar por um período mínimo de 3 horas. Seguir neutralizando a solução.

Quando não for possível tratamento, o resíduo deve ser armazenado a espera de coleta para incineração.

- **Brometo de etídio ($\text{C}_{21}\text{H}_{20}\text{BrN}_3$)**

Soluções de brometo de etídio podem ser tratadas independentemente das suas concentrações, entretanto, em todos os casos recomenda-se que após os tratamentos as soluções residuais passem por um processo de adsorção por carvão ativo, e que o mesmo após o processo seja disposto em aterro de classe I e a solução poderá ser descartada em esgoto comum.

A seguir são descritos com mais detalhes os procedimentos para o tratamento de brometo de etídio em diferentes concentrações.

Solução concentrada: adicionar água na solução até diluir a concentração de Brometo de etídio para 0,5 mg/ml. Em seguida adicionar KMnO_4 0,5 M equivalente a um volume da solução que será descontaminada. Misturar cuidadosamente e, em seguida, adicionar um volume de HCl

2,5 M. Misturar cuidadosamente e deixar descansando por 12 horas à temperatura ambiente. Para finalizar, neutralizar esta mistura com NaOH (SAMBROOK et al., 1989).

Baixa concentração: utilizar hipoclorito de sódio (água sanitária comercial), antes de descartar em esgoto comum.

- **Gel poliacrilamida, gel de agarose contaminado com brometo de etídio, ponteiros e microtubulos contaminados com fenol, papeis contaminados com fenol ou brometo de etídio, luvas contaminados com fenol ou brometo de etídio**

Apresentando contaminação biológica esse resíduo deve ser autoclavado. Descontaminado, o resíduo deve ser seco à temperatura ambiente e armazenado em bombonas para coleta de resíduos químicos para futura incineração em forno de alta temperatura.

- **Nitrato de prata (AgNO_3)**

Recomenda-se que resíduo contendo prata deve ser recuperado ou reciclado, pois é considerado um metal raro (CETESB, 2001). Se a recuperação não possa ser feita no próprio laboratório de origem encaminhar para Unidade de Gestão de Resíduos para sua efetivação.

- **Ácido nítrico (HNO_3)**

Sendo o ácido nítrico um ácido forte seu tratamento deve ser iniciado com uma diluição, seguida de uma neutralização com carbonato de sódio. Após o ajuste de pH a solução pode ser descartada em esgoto comum, toda reação deve ser realizada na capela.

- **Hidróxido de sódio (NaOH), em solução**

Sendo o hidróxido de sódio uma base forte seu tratamento deve ser iniciado com uma diluição, seguida de uma neutralização com ácido clorídrico 5%. Após o ajuste de pH a solução pode ser descartada em esgoto comum, toda reação deve ser realizada na capela.

- **Cloreto de sódio (NaCl), cloreto de potássio (KCl), fosfato disodim do hidrogênio (Na_2HPO_4), fosfato monopotássico (KH_2PO_4), em solução aquosa**

No caso de resíduos compostos por cloretos e fosfatos de sódio e potássio o seu descarte pode ser feito diretamente em esgoto comum, isto devido ao fato destas apresentam características neutras não apresentando riscos ao meio ambiente (SILVA, 2002).

- **Dimetilformamida ($\text{CH}_3)_2\text{NC(O)H}$)**

Não existindo tratamento para este resíduo, é aconselhado que o mesmo seja armazenado a espera de coleta para futura incineração.

- **Fungicidas (diversos) devido a vencimento**

Evitar o vencimento. Caso contrário, este resíduo deve ser armazenado a espera de coleta para futura incineração.

- **Polivinilpirrolidona 10% ($\text{C}_6\text{H}_9\text{NO}$)_x, N-lauroylsarcosine 5% ($\text{C}_{15}\text{H}_{29}\text{NO}_3$), brometo de cetil trimetil amônio (CTAB) 20%, restos vegetais**

Este resíduo deve ser armazenado a espera de coleta para incineração, pois apresenta constituintes de difícil tratamento.

- **Clorofórmio (HCCl_3), álcool isoamílico ($\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$), fenol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$)**

O clorofórmio e o álcool isoamílico podem ser recuperados por destilação. Depois da separação pode-se tratar o fenol, que deve estar com $\text{pH} = 3$, utilizando o processo foto-Fenton, neste processo utiliza-se uma combinação de sulfato ferroso - Fe^{2+} (0,27–30 mM), peróxido de hidrogênio - H_2O_2 (0,2–6 moles) e radiação UV. Neutralizar a solução antes do descarte.

Caso a recuperação for inviável e/ou tratamento do fenol o resíduo deve ser armazenado a espera de coleta para futura incineração.

- **Isopropanol ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$):**

Por ser um solvente orgânico o mesmo pode ser recuperado por destilação. Caso a recuperação for inviável o resíduo deve ser armazenado a espera de coleta para incineração.

- **Ácido acético 1% ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$), etanol 10% ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$)**

Este resíduo pode ser descartado em esgoto comum, pois os constituintes não são considerados perigosos em baixas concentrações, antes do descarte conferir se o pH deste resíduo está na faixa entre 6 e 8, se necessário, neutralizar.

- **Ácido acético (C₂H₄O₂)**

O ácido acético é considerado um ácido fraco, entretanto é importante verificar sua concentração, munido desta informação o mesmo deve ser diluído se concentrado e neutralizando com o uso de hidróxido de sódio 5% ou carbonato de sódio. Após a neutralização o mesmo pode ser descartado em esgoto comum (IBILCE-UNESP, 2003).

- **Solução aquosa de carbonato de sódio 3% (Na₂CO₃), formaldeído 0,08% (CH₂O)**

Este resíduo não pode ser descartado em esgoto comum, pois apresenta formaldeído em sua composição, apesar de em sua composição conter um carbonato que não é considerado perigoso (SILVA, 2002).

Sugeri-se que formaldeído seja tratado adicionando-se hidróxido de amônio (como na Reação 1 a seguir), a solução deve repousar por 12 horas com a capela ligada (IBILCE-UNESP, 2003).



Não sendo viável o tratamento é aconselhado o armazenamento seguido de incineração, pois o formol é um composto químico com enorme capacidade de redução, especialmente na presença de álcalis. É incompatível com amônia, álcalis, tanino, bissulfetos, preparações à base de ferro, prata, potássio e iodo. Reage com albumina, caseína, Agar-agar formando compostos insolúveis. É violentamente reativo com óxidos, nitrometano, carbonato de manganês e peróxidos.

- **Vidros contaminados**

Caso a contaminação for biológica este deve ser autoclavado. Devem ser encaminhados como resíduo perfurocortante.

- **Ácido sulfossalicílico (C₇H₆O₆S)**

O ácido sulfossalicílico é um ácido fraco e para seu tratamento é recomendado neutralização com base fraca, após sua neutralização o mesmo pode ser descartado em esgoto comum.

- **Solução aquosa de citrato 0,2M, Ninhidrina (hidrato de triceto-hidrindeno) ($C_9H_4O_3 \cdot x H_2O$) 5%, cianeto de potássio (KCN) 0,2mM, etanol 60% (C_2H_6O)**

A mistura em questão é composta por diversas substâncias, o que dificulta a busca por um tratamento viável, por conter principalmente cianeto de potássio que é tóxico, é aconselhável que esta mistura seja armazenada para posterior descarte, no entanto, seu armazenamento deve ser feito levando em consideração suas incompatibilidades.

Incompatibilidades: Ácidos, nitritos, nitratos, cloratos, fluoreto, magnésio e oxidantes fortes. Evitar a formação do gás cianídrico (HCN) que é extremamente tóxico e inflamável, que ocorre na reação com ácidos, soluções fracamente alcalinas, água, com CO_2 do ar. Também evitar calor, umidade.

Caso o resíduo de cianeto possa ser segregado o seu tratamento pode ser feito pela adição de hipoclorito em excesso e controlar a temperatura, pela velocidade de adição, e ajustar o pH, se necessário. Deixar em repouso, durante a noite. Cautelosamente, ajustar o pH para 7, o desenvolvimento, progressivo e vigoroso, de gás pode ocorrer. Filtrar todo o sólido para ser destinado a aterro de classe I. Precipitar todo o material pesado, por adição de sulfeto, e isolar para destinação em aterro de classe I. Equivalentes adicionais de hipoclorito devem ser necessários, se o metal puder ser oxidado para um estado de valência mais alto (CETESB, 2001).

- **Solução aquosa de etanol 4,75% (C_2H_6O), ácido fosfórico 8,5% (H_3PO_4), corante Coomassie Blue 0,01% ($C_{47}H_{50}N_3O_7S_2^+$)**

Tendo como componente mais perigoso o ácido fosfórico pode-se neutralizar a solução com adição de uma base e posteriormente drenar a solução para o esgoto com muita água. As reações de hidrólise e neutralização podem gerar calor e fumos que podem ser controlados pela velocidade de adição.

- **Solução aquosa de Ninhidrina ácida (hidrato de triceto-hidrindeno) ($C_9H_4O_3 \cdot x H_2O$), ácido acético glacial, ácido fosfórico (H_3PO_4), tolueno (C_7H_8)**

É aconselhado a separação do tolueno por destilação e neutralização da solução restante, sempre levando em conta as características de cada ácido, após verificação do pH descartar em esgoto comum, já a parte composta por tolueno pode ser armazenada para posterior reuso.

5.2.3.2 Labmac

- **Óleos, éter ($C_4H_{10}O$), fenolftaleína ($C_{20}H_{14}O_4$)**

O éter pode ser separado por destilação. Caso a destilação seja inviável o resíduo deve ser armazenado a espera de coleta para sua correta destinação.

- **Ácido dinitrosalicílico ($C_7H_4N_2O_7$), água (H_2O)**

Para realizar o tratamento do ácido dinitrosalicílico utiliza-se um fotorreator. Com pH em torno de 6, adicionando-se peróxido de hidrogênio a fim de que a porcentagem do mesmo seja de 2 % (v/v) no resíduo. Deixe o fotorreator ligado 5 horas. Então, a solução poderá ser descartada em esgoto comum.

- **Azul de metileno ($C_{16}H_{18}ClN_3S$), eritrosina ($C_{20}H_{14}Na_2O_5$), ácido clorídrico (HCl), clara de ovo, solventes orgânicos [éter ($C_4H_{10}O$), clorofórmio ($CHCl_3$), etanol (CH_3CH_2OH), acetona (CH_3COCH_3)]**

Os solventes orgânicos podem ser recuperados por destilação desde que a mistura não forme azeotropo, logo os solventes, quando possível, devem ser segregados. O restante do resíduo deve ser armazenado para correta destinação. Caso a segregação e/ou destilação não for possível este deve ser armazenado para futura incineração.

- **Fehling (sulfato de cobre ($CuSO_4$), tartarato duplo de sódio potássio ($KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$), hidróxido de sódio (NaOH)), ácido clorídrico (HCl), (NaOH)**

Precipitar o cobre como sulfeto, ajustando o pH da solução para 7, até a completa precipitação. Filtrar os insolúveis destinar a aterro de classe I. Destruir qualquer excesso de sulfeto com hipoclorito de sódio. Neutralizar a solução e drenar para o esgoto com muita água. Caso contrário deve ser armazenada a espera de coleta para sua correta destinação.

- **Eritrosina ($C_{20}H_{14}Na_2O_5$)**

Deve ser armazenada a espera de coleta para sua correta destinação.

- **Alfa-naftol ($C_{10}H_8O$), açúcares, água, ácido sulfúrico**

Deve ser armazenada a espera de coleta para sua correta destinação.

- **2,6 diclorobenzeno indo fenol**

Deve ser armazenada a espera de coleta para sua correta destinação.

- **Ácido clorídrico (HCl), açúcares e água**

Sendo o ácido clorídrico um ácido forte seu tratamento deve ser iniciado com uma diluição, seguida de uma neutralização com hidróxido de sódio. Após o ajuste de pH a solução pode ser descartada em esgoto comum, toda reação deve ser realizada na capela.

- **Iodo (I₂), açúcares, água**

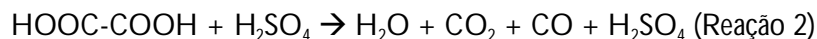
Adicionar uma solução aquosa contendo tiosulfato de sódio. Agitar a mistura até a dissolução de todo o iodo e descoloração da solução. Neutralizar o resíduo com carbonato de sódio e descartar em esgoto comum (CENA, 2010).

- **Iodeto de potássio, açúcares, água**

Adicionar, cautelosamente, com grande agitação, água em excesso. Ajustar o pH para neutro. Drenar a solução aquosa para o esgoto, com muita água. As reações de hidrólise e neutralização podem produzir calor e fumos, os quais podem ser controlados pela velocidade de adição (CETESB, 2001).

- **Oxalato de sódio, açúcares, água**

Adicionar ácido sulfúrico e aquecer a 80-100°C por 30 minutos conforme Reação 2. Neutralizar a solução (CENA, 2009).



- **Actidiona (antibiótico)**

Deve ser armazenada a espera de coleta para sua correta destinação.

- **Óleo de bomba**

Pode-se tentar reutilizar o óleo. Caso não for possível, este deve ser armazenado a espera de coleta para sua correta destinação.

- **Extran**

Quando convenientemente usados, os produtos de limpeza extran são biodegradáveis (Merck, 2010). Se na solução de limpeza utilizada se adicionarem substâncias nocivas para o ambiente, a solução deverá ser armazenado a espera de coleta para sua correta destinação.

5.2.3.3 Lamam

- **Ácido sulfúrico (H_2SO_4)**

Sendo o ácido sulfúrico um ácido forte seu tratamento deve ser iniciado com uma diluição, seguida de uma neutralização com hidróxido de sódio. Após o ajuste de pH a solução pode ser descartada em esgoto comum, toda reação deve ser realizada na capela.

- **Ácido fosfórico 8,5% (H_3PO_4)**

Sendo o ácido fosfórico um ácido fraco e para seu tratamento é recomendado neutralização com base fraca, após sua neutralização o mesmo pode ser descartado em esgoto comum.

- **Dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) em solução aquosa**

Para tratamento, acidificar a solução com de ácido sulfúrico diluído, e com leve agitação adicionar tiosulfato de sódio sólido até que a solução torne-se turva e azulada. Neutralize a solução com carbonato de sódio. Após alguns minutos um precipitado cinza azulado vai se formar. Separar o precipitado por filtração. O precipitado mais o papel de filtro devem ser armazenados em bombonas e coletados para descarte em aterro de classe I. O líquido pode ser descartado em esgoto comum (IBILCE-UNESP, 2003).

- **Sulfato de potássio (K_2SO_4) em solução aquosa**

Pode ser descartado em esgoto comum desde que a concentração de sulfato esteja dentro dos limites permitidos (CONAMA, 2005).

- **Sulfato ferroso ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) em solução aquosa**

Para tratamento, precipitar o material como sulfeto, ajustando o pH da solução para 7, até completa precipitação. Separar o precipitado por filtração. O precipitado mais o papel de filtro devem ser armazenados em bombonas e coletados para descarte em aterro de classe I. Destruir qualquer excesso de sulfeto com hipoclorito de sódio. Neutralizar a solução e drenar para o esgoto com muita água.

- **Ácido clorídrico (HCl)**

Sendo o ácido clorídrico um ácido forte seu tratamento deve ser iniciado com uma diluição, seguida de uma neutralização com hidróxido de sódio. Após o ajuste de pH a solução pode ser descartada em esgoto comum, toda reação deve ser realizada na capela.

- **Hidróxido de potássio (KOH)**

Sendo o hidróxido de potássio uma base forte seu tratamento deve ser iniciado com uma diluição, seguida de uma neutralização com ácido clorídrico 5%. Após o ajuste de pH a solução pode ser descartada em esgoto comum, toda reação deve ser realizada na capela.

- **Fenolftaleína (C₂₀H₁₄O₄)**

Deve ser armazenada a espera de coleta para sua correta destinação.

- **Metilorange (Aranjado de metila) (C₁₄H₁₄N₃O₃Na)**

Deve ser armazenada a espera de coleta para sua correta destinação, pois contém um componente aril amina que é potencialmente cancerígeno (F. MAIA FISPO, 2002).

- **Fenol**

O fenol pode ser tratado inicialmente acertando o pH para 3, e utilizando o processo foto-Fenton, que utiliza uma combinação de sulfato ferroso - Fe²⁺ (0,27–30 mM), peróxido de hidrogênio - H₂O₂ (0,2–6 moles) e radiação solar por um período mínimo de 3 horas. Neutralizar a solução antes do descarte.

- **Clorofórmio**

Pode ser destilado para posterior reutilização.

- **Brometo de etídio (C₂₁H₂OBrN₃)**

Soluções de brometo de etídio podem ser tratadas independentemente das suas concentrações, entretanto, em todos os casos recomenda-se que após os tratamentos as soluções residuais passem por um processo de adsorção por carvão ativo, e que o mesmo após o processo seja disposto em aterro de classe I e a solução poderá ser descartada em esgoto comum.

A seguir são descritos com mais detalhes os procedimentos para o tratamento de brometo de etídio em diferentes concentrações.

Solução concentrada: adicionar água na solução até diluir a concentração de Brometo de etídio para 0,5 mg/ml. Em seguida adicionar KMnO₄ 0,5 M equivalente a um volume da solução que será descontaminada. Misturar cuidadosamente e, em seguida, adicionar um volume de HCl 2,5 M. Misturar cuidadosamente e deixar descansando por várias horas à temperatura ambiente. Para finalizar, neutralizar esta mistura com NaOH (SAMBROOK et al., 1989).

Baixa concentração: utilizar hipoclorito de sódio (água sanitária comercial), antes de descartar em esgoto comum.

- **Isopropanol (C₃H₈O)**

Pode ser destilado para posterior reutilização.

- **Meios de cultura: triptose, lactose, sais biliares, K₂HPO₃, KH₂PO₄, NaCl, água, agar, triptona, extrato de levedura, extrato de carne, MgSO₄.7H₂O, peptona bacteriológica (meio de cultura- aminoácidos livres e peptídeos), Rose bengal (bactericida (4,5,6,7-tetrachloro-2',4',5',7'-tetraiodofluorescein)), micostatin (fungicida (nistatina)), microorganismos**

Resíduos de meios de cultura devem ser autoclavados e descartados caso não contenha metais pesados, corantes e substâncias radioativas, inclusive kits diagnósticos com organismos inoculados em sua composição.

- **Corantes: safranina, plantas, lugol (iodo/iodeto), fluroglucina (C₆H₆O₃.2H₂O), Sudam III (C₂₂H₁₆N₄O), azul de metileno (C₁₆H₁₈ClN₃S), cristal violeta (C₂₅H₃₀ClN₃)**

Deve ser armazenada a espera de coleta para sua correta destinação, pois contém azul de metileno que prevê-se um apreciável potencial de bio-acumulação (F. MAIA FISPOQ, 2002) e cristal violeta que é muito tóxico para organismos aquáticos.

- **Semente, ácido sulfúrico**

Sendo o ácido sulfúrico um ácido forte seu tratamento deve ser iniciado com uma diluição, seguida de uma neutralização com hidróxido de sódio. Após o ajuste de pH a solução pode ser descartada em esgoto comum, toda reação deve ser realizada na capela.

- **Luvas, ponteras, papeis contaminados com fenol e brometo de etídeo**

Apresentando contaminação biológica esse resíduo deve ser autoclavado. Depois, deve ser seco a temperatura ambiente e armazenado em bombonas para coleta de resíduos químicos para futura incineração em forno de alta temperatura.

5.2.3.4 Laboratório de Fisiologia Vegetal e Cultura de Tecidos

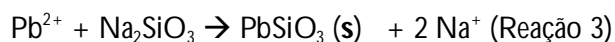
- **Macro e micro nutrientes, carvão, cloro, banana, açúcar, cálcio, vitaminas, plantas**

Este resíduo pode ser descartado em lixo comum. Mas, apresentando contaminação biológica esse resíduo deve ser autoclavado.

5.2.3.5 Laboratório de Análise e Simulação Tecnológica

- **Subacetato de chumbo ($\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, $\text{Pb}(\text{OH})_2$) em solução aquosa**

Para tratamento, adicionar uma solução de metassilicato de sódio a solução (Reação 3). Separar o precipitado por filtração. O precipitado mais o papel de filtro devem ser armazenados em bombonas e coletados para descarte em aterro de classe I. Neutralizar a solução e drenar para o esgoto com muita água (CENA, 2009).



- **Éter ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$)**

Pode ser recuperado por destilação e reutilizado.

- **Trietanolamina ($\text{C}_6\text{H}_{15}\text{NO}_3$), ácido clorídrico (HCl), hidróxido de sódio (NaOH), açúcar, água**

Deve ser armazenada a espera de coleta para incineração.

- **Dextrana (Polissacarídeo), ácido tricloroacético (CCl_3COOH), açúcar, água**

Sendo o ácido tricloroacético, o único constituinte que apresenta perigo este pode ser neutralizado. Após o ajuste de pH a solução pode ser descartada em esgoto comum, toda reação deve ser realizada na capela.

- **Ácido fosfórico (H_3PO_4), açúcar/ cana, água**

Sendo o ácido fosfórico um ácido fraco e para seu tratamento é recomendado neutralização com base fraca, após sua neutralização o mesmo pode ser descartado em esgoto comum.

- **Cloridrato rosalina, formaldeído (CH_2O), tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), solução de iodo, sulfito de sódio (Na_2SO_3), açúcar, água**

A variedade de substâncias misturadas dificulta o tratamento. Logo, esta solução deve ser armazenada a espera de coleta para sua correta destinação.

- **Hidróxido de sódio (NaOH), alfa-naftolftaleína, propanol, alcoóis**
- **Ácido sulfúrico (H_2SO_4), subacetato de bismuto, molibdato de amônio ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)**

Deve ser armazenada a espera de coleta para sua correta destinação.

Caso o molibdato consiga ser segregado ele pode ser tratado acidificando cuidadosamente a solução até pH 2, com ácido sulfúrico. Adicionar gradualmente mais de 50 % de bissulfito de sódio aquoso sob agitação a temperatura ambiente. Um aumento na temperatura indica que a reação que está ocorrendo. Ajustar o pH da solução para 7 e tratar com sulfeto até a precipitação. O precipitado mais o papel de filtro devem ser armazenados em bombonas e coletados para descarte em aterro de classe I. Destruir o excesso de sulfeto, neutralizar e drenar a solução para o esgoto com muita água (CETESB, 2001).

- **Ácido dinitrossalicílico (DNS) ($\text{C}_7\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_7$)**
- Para realizar o tratamento do ácido dinitrossalicílico utiliza-se um fotorreator. Com pH em torno de 6, adicionando-se peróxido de hidrogênio a fim de que a porcentagem do mesmo seja de 2 % (v/v) no resíduo. Deixe o fotorreator ligado 5 horas. Então, a solução poderá ser descartada em esgoto comum.

- **Molibdato de Amônio ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), arsenato de sódio ($\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 7(\text{H}_2\text{O})$), fosfato de sódio (NaHPO_4), tartarato duplo de sódio e potássio ($\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6\text{KNa} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)**

Deve ser armazenada a espera de coleta para sua correta destinação.

Caso a solução de arsenato de sódio consiga ser segregada ela pode ser tratada precipitando o material como sulfeto, ajustando o pH para 7 até a completa precipitação. O precipitado mais o papel de filtro devem ser armazenados em bombonas e coletados para descarte em aterro de classe I. Destruir qualquer excesso de sulfeto com hipoclorito de sódio. Por fim, neutralizar a solução e drenar para o esgoto com muita água (CETESB, 2001).

- **Fehling (sulfato de cobre (CuSO_4), tartarato duplo de sódio potássio ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), hidróxido de sódio (NaOH))**

Precipitar o cobre como sulfeto, ajustando o pH da solução para 7, até a completa precipitação. O precipitado mais o papel de filtro devem ser armazenados em bombonas e coletados para descarte em aterro de classe I. Destruir qualquer excesso de sulfeto com hipoclorito de sódio. Neutralizar a solução e drenar para o esgoto com muita água. Caso contrário deve ser armazenada a espera de coleta para sua correta destinação.

5.2.3.6 Getap

- **Embalagens de antibióticos, hormônio, revigorantes**

Devem ser armazenadas a espera de coleta para sua correta destinação.

- **Embalagens de carrapaticida, mosquicida e herbicidas**

As embalagens rígidas que contiverem formulações miscíveis ou dispersíveis em água deverão ser submetidas à operação de tríplice lavagem. O usuário deverá efetuar a devolução das embalagens vazias dos produtos aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos (BRASIL, 2000).

- **Seringas**

Devem ser descartadas separadamente, em recipientes rígidos, resistentes à punctura, ruptura e vazamento, com tampa, devidamente identificados, atendendo aos parâmetros referenciados na norma NBR 13853/97 da ABNT.

5.2.3.7 Laboratório de Fertilidade do Solo

- **Cloreto de potasio (KCl) em solução aquosa**

Pode ser descartado sem tratamento drenando a solução aquosa para o esgoto com muita água.

- **Cloreto de cálcio (CaCl_2) em solução aquosa**

Pode ser descartado sem tratamento drenando a solução aquosa para o esgoto com muita água.

- **Cloreto de amônio (NH_4Cl), ácido clorídrico (HCl)**

A solução pode ser tratada iniciando com uma diluição, seguida de uma neutralização com hidróxido de sódio. Após o ajuste de pH a solução pode ser descartada em esgoto comum, toda reação deve ser realizada na capela.

- **SMP (cloreto de Cálcio (CaCl_2), cromato de potássio (K_2CrO_4), acetato de cálcio ($(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}\cdot\text{H}_2\text{O}$), trietanolamina ($\text{C}_6\text{H}_{15}\text{NO}_3$) e p-nitrofenol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_3$))**

Este resíduo é tratado pela UGR de Araras com metabissulfito de sódio e NaOH para clarificar. Entretanto, este resíduo apesar de apresentar cromato de potássio, resíduo perigoso e possivelmente tratável, ele apresenta outras substâncias que estando presentes juntos ao cromato pode influenciar na eficiência do tratamento além de apresentarem perigo também como é o caso do p-nitrofenol que de acordo com a CETESB (2001) deve ser incinerado.

Caso o cromato de potássio possa ser segregado o seu tratamento é iniciado com a acidificação cuidadosamente até pH 2 com ácido sulfúrico. Adicionar, gradualmente, um excesso de bissulfito de sódio aquoso (50%), sob agitação a temperatura ambiente. Um aumento na temperatura indica que a reação está ocorrendo. Ajustar o pH da solução para 7 e tratar com sulfeto até a precipitação. O precipitado mais o papel de filtro devem ser armazenados em bombonas e coletados para descarte em aterro de classe I. Destruir o excesso de sulfeto, neutralizar e drenar a solução para o esgoto com muita água (CETESB, 2001).

- **Ácido Acético ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$), Fosfato mono cálcico**

Para poder descartar em esgoto comum é necessário neutralizar a solução e a concentração de fosfato não pode ser maior que a permitida pelo CONAMA 357 (2005).

- **DTPA (Ácido dietilenotriaminopentaacético) ($\text{C}_{14}\text{H}_{23}\text{N}_3\text{O}_{10}$), trietanolamina ($\text{C}_6\text{H}_{15}\text{NO}_3$) e cloreto de cálcio (CaCl_2)**

Deve ser armazenada a espera de coleta para sua correta destinação.

- **Solução de lantânio (La^{3+})**

Caso este resíduo estiver diluído e adicionado em matrizes ácidas contendo HCl e HNO_3 pode ser tratado por precipitação em meio alcalino ou neutro com uma grande quantidade de ânions, como OH^- , CO_3^{2-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, F^- (QUIMLAB, 2010).

- **Ácido sulfúrico (H_2SO_4)**

Sendo o ácido sulfúrico um ácido forte seu tratamento deve ser iniciado com uma diluição, seguida de uma neutralização com hidróxido de sódio. Após o ajuste de pH a solução pode ser descartada em esgoto comum, toda reação deve ser realizada na capela.

- **Ácido perclórico ($HClO_4$)**

Para tratar, usar um grande volume de solução concentrada de agente redutor (bissulfitos ou sais de ferro II com ácido sulfúrico). Neutralizar com carbonato de sódio ou diluir com ácido clorídrico. Drenar para o esgoto com muita água (CETESB, 2001).

- **Sulfomolibdica (molibdato de amônio $[(NH_4)_6Mo_7O_{24}\cdot 4H_2O]$, subcarbonato de bismuto ($Bi_2O_2(CO_3)$) e ácido sulfúrico (H_2SO_4)]**

Deve ser armazenada a espera de coleta para sua correta destinação.

- **Ácido Bórico (H_3BO_3)**

Para tratar adicionar lentamente em uma solução de carbonato de sódio e hidróxido de cálcio, sob agitação. Derramar a solução, com grande quantidade de água em esgoto comum (CETESB, 2001).

- **Hidróxido de sódio ($NaOH$)**

Sendo o hidróxido de sódio uma base forte seu tratamento deve ser iniciado com uma diluição, seguida de uma neutralização com ácido clorídrico 5%. Após o ajuste de pH a solução pode ser descartada em esgoto comum, toda reação deve ser realizada na capela.

- **Ácido clorídrico (HCl)**

Sendo o ácido clorídrico um ácido forte seu tratamento deve ser iniciado com uma diluição, seguida de uma neutralização com hidróxido de sódio. Após o ajuste de pH a solução pode ser descartada em esgoto comum, toda reação deve ser realizada na capela.

- **Vidros e frascos**

Vidros quebrados devem ser encaminhados como resíduos perfurocortantes, frascos de vidro de reagente podem ser reutilizados para armazenar resíduos dos quais foram gerados.

5.2.3.8 Seção Agrícola

- **Embalagens de herbicidas, fungicida, inseticida, formicida e cupinicida**

As embalagens rígidas que contiverem formulações miscíveis ou dispersíveis em água deverão ser submetidas à operação de tríplex lavagem. O usuário deverá efetuar a devolução das embalagens vazias dos produtos aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos (BRASIL, 2000).

5.2.3.9 PMGCA

- **Embalagens de herbicida e fungicida**

As embalagens rígidas que contiverem formulações miscíveis ou dispersíveis em água deverão ser submetidas à operação de tríplex lavagem. O usuário deverá efetuar a devolução das embalagens vazias dos produtos aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos (BRASIL, 2000).

- **Cana**

A vinhaça pode ser usada para a produção de Biogás; o bagaço na produção de biomassa (Biomassa é toda matéria orgânica que pode ser utilizada na produção de energia). A torta de filtro e a cinza do bagaço, por ser rica em nutrientes é um poderoso adubo aplicado no canavial.

- **Papelão, ferragem e vidros**

Indica-se a segregação dos papeis, ferragem, vidros para o encaminhamento a reciclagem.

- **Fungicida**

Restos de fungicida que não serão mais utilizados podem ser doados a outro setor, caso contrário, devem ser armazenados e encaminhados para a incineração.

5.2.3.10 Laboratório de Entomologia

- **Formaldeído (CH₂O), água**

Sugeri-se que formaldeído seja tratado adicionando-se hidróxido de amônio (como na reação a seguir), a solução deve repousar por 12 horas com a capela ligada (IBILCE-UNESP, 2003).

Não sendo viável o tratamento é aconselhado o armazenamento seguido de incineração, pois o formol é um composto químico com enorme capacidade de redução, especialmente na

presença de álcalis. É incompatível com amônia, álcalis, tanino, bissulfetos, preparações à base de ferro, prata, potássio e iodo. Reage com albumina, caseína, Agar-agar formando compostos insolúveis. É violentamente reativo com óxidos, nitrometano, carbonato de manganês e peróxidos.

- **Água, sulfato de cobre II (CuSO₄)**

A solução contendo sulfato de cobre pode ser tratada por precipitação do cobre como sulfeto e filtração do precipitado. O precipitado mais o papel de filtro devem ser destinados para aterro de classe I, a solução restante deve ser neutralizada antes de ser descartada em esgoto comum.

- **Meio de cultura: levedura, germe de trigo, antibiótico, vitamina, agar, ácido acético, ilosone, açúcar, cloreto de colina, nipogin, ácido ascórbico, farelo de soja**

Resíduos de meios de cultura devem ser autoclavados e descartados caso não contenha metais pesados, corantes e substâncias radioativas, inclusive kits diagnósticos com organismos inoculados em sua composição.

- **Cloro (para desinfecção)**

Pode ser descartado em esgoto comum em água corrente.

- **Vidros**

Vidros quebrados devem ser encaminhados como resíduos perfurocortantes, frascos de vidro de reagente podem ser reutilizados para armazenar resíduos dos quais foram gerados.

5.2.3.11 Lanem

- **Substrato, raiz, água, sacarose, caulin**

Este resíduo pode ser descartado no lixo comum desde que não haja nenhuma contaminação biológica.

- **Taf (trietonolamina (C₆H₁₅NO₃), álcool, formaldeído(CH₂O))**

Este resíduo necessita de um tratamento antes de ser descartado, pois apresenta formaldeído em sua composição. Sugeriu-se que formaldeído seja tratado adicionando-se hidróxido de amônio (como na reação a seguir), a solução deve repousar por 12 horas com a capela ligada (IBILCE-UNESP, 2003).

Não sendo viável o tratamento é aconselhado o armazenamento seguido de incineração, pois o formol é um composto químico com enorme capacidade de redução, especialmente na presença de álcalis. É incompatível com amônia, álcalis, tanino, bissulfetos, preparações à base de ferro, prata, potássio e iodo. Reage com albumina, caseína, Agar-agar formando compostos insolúveis. É violentamente reativo com óxidos, nitrometano, carbonato de manganês e peróxidos.

- **Substrato com nematóides**

O resíduo pode ser descartado no solo desde que seja autoclavado corretamente, como já é realizado no laboratório.

5.2.3.12 Laboratório de Plantas Daninhas

- **Embalagens pet contaminadas com variados tipos de herbicidas**

O indicado é reutilizar as garrafas. Pode-se fazer um kit para as aulas: as garrafas pet devem ser rotuladas com os nomes dos respectivos herbicidas contidos nelas, depois das aulas são armazenadas, e quando os mesmos herbicidas forem ser utilizados novamente as garrafas que já foram rotuladas e armazenadas poderão ser reutilizadas.

Quando não for possível a reutilização deve-se armazenar as garrafas contaminadas a espera de coleta para sua correta destinação.

- **Embalagens de herbicidas**

As embalagens rígidas que contiverem formulações miscíveis ou dispersíveis em água deverão ser submetidas à operação de tríplex lavagem. O usuário deverá efetuar a devolução das embalagens vazias dos produtos aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos (BRASIL, 2000).

5.2.3.13 Laboratório de Química Analítica Experimental I

- **Sol. Aquosa, com íons: sódio (Na^+), potássio (K^+), alumínio (Al^+), cálcio (Ca^{2+}), chumbo (Pb^{2+}), cobre (Cu^{2+}), prata (Ag^+), hidroxila (OH^-), cloro (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}), nitrato (NO_3^-)**

Este resíduo é mais facilmente tratado quando cada solução for armazenada separadamente durante as aulas, para isso deixar frascos de vidro, anteriormente rotulados com dados dos resíduos que serão gerados na aula, em uma bancada onde os alunos vejam, entretanto, é importante o professor ou técnico da disciplina explicar a importância de segregar o resíduo.

Soluções contendo sódio, potássio, cálcio, cloro podem ser descartadas em esgoto comum desde que estejam bem diluídas e neutralizadas, ou seja, conferir pH antes do descarte, caso necessário, adicione uma base ou ácido deixando o pH entre 6 e 8.

Soluções contendo alumínio, cobre, chumbo, prata, fosfato, nitrato podem ser descartados em esgoto comum desde que suas concentrações não sejam maiores que as regulamentadas pelo CONAMA 357 (2005). Como o caso do cobre dissolvido é permitida a concentração até 1,0 mg/L Cu, acima desse valor a solução não pode ser descartada em esgoto comum.

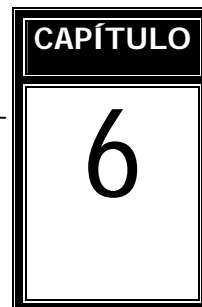
Uma solução contendo prata pode ser tratada a fim de recuperar a prata. O cobre e o chumbo podem ser precipitados e filtrados, separadamente, o precipitado junto com o papel de filtro devem ser armazenados em recipiente próprio para resíduo sólido e descartado em aterro de classe I. Estes procedimentos podem estar inclusos na prática da disciplina.

- **Hidróxido de sódio (NaOH), sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), água, EDTA ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}_8\text{N}_2$), murexida ($\text{C}_8\text{H}_8\text{N}_6\text{O}_6$), azul de metileno ($\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{ClN}_3\text{S}$)**

Deve ser armazenado a espera de coleta para sua correta destinação, pois este resíduo contém azul de metileno que prevê-se um apreciável potencial de bio-acumulação.

- **Cloro de cálcio, ácido acético, iodato de potássio (KIO_3), iodeto de potássio (KI), amido**

Adicionar uma solução aquosa contendo tiosulfato de sódio. Agitar a mistura até a dissolução de todo o iodo e descoloração da solução. Neutralizar o resíduo com carbonato de sódio e descartar em esgoto comum (CENA, 2010). Caso contrário, deve ser armazenado à espera de coleta para sua correta destinação.



Conclusões e Recomendações

"A natureza é grande nas coisas grandes e grandíssima nas pequeninas."

Saint-Pierre

Partindo do diagnóstico dos resíduos é possível concluir que os dados obtidos durante a pesquisa permitiram a caracterização da realidade dos problemas relacionados aos resíduos químicos perigosos produzidos no *campus* de Araras, sendo esta complexa e reflexo da produção de 480L/mês de resíduos, gerados em atividades de ensino, pesquisa e extensão. Destes apenas 54% dos resíduos perigosos gerados são armazenados pelos geradores e menos de 2% são tratados.

Entre os geradores, o que apresentou maior geração de resíduo químico perigoso foi o Lagem com 47,3% de todo resíduo químico perigoso estimado no estudo, seguidas de Laboratório de Fertilidade do Solo, Laboratório de Entomologia, o Lamam e o Labmac, com 26,2%, 12,5%, 6,0% e 5,1%, respectivamente.

Em relação à quantidade de resíduo químico gerado, pode-se concluir que a categoria de resíduo que apresenta maior quantidade gerada por mês é a de misturas contendo compostos orgânicos halogenados, seguida de: soluções ácidas; soluções contendo sais. Em relação ao resíduo agrário foi diagnosticado que quatro setores geram resíduos de embalagens de agrotóxicos: Getap, SeAgri, PMGCA e LPD. Sendo que este resíduo é corretamente destinado por todos geradores.

Encontrou-se uma diversidade de 116 itens de resíduos, exigindo a busca de soluções específicas, sendo que destes itens apenas 29 precisariam ser destinados a coleta. Para os demais foram propostas ações que vão de tratamento a reutilização. A análise dos dados indica que 44%

dos resíduos podem ser tratados, 9% podem ser descartados em esgoto comum, ainda têm-se as embalagens que podem ser devolvidas aos seus fabricantes e por último resíduos destinados a coleta especial e para reciclagem, totalizando 100% de resíduos que ao serem gerenciados reduzem seus impactos no meio ambiente.

Sendo assim é factível concluir que a realidade encontrada pode ser alterada de maneira positiva levando o *campus* a um controle completo sobre seus resíduos gerados. Entretanto é necessário que se crie um hábito de reciclar idéias e informações capazes de se adequarem às circunstâncias tão complexas e mutáveis apresentadas em uma universidade.

Perante as conclusões apresentadas temos que os objetivos da pesquisa foram alcançados, porém para que se viabilize o processo de gestão são indicadas as seguintes recomendações:

- A aplicação periódica dos questionários para diagnosticar a geração dos resíduos;
- O emprego dos métodos de tratamentos propostos ou outros que se adéquem à geração para poderem concretizar a gestão dos resíduos. Análises para testar a eficiência dos tratamentos que podem ser realizados por meio de atividades de pesquisa que englobem o desenvolvimento e otimização de métodos para tratamento de resíduos;
- Investimento na educação ambiental, na realização de cursos para conscientização dos técnicos e professores. Como a formação de recursos humanos especializados em tratamento e gerenciamento de resíduos em nível de graduação, com implantação de disciplinas específicas e oferecimento de estágios;
- Elaboração de normas para a gestão de resíduos específicas para o *campus* de Araras;
- Garantir o uso das ferramentas que o *campus* de São Carlos oferece, como o etiqueta e a ficha de caracterização do resíduo;
- Por fim é importante ressaltar que a maior contribuição pretendida para este trabalho está relacionada a conscientização dos geradores, já que a simples elaboração de um roteiro com experimentos de tratamento não é suficiente para garantir uma gestão plena. Mais importante é o processo de informação que permita que a gestão ganhe dinâmica e se encaixe na complexa realidade do *campus*, havendo assim a possibilidade de manter sempre uma reavaliação/retroalimentação de todo o ciclo da gestão.

A realidade dos laboratórios é mutável, logo é importante lembrar que os dados foram obtidos por meio de questionários, respondidos pelos professores e técnicos responsáveis pelos laboratórios e/ou setores, desta forma deve-se levar em consideração possíveis variações nas características e quantidades dos resíduos gerados.

Referências Bibliográficas

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR – 12235/1992: armazenamento de resíduos sólidos perigosos.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR – 12235/1992: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos. Disponível em: <<http://www.abntnet.com.br/fidetail.aspx?FonteID=6192>>. Acesso em: 30/07/2008.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR – 14725/2009 - Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) - 14725-3:2009 – Produtos Químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente – Parte 3 – Rotulagem.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), 2004. *Resíduos Sólidos - Classificação - NBR 10.004*. Rio de Janeiro: ABNT.
- AFONSO, J. C. et al. *Gestão de resíduos: o testemunho do instituto de química da UFRJ*. In: 3º ENCONTRO NACIONAL DE SEGURANÇA EM QUÍMICA, 2004, Niterói. Resumos... 1 CD ROM. 2004.
- AFONSO, J. C.; NORONHA, L. A.; FELIPE, R. P.; FREIDINGER, N.; *Gerenciamento de Resíduos Laboratoriais: Recuperação de Elementos e Preparo para Descarte Final*. Química Nova, vol. 26, n.º 4, p. 602-611, 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.; SILVA, L. C.; REZENDE, M. O.; *Laboratório de Resíduos Químicos do Campus USP –São Carlos – Resultados da Experiência Pioneira em Gestão e Gerenciamento de Resíduos Químicos em um Campus Universitário*. Química Nova, vol. 26, n.º 2, p. 291-295, 2003.
- ALVES, L. C. *Caracterização e tratamento de efluentes de laboratório de análises químicas*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, 163p. 2002.
- AMARAL, S. T.; MACHADO P. F. L.; PERALBA, M. C. R.; CAMARA, M. R.; SANTOS, T. dos; BERLEZE, A.; FALCÃO, H. L.; MARTINELLI, M.; GONÇALVES, R.S.; OLIVEIRA, E. R. de; BRASIL, J. L.; ARAÚJO, M. A. de e BORGES, A. C. A.; *Relato de uma Experiência: Recuperação e Cadastramento de Resíduos dos Laboratórios de Graduação no Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul*. Química Nova, vol. 24, n.º 3, p.419-423, 2001.
- AMOUR, M. A. *Hazardous laboratory chemicals disposal guide*. Boca Raton: Lewis, 546 p. 1996.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Portaria nº 03, de 16 de janeiro de 1992, anexo III.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução nº 306 de 2004. Regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviço de saúde. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 dez. 2004.

ARAÚJO, V. A., Gestão de resíduos especiais em universidades: estudo de caso da Universidade Federal de São Carlos. 2004. 154p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Departamento de Engenharia Civil da UFSCar, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

ARMOUR, M. A.; J. Chem. Educ., 65, 64, 1998.

ASHBROOK, P. C.; REILHARDT, P. A.; Hazardous waste in academia, *Environ. Sci. Technol*, vol. 19, No. 12, 1985.

BAADER, W. J.; FARIA, D. L. A.; MARZORATI, L.; DI VITTA, C.; SERRANO, S. H. P.; BERTOTTI, M.; BAPTISTA, M.; Resumos da 24ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, Poços de Caldas, Brasil, 2001.

BAIRD, C. Química Ambiental. Tradução. Maria Angeles Lobo Recio e Luiz Carlos Marques Carrera. 2ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BARBOSA, D. P. *et al.*. Gerenciamento dos resíduos dos laboratórios do Instituto de Química da Universidade Estadual do Rio de Janeiro como um projeto educacional e ambiental. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p.114-119, jul./sep. 2003.

BENATTI, C. T.; TAVARES, C. R. G.; TONIOLO, F. S. *Aplicação dos sistemas Fe²⁺/H₂O₂ e Fe³⁺/H₂O₂ no tratamento de efluentes químicos.* In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 1, 2004, Florianópolis. Livro de Resumos, Florianópolis: ICTR, p. 98-8. 2004.

BERSCH, G. A.; GONÇALVES, C. V.; MACHADO, M. *Gerenciamento de resíduos na UNIVATES.* In: 3º ENCONTRO NACIONAL DE SEGURANÇA EM QUÍMICA, 2004, Niterói. Resumos... 1 CD ROM. 2004.

BONI, V.; QUARESMA, S. J., Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais, Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC, Vol. 2 nº 1 (3), p. 68-80, janeiro-julho, 2005.

BOSCO, S. M. Dal; JIMENEZ, R. S.; CARVALHO W. A., *Aplicação da zeólita natural esolecita na remoção de metais pesados de efluentes industriais: competição entre os cátions e processo de dessorção.* *Eclét. Quím.*, vol.29 no.1, São Paulo, 2004.

BRASIL. Lei nº 9.974, de 6 de junho de 2000.

BRASIL. *Resolução ANVISA RDC Nº 306/2004*, Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 10 dez., Seção 1. Brasília, 2004.

- BRASIL. *Resolução CONAMA N° 05/1993*. Define as normas mínimas para tratamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos e terminais rodoviários e ferroviários. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 31 ago., Seção 1. Brasília, 1993.
- BRASIL. *Resolução CONAMA N° 283/2001*. Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 01 out., Seção 1. Brasília, 2001.
- BURROWS, H. D.; CANLE, M.; SANTABALLA, J. A.; STEENKEN, S., J. Photochem. and Photobiol. A: Chem., 67, 71-108, 2002.
- CCI – Comissão de controle de infecção. Manual de qualificação de esterilização em autoclaves, Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto, SP, 2009.
- CENA - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Tratamento químico, <<http://www.cena.usp.br/residuos/gerenciamento/tratamento.htm>> Acessado em 15/12/2009.
- CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, Manual de Produtos Químicos, Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 24, JUN, 2001 <http://www.cetesb.sp.gov.br/Emergencia/produtos/produto_consulta_nome.asp> Acessado em 7/06/2009.
- CETESB. Norma no P4.262/2001. Gerenciamento de resíduos químicos provenientes de estabelecimentos de serviços de saúde - Procedimento. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Servicos/publicacoes/buscatitulo1.asp>> Acesso em 30/05/2008.
- CETESB-Cia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. In: Resíduos Sólidos Industriais. São Paulo, pg. 55-84.
- CETESB-COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Manual para implementação de um programa de prevenção à poluição. São Paulo: CETESB, 4ªed., 2002, 16p.
- CIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL MEDIO AMBIENTE <<http://www.tecnun.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/13Residu/130ResAgr.htm>> Acessado em 11/03/2009.
- CNUMAD - CONFERENCIA DAS NACOES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Agenda 21- capítulo 21: manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com os esgotos. Disponível em <<http://www.ambiente.sp.gov.br/agenda21/ag21.htm>> Acessado em 03/05/2005.
- COELHO, F. *et al.*. *Implantação do Programa Institucional de Gerenciamento de Resíduos da Unicamp – Resultados preliminares*. In: 2º ENCONTRO NACIONAL DE SEGURANÇA EM QUÍMICA, Porto Alegre. UFRGS, 1 CD ROM. 2002.
- CSEA - Comissão de Segurança e Ética Ambiental. Gerenciamento de Resíduos Químicos. Instituto de Química, Aprovadas na 224ª sessão da Congregação e Resolução da

- Congregação IQ 134/2005 em 23/11/2005 – UNICAMP. Disponível em: <http://www.iqm.unicamp.br/csea/docs/normas/normasResiduos.pdf> Acessado 20/02 2008.
- CUNHA, C. J.; *O Programa de Gerenciamento dos Resíduos Laboratoriais do Departamento de Química da UFPR*. Química Nova, vol. 24, n.º 3, p. 424-427, 2001.
- CYTED - Ciencia y Tecnología para el Desarrollo; Eliminación de Contaminantes por Fotocatálisis Heterogénea; Buenos Aires, 2001.
- DALSTON, R. C. R. *et al.*. *Resíduos químicos e de saúde das USSF/UCB*. In: 3º ENCONTRO NACIONAL DE SEGURANÇA EM QUÍMICA, 2004, Niterói. Resumos... 1 CD ROM. 2004.
- 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*. Química Nova, vol.27, n.º 4, 2004.
- DI VITTA, P. B. *et al.*. *Gerenciamento de Resíduos no Instituto de Química da Universidade de São Paulo*. In: 2º ENCONTRO NACIONAL DE SEGURANÇA EM QUÍMICA, Porto Alegre, UFRGS, 1 CD ROM. 2002.
- Diretrizes gerais para o trabalho em contenção com material biológico* /Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos – Brasília: Ministério da Saúde, 2004.
- DPPEA – N. C. Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance, 2003. <<http://www.p2pays.org/>>Acessado em 10/10/2009.
- EPA, OSW, Tratament Technology, Goverment Institute, Inc., 1991.
- F. MAIA Ind. e Com Ltda., Fichas de segurança, De acordo com a norma NBR 14725 baseada na FISPQ - ISO 11014:1994, FISPQ No. OT – 002, FISPQ No. OT – 007, 25/09/2002 <<file:///C:/Users/user/Desktop/PROJETO%20MESTRADO/dissertacao/fichas/F.MAIA%20fichas.htm>> Acessado em 02/12/2009.
- FONSECA, J. C. L., Manual para gerenciamento de resíduos perigosos Universidade Estadual Paulista; Colaboração de Mary Rosa Rodrigues de Marchi, - São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.
- FURTADO, M. Rigor Ambiental Aumenta a Demanda por incineradores. Revista Química e Derivados, julho, pg.36-48, 2000.
- GERBASE, A. E; COELHO, F. S.; MACHADO, P. F. L.; FERREIRA, V. F., Gerenciamentos de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa, EDITORIAL, Quím. Nova vol.28 no.1 São Paulo Jan./Feb. 2005.
- GILONI-LIMA P. C., LIMA, V. A., Gestão integrada de resíduos químicos em instituições de ensino superior, Química Nova, Vol. 31, No. 6, 1595-1598, 2008.
- GONÇALVES, M. S., Gestão de resíduos orgânicos, Sociedade Portuguesa de Inovação, Consultadoria Empresarial e Fomento da Inovação, S.A., 1.ª edição, Porto, 2005.

- HENRIQUE, O. S. Resíduo Químico Gerado em Laboratórios da Unicamp: Inventário e Avaliação do seu Gerenciamento. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil – UNICAMP, 2008. 549 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, UNICAMP, 2008.
- HESSLER, D.P.; GORENFLO, V.; FRIMMEL, F.H. Degradation of aqueous atrazine and metazachlor solutions by UV and UV/H₂O₂ – influence of pH and herbicide concentration. *Acta Hydrochim. Hydrobiol.*, v.21, n.4, p.209-214, 1993.
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – PORTARIA NORMATIVA IBAMA N° 84, de 15 de outubro de 1996.
- IBILCE-UNESP, Guia de neutralização e destinação de resíduos químicos perigosos do IBILCE-UNESP, Protocolos do Documento Base, Incorporações e atualização: CISQ (Comissão Interna de Segurança Química)- Versão novembro de 2003. <<http://www.qca.ibilce.unesp.br/prevencao/protocolo.htm>> acessado dia 20/10/2009.
- IMBROISI, D.; GUARITÁ-SANTOS, A. J. M.; BARBOSA, S. S.; SHINTAKU, S. F.; MONTEIRO, H. J.; EAST PONCE, G. A.; FURTADO, J. G.; TINOCO, C. J.; MELLO, D. C.; MACHADO, P. F. L., Gestão de resíduos químicos em universidades: Universidade de Brasília em foco, *Quím. Nova* v.29 n.2 São Paulo mar./abr. 2006.
- IZZO, R. M. *Waste minimization and pollution prevention in university laboratories*. Chemical Health & Safety, p. 29-33, May/June 2000.
- JARDIM, W. F. *Gerenciamento de Resíduos em Laboratório de ensino e Pesquisa*. *Química Nova*, vol. 21, n.º 5 , p. 671-673, 1998.
- JIMENEZ, R. S.; BOSCO, S. M.; CARVALHO, W. A., *Remoção de metais pesados de efluentes aquosos pela zeólita natural esolecita - influência da temperatura e do pH na adsorção em sistemas monoelementares*, *Química Nova*, vol. 27, nº 5, 734-738, 2004.
- Lei 4002/84 | Lei N° 4.002, de 05 de janeiro de 1984 de São Paulo
- LEITE, J. C. *Metodologia para Elaboração da Carta de Susceptibilidade á Contaminação e Poluição da águas Subsuperficiais*. São Paulo, v1, 219p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1995.
- LIMA JÚNIOR, R. M. Desenvolvimento de um sistema com banco de dados para a classificação e caracterização de resíduos e gases industriais. Campinas: Faculdade de Engenharia Química – UNICAMP, 2001. 191 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Química, UNICAMP, 2001.
- MACHADO, A. M. R.; SALVADOR, N.N. B., Normas Gerais – 01/2005 : Procedimentos para Segregação, Identificação, Acondicionamento e Coleta de Resíduos Químicos, Biológicos e Radioativos Líquidos e Sólidos. Coordenadoria Especial para o Meio ambiente (CEMA): Unidade de Gestão de Resíduos (UGR), UFSCar, São Carlos. maio de 2005. 40p.

- MACHADO, J. G., EcoCâmara,
<<http://www2.camara.gov.br/internet/programas/ecocamara/implicacoesincineracao.html>> Acessado em 11/03/2009.
- MACHADO, P. A. L. *Direito ambiental brasileiro*. 10. ed. São Paulo: Ed. Malheiros, 1048 p. 2002.
- MANAHAM, S. E. *Environmental Chemistry*. Boca Raton, Florida. 7. ed. 2000.
- Manual de licenciamento para o setor de Resíduos Sólidos – Apostilas Ambientais, SCMA - São Paulo, CETESB, 1997.
- Manufacturing Chemists Association; Guia para rotulagem preventiva de produtos químicos perigosos. Fundacentro: São Paulo, 1980, 76.
- MANZINI, E.J. Considerações sobre a elaboração de roteiro para entrevista semi-estruturada. In: MARQUEZINE: M. C.; ALMEIDA, M. A.; OMOTE; S. (Orgs.) Colóquios sobre pesquisa em Educação Especial. Londrina:eduel, 2003. p.11-25.
- MAZZER, C., CAVALCANTI, O, A., Introdução à gestão ambiental de resíduos, Infarma, v.16, nº 11-12, 2004.
- Merck, <http://www.merck-chemicals.com.br/extran-ma-02/MDA_CHEM-107553/p_XHeb.s1LJxsAAAEWxeAfVhTI> Acessado em 20/01/2010.
- NACIONAL RESEARCH COUNCIL, Chemical Science and Technology; Prudent Practices in the Laboratory: Handling and Disposal of Chemicals, Washington, 1995.
- NOLASCO, F. R.; TAVARES, G. A.; BENDASSOLLI, J. A., Implantação de Programas de Gerenciamento de Resíduos Químicos Laboratoriais em universidades: análise crítica e recomendações, Engenharia Sanitária e Ambiental, vol.11 no.2, Rio de Janeiro, Apr./June, 2006.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Prudent practices in the laboratory handling and disposal of chemicals*. Washington, DC: National Academy Press, 1995.
- OTERO, Gabriela Gomes ProI. *Sustentabilidade em instituições de ensino superior: breve histórico*. I Encontro Latino Americano de Universidades Sustentáveis – UFP – Passo Fundo/RS, 2008.
- PEDROZO, M. F. M., PHILIPPI JR. A., Disposição de resíduos de laboratório - estudo de caso – 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro - RJ. Maio de 1999.
- PEREZ, F. L., ISLER, D., A Incineração, capítulo do livro Manejo de resíduos: Pressuposto para gestão ambiental, Laboratório de planejamento municipal,, Rio Claro, 110, pag. 85, 2002.
- PITT, M. J. Chemical residue management in the universities. 1st International Symposium on Residue Management in Universities, UFSM. In: Santa Maria, 2002.
- Resolução Nº 357 do Conselho Nacional do Meio-Ambiente (CONAMA), de 17/03/2005, *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, Diário Oficial da União, 18/03/2005.

- Resolução N° 397 do Conselho Nacional do Meio-Ambiente (CONAMA), de 03/04/2008, *Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA no 357, de 2005*, Diário Oficial da União, 07/04/2008.
- SASSIOTTO, M. L. P., Manejo de Resíduos de Laboratórios Químicos em Universidades – Estudo de Caso do Departamento de Química da UFSCar. São Carlos, 134p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, 2005.
- SASSIOTTO, M. L. P.; SALVADOR, N. N. B.; CORNETO, E. C. *Gerenciamento de resíduos químicos na Universidade Federal de São Carlos*. In: 3º ENCONTRO NACIONAL DE SEGURANÇA EM QUÍMICA, Niterói, 1 CD-ROM, 2004.
- SILVA, C. E, HOPPE, A. E., Diagnóstico dos resíduos de serviços de saúde no interior do Rio Grande do Sul, Eng. Sanit. Ambient. v.10 n.2 Rio de Janeiro abr./jun. 2005.
- SILVA, E. M. P. da. Implementação de um sistema unificado para gerenciamento de rejeitos. Campinas: Faculdade de Engenharia Química – UNICAMP, 2006. 292 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Química, UNICAMP, 2006.
- SILVA, L. C, A Engenharia de Segurança do Trabalho: análise crítica da proposta de gerenciamento de resíduos líquidos perigosos gerados na Universidade de São Paulo no *Campus* de São Carlos - SP. Araraquara, Dissertação (Mestrado) – Centro Universitário de Araraquara – UNIARA, 2004.
- SILVA, M. S. Gerenciamento de resíduos químicos - Normas gerais do IQ/UNESP, (IQ-UNESP, Araraquara) - revisão 2002 <<http://www.qca.ibilce.unesp.br/prevencao/ralo.html>> Acessado em 10/04/2010.
- SIQUEIRA, A. Resíduos sólidos: da classificação à disposição final. Revista *Fármacos & Medicamentos*. Editorial Racine. Jan/fev 2001; 10 –16, 1996.
- SOUSA, R. R., VIEIRA, J. A., Gerenciamento de resíduos químicos nos laboratórios da UnUCET-UEG: Recuperação de elementos químicos e preparação para o descarte final, <http://www.prp.ueg.br/06v1/ctd/pesq/inic_cien/eventos/sic2007/flashsic2007/arquivos/resumos/resumo32.pdf> Acessado em 15/01/2009.
- SOUZA, K. E., Estudo de um método de priorização de resíduos industriais para subsídio à minimização de resíduos químicos de laboratórios de universidades, Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.
- SOUZA, R. C.; CIVIDATTI, L. N.; GUEDES, C. L. B. . Gerenciamento de resíduos químicos na Universidade Estadual de Londrina. In: VIII Congresso Ibero-Americano de Extensão Universitária. Navegar é preciso...transformar é possível., 2005, Rio de Janeiro. Trabalhos apresentados no VIII Congresso Ibero-Americano de Extensão Universitária., 2005. v. 2. p. 1918-1925.

- SOUZA, R. T., Sistema de Produção de Uvas Rústicas para Processamento em Regiões Tropicais do Brasil Normas gerais sobre o uso de agrotóxicos Embrapa Uva e Vinho, Sistema de Produção, 9, Versão Eletrônica, Dez./2005,
<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvasRusticasParaProcessamento/normas.htm> > Acessado em 20/01/2010.
- STELLMAN, J. M. e DAUM, S. M., Trabalho e Saúde na Indústria, Vol.III. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1975.
- TAVARES, G. A. *et al.*. *Implantação de uma estação de produção de água desionizada para uso nos laboratórios do CENA/USP empregando resinas de troca-iônica*. Analytica, São Paulo, n. 10, p. 36-42, abr./maio 2004.
- TAVARES, G. A. *Implementação de um programa de gerenciamento de resíduos químicos e águas servidas nos laboratórios de ensino e pesquisa do CENA/USP*. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, p. 131, 2004.
- 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, vol.28 no.4 São Paulo July/Aug. 2005.
- TOLEDO, A. C. T., LEO, V. M. M., Gerenciamento de Resíduos Químicos: Uma experiência de aprendizado em aulas de laboratório em Ensino Superior. *XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ)*
<<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0945-1.pdf>.> Acessado em 12/01/2009.
- TRIVIÑOS, A. N. S. Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.
- UFBA, Universidade Federal da Bahia <<http://www.microbiologia.ufba.br/aulas/MEIOS%20DE%20CULTURA.doc>.>, Acessado em 10/10/2009.
- UFSCar, Universidade Federal de São Carlos, <www.ufscar.br> acessado em 21/08/2008.
- UNIVERSITY OF VIRGINIA. Laboratory Chemical Hygiene Plan. Disponível em http://ehs.virginia.edu/chem/Chemical_Hygiene_Plan_UVA.doc. Acesso em 09 jan. 2009.
- UNUCET-UEG, Recuperação de elementos químicos e preparação para o descarte final, <http://www.prp.ueg.br/06v1/ctd/pesq/inic_cien/eventos/sic2007/flashsic2007/arquivos/resumos/resumo32.pdf.> Acessado em 11/01/2009.
- US. EPA– UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY., *The solid waste dilemma:an agenda for action*. U.S. Government Print Office. Washington, 1989.
- VALLE, C. E. ISOS 14000 Qualidade Ambiental, 2ª Edição, 1995.
- WENTZ, C. A., Hazardous waste management, second edition, 580p, 1995.

- WHO – World Health Organization. Safe management of wastes from health-care activities. Geneva: Edited by A. Pruss. E. Giroult P. Rushbrook, 1999.
- WOODSIDE, G., Hazardous materials and hazardous waste management: A technical guide, Wiley, 1993.
- YARLAGADDA, P. S.; MATSUMOTO, M. R.; VANBENSCHOTEN, J. E.; KATHURIA, A. *Characteristics of Heavy Metals In Contaminated Soils*. Journal of Environmental Engineering , v.121 , n. 4. 1995. p. 276-286.
- YONG, R. N.; MOHAMED, A. M. O. e WARKENTIN, B. P.. *Principles of Contaminant Transport*. Elsevier, Amsterdam. 1992, 327pp.
- ZANELLA, G. *Gerenciamento de resíduos perigosos na FURB em conformidade com a NBR ISO 14001*. In: 2º ENCONTRO NACIONAL DE SEGURANÇA EM QUÍMICA, Porto Alegre. UFRGS, 1 CD-ROM. 2002.
- ZANTA, M. Z.; FERREIRA, C. F. A., Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos. In: Prof. Armando Borges de Castilhos Junior, Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos com ênfase na proteção de corpos d'água: prevenção, geração e tratamento de lixiviados de aterros sanitários. PROSAB, 2004.

Anexo A

1. IQ/USP - Instituto de Química da Universidade de São Paulo (DI VITTA *et al.*, 2002);
2. LRQ/USP – Laboratórios de Resíduos Químicos – Coordenadoria do *Campus* de São Carlos da Universidade de São Paulo (ALBERGUINI *et al.*, 2003);
3. CENA/USP - Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (TAVARES, 2004);
4. UNICAMP - Universidade de Campinas (COELHO *et al.*, 2002; HENRIQUE, 2008);
5. IQ/UERJ - Instituto de Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (BARBOSA *et al.*, 2003);
6. DQ/UFPR - Departamento de Química da Universidade Federal do Paraná (CUNHA, 2001);
7. IQ/UFRGS - Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (AMARAL *et al.*, 2001);
8. UCB - Universidade Católica de Brasília (DALSTON *et al.*, 2004);
9. UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais (SASSIOTTO *et al.*, 2004);
10. UCS - Universidade de Caxias do Sul (SASSIOTTO *et al.*, 2004);
11. UNAERP - Universidade de Ribeirão Preto (SASSIOTTO *et al.*, 2004);
12. UNESP - Universidade Estadual Paulista (SILVA, 2002);
13. UFSCar - Universidade Federal de São Carlos (SASSIOTTO *et al.*, 2004);
14. FURB – Universidade Regional de Blumenau (ZANELLA, 2004);
15. URI – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (DEMAMAN *et al.*, 2004);
16. UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro (AFONSO *et al.*, 2004);
17. UNIVATES – Centro Universitário Univates (BERSCH *et al.*, 2004) (NOLASCO, TAVARES e BENDASSOLLI, 2006);
18. UnB – Universidade de Brasília (IMBROISI *et al.*, 2006);
19. UnUCET-UEG (SOUSA e VIEIRA, 2007);
20. UEL – Universidade Estadual de Londrina (SOUZA *et al.*, 2005).

Anexo B

Incompatibilidade de substâncias de acordo com a NBR 12235/1992:

Grupo 1-A	Grupo 1-B
Lama de acetileno	Lamas ácidas
Líquidos fortemente alcalinos	Soluções ácidas
Líquidos de limpeza alcalinos	Ácidos de bateria
Líquidos alcalinos corrosivos	Líquidos diversos de limpeza
Líquido alcalino de bateria	Eletrólitos ácidos
Águas residuárias alcalina	Líquidos utilizados para gravação de metais
Lama de cal e outros álcalis corrosivos	Componentes de líquidos de limpeza
Soluções de cal	Banhos de decapagem e outros ácidos corrosivos
Soluções causticas gastas	Ácidos gastos
	Mistura de ácidos residuais
	Ácido sulfúrico residual
Efeitos da mistura de resíduos do Grupo 1-A com os do Grupo 1-B	Geração de calor, reação violenta
Grupo 2-A	Grupo 2-B
Resíduos de asbestos	Solventes de limpeza de componentes eletrônicos
Resíduos de berílio	Explosivos obsoletos
Embalagens vazias contaminadas com pesticidas	Resíduos de petróleo
Resíduos de pesticidas	Resíduos de refinaria
Outras quaisquer substâncias tóxicas	Solventes em geral
	Resíduos de óleo e outros resíduos inflamáveis e explosivos
Efeitos da mistura de resíduos do Grupo 2-A com os do Grupo 2-B	Geração de substâncias tóxicas em caso de fogo ou explosão
Grupo 3-A	Grupo 3-B
Alumínio	Resíduos do Grupo 1-A ou 1-B
Berílio	
Cálcio	
Lítio	
Magnésio	
Potássio	
Sódio	
Zinco em pó, outros metais reativos e hidretos metálicos	
Efeitos da mistura de resíduos do Grupo 3-A com os do Grupo 3-B	Fogo ou explosão, geração de hidrogênio gasoso inflamável
Grupo 4-A	Grupo 4-B
Álcoois	Resíduos concentrados do Grupo 1-A ou 1-B
Soluções aquosas em geral	Cálcio
	Lítio
	Hidretos metálicos
	Potássio

	Sódio SO ₂ Cl ₂ , SOCl ₂ , PCI ₃ , CH ₃ , SiCl ₃ e outros resíduos reativos com água
Efeitos da mistura de resíduos do Grupo 4-A com os do Grupo 4-B	Fogo, explosão ou geração de calor, geração de gases inflamáveis ou tóxicos
Grupo 5-A	Grupo 5-B
Álcoois	Resíduos concentrados do Grupo 1-A ou 1-B
Aldeídos	Resíduos do Grupo 3-A
Hidrocarbonetos halogenados	
Hidrocarbonetos nitratos e outros compostos orgânicos reativos, e solventes	
Hidrocarbonetos insaturados	
Efeitos da mistura de resíduos do Grupo 5-A com os do Grupo 5-B	Fogo, explosão ou reação violenta
Grupo 6-A	Grupo 6-B
Soluções gastas de cianetos e sulfetos	Resíduos do Grupo 1-B
Efeitos da mistura de resíduos do Grupo 6-A com os do Grupo 6-B	Geração de gás cianídrico ou gás sulfídrico
Grupo 7-A	Grupo 7-B
Cloratos e outros oxidantes fortes	Ácido acético e outros ácidos orgânicos
Cloro	Ácidos minerais concentrados
Cloritos	Resíduos do Grupo 2-B
Ácidos crômico	Resíduos do Grupo 3-A
Hipocloritos	Resíduos do Grupo 5-A e outros resíduos combustíveis ou inflamáveis
Nitratos	
Ácido nítrico fumegante	
Percloratos	
Permanganatos	
Peróxidos	
Efeitos da mistura de resíduos do Grupo 7-A com os do Grupo 7-B	Fogo, explosão ou reação violenta

Anexo C

Exemplos de Segregação

Na UFSCar a segregação dos resíduos é dividida nos seguintes Grupos (MACHADO e SALVADOR, 2005):

- Solventes não halogenados*: Todos os solventes que possam ser utilizados ou recuperados e também misturas desses solventes tais como: álcoois e cetonas (etanol, metanol, acetona, butanol, etc.), acetonitrila** (pura ou mistura com água ou com outros solventes não halogenados), hidrocarbonetos (pentano, hexano, tolueno e derivados, etc.), ésteres e éteres (acetato de etila, éter etílico, etc.);
- Halogenados*: Todos os solventes e misturas contendo solventes halogenados (clorofórmio, diclorometano, tetracloreto de carbono, tricloroetano, bromofórmio, tetraiodocarbono, etc.). Se durante o processo de segregação ocorrer qualquer contaminação dos solventes não halogenados com algum solvente halogenado, essa mistura deverá, então, ser considerada halogenada;
- Fenol;
- Resíduos de pesticidas e herbicidas;
- Soluções aquosas sem metais tóxicos;
- Soluções aquosas contaminadas com solventes orgânicos;
- Soluções aquosas com metais tóxicos;
- Soluções contendo mercúrio;
- Soluções contendo prata;
- Sólidos: com metais tóxicos (tálio e cádmio);
- Sólidos: com os demais metais tóxicos;
- Peróxidos orgânicos;
- Outros sais;
- Aminas;
- Ácidos e bases;
- Oxidantes;
- Redutores;
- Óleos especiais: Todos os óleos utilizados em equipamentos elétricos que estejam contaminados com policloreto de bifenila (PCB's como o Ascarel) deverão ser segregados, identificados, estocados e mantidos em local adequado;

- Misturas: As combinações que não foram classificadas nos itens acima descritos deverão ser segregadas e identificadas para tratamento e/ou disposição final;
- Outros: Materiais diversos tais como tintas, vernizes, resinas diversas, óleos de bomba de vácuo (exceção àqueles contaminados com PCB's), fluidos hidráulicos, etc. também devem ser segregados e identificados para tratamento e/ou disposição final. Todos os óleos utilizados em equipamentos elétricos que estejam contaminados com policloreto de bifenila (PCB's como o Ascarel) devem ser separados dos demais. Esse óleo não pode ser queimado, pois o seu processo de destruição gera gases muito tóxicos que não podem ser jogados na atmosfera (dioxinas).
- Materiais contaminados durante e após a realização de experimentos (luvas, vidrarias quebradas, papéis de filtro e outros) também devem ser segregados para que a contaminação não se estenda no lixo comum, e devem ser enviados à UGR para disposição final adequada.
- Caberá ao pesquisador gerador segregá-los em compostos binários ou no máximo ternários.
- ** A acetonitrila deverá, sempre que possível, ser segregada separadamente.
- Outro exemplo que pode ser citado é o caso do CENA/USP (Tavares, 2004) foram estabelecidas 11 classes para a segregação dos resíduos:
 - Mercúrio e resíduos de seus sais inorgânicos;
 - Solventes orgânicos e soluções de substâncias orgânicas que não contenham halogênios ;
 - Resíduos de sais metálicos regeneráveis;
 - Solventes orgânicos e soluções orgânicas que contenham halogênios;
 - Resíduos inorgânicos tóxicos contendo metais tóxicos;
 - Resíduos sólidos de produtos químicos orgânicos;
 - Soluções salinas (pH 6 – 8);
 - Soluções que contenham cianetos/nitrilas ou geradoras de CN;
 - Compostos explosivos ou combustíveis tóxicos;
 - Resíduos inorgânicos tóxicos não contendo metais tóxicos;
 - Outros compostos (tintas, resinas diversas, óleo de bomba de vácuo; herbicidas, pesticidas).

Na UNICAMP, UNIVATES e UFPR os resíduos gerados puderam ser separados em apenas 6 classes e, ainda assim, divergindo entre si (CUNHA, 2001; COELHO *et al.*, 2002; BERSCH, 2004) (NOLASCO, TAVARES e BENDASSOLLI, 2006)

Anexo D

Faixas de pH para precipitação de metais (hidróxidos ou óxidos)(CSEA, 2005).

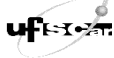

Cátions	Faixa (pH)
Ag ⁺¹	9
Al ⁺³	7 — 8
As ⁺³	Precipita como sulfeto
As ⁺⁵	Precipita como sulfeto
Au ⁺³	7 — 8
Be ⁺²	7 — 8
Bi ⁺³	7
Cd ⁺²	7
Co ⁺²	8
Cr ⁺³	7
Cu ⁺¹	9
Cu ⁺²	7
Fe ⁺²	7
Fe ⁺³	7
Ga ⁺³	7 — 8
Ge ⁺⁴	6 — 8
Hf ⁺⁴	6 — 7
Hg ⁺¹	8
Hg ⁺²	8
In ⁺³	6 — 13
Ir ⁺⁴	6 — 8
Mg ⁺²	9
Mn ⁺²	8
Mn ⁺⁴	7
Mo ⁺⁶	Precipita como sal de Ca
Nb ⁺⁵	1 → 10
Ni ⁺²	8
Os ⁺⁴	7 → 8
Pb ⁺²	7 → 8
Pd ⁺²	7 → 8
Pd ⁺⁴	7 → 8
Pt ⁺²	7 → 8
Re ⁺³	6
Re ⁺⁷	Precipita como sulfeto
Rh ⁺³	7 → 8
Ru ⁺³	7
Sb ⁺³	7 → 8
Sb ⁺⁵	7 → 8
Sc ⁺³	8
Se ⁺⁴	Precipita como sulfeto
Se ⁺⁶	Precipita como sulfeto
Sn ⁺²	7 → 8
Sn ⁺⁴	7 → 8
Ta ⁺⁵	1 → 10
Te ⁺⁴	Precipita como sulfeto
Te ⁺⁶	Precipita como sulfeto
Th ⁺⁴	6
Ti ⁺³	8
Ti ⁺⁴	8
Tl ⁺³	9
V ⁺⁴	7 → 8
V ⁺⁵	7 → 8
W ⁺⁶	Precipita como sal de Ca
Zn ⁺²	7 → 8
Zr ⁺⁴	6 → 7

Anexo E

Resíduos que podem ser descartados em esgoto comum Normas gerais - Gerenciamento de resíduos químicos do IQ/UNESP (2002):

ORGÂNICOS:	<p>Alcoóis com menos de 5 carbonos.....</p> <p>Dióis com menos de 8 carbonos;</p> <p>Glicerol;</p> <p>Açúcares (carboidratos): sacarose, glicose, frutose, amido, etc;</p> <p>Aldeídos alifáticos com menos de 7 carbonos;</p> <p>Amidas: RCONH₂ e RCONHR com menos de 5 carbonos e RCONR₂ com menos de 11 carbonos;</p> <p>Aminas alifáticas com menos de 7 carbonos;</p> <p>Ácidos carboxílicos com menos de 6 carbonos e seus sais de amônio, sódio e potássio: neutralizar o pH se necessário;</p> <p>Ésteres com menos de 5 carbonos;</p> <p>Cetonas com menos de 6 carbonos.</p>
INORGÂNICOS (de acordo normas ambientais abaixo para os limites)	<p>Cátions: Al(III), Ca(II), Cu(II), Fe(II), Li(I), Mg(II), Na(I), NH₄⁺, Sn(II), Sr(II), Zn(II), Zr(II)</p> <p>Ânions: BO₃⁻³, B₄O₇⁻², Br⁻, CO₃⁻², Cl⁻, HSO₃⁻, I⁻, NO₃⁻, SO₄⁻², SCN⁻, SO₃⁻², OCN⁻</p> <p><u>Observação</u> : o fosfato dos tampões tão utilizados em nossos laboratórios deve ser considerado poluente devido ao fato da nossa cidade não possuir tratamento de esgoto. Por essa razão os fosfatos contribuem para a eutrofização dos rios e diminuição da oxigenação da água. A sugestão é que os tampões fosfato sejam usados para estocagem de metais tóxicos. A solução de fosfato deve ter o ph elevado a 10, e depois mistura-se a solução com metais tóxicos, para formar precipitado.</p>
MATERIAIS SEMELHANTES A RESÍDUOS DOMÉSTICOS	<p>Compostos com DL₅₀ > 500 mg/Kg, não inflamáveis ou reativos, com toxicidade crônica baixa.</p> <p>ORGÂNICOS: açúcares, aminoácidos, sais de ocorrência natural, ácido cítrico e seus sais (Na, K, Mg, Ca, NH₄⁺), ácido lático e seus sais (Na, K, Mg, Ca, NH₄⁺)</p> <p>INORGÂNICOS: sulfatos, fosfatos, carbonatos: de Na, K, Mg, Ca, Sr, Ba, NH₄⁺; óxidos: de B, Mg, Ca, Sr, Al, Si, Ti, Mn, Fe, Co, Cu, Zn; cloretos de Na, K e Mg, Fluoretos: Ca; boratos: Na, K, Mg, Ca</p> <p>Outros materiais, desde que não contaminados com produtos químicos perigosos e/ou agentes biológicos de risco: adsorventes cromatográficos: sílica, alumina, sephadex, etc.; vidraria, papel de filtro, luvas e outros materiais descartáveis.</p>

Anexo F

	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS	
COORDENADORIA PARA O MEIO AMBIENTE - UNIDADE DE GESTÃO DE RESÍDUOS		
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CAMPUS DE ARARAS - COMISSÃO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS		
LOCAL INSPECIONADO:	DATA INÍCIO /HORA:	DATA TÉRMINO/HORA:
		PÁGINA 127 DE 5

QUESTIONÁRIO 1 - PARA ENTREVISTA COM O RESPONSÁVEL PELO LABORATÓRIO

Departamento/Laboratório:
Responsável e e-mail:
Telefone (s):
Tipo de Laboratório ou Setor: pesquisa() ensino() extensão() prestação de serviço()
Nome (s) do(s) professor(es) e/ou técnico (s) responsável(is) pelo laboratório ou setor: _____ _____ _____

1. Número de pessoas trabalhando, atualmente no laboratório ou setor:

Iniciação Científica: ____ Mestrado: ____ Doutorado: ____ Pós-Dout.: ____ Técnico(s) : ____

Outros:

2. Possui algum recipiente próprio para armazenar os resíduos?

() bombona plástica () frasco de vidro () não possui

() outro _____

3. Possui algum local adequado para armazenamento dos resíduos?

() sim () não

4. Onde os resíduos são armazenados e quais as condições de armazenamento desses resíduos?

5. Dos resíduos armazenados, como é feito o descarte?

COM RELAÇÃO AO PASSIVO DE RESÍDUO:

6. O laboratório possui resíduo armazenado?

() sim () não

7. Quais as características desse passivo de resíduo?

() produtos sem utilidade () produtos não identificados () produtos com prazo de validade vencido

() frascos mal conservados () outros _____

8. Qual é a quantidade estimada de passivo de resíduo? Há quanto tempo estão estocados?

COM RELAÇÃO AO RESÍDUO ATIVO:

9. Todos os resíduos gerados são armazenados?

sim não

10. Os resíduos gerados são:

a, Identificados sim não

b, Segregados? sim não

c, Estocados sim não

d, Rotulados sim não

11. Em caso de rotulagem, quais informações são colocadas no rotulo?

12. Algum procedimento de minimização de resíduos é aplicada?

sim não

Caso afirmativo - Que tipo de minimização é realizada?

substituição redução do volume reuso

outras

13. O laboratório ou setor possui tratamento para esses resíduos?

sim não

Caso afirmativo - Qual tipo de tratamento?

neutralização separação/destilação precipitação/remoção oxidação (

outros _____

14. Assinale com X as características dos resíduos gerados:

<input type="checkbox"/>	aquoso	<input type="checkbox"/>	inflamável
<input type="checkbox"/>	orgânico (maior composição)	<input type="checkbox"/>	explosivo
<input type="checkbox"/>	mistura : aquoso + orgânico	<input type="checkbox"/>	sólido ou pastoso
<input type="checkbox"/>	ácido	<input type="checkbox"/>	Sólido contaminado quimicamente
<input type="checkbox"/>	básico (cáustico)	<input type="checkbox"/>	Sólido contaminado biologicamente
<input type="checkbox"/>	contém metais tóxicos	<input type="checkbox"/>	reage violentamente com água
<input type="checkbox"/>	presença de cianetos	<input type="checkbox"/>	Meio de cultura
<input type="checkbox"/>	halogenado	<input type="checkbox"/>	material biológico infeccioso
<input type="checkbox"/>	Com agrotóxicos	<input type="checkbox"/>	Outros: Citar: _____

15. Caracterização da fonte geradora: Relatar no Quadro a seguir as atividades rotineiras e projetos desenvolvidos que geram resíduos. Estimar o montante de resíduo gerado QUALITATIVAMENTE e QUANTITATIVAMENTE (importante especificar o tipo de resíduo e a quantidade - em quilo, litro - gerada em determinado tempo –semana, mês, ano, por ex.). Incluir reações específicas em observação, caso relevante:

Atividades rotineiras e/ou projetos desenvolvidos que geram resíduos	Reagentes utilizados	Composição do Resíduo	Quantidade	Frequência
<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>		
<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>		
<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>		
<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>		
<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>		
<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>		
<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>		
<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>		
<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>		



Observações:

16. Quais são os tratamentos realizados para os resíduos listados, caso existam?

RESPONSÁVEL (EIS) PELA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO	ASSINATURA	CARGO (FUNÇÃO)

Data: _____

Anexo G

		UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS			
COORDENADORIA PARA O MEIO AMBIENTE - UNIDADE DE GESTÃO DE RESÍDUOS CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CAMPUS DE ARARAS - COMISSÃO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS					
LOCAL INSPECIONADO:		DATA INÍCIO /HORA:	DATA TÉRMINO/HORA:	PÁGINA 131 DE 2	

QUESTIONÁRIO 2 – TÉCNICOS



NOME: _____

- O seu local de trabalho possui um programa para gerenciamento de resíduos?
 sim não
- Para onde vão os resíduos originados durante / após a execução de aulas práticas, pesquisas ou outras atividades no seu laboratório ou local de trabalho?
 não sei;
 um técnico vem busca-los aqui no laboratório;
 nós o enviamos a uma unidade de gestão de resíduos da UFSCar;
 os resíduos permanecem dentro do nosso próprio laboratório;
 os descartamos nos ralos da pia ou nas lixeiras.
 outros: _____
- Você conhece alguma norma que disciplina a identificação, segregação, acondicionamento e coleta de resíduos da UGR/UFSCar?
 sim não parcialmente
- Se respondeu sim, assinale a forma pela qual você tomou conhecimento:
 pela internet, na própria página da UGR/UFSCar;
 por e-mail;
 boletins informativos publicados pela CEMA da UFSCar;
 cursos e treinamentos oferecidos pela UFSCar;
 em conversas informais com meus colegas;
 cartazes e folders;
 leitura de cartilhas;
 outros: _____
- Se respondeu não, assinale uma ou mais alternativas que você concorde:
 falta informação;
 não são oferecidos cursos de treinamentos sobre este assunto na UFSCar;
 o laboratório não gera resíduos.
- Você tem conhecimento dos possíveis riscos ambientais e à saúde, oferecidos pelos resíduos ou produtos manuseados no dia-a-dia do laboratório?
 sim não parcialmente
- Registre as suas sugestões e/ou dúvidas.

RESPONSÁVEL (EIS) PELA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO	ASSINATURA	CARGO (FUNÇÃO)

Data: _____

Anexo H

		UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS			
COORDENADORIA PARA O MEIO AMBIENTE - UNIDADE DE GESTÃO DE RESÍDUOS CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CAMPUS DE ARARAS - COMISSÃO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS					
LOCAL INSPECIONADO:		DATA INÍCIO /HORA:	DATA TÉRMINO/HORA:	PÁGINA 133 DE 2	

QUESTIONÁRIO 3 – PROFESSORES

NOME:
Nº DE PESQUISADORES NESTE LABORATÓRIO:

1. As aulas práticas que estão sob sua responsabilidade resultam em formações de resíduos?
 sim não

Caso afirmativo - A qual categoria pertencem os resíduos gerados?

Químicos Biológicos Saúde Radioativos
 Outros: _____

2. As pesquisas desenvolvidas e em andamento pelo (a) senhor (a) e sua equipe produz algum tipo de resíduo?
 sim não

Caso afirmativo - A qual categoria pertencem os resíduos gerados?

Químicos Biológicos Saúde Radioativos
 Outros: _____

3. Existe alguma verba dos órgãos de fomento à pesquisa destinada a gestão ou ao tratamento de resíduos?
 sim não qual? _____

4. Em sua opinião os projetos de pesquisa, assim como os protocolos de aulas práticas, deveriam ser submetidos, previamente, a um Comitê de Ética Ambiental?
 sim não não sei como funciona o Comitê

5. Você conhece alguma norma que disciplina a segregação, identificação, acondicionamento e coleta de resíduos da UGR/UFSCar?
 sim não

6. Quem orienta os alunos sobre as normas de gestão de resíduos em seu laboratório?
 eu o técnico aluno(a) de pós-graduação
 não há orientação sobre esse assunto neste laboratório
 outro _____

7. As normas de segurança para manuseio de produtos perigosos são obedecidas em seu laboratório?

sim não parcialmente

8. Quem orienta os alunos sobre as normas de segurança em seu laboratório?

eu o técnico aluno(a) de pós-graduação
 não há orientação sobre esse assunto neste laboratório
 outro _____

9. Seu laboratório recebe as fichas de identificação e caracterização de resíduos da UGR/UFSCar?

sim não

Caso afirmativo - As fichas são suficientes?

sim não

10. As fichas de identificação e caracterização de resíduos da UGR/UFSCar já foram preenchidas alguma vez em seu laboratório?

sim não

11. Registre as suas sugestões ou dúvidas.

RESPONSÁVEL (EIS) PELA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO	ASSINATURA	CARGO (FUNÇÃO)

Data: _____

Anexo I

Sites para consulta dos números para preenchimento do **Diagrama de Hommel**:

- http://www.cetesb.sp.gov.br/Emergencia/produtos/produto_consulta_completa.asp ,
<http://www.qca.ibilce.unesp.br/prevencao/classificacaonfpa.pdf>
- <http://www.hazmat.msu.edu/nfpa/FMPro>, ou qualquer outro site ou livro que contenha fichas FISPO (Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico), também chamadas de fichas MSDS (*Material Safety Data Sheet*).

Como numerar:

De acordo com os sites <http://www.qca.ibilce.unesp.br/prevencao/diamante.html> os números com os quais deve ser preenchido o Diamante são os referentes a substância mais perigosa contida no resíduo, mesmo que esteja presente em menor quantidade no frasco. Exemplo de preenchimento: Se estiverem contidos em um frasco Álcool Etílico (cujos números referentes a seus riscos são: Azul=0, Vermelho=3 e Amarelo=0) e Acetonitrila (Azul=2, Vermelho=3 e Amarelo=0), constata-se através desses números que a substância mais perigosa delas é a Acetonitrila e os números com os quais deve ser preenchido o Diamante são os referentes a essa. Entretanto, no site do Ibilce não indica como preencher o rótulo para o frasco contendo Fenol (Azul=4, Vermelho=2, Amarelo=0) e ácido sulfúrico (Azul=3, Vermelho=0, Amarelo=2, branco=w) por exemplo, para esse tipo de resíduo foi adotado que os números sejam individuais, ou seja Azul=4, Vermelho=2, Amarelo=2, branco=~~w~~.

Anexo J

Site para consulta dos números referentes à **toxicidade ao homem e periculosidade ambiental**:

http://www4.anvisa.gov.br/AGROSIA/asp/frm_dados_agrotoxico.asp

Anexo K



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
COORDENADORIA ESPECIAL PARA O MEIO AMBIENTE – CEMA
UNIDADE DE GESTÃO DE RESÍDUOS – UGR



FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS

Ficha nº _____

Departamento: _____ Laboratório: _____

Telefone: _____ e-mail: _____

Professor(es) Responsável(is): _____

Responsável pelo preenchimento: _____

Data da solicitação: ___/___/____ Data da coleta: ___/___/____

PREENCHIMENTO OBRIGATÓRIO: Assinalar com um 'X' somente a característica predominante do Resíduo Químico. (Ex: caso exista uma mistura de ácidos com metais pesados, a característica que deve ser assinalada é a relacionada a metais pesados, pois equivale à característica mais relevante).

01- Solvente Halogenado *	09- Solução com Metais Pesados	17- Ácido ou Base	
02- Solvente Não Halogenado*	10- Solução sem Metais Pesados (outros sais, por exemplo)	18- Óleos Especiais (de equipamentos e que estejam contaminados)	
03- Acetonitrila	11- Solução contendo Hg ou Ag		
04- Aldeído	12- Sólido com Metais Pesados (papel de filtro contaminado, dentre outros)	19- Tintas, Vernizes e Resinas Não Contaminantes	
05- Amina			
06- Fenol	13- Sólido sem Metais Pesados (papel de filtro contaminado c/ sais, por exemplo)	20- Sílica Contaminada	
07- Solução Contaminada com Substância Orgânica			14- Brometo de Etídio
			15- Gerador de Cianetos
08- Peróxido Orgânico	16- Pesticida ou Herbicida	pH: _____	

Composição do Resíduo **	Quantidade (L ou Kg)	Observações / Nome do Gerador
TOTAL:		

* Caberá ao pesquisador gerador segregá-los em compostos binários ou no máximo ternários.

** Não utilize siglas ou abreviações. Discrimine detalhadamente **toda** a composição dos recipientes.

Em caso de dúvidas entre em contato com a UGR pelo e-mail (ugr@ufscar.br) ou pelos ramais 8015, 8016.

Anexo L

Limite de lançamento para efluentes permitidos pelo CONAMA 2005

Parâmetros inorgânicos	Valor máximo
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total (novo valor dado pela Resolução nº 397/08)	1,0 mg/L CN
Cianeto livre (destilável por ácidos fracos) (nova redação e valor dados pela Resolução nº 397/08)	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo total hexavalente (nova redação e valor dados pela Resolução nº 397/08)	0,1 mg/L Cr6+
Cromo trivalente (nova redação e valor dados pela Resolução nº 397/08)	1,0 mg/L Cr3+
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe ⁷⁸
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercúrio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
Parâmetros orgânicos	Valor máximo
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroetano (somatório de 1,1 + 1,2 cis + 1,2 trans)(nova redação dada pela Resolução nº 397/08)	1,0 mg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg/L C ₆ H ₅ OH
Tetracloroeto de Carbono	1,0 mg/L
Tricloroetano	1,0 mg/L

Anexo M

Legislação brasileira relacionada a pesquisa

Constituição Federal: Título VIII, CAPÍTULO VI, Do Meio Ambiente, 1988: assegurar o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. Constituição Estadual: CAPÍTULO IV: Do Meio Ambiente, dos Recursos Naturais e do Saneamento; SEÇÃO I: Do Meio Ambiente, 5 de outubro 1989: O Estado e os Municípios providenciarão, com a participação da coletividade, a preservação, conservação, defesa, recuperação e melhoria do meio ambiente natural, artificial e do trabalho, atendidas as peculiaridades regionais e locais e em harmonia com o desenvolvimento social e econômico.

Lei nº 6.902/6938 de 31 de agosto de 1981 – Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus afins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências.

Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 - Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. (Lei de Crimes Ambientais).

Lei: Nº 9966, de 28 de abril de 2000 - Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.

A Lei 7.802, 11 de julho de 1989, é regulamentada pelo Decreto 4.074 de 04 de janeiro de 2002 que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.

Lei n.º 7.802, de 11/7/89, Decreto n.º 98.816, artigo 2, inciso 1.

Lei nº 997, de 31 de maio de 1976 – Dispõe sobre o controle da poluição do Meio Ambiente.

Lei Nº 10.888, de 20 de setembro de 2001 - Projeto de lei nº 521, de 1998 - Dispõe sobre o descarte final de produtos potencialmente perigosos do resíduo urbano que contenham metais pesados e dá outras providências.

Lei 4002/84 | Lei Nº 4.002, de 05 de janeiro de 1984 de São Paulo Dispõe sobre a distribuição e comercialização de produtos agrotóxicos e outros biocidas no território do Estado de São Paulo

Resolução CONAMA nº06 de 15 de junho de 1988: Disciplina que no processo de licenciamento ambiental de atividades industriais, os resíduos gerados ou existentes deverão ser objeto de controle específico.

Resolução CONAMA nº05 de 05 de agosto de 1993: Estabelece definições, classificação e procedimentos mínimos para o gerenciamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.

Resolução CONAMA nº023 de 12 de dezembro de 1996: Regulamenta a importação e uso de resíduos perigosos.

Resolução CONAMA nº 257 de 30 de junho de 1999: Estabelece que pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, tenham os

procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequados.

Resolução CONAMA nº 263 de 12 de novembro de 1999: Modifica o Artigo 6º da Resolução nº 257 de 30 de junho de 1999.

Resolução CONAMA nº 264 de 26 de agosto de 2000: Aplica-se ao licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de co-processamento de resíduos.

Resolução CONAMA nº 283 de 12 de julho de 2001: Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde.

Resolução CONAMA nº 313 de 29 de outubro de 2002: Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.

Resolução CONAMA nº 314 de 29 de outubro de 2002: Dispõe sobre o registro de produtos destinados à remediação e dá outras providências.

Resolução CONAMA nº 316 de 29 de outubro de 2002: Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.

Resolução CONAMA nº 330, de 25 de abril de 2003: Institui a Câmara Técnica de Saúde, Saneamento Ambiental e Gestão de Resíduos, com a finalidade de propor normas de tratamento de esgotos sanitários e de coleta e disposição de lixo, normas e padrões para o controle das atividades de saneamento básico e resíduos pós-consumo, bem como normas e critérios para o licenciamento ambiental de atividades potencial ou efetivamente poluidoras.

Resolução CONAMA nº 334 de 3 de abril de 2003: Dispõe sobre os procedimentos de licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.

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. A Resolução CONAMA Nº. 357, de 17 de março de 2005 em seu art. 50, revoga a Resolução CONAMA Nº. 20, de 18 de junho de 1986.

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.

Norma ABNT

NBR 14725:2009 - Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) - Novas exigências. A norma entrou em vigor em: 26/9/2009 e foi corrigida em 26/01/2010; foi dividida em 4 partes:

14725-1:2009 – Produtos Químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente – Parte 1 – Terminologia;

14725-2:2009 – Produtos Químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente – Parte 2 – Sistema de Classificação de Perigo;

14725-3:2009 – Produtos Químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente – Parte 3 – Rotulagem;

14725-4:2009 – Produtos Químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente – Parte 4 – Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ).

NBR 10.004: 2004 - Resíduos Sólidos - Classificação.

NBR 10.005: 2004- Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos.

NBR 10.006: 2004- Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.

NBR 10.007: 2004- Amostragem de Resíduos Sólidos - Procedimento. Normas

NBR 5418/1995 – Instalações elétricas em atmosferas explosivas.

NBR 7500 Transporte de Cargas Perigosas - Simbologia

NBR 7501 Transporte de Cargas Perigosas - Terminologia

NBR 7502 Transporte de Cargas Perigosas - Classificação

NBR 7503 Ficha de Emergência para Transporte de Cargas Perigosas

NBR 7504 Envelope para Transporte de Cargas Perigosas

NBR 7505 Armazenamento de Petróleo e seus Derivados Líquidos

NBR 7505-1:2000 – Armazenagem de líquidos inflamáveis e combustíveis – parte 1 armazenagem em tanques estacionários.

NBR 7505-4:2000 – Armazenagem de líquidos inflamáveis e combustíveis – Parte 4 Proteção contra incêndio.

NBR 8.418,NB 842:1983 - Apresentação de projetos de aterros de resíduos industriais perigosos - procedimento.

NBR 8419 - Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos.

NBR 10.157,NB 1025:1987 - Aterros de resíduos perigosos - Critérios para projeto, construção e operação - procedimento.

NBR 10.703:1989 - Degradação do Solo - Terminologia.

NBR 11.174,NB 1.264:1990 - Armazenamento de resíduos classes II - não inertes e III - inertes.

NBR 11.175,NB 1.265:1990 - Incineração de resíduos sólidos perigosos, padrões de desempenho - procedimento.

NBR 12.235,NB 1.183:1992 - Armazenamento de resíduos sólidos perigosos.

NBR 12.235:1992 – Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos – Procedimento.

NBR 12.807:1993 Resíduos de Serviços de Saúde - Terminologia

NBR 12.808:1993 Resíduos de Serviços de Saúde - Classificação

NBR 12.809:1993 Manuseio de Resíduos de Serviços de Saúde

NBR 12.988:1993 Líquidos Livres - Verificação em Amostra de Resíduo

NBR 13.894:1997 - Tratamento no solo (landfarming) - procedimento.

NBR 13.895:1997 - Construção de poços de monitoramento e amostragem - procedimento.

NBR 13.896:1997 - Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação - procedimento.

NBR 14.283:1999 - Resíduos em solos- Determinação da biodegradação pelo método respirométrico - Procedimento.

NBR 14253:1998 – Cargas Perigosas – manipulação em áreas portuárias – Procedimento;
NBR 14619:2003 – Transporte terrestre de produtos perigosos – Incompatibilidade química;
NBR 13.221:2003 - Transporte de resíduos - Procedimento.
NBR 17.505:2006 – Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis;

ANVISA

Portaria nº 3 de 16 de janeiro de 1992
Portaria nº 14 de 24 de janeiro de 1992
Resolução – RDC nº 44, de 10 de maio de 2000
Consulta Pública nº 72, de 28 de setembro de 2005
Resolução – RE nº 104, de 17 de agosto de 2000
Resolução - RE Nº 48, de 24 de novembro de 2000
Resolução - RE Nº 66, de 28 de março de 2001
Resolução - RE Nº 26, de 12 de março de 2002
Resolução - RE Nº 73, 21 de junho de 2002
Resolução - RDC nº 33, de 25 de fevereiro de 2003 Aprova o Regulamento Técnico para o Gerenciamento de Resíduos de serviços de saúde

IBAMA

Portaria Nº 84 de 15/10/1996
Portaria Nº 131 de 03/11/1997
Portaria Nº 06 de 09/02/2000
Instrução Normativa Nº 131 de 10/11/2006
Norma de Execução Nº 1 de 04/2007

CETESB

Norma Cetesb L10.101 (1988): Resíduos Sólidos Industriais: Método de Ensaio. Fixa as condições exigíveis para tratamento de resíduos sólidos industriais no solo. Aplica-se, na íntegra, ao tratamento no solo de resíduos classe I (ver NBR 10 004) e borras oleosas em geral.
Norma Cetesb L5.510 (1982): Lixiviação de Resíduos Industriais: Método de Ensaio.
Norma Cetesb 01.012 (1985): Projeto e Operação de Aterros Industriais para Resíduos Perigosos - Procedimento.
Norma Cetesb L6.350 (1990): Prescreve o método respirométrico de Bartha para determinação da taxa de biodegradação da matéria orgânica contida em resíduos a serem tratados em solos.
Norma Cetesb L1.030 (1989): Membranas Impermeabilizantes e Resíduos - Determinação da Compatibilidade - Método de Ensaio.

Norma Cetesb L1.022 (1994): Fixa as condições básicas necessárias para a utilização de produtos biotecnológicos no ambiente destinados ao tratamento de efluentes líquidos, resíduos sólidos e recuperação de locais contaminados.

Norma Cetesb E15.011:- Sistema de Incineração de Resíduos de Serviço de Saúde - Procedimento.

Norma Cetesb P4.240 (1981): Fixa as condições mínimas exigíveis para a apresentação de projetos de aterros industriais.