**DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS GERADOS EM
LABORATÓRIO:
avaliação dos procedimentos adotados por três
instituições públicas**

MARIA DE FÁTIMA MENEZES PEDROZO

**Tese de Doutorado apresentada ao
Departamento de Saúde Ambiental da
Faculdade de Saúde Pública da Universidade
de São Paulo para obtenção do grau de
Doutor.**

Área de concentração: Saúde ambiental

**ORIENTADOR: Prof. Dr. ARLINDO
PHILIPPI Jr**

**São Paulo
- 2000 -**

“Ela está no horizonte... Me aproximo dois passos, ela se afasta dois passos. Caminho dez passos e o horizonte corre dez passos. Por mais que eu caminhe jamais a alcançarei. Para que serve a utopia? Serve para isso: para caminhar”.

**As palavras andantes,
Eduardo Galeano**

*a Nanna e Dani,
luzes do meu caminho,
privados, por tantas vezes,
da minha presença e carinho
durante a finalização
deste trabalho*

*aos meus pais,
que me ensinaram a caminhar*

*aos meus irmãos,
que me escutam no meu silêncio*

*a todos aqueles, e são muitos,
que se juntaram a mim, em pontos
diferentes da minha caminhada,
firmaram o passo e sorriram comigo
na alegria e seguraram-me as mãos
na tristeza.*

*Olhando para esses tesouros, percebo a
extensão da minha riqueza e agradeço
a Deus por isso.*

Agradecimentos

Ao prof. Dr. Arlindo Philippi Jr., pelo apoio e incentivo na realização deste trabalho.

À prof.a. Dra. Maria Regina Alves Cardoso, pela carinhosa e valiosa orientação na análise estatística dos dados coletados e na construção do modelo.

Aos profs. Drs. Sérgio Colacioppo e Jorge da Rocha Gomes, pela colaboração inestimável na elaboração deste projeto.

Aos diretores e corpo funcional das Instituições avaliadas, por terem viabilizado a execução deste trabalho.

Às diretorias do Instituto Médico Legal de São Paulo e do Núcleo de Toxicologia Forense, por possibilitarem a minha participação nesse programa de pós graduação.

Aos funcionários do Núcleo de Toxicologia Forense - IML/SP, pela compreensão e amizade.

À prof.a. Dra. Alice Chasin, pelo companheirismo e amizade e pelas valiosas discussões, revisões e sugestões.

Ao Adalberto Mansur, meu irmão do coração, pelo carinho com que se responsabilizou, por várias vezes, pelas minhas atribuições funcionais e especialmente, por me fazer rir.

Às prof.as. Elizabeth Nascimento e Petra Sanchez Sanchez, pelas referências bibliográficas e revisões de alguns dos textos.

Ao corpo funcional da biblioteca da Faculdade de Saúde Pública, pelo carinhoso atendimento e pelo empenho na obtenção e normalização das referências.

Ao Arthur, por cuidar das crianças e pelas soluções e execução da arte final.

RESUMO

Pedrozo, MFM. **Disposição de resíduos gerados em laboratório: Avaliação dos procedimentos adotados por três Instituições Públicas.** São Paulo; 2000. [Tese de Doutorado- Faculdade de Saúde Pública da USP].

Em função da diversidade dos resíduos gerados, a disposição adequada dos rejeitos de laboratório é incipiente. Para atender às boas práticas de laboratório e as exigências legais é mister implementá-la. Para avaliar os procedimentos adotados em três instituições públicas, designadas A, B e C, foram entrevistados 124 analistas de nível superior e médio, 50 docentes, 14 pós-graduandos e 4 estagiários de iniciação científica, e responderam a questionário específico 89 analistas e pós-graduandos. Através desses instrumentos, identificou-se os tipos e quantidades de resíduos gerados nessas instituições; analisou-se os procedimentos adotados no descarte dos resíduos gerados, em situação de rotina e emergência; verificou-se, por meio de modelos de regressão logística, as variáveis associadas à percepção do corpo funcional quanto ao correto descarte dos resíduos gerados e discutiu-se possíveis impactos sobre a saúde humana. Resíduos infectantes e especiais são gerados nessas instituições. Procede-se corretamente o descarte dos resíduos infectantes na Instituição A e na maioria dos laboratórios da Instituição B e incorretamente na Instituição C. Dentre os resíduos especiais, encontram-se substâncias inflamáveis, corrosivas, reativas e tóxicas. Observou-se que 48,8 % dos funcionários da Instituição A, 44,5 % dos funcionários da Instituição B e 100,0 % dos funcionários da Instituição C procedem, rotineiramente, o descarte incorreto de uma ou mais das substâncias ou materiais por eles manipulados. Em caso de derramamento dessas substâncias ou fluidos biológicos, essas percentagens passam para 76,8%, 83,4% e 87,1%, respectivamente. Dentre os fatores associados ao procedimento correto de descarte encontram-se a necessidade do conhecimento das etapas do gerenciamento e dos dados toxicológicos de cada substância manipulada, além do adequado treinamento do corpo funcional para o correto descarte. Fica, assim, demonstrado que a implantação de programa de gerenciamento de resíduos passa obrigatoriamente pelo envolvimento institucional baseado na decisão administrativa, orçamento compatível e programa educacional consistente.

Descritores: Resíduos químicos. Resíduos biológicos. Tratamento. Efeitos nocivos.

SUMMARY

Pedrozo, MFM. Disposição de resíduos gerados em laboratório: Avaliação dos procedimentos adotados por três Instituições Públicas.[Laboratory waste management: evaluation of the disposal procedures adopted by three public institutions]. São Paulo; 2000. [Tese de Doutorado - Faculdade de Saúde Pública da USP].

The large variety of small amounts of laboratory wastes difficult their management. To fulfill Good Laboratory Practices and meet legal guidelines, proper disposal procedures must to be adopted. In order to evaluate the procedures adopted in three public institutions, referred in this study as A, B and C, 124 high school and college graduated lab analysts; 50 professors, 14 graduation students and 4 scientific investigator trainees were interviewed. In addition, 89 analysts and post graduation students answered a questionnaire. The types and quantities of lab wastes were identified and the disposal procedures were analyzed, in routine and emergency conditions. The perception for the correct disposal of the wastes generated was analyzed through a logistic regression modeling and possible impacts on human health were discussed. Infectious and chemical wastes are generated in these institutions. Institution A and most of the labs in the Institution B followed the correct disposal procedure for infectious waste, however Institution C did not so. Among chemical waste, flammable, corrosive, reactive and toxic substances were found. 48% of the Institution A personnel, 44,5% of Institution B workers and 100 % of the Institution C personnel disposed off incorrectly one or more of these substances or wastes. In accidental hazardous waste spill, the percentages were 76,8%, 83 % and 87,1% , respectively, for Institution A, B and C. Among the facts associated with the correct disposal procedure , there should be included the knowledge of the waste management steps and toxicological data for each of the substances handled as well as adequate waste management training. Therefore, waste management should be mandatory in routine institutional criteria and be based on administrative decision, budget compatibility and consistent educational program.

Descriptors: Chemical waste. Infectious waste. Waste treatment. Toxic effects.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS GERADOS	5
2.1. Etapas do gerenciamento	5
2.1.1. Identificação e classificação	5
2.1.2. Segregação	10
2.1.3. Acondicionamento dos resíduos	12
2.1.4. Tratamento de resíduos	14
2.1.5. Armazenamento	18
2.1.6. Transporte	22
2.1.7. Disposição Final	22
3. EFEITOS À SAÚDE	25
3.1. Risco químico	25
3.1.1. Avaliação de risco	25
3.1.1.1. Identificação do perigo	26
3.1.1.2. Avaliação da relação dose-resposta	27
3.1.1.3. Caracterização da exposição	34
3.1.1.4. Caracterização do risco	35
3.1.2. Percepção e comunicação do risco	36
3.2. Risco biológico	38
3.2.1- Avaliação do risco biológico	39
3.3 Minimização dos riscos	43
4. OBJETIVOS	
4.1 Objetivos gerais	47
4.2. Objetivos específicos	47
5. METODOLOGIA	
5.1. População estudada	48
5.2. Levantamento dos resíduos gerados e dos procedimentos adotados para o descarte em situações de rotina	49

5.3 Levantamento dos procedimentos a serem adotados na manipulação e descarte dos resíduos gerados em situação de emergência nas Instituições estudadas	50
5.4. O estado da arte quanto ao gerenciamento dos resíduos gerados.	50
5.5. Análise dos dados obtidos	51
5.5.1. Procedimentos de descarte adotados	51
5.5.1.1. Situação de rotina	51
5.5.1.2. Situação de emergência	52
5.5.2. Referente à entrada e análise estatística dos dados coletados	52
5.6. Verificação da percepção do corpo funcional	54
5.7. Discussão dos possíveis impactos dos resíduos identificados sobre a saúde humana	55
5.8. Avaliação do envolvimento institucional em programa de gerenciamento de resíduos	55
6. QUESTÕES ÉTICAS	55
7. RESULTADOS	
7.1 População estudada	56
7.2. Levantamento dos resíduos gerados	57
7.2.1. Resíduos especiais	
7.2.1.1. Resíduos contendo substâncias inflamáveis	57
7.2.1.2. Resíduos contendo substâncias corrosivas	64
7.2.1.3. Resíduos contendo substâncias reativas	68
7.2.1.4. Resíduos contendo substâncias tóxicas	70
7.2.1.5. Resíduos contendo substâncias radioativas	75
7.2.1.6. Resíduos contendo medicamentos	76
7.2.1.7. Resíduos de corantes	77
7.2.2. Resíduos contendo substâncias químicas classificadas como não perigosas	79
7.2.3. Resíduos contendo material infectante ou outras matrizes manipuladas pelas Instituições avaliadas	
7.2.3.1. Instituição A	80
7.2.3.2. Instituição B	81
7.2.3.3. Instituição C	82
7.3 Avaliação dos procedimentos adotados em situações de emergência	84

7.4. O estado da arte quanto ao gerenciamento dos resíduos gerados	87
7.5 Avaliação da percepção do corpo funcional	89
7.6. Discussão dos possíveis impactos sobre a saúde humana provocados pelos resíduos perigosos gerados nas instituições estudadas	92
7.7. Avaliação do envolvimento institucional em programa de gerenciamento de resíduos	93
8. DISCUSSÃO	99
9. CONCLUSÕES	125
10. RECOMENDAÇÕES	126
11. REFERÊNCIAS	129

ANEXOS

Anexo 1 - Caracterização de resíduos químicos não listados e Concentração máxima de alguns constituintes no lixiviado	A1
Anexo2 -Protocolo para identificação de substâncias químicas Desconhecidas	A6
Anexo 3 - Fluxograma para a caracterização de substâncias químicas desconhecidas	A8
Anexo 4 - Tratamentos adotados para diferentes categorias de Resíduos de Serviço de Saúde.	A10
Anexo 5 - Algumas opções de tratamento de Resíduos de Serviço de Saúde - Vantagens e desvantagens	A12
Anexo 6 - Utilização e eficácia de diferentes descontaminantes em Laboratório	A14
Anexo 7 - Incompatibilidade de substâncias químicas	A16
Anexo 8 - Exemplos de reações entre resíduos incompatíveis	A18
Anexo 9 - Segregação de substâncias químicas de acordo com a classificação	A21
Anexo 10 - Roteiro de entrevista com membro da Comissão de gerenciamento de resíduos	A24
Anexo 11- Roteiro de entrevista com o responsável pelo laboratório	A29
Anexo 12 - Roteiro de entrevista com os técnicos e analistas	A33
Anexo13 - Questionário para técnicos e analistas de laboratório	A37
Anexo 14 - Termo de consentimento	A40
Anexo 15 - Resíduos contendo substâncias inflamáveis gerados pelas Instituições avaliadas	A42
Anexo 16 - Resíduos contendo substâncias corrosivas gerados pelas Instituições avaliadas	A51

Anexo 17 - Resíduos contendo substâncias reativas gerados pelas Instituições avaliadas	A58
Anexo 18 - Resíduos contendo substâncias tóxicas gerados pelas Instituições avaliadas	A62
Anexo19 - Resíduos contendo substâncias não perigosas gerados pelas Instituições avaliadas	A70
Anexo20 - Estado da Arte quanto ao tratamento e disposição de resíduos	A86
Anexo 21 - Cuidados na manipulação, Padrões de segurança e Síndrome tóxica decorrente da exposição ocupacional à substâncias perigosas	A112

LISTA DE TABELAS, FIGURAS E QUADROS

Tabela 1 - Minimização de resíduos perigosos no local de geração	11
Tabela 2- Comparação dos custos do gerenciamento de resíduos, com e sem o tratamento prévio - Universidade de Indiana, 1987	17
Tabela 3- Exemplificação dos custos dos tratamentos de Resíduos de Serviço de Saúde na Suíça	17
Tabela 4 - Comparação entre <i>Mistura de resíduos</i> e <i>Lab Pack</i>	19
Figura 1- Ilustração gráfica da dose de <i>Benchmark</i> (BD)	28
Tabela 5 - Comparação entre as DNEAO e dose <i>Benchmark</i> estimadas para algumas substâncias	30
Figura 2 - Procedimento adotado para estimar os fatores de incerteza	31
Tabela 6 - Risco de infecção, morbidade e mortalidade para Rotavírus e vírus da Hepatite A	42
Figura 3- Principais substâncias inflamáveis utilizadas pelas instituições estudadas	58
Tabela 7 - Característica do procedimento de descarte de substâncias inflamáveis, adotado em situação de rotina, segundo a Instituição de estudo	59
Tabela 8 - Característica do procedimento de descarte adotado para os resíduos contendo substâncias inflamáveis, em situação de rotina, segundo o departamento/divisão de cada Instituição de estudo	59
Tabela 9- Característica do procedimento de disposição rotineiramente adotado para os resíduos inflamáveis, segundo a formação dos funcionários	60
Tabela 10- Característica do procedimento de disposição rotineiramente adotado para os resíduos inflamáveis, segundo o tempo de formado dos funcionários	61

Tabela 11- Característica do procedimento de disposição rotineiramente Adotado para os resíduos inflamáveis, segundo o período de tempo na função	61
Tabela 12 - Tipo de procedimento de descarte rotineiramente empregado para os resíduos contendo substâncias inflamáveis, segundo a existência de programa de descarte institucionalizado	62
Tabela 13 - Tipo de procedimento de descarte rotineiramente adotado para os resíduos inflamáveis, segundo o conhecimento dos dados toxicológicos da substância manipulada	62
Tabela 14 - Tipo de procedimento de descarte rotineiramente adotado para os resíduos inflamáveis, segundo a compreensão da complexidade desses procedimentos	63
Tabela 15- Tipo de procedimento de descarte rotineiramente adotado para os resíduos inflamáveis, segundo a existência de programa educacional institucionalizado	63
Tabela 16- Tipo de procedimento de descarte rotineiramente adotado para os resíduos inflamáveis, segundo a existência de treinamento para a correta disposição desses resíduos	63
Figura 4 - Principias substâncias corrosivas presentes nos resíduos gerados pelas Instituições avaliadas	65
Tabela 17: Característica do procedimento rotineiramente empregado no descarte de resíduos contendo substâncias corrosivas, segundo a Instituição de estudo	66
Tabela 18 - Característica do procedimento de descarte adotado para os resíduos contendo substâncias corrosivas, segundo o departamento ou divisão de cada Instituição de estudo	66
Tabela 19 - Característica do procedimento de disposição rotineiramente Adotado para os resíduos corrosivos, segundo a formação dos funcionários	67
Tabela 20 - Tipo de procedimento de descarte rotineiramente empregado para os resíduos corrosivos, segundo a existência de programa de descarte institucionalizado	68

Tabela 21 - Característica do procedimento de descarte de resíduos contendo substâncias Reativas, segundo a Instituição de estudo	69
Tabela 22 - Característica do procedimento de descarte adotado para os resíduos contendo substâncias reativas, em situação de rotina, segundo o departamento ou divisão de cada Instituição de estudo	69
Figura 5 - Principais solventes clorados utilizados nas instituições estudadas	71
Figura 6 - Sais metálicos manipulados nas Instituições avaliadas	72
Figura 7- Utilização de Brometo de etídio pelas Instituições A e B	73
Figura 8- Reveladores empregados nos imunoenaios realizados nas Instituições A e B.	73
Tabela 23 - Característica do procedimento de descarte de resíduos contendo solventes clorados, segundo a Instituição de estudo	74
Tabela 24 - Característica do procedimento de descarte de resíduos contendo metais segundo a Instituição de estudo	74
Tabela 25 - Característica do procedimento de descarte de resíduos contendo outras substâncias tóxicas, segundo a Instituição de estudo	75
Tabela 26 - Resíduos contendo substâncias radioativas produzidos pela Instituição A e procedimento de descarte adotado.	75
Tabela 27 - Resíduos contendo substâncias radioativas produzidos pela Instituição B e procedimento de descarte adotado	76
Tabela 28 - Característica do procedimento de descarte de resíduos contendo material Radioativo, segundo a Instituição de estudo	76
Tabela 29 - Tratamento e descarte adotado para os resíduos contendo fármacos analisados na instituição B	77
Tabela 30 - Corantes utilizados na Instituição A e descarte adotado	78
Tabela 31 - Corantes utilizados na Instituição B e descarte adotado	78
Tabela 32 - Corantes utilizados na Instituição C e descarte adotado	79
Tabela 33 - Característica do procedimento de descarte, adotado em situação de emergência, segundo a Instituição de estudo	84

Tabela 34- Característica do procedimento de descarte, adotado em situação de emergência, segundo o departamento ou divisão de cada instituição	84
Tabela 35 - Característica do procedimento de descarte, adotado em situação de emergência, segundo a formação dos funcionários	85
Tabela 36- Característica do procedimento laboratorial de descarte, adotado em situação de emergência, segundo a categoria do material manipulado	85
Tabela 37 - Tipo de procedimento de descarte laboratorial adotado em situação de emergência, segundo o conhecimento dos dados toxicológicos da substância manipulada	86
Tabela 38- Percepção da existência de programa de treinamento para situações de emergência, segundo departamento ou divisão da Instituição A a que pertence o funcionário	86
Tabela 39 - Percepção da existência de programa de treinamento para situações de emergência, segundo departamento ou divisão da Instituição B.	87
Tabela 40 - Odds ratio, significância e intervalo de confiança de 95% para as variáveis que compõem o modelo de regressão logística considerando o procedimento rotineiro de descarte dos resíduos gerados.	90
Tabela 41 - Odds ratio, significância e intervalo de confiança de 95% para as variáveis que compõem o modelo de regressão logística considerando o procedimento de descarte dos resíduos gerados adotado em situações de emergência.	91
Tabela 42 - Característica do procedimento laboratorial de descarte, adotado em situação de rotina, segundo a Instituição de estudo	95
Tabela 43 - Tipo de procedimento adotado quando do derramamento de resíduos perigosos ou infectantes, segundo a Instituição de estudo	95
Tabela A-1 - Limites máximos permitidos no extrato obtido por lixiviação do resíduo estudado	A4
Tabela A-2 -Protocolo para identificação de substâncias químicas desconhecidas	A7
Figura A-1 -Fluxograma para a caracterização de substâncias químicas desconhecidas	A9
Tabela A-3 - Tratamentos adequados para as diferentes categorias de Resíduos de Serviço de Saúde	A11
Tabela A-4 - Vantagens e desvantagens de algumas opções de tratamento	A13

de Resíduos de Serviço de Saúde

Tabela A-5 - Utilização e eficácia dos diferentes descontaminantes em laboratórios clínicos e de pesquisa	A15
Tabela A-6 - Incompatibilidade dos diferentes grupos químicos	A17
Tabela A-7- Geração de calor ou reações violentas como resultado da mistura das substâncias do grupo A com B.	A19
Tabela A-8 - Explosão, fogo, geração de gás inflamável (hidrogênio) como conseqüências da mistura de materiais dos grupos 2-A com 2-B.	A19
Tabela A-9 - Geração de gás cianídrico e sulfúrico como conseqüência da interação do grupo 3-A com 3-B.	A19
Tabela A-10 - Explosão, fogo, geração de calor ou de gases inflamáveis ou tóxicos como conseqüência da interação entre os materiais do grupo 4-A com 4-B.	A20
Tabela A-11 - Explosão, fogo e reações violentas como conseqüência da mistura de materiais listados no grupo 5-A com 5-B.	A20
Tabela A-12 - Explosão, fogo, reações violentas como conseqüência da reação entre substâncias do grupo 6-A com 6-B.	A20
Quadro A-1 -Segregação de substâncias perigosas. requisitos a serem observados dependendo da classificação da substância.	A23
Tabela A-13- Resíduos contendo substâncias classificadas como inflamáveis gerados pela Instituição A e descarte adotado	A43
Tabela A-14- Resíduos contendo substâncias classificadas como inflamáveis gerados pela Instituição B e descarte adotado	A46
Tabela A-15- Resíduos contendo substâncias classificadas como inflamáveis gerados pela Instituição C e descarte adotado	A49
Tabela A-16- Resíduos contendo substâncias classificadas como corrosivas gerados pela Instituição A e descarte adotado	A52
Tabela A-17- Resíduos contendo substâncias classificadas como corrosivas gerados pela Instituição B e descarte adotado	A55
Tabela A-18- Resíduos contendo substâncias classificadas como corrosivas gerados pela Instituição C e descarte adotado	A57

Tabela A-19- Resíduos contendo substâncias classificadas como reativas gerados pela Instituição A e descarte adotado	A59
Tabela A-20- Resíduos contendo substâncias classificadas como reativas gerados pela Instituição B e descarte adotado	A60
Tabela A-21- Resíduos contendo substâncias classificadas como reativas gerados pela Instituição C e descarte adotado	A61
Tabela A-22- Resíduos contendo substâncias classificadas como tóxicas gerados pela Instituição A e descarte adotado	A63
Tabela A-23- Resíduos contendo substâncias classificadas como tóxicas gerados pela Instituição B e descarte adotado	A66
Tabela A-24- Resíduos contendo substâncias classificadas como tóxicas gerados pela Instituição C e descarte adotado	A69
Tabela A-25- Resíduos contendo substâncias classificadas como não perigosas gerados pela Instituição A e descarte adotado	A71
Tabela A-26- Resíduos contendo substâncias classificadas como não perigosas gerados pela Instituição B e descarte adotado	A77
Tabela A-27- Resíduos contendo substâncias classificadas como não perigosas gerados pela Instituição C e descarte adotado	A84
Tabela A-28 - Tratamento, disposição, incompatibilidade e procedimentos a serem adotados em situações de emergência para substâncias inflamáveis levantadas	A87
Tabela A-29 - Tratamento, disposição, incompatibilidade e procedimentos a serem adotados em situações de emergência para substâncias corrosivas levantadas	A93
Tabela A-30 - Tratamento, disposição, incompatibilidade e procedimentos a serem adotados em situações de emergência para substâncias reativas levantadas	A98
Tabela A-31 - Tratamento, disposição, incompatibilidade e procedimentos a serem adotados em situações de emergência para substâncias tóxicas levantadas.	A101
Tabela A-32 - Tratamento, disposição, incompatibilidade e procedimentos a serem adotados em situações de emergência para substâncias radiativas levantadas.	A111

Tabela A-33 - Cuidados na manipulação, Limites de exposição para o ambiente de trabalho e efeitos nocivos na exposição aguda e crônica das principais substâncias químicas levantadas nas três Instituições avaliadas A113

Tabela A-34- Parâmetros utilizados na extrapolação das doses de referência disponíveis na literatura para algumas das substâncias manipuladas nas Instituições avaliadas. A128

Tabela A-35- Níveis de risco mínimo estabelecidos para algumas das substâncias manipuladas pelas Instituições de estudo A132

GLOSSÁRIO

- **ASTDR** - Agency for Toxic Substances and Disease Registry - Agência para o registro de Substâncias tóxicas e doenças.
- **Avaliação de risco (Risk Assessment)** - *é o processo que estabelece informações relacionadas a níveis aceitáveis de um risco e/ou níveis de risco para um indivíduo, grupo, sociedade ou meio ambiente (SRA, 1999).*

É o processo de avaliação das propriedades tóxicas das substâncias químicas e das condições de exposição para se determinar a probabilidade com que o homem será afetado e para se caracterizar a natureza dos efeitos adversos que poderão ser experimentados. (DERELANKO e HOLLINGER, 1995)

- **Biotransformação** *é toda alteração que ocorre na estrutura química da substância, no organismo (OGA, 1996).*
- **Carcinogênicos genotóxicos** substância carcinogênica que atua diretamente sobre o material genético (mutação).
- **Carcinogênico não genotóxicos ou epigenético-** substância que favorece o desenvolvimento tumoral sem atuar diretamente sobre o material genético.
- **CEPA** - Canadian Environmental Protection Act - Ato legislativo de Proteção Ambiental Canadense
- **CNEN** - Comissão Nacional de Energia Nuclear
- **Dose de Benchmark (DB)** - limite de confiança inferior (LCI) da dose que produz uma resposta (efeito crítico) em 5 a 10% da população de estudo
- **Dose-efeito** - *relação entre a dose e gradação do efeito na população, entendendo-se efeito como uma alteração biológica medida através de uma escala graduada de severidade, ainda que, para certos níveis de exposição só se possa descrever um efeito qualitativo (SRA, 1999).*
- **Dose-resposta** - *a correlação entre a dose (nível de exposição) e a proporção da população que apresenta um efeito específico (resposta) (SRA, 1999).*
- **Dose ou concentração tumorigênica 5% (DT₅)**- dose capaz de promover a formação de tumores em 5% da população estudada
- **DNEAO** - Dose de nenhum efeito adverso observado
- **EPI**- equipamento de proteção individual

- **Índice de Exposição ou Potência (IEP)** obtido dividindo-se a ingestão ou exposição diária estimada para o homem pela DT_5 .
- **INMETRO** - Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial
-
- **IPEN** - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
- **IRIS - Integrated Risk Information System**- Sistema da agência americana de meio ambiente - EPA que integra informações sobre risco.
- **Monitorização** = monitoramento
- **Monitorização biológica**- *segundo o comitê misto CCE/OSHA/NIOSH, é a medida e avaliação de agentes químicos ou de seus produtos de biotransformação em tecidos, secreções, ar exalado ou alguma combinação destes para estimar a exposição ou o risco à saúde quando comparada com uma referência apropriada (OGA, 1996)*
- **NRM** (Nível de risco mínimo) é uma estimativa da exposição humana diária a substâncias perigosas, presentes no meio ambiente, sem o risco considerável de se observar efeitos adversos durante um determinado tempo de exposição (ASTDR, 1999).
- **Perigo** - *é a condição ou situação física que apresenta uma potencial consequência indesejável, como injúria a vida(SRA, 1999).*

É a propriedade intrínseca ou capacidade de uma substância ou agente de causar uma alteração do estado de saúde (FAUSTMAN e OMENN, 1996).
- **POPs** -procedimentos operacionais padrão
- **Risco** é a probabilidade de ocorrência de um dano à saúde em determinadas condições de exposição (FAUSTMAN e OMENN, 1996)..
É o potencial de ocorrência de uma consequência indesejável, adversa à vida, saúde, propriedade ou meio ambiente; a estimativa do risco é geralmente baseada no valor esperado da probabilidade condicional ao evento multiplicado pelas suas consequências, dado que ele ocorra (SRA, 1999).
- **RSS** - resíduos de serviços de saúde
- **TLV- TWA - Limite de exposição - Média Ponderada** - *a concentração média ponderada pelo tempo para uma jornada normal de 8 horas diárias e 40 horas semanais, para a qual a maioria dos trabalhadores pode estar repetidamente exposta, dia após dia, sem sofrer efeitos adversos à saúde. (ACGIH, 1999)*
- **TLV - STEL** - Limite de Exposição - Exposição de curta duração - *é a concentração a que os trabalhadores podem estar expostos continuamente por*

um período curto sem sofrer: 1) irritação; 2) lesão tissular crônica ou irreversível; ou 3) narcose em grau suficiente para aumentar a predisposição à acidentes, impedir auto-salvamento ou reduzir significativamente a eficiência no trabalho, cuidando-se para que o limite de exposição - média ponderada (TLV-TWA) não seja ultrapassado. ... Um STEL é definido como uma exposição média ponderada pelo tempo durante 15 minutos que não pode ser excedida em nenhum momento da jornada de trabalho, mesmo que a concentração média ponderada para 8 horas esteja dentro dos limites de exposição- média ponderada. (ACGIH, 1999)

- **Toxicante ou agente tóxico** *é a entidade química capaz de causar dano a um sistema biológico, alterando seriamente uma função ou levando-o à morte, sob certas condições de exposição(OGA, 1996).*
- **Toxicocinética** *é o estudo da relação entre a quantidade de um agente tóxico que atua sobre o organismo e a concentração do mesmo no plasma, relacionando os processos de absorção, distribuição e eliminação do agente, em função do tempo. (OGA, 1996).*
- **Toxicodinâmica** *é o estudo da natureza da ação tóxica exercida por substâncias químicas sobre o sistema biológico, sob os pontos de vista bioquímico e molecular. (OGA, 1996).*
- **U.S. DOE** (U. S. Department of Energy)- Departamento de Energia dos EUA
- **U.S. EPA** (U. S. Environmental Protection Agency) - Agência de Proteção Ambiental dos EUA.
- **U.S. NAS** (National Academy of Sciences) - Academia Nacional de Ciências dos EUA.
- **Xenobiótico** - qualquer substância estranha ao organismo

1. INTRODUÇÃO

As expectativas do consumidor contemporâneo em relação à qualidade dos produtos e serviços oferecidos provocou, mundialmente, a crescente conscientização da necessidade de se introduzir modificações nos modelos de produção e desenvolvimento para atingir e assegurar um bom desempenho econômico. Tornou-se compulsório crescer economicamente garantindo a qualidade total dos insumos gerados.

O desenvolvimento econômico deve ser construído de forma sustentável, integrando os vários segmentos sociais e suas necessidades à qualidade dos produtos, sem prejuízo da qualidade ambiental. Para viabilizar este desenvolvimento sustentável, várias normas foram geradas - *ISOGUIDES*, procurando treinar o olhar da sociedade para as novas exigências, orientando a implantação e implementação de sistemas de qualidade e diretrizes que complementem os requisitos específicos de produtos ou serviços apresentados nas especificações técnicas (ABNT- ISO 9000, 1990).

Este sistema aplica-se a todas as atividades relativas a qualidade de um bem ou serviço, incluindo os laboratórios químicos, acadêmicos e de análises, os quais têm se preocupado, na última década, em garantir a qualidade total dos serviços prestados. A comprovação de sua competência e melhoria da qualidade dos serviços prestados, requer a implantação de um Programa de Segurança de Qualidade, condição *si ne qua non* para seu credenciamento junto aos órgãos oficiais, os quais atuam em conformidade com as normas internacionais (INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION - ISO/IEC guide 17025, 1998).

Os requisitos fundamentais para a implantação do Programa de Segurança de Qualidade contemplam, dentre outros aspectos, todas as fases de execução do ensaio: o planejamento do estudo, a validação da metodologia e a confecção dos

procedimentos operacionais padrão ao descarte dos resíduos gerados durante a sua condução. Transcende, portanto, os aspectos relacionados à obtenção de um resultado confiável, estendendo-se, também, ao manuseio e descarte dos resíduos gerados durante a condução do estudo, os quais segundo a Norma n.º NIE-DINQP - 093 que trata dos Critérios para o credenciamento de laboratório de ensaio segundo os Princípios das Boas Práticas de Laboratórios do Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial - INMETRO (1998) ... *devem ser efetuados de acordo com a legislação vigente. Isto inclui coleta, armazenamento, locais de descarte, procedimentos de transporte e descontaminação adequados.*

No entanto, em função dos pequenos volumes e da diversidade dos resíduos gerados, a disposição adequada dos rejeitos de laboratório é, ainda, incipiente. Até a década de 80, a preocupação dos países desenvolvidos ateu-se aos geradores de grandes quantidades de resíduos, presumindo-se que os geradores de pequenas quantidades estavam aptos para o descarte adequado de seus rejeitos e/ou, em decorrência do pequeno volume, seus impactos ambientais poderiam ser considerados desprezíveis.

Em 1985, contudo, a U. S. Environmental Protection Agency - EPA atentou para este aspecto, regulamentando como estabelecimentos geradores de pequenas quantidades de resíduos, as atividades e serviços que produzem de 100 a 1000 Kg de resíduos perigosos por mês e menos de 1 Kg de resíduo perigoso que apresente toxicidade aguda elevada, conforme o documento 40 CFR 260, parte 10. Encontram-se nesta categoria os museus de arte, serviços de manutenção de linhas aéreas e de edifícios, hospitais veterinários, pavimentação e laboratórios fotográficos, acadêmicos, de pesquisa e de análises, os quais devem proceder o descarte dos resíduos gerados de acordo com as exigências legais (ACS, 1994; FORMAGGIA, 1994; HALL, 1989; PHIFER e McTIGUE, 1988).

Como algumas dessas atividades não geram as quantidades de resíduos perigosos acima mencionadas, a EPA para garantir que os resíduos perigosos gerados recebessem a adequada disposição, estabeleceu, na década de 90, que aqueles que

produzem menos de 100 kg/mês de resíduos perigosos e não mais que 1g/mês de resíduos perigosos que apresentem toxicidade aguda elevada, estão desobrigados de vários controles e regulamentações, classificando-os como geradores de pequenas quantidades sendo condicionalmente dispensados de alguns registros, autorizações e controles (ACS, 1994).

De modo geral, os laboratórios da comunidade científica americana geram menos de 0,1% do total de resíduos perigosos regulamentados pela EPA. Entretanto, alguns dos resíduos gerados contém metais, dioxinas, ftalatos lixiviados dos plásticos de cloreto de vinila utilizados e outras substâncias químicas que podem persistir no meio ambiente e serem prejudiciais à saúde humana (PINHOLSTER, 2000). Resíduos infectantes gerados nessas instituições podem contaminar as águas e contribuir com os estimados 7 milhões de casos anuais de infecções microbianas, veiculadas por esse meio, nos Estados Unidos (BLACK, 2000).

Esses fatos estimularam a criação de um programa intitulado *Labs for the 21st century*, patrocinados pela EPA e pelo U. S. Department of Energy - DOE, congregando, em setembro de 1999, especialistas do setor privado e público para discutirem estratégias e tecnologias e racionalizar o uso de energia elétrica e a promover gestão ambiental nos laboratórios. (USEPA, 2000).

É mister a implementação de uma política de gerenciamento de resíduos de laboratório. Tal ação, em nível nacional, além de atender as Boas Práticas de Laboratório (BPL) e as exigências da Vigilância Sanitária (CVS, 2000), pode minimizar ou até mesmo, impedir os efeitos adversos causados por esses resíduos, do ponto de vista ocupacional, sanitário e ambiental, quando efetuada racional e adequadamente, atendendo, assim, à Lei de Crimes Ambientais.

A Lei Federal nº. 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 e regulamentada em 21 de setembro de 1999, conhecida como Lei de Crimes Ambientais, define o arcabouço jurídico - legal para o efetivo exercício de uma ação em defesa do meio ambiente e consequentemente da população. Responsabiliza administrativa, civil e penalmente as pessoas jurídicas e físicas, autoras e co-autoras de condutas ou atividades lesivas

ao meio ambiente. As infrações administrativas são punidas, em primeiro lugar, com a advertência, seguida de multa simples ou diária. Paralelamente ao processo administrativo se dá a ação penal, cujas sanções vão desde a prestação de serviços à comunidade, interdição temporária de direitos, suspensão parcial ou total das atividades, prestação pecuniária, recolhimento domiciliar até reclusão de seis meses a cinco anos, dependendo do artigo infringido (BRASIL, 1998) Neste contexto, o gerenciamento de resíduos emerge como uma questão importante a ser estudada e implantada.

2. Gerenciamento dos resíduos gerados

Devido a diversidade da composição dos resíduos gerados em laboratórios - substâncias inflamáveis, explosivas, corrosivas, de toxicidade relativamente elevada, patogênicas, material perfurantes e cortantes - algumas etapas devem ser seguidas para o efetivo gerenciamento: identificação, caracterização, segregação, acondicionamento, tratamento, armazenamento, transporte e disposição final, concomitantemente, ao uso de equipamentos de proteção, conscientização e treinamento do pessoal para o manuseio seguro do ponto de vista de saúde pública e meio ambiente.

A estratégia mais utilizada para o gerenciamento de resíduos perigosos consiste no seu acompanhamento do local de geração até sua disposição final, e é aplicável também aos resíduos de laboratório (FURS, 1993; NRC, 1995). As distintas etapas se processam dentro ou fora dos limites do estabelecimento gerador, o qual é considerado responsável por todas as etapas do gerenciamento, mesmo quando contrata os serviços de transporte, tratamento e disposição final de seus resíduos, tornando-se co-responsável em caso de acidente. Em alguns países, a legislação vigente é explícita sobre este aspecto, em outros, ele existe, gerencial mas não juridicamente e em outros, ainda, sequer é cogitado (RISSO, 1993).

2.1. Etapas do gerenciamento

2.1.1. Identificação e classificação

A identificação e classificação dos resíduos gerados deve oferecer informação necessária e suficiente para a disposição dos mesmos e implica na realização de um levantamento sobre os tipos de resíduos gerados, volume, e local de geração.

No Brasil, a classificação de resíduos é realizada através de normas e resoluções. A Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, através de normas regulamentadoras, dispõe sobre a classificação dos resíduos sólidos por meio da

NBR 10.004 (1985) e sobre a terminologia, classificação, manuseio e coleta dos Resíduos de Serviços de Saúde por meio da NBR 12.807, NBR 12.808, NBR 12.809 e NBR 12.810, respectivamente, publicadas em 1993. Por sua vez, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), na Resolução nº 5, de 05/08/93, classifica os resíduos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos em quatro grupos distintos, utilizando-se do conceito de resíduo sólido estabelecido pela NBR 10.004. É, então, importante entender os conceitos de resíduos sólidos e resíduos perigosos para se classificar adequadamente os resíduos de laboratório.

A NBR 10.004 (1985) *define* resíduos sólidos como os *resíduos no estado sólido e semi sólido, que resultam de atividade 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 líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível*. E classifica-os em: Classe I - resíduos perigosos, Classe II - resíduos não-inertes e Classe III - resíduos inertes.

Segundo essa norma, os resíduos Classe I são aqueles que apresentam *periculosidade ou uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade*. E periculosidade consta ser uma *característica apresentada por um resíduo, que em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, pode apresentar:*

- a) risco à saúde pública, provocando ou acentuando, de forma significativa, um aumento de mortalidade ou incidência de doenças, e/ou;*
- b) risco ao meio ambiente, quando o resíduo é manuseado ou destinado de forma inadequada.*

Os laboratórios que manipulam material biológico geram resíduos de serviços de saúde - RSS, enquadrados como resíduos perigosos devido aos riscos à saúde

pública (BOATRIGH e col., 1993; BURKE, 1992; BUSH e col., 1991; BYRNS e BURKE, 1992; FLEMING e col., 1993; FORMAGGIA, 1994; USEPA, 1986).

Os RSS estão classificados em três categorias: resíduos infectantes, classificados como classe A; resíduo especial, classificado como classe B e resíduo comum, classificado como classe C (ABNT - NBR 12.808, 1993). Os resíduos infectantes - **classe A**, encontram-se divididos em :

- Tipo A.1 - Biológico: cultura, inóculo, mistura de microorganismos e meio de cultura inoculado proveniente de laboratório clínico ou de pesquisa, vacina vencida ou inutilizada, filtro de gases aspirados de áreas contaminadas por agentes infectantes e qualquer resíduo contaminado por estes materiais.
- Tipo A.2 - Sangue e hemoderivados: bolsa de sangue após transfusão, com prazo de validade vencido ou sorologia positiva, amostra de sangue para análise, soro, plasma e outros subprodutos.
- Tipo A.3 - Cirúrgico, anatomopatológico e exudato: tecido, órgão, feto, peça anatômica, sangue e outros líquidos orgânicos resultantes de cirurgia, necrópsia e resíduos contaminados por estes materiais.
- Tipo A.4 - Perfurante ou cortante: agulha, pipeta, lâmina de bisturi e vidro.
- Tipo A.5 - Animal contaminado- carcaça ou parte de animal inoculado, exposto à microorganismos patogênicos ou portador da doença infecto-contagiosa, bem como resíduos que tenham estado em contato com este.
- Tipo A.6 - Assistência ao paciente: secreções, excreções e demais líquidos orgânicos procedentes de pacientes, bem como os resíduos contaminados por estes materiais, inclusive restos de refeições.

Por sua vez, o resíduo especial, **classe B**, encontra-se sub-dividido em:

- Tipo B.1 - Rejeito radioativo: material radioativo ou contaminado, com radionuclídeos, proveniente de laboratórios de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia, regulamentado pela Resolução CNEN-NE 6.05 (CNEN, 1985).
- Tipo B.2 - Resíduo farmacêutico: medicamento vencido, contaminado, interditado ou não utilizado

- Tipo B.3 - Resíduo químico perigoso: resíduo tóxico, corrosivo, inflamável, explosivo, reativo, genotóxico ou mutagênico, regulamentado pela norma NBR 10.004.

Todos os resíduos que não se enquadram nos tipos A e B e que, por sua semelhança aos resíduos domésticos, não ofereçam risco adicional à saúde pública, como por exemplo: resíduo de atividade administrativa, dos serviços de varrição e limpeza de jardins e restos alimentares que não entraram em contato com pacientes estão classificados como resíduo comum, classe C.

A Resolução nº5 do CONAMA de 1993, classifica os resíduos sólidos em:

- **Grupo A:** resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido a presença de agentes biológicos.
Enquadram-se neste grupo, dentre outros: sangue e hemoderivados, animais usados em experimentação, bem como os materiais que tenham entrado em contato com os mesmos; excreções, secreções e líquidos orgânicos; meios de cultura; tecidos, órgãos, fetos e peças anatômicas; filtros de gases aspirados de área contaminada; resíduos advindos de áreas de isolamento; restos alimentares de unidade de isolamento; resíduos de laboratório de análises clínicas; resíduos de unidade de atendimento ambulatorial; resíduos de sanitários de unidade de internação de enfermagem e animais mortos a bordo dos meios de transporte, objeto desta resolução. Neste grupo incluem-se, dentre outros, os objetos perfurantes ou cortantes, capazes de causar punctura ou corte, tais como lâminas de barbear, bisturi, agulhas, escalpes, vidros, quebrados, etc., provenientes de estabelecimentos prestadores de serviços de saúde.
- **Grupo B:** resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido às suas características químicas.
Enquadram-se neste grupo, dentre outros:
 - a) drogas quimioterápicas e produtos por elas contaminados;
 - b) resíduos farmacêuticos (medicamentos vencidos, contaminados, interditados ou não utilizados); e,
 - c) demais produtos considerados perigosos, conforme classificação da NBR 10004 da ABNT.

- **Grupo C:** rejeitos radioativos. Enquadram-se neste grupo os materiais radioativos ou contaminados com radionucleotídeos, provenientes de laboratórios de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia, segundo Resolução CNEN 6.05.
- **Grupo D:** resíduos comuns são todos os demais que não se enquadram nos grupos descritos anteriormente.

Independente da norma ou resolução utilizada, os resíduos devem ser classificados, então, em resíduos perigosos e não perigosos, infectantes ou não infectantes, radioativos ou uma mistura destes. A identificação do local de geração e volume de cada resíduo ou mistura de resíduos permite dimensionar os espaços físicos necessários para a manipulação dos mesmos, decidir satisfatoriamente sobre quais as alternativas técnicas viáveis para a disposição de cada fração componente ou selecionar os equipamentos e dispositivos mais convenientes para tal propósito, a partir do que será possível segregar, acondicionar, tratar previamente - se houver a necessidade ou oportunidade, armazenar e transportar ao destino final cada uma das frações classificadas (RISSO, 1993; USEPA, 1986).

Devido à diversidade das substâncias químicas utilizadas em laboratório, a classificação dos resíduos provenientes dessas substâncias exige o conhecimento de suas propriedades físico-químicas - inflamabilidade, corrosividade, reatividade - e de sua toxicidade, como discriminado, no anexo 1, pela ABNT - NBR 10.004 (1993) ou pela EPA (ACS, 1994).

Para resíduos químicos desconhecidos, geralmente, não é necessário determinar precisamente a estrutura molecular deste material, sendo suficiente a caracterização de sua periculosidade através da descrição física do resíduo ou de suas diferentes camadas e verificação de sua: solubilidade ou reatividade com a água; pH; inflamabilidade; presença de oxidantes; presença de halogênios; presença de material radioativo; presença de sulfetos e cianetos; presença de material infectante; presença de outros constituintes tóxicos, como alguns compostos metálicos. Em geral, essas informações satisfazem as exigências legais e da unidade de tratamento. Se isso não

for suficiente, análises químicas mais específicas e sofisticadas, empregando técnicas como cromatografia líquida e em fase gasosa, espectrometria de massa, infra-vermelho ou espectrofotometria de absorção atômica, devem ser realizadas para o gerenciamento adequado do resíduo (ACS, 1994; FURS, 1993; NRC, 1995).

Os procedimentos mais simples para identificação dos parâmetros acima descritos encontram-se listados no anexo 2 e uma marcha analítica é apresentada no anexo 3. A realização desses testes exige a adoção de medidas de segurança como o uso de equipamentos de proteção individual e manipulação dos resíduos e reagentes em capelas químicas. Especial atenção deve ser dedicada a este aspecto quando da manipulação de resíduos antigos, devido a possibilidade de alteração das substâncias presentes e formação de outras, de elevada periculosidade, como os peróxidos (ACS, 1994; FURS, 1993; NRC, 1995).

2.1.2. Segregação

A diversidade dos resíduos de laboratório exige a devida segregação para assegurar que cada fração receba apropriado manuseio, tratamento e disposição final. A segregação deve ser implantada no local de geração do resíduo, separando as frações infecciosas e perigosas das não infecciosas e não perigosas, permitindo a reutilização, recuperação ou reciclagem de alguns resíduos e o encaminhamento à coleta municipal da fração considerada comum ou inerte (FLEMING e col., 1993; HATFIELD e DAVID, 1993; NRC, 1995; PHIFER e McTIGUE, 1988; RISSO, 1993; SILVERMAN, 1992; STRICOFF e WALTERS, 1995; USEPA, 1990 a).

A triagem preliminar realizada para caracterizar os resíduos gerados permite separá-los em resíduos desconhecidos e os de composição ou origem conhecida. Estes últimos são, sequencialmente, subdivididos em grupos de acordo com as propriedades físico-químicas aliadas à normatização e a compatibilidade química, tratamento a ser realizado - estabilização e incineração, por exemplo, e critérios adotados pela unidade de disposição (ACS, 1994; FURS, 1993; NCR, 1995).

A minimização dos riscos está diretamente relacionada com a segregação. É uma estratégia utilizada para redução do volume total ou da toxicidade do resíduo gerado, antes de submetê-lo a tratamento ou descartá-lo. Este termo inclui a redução da quantidade de resíduos gerados no estabelecimento, através da adoção de micrométodos; substituição dos produtos utilizados por outros de menor toxicidade; recuperação, reutilização ou reciclagem dos mesmos e pré- tratamento para redução ou eliminação da periculosidade (ACS, 1994; FURS, 1993; NCR, 1995; PRÜSS e col., 1999; SILVERMAN, 1992; STRICOFF; USEPA, 1990 a e WALTERS, 1995). A Tabela 1 apresenta, a título de exemplo, procedimentos e respectivos métodos para a minimização dos resíduos de laboratório.

Tabela 1 - Minimização de resíduos perigosos no local de geração.

Procedimento	Método	Exemplo
Eliminação da periculosidade	modificação do processo por um que não gere resíduo perigoso	substituição de solução sulfocrômica na lavagem de vidraria por sabões como ALCONOX
Redução da periculosidade do material puro	substituição de materiais perigosos/tóxicos por menos tóxicos	Uso de naftilenodiamina em substituição ao 1-naftol. Uso de tolueno em substituição ao benzeno
Limitar a aquisição	minimizar o supérfluo	comprar menos ou frascos menores; restringir a aquisição de substâncias químicas que se degradam facilmente.
Limitar o uso	redução da escala de procedimentos ou processos	micro-análise
Uso do resíduo	a. reutilização b. reciclagem c. recuperação	a. uso de resíduos básicos para neutralizar ácidos b. destilação de solventes c. recuperação de cádmio metálico com ácido nítrico
Redução do volume de resíduo	mistura dos líquidos compatíveis	mistura de solventes e ácidos; precipitação dos materiais tóxicos da solução
Redução da periculosidade do resíduo	tratamento do resíduo	redução dos ácidos e oxidantes; quelação ou estabilização dos materiais tóxicos

Fonte: American Chemical Society Task Force on Laboratory Waste Management, 1994 - modificada.

A recuperação, reciclagem e reutilização de substâncias químicas não parecem, à princípio, uma opção economicamente sedutora. No entanto, o elevado custo para a incineração de pequenas quantidade de resíduos ou, a exemplo dos países desenvolvidos, a dificuldade em se encaminhar os rejeitos para aterros sanitários pela diminuição de sua capacidade nestes locais, torna interessante esta opção quando da obrigatoriedade da correta disposição dos resíduos de laboratório. (ACS, 1994; FURS, 1993; NRC, 1995; PHIFER e McTIGUE, 1988).

A efetiva segregação e conseqüente minimização dos resíduos gerados, são fatores de segurança importantes para o pessoal que os manipula - interna e externamente ao estabelecimento - para os indivíduos que operam as instalações de tratamento ou disposição, e para o público em geral (CIRCULO DE TRABAJO de LAGA, 1992; CUTHEL, 1993; FLEMING e col., 1993 , FURS, 1993; HATFIELD e DAVID, 1993; USEPA, 1990 a; WATTS e col., 1997).

2.1.3. Acondicionamento dos resíduos

Os resíduos segregados devem ser propriamente acondicionados para o armazenamento temporário até o tratamento, transporte ou disposição final. O acondicionamento, como definido pela ABNT na NBR 12.807 (1993), é o *ato de embalar os RSS, em recipientes para protegê-los de risco e facilitar o seu transporte*, devendo ser executado no momento de sua geração, no seu local de origem ou próximo, e com a correta identificação (ABNT-NBR 12.809, 1993; CIRCULO DE TRABAJO de LAGA, 1992; FURS, 1993; NRC, 1995; RISSO, 1993).

Os recipientes utilizados para resíduos farmacêuticos e químicos perigosos devem ser adequados ao seu tipo/classe, quantidade e características físico-químicas visando o melhor manuseio e proteção do pessoal encarregado de sua coleta e remoção. Portanto, o tamanho, forma e material dos recipientes devem assegurar a resistência, integridade e fechamento de modo a não possibilitar vazamento, utilizando-se somente dois terços de sua capacidade.(ABNT-NBR 12.809, 1993).

Estes recipientes devem ser identificados adequadamente. Os rótulos, devem conter informação suficiente para assegurar o manuseio e a disposição segura, incluindo a data de início da acumulação, os nomes químicos dos principais componentes e qualquer integrante de menor interesse que seja perigoso, sua concentração, e principais características físico-químicas. Devem ainda indicar se o rejeito é tóxico, reativo, corrosivo para pele ou metal, inflamável, irritante para pele e mucosas, ou se provoca dano quando inalado (ACS, 1994; FLEMING e col., 1993; FURS, 1993; NCR, 1995).

A reutilização do frasco original da substância química reduz os custos no acondicionamento, porém, aumenta o risco do armazenamento por elevar o número de recipientes primários, o que torna necessário avaliar o binômio custo/benefício (NCR, 1995; RISSO, 1993; STRICOFF e WALTERS, 1995).

O uso de saco plástico branco para resíduos infectantes é recomendado por ser prático, eficiente, reduzir a exposição do manipulador no contato direto com os resíduos, melhorar as condições de higiene e descarte. Para seu fechamento é necessário retirar o excesso de ar, cuidando para não inalá-lo, torcer e amarrar sua abertura com arame, nó, ou barbante (ABNT- NBR 12809, 1993, RISSO, 1993).

Os resíduos perfurantes e cortantes devem ser acondicionados em recipientes rígidos com sistema de fechamento e identificação adequados, antes de serem lançados nos sacos plásticos (ABNT - NBR 12.809, 1993; BUSH e col. 1991, FORMAGGIA, 1994; RISSO, 1993).

A separação dos resíduos perfurantes e cortantes dos demais, em recipientes rígidos, é sempre recomendada, devido ao perigo de acidentes em função de sua natureza e por estarem, com frequência, em contato com material infectante (FORMAGGIA, 1994; RISSO, 1993).

Os resíduos classificados como comuns podem ser acondicionados em sacos plásticos de qualquer cor (FORMAGGIA, 1994). Os resíduos químicos não classificados como perigosos também podem ser considerados resíduos comuns.

2.1.4. Tratamento de resíduos

Com o objetivo de reduzir os riscos e facilitar a sua disposição final, os resíduos podem ser submetidos a processos, técnicas ou métodos de tratamento que alterem seu caráter ou sua composição, considerando manipulação e custo. Estes procedimentos podem ocorrer no próprio local de geração ou externamente e são aplicáveis tanto aos resíduos químicos como aos infectantes.

É possível reduzir ou eliminar a periculosidade de muitas substâncias químicas através de processos químicas e biológicas realizados no próprio laboratório. Dentre os diversos métodos disponíveis pode-se destacar o tratamento químico - uma opção barata para disposição de pequenas quantidades de resíduos, utilizado, especialmente, para carcinógenos como aflatoxinas, N-nitrosaminas, agentes alquilantes, compostos halogenados e hidrazina e para mutágenos como o brometo de etídio; a neutralização de ácidos e bases minerais os quais podem, após a realização deste procedimento, serem lançados na rede de esgoto; a destilação de solventes e a biodegradação, aeróbica ou anaeróbica, de substâncias químicas, como fenóis, álcoois e cetonas (FURS, 1993; HATFIELD e DAVID, 1992; LUNN e SAMSONE, 1994; NRC, 1995; PICOT e GRENOUILLET, 1995; SAMBROOK e col., 1989; STRICOFF e WALTERS, 1995).

Os métodos mais utilizados no tratamento de RSS são a esterilização a gás ou vapor, desinfecção química por adição de peróxido de hidrogênio, hipocloritos, ácidos, álcoois, compostos de amônio quaternário ou cetona e incineração, após a compactação ou trituração dos resíduos se necessário. Esses resíduos podem, ainda, ser tratados por ativação térmica, irradiação ou por plasma (BOATRIGH, e col., 1993; BURKE, 1992; BUSH, e col., 1991; BYRNS, e BURKE, 1992; COSTELLO e EMERY, 1994; FLEMING e col., 1993; MARCHESE, 1993; PRÜSS e col., 1999; USEPA, 1986; USEPA, 1990 b).

Informações referentes à aplicação de diferentes métodos de tratamento por categoria de resíduo, destacando-se suas vantagens, desvantagens e eficácia encontram-se disponíveis nos anexos 4, 5 e 6.

O resíduo gerado em laboratório pode conter uma mistura de diferentes classes de rejeitos: biológico, químico e radioativo, e, por isso, requer considerações especiais quanto aos métodos de tratamento a serem utilizados.

A alternativa menos onerosa e mais eficiente para resíduos químicos que contenham radionucleotídeos de meia-vida curta é o armazenamento no local de geração até seu decaimento para posterior gerenciamento do resíduo químico. O armazenamento no próprio laboratório não é adequado dada a dificuldade em se manter os níveis de proteção requeridos na área de trabalho. Assim, um local ventilado, com exaustão e filtragem, drenos de piso para coleta de líquidos provenientes de derramamento e sistema que minimize a dispersão e migração do material radioativo para o meio ambiente deve ser providenciado (CNEN, 1985).

Em geral, permite-se o armazenamento de radionucleotídeos de meia-vida ($T_{1/2}$) inferior a 65 dias. Após 10 meias-vidas, a mistura de resíduos químico-radioativo pode ser tratada somente como resíduo químico. A EPA limita o tempo de armazenamento de resíduos químicos por 90 dias. O armazenamento de uma mistura de resíduos químico-radioativo por um período maior requer aprovação das autoridades regionais americanas.(NRC, 1995). No Brasil, a Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN estabelece que o material radioativo deve permanecer armazenado em local conveniente até que suas concentrações sejam inferiores aos limites especificados na norma CNEN-NE 6.05 (CNEN, 1985).

Com relação à mistura de resíduo químico e infectante, genericamente, recomenda-se que o resíduo infectante seja inativado em primeiro lugar e depois se trate ou se disponha adequadamente o resíduo químico (USNIEHS, 1998). Entretanto, o método de tratamento escolhido para inativar o resíduo biológico pode ser inadequado para o tratamento do resíduo químico ou radioativo. Por exemplo, se o resíduo contém um solvente orgânico e um agente infectante, a autoclavação usualmente empregada para inativar o resíduo biológico é inadequada neste caso, uma vez que, concentrações significativas do solvente podem ser liberadas para a

atmosfera durante o processo. A destruição térmica deve ser substituída pela desinfecção química (NRC, 1995).

A incineração é o método mais apropriado para disposição de material biológico ou carcaças de animais contaminados ou contendo substâncias químicas, desde que estas não sejam metais (FLEMING e col., 1993).

Os mesmos princípios são válidos para mistura de resíduos biológicos e radioativos. Inativação do resíduo biológico através de desinfecção química, e posterior armazenamento para decaimento do radionucleotídeo (NRC, 1995, USNIEHS, 1998).

O resíduo biológico nessa mistura pode ser tratado por esterilização térmica - autoclavação - desde que se monitorize as emissões verificando se estas se encontram abaixo dos valores requeridos, se destine uma única autoclave para esta finalidade, restrinja-se a área durante o período de esterilização e se teste a eficiência da autoclave periodicamente (NRC, 1995).

Novas técnicas vêm sendo desenvolvidas para tratamento de misturas de resíduo mas ainda apresentam um alto custo. Cabe destacar dentre elas, a título de exemplo, a peroxidação associada a esterilização com ultravioleta ou ozônio como método de tratamento de soluções aquosas que contenham baixas concentrações de substâncias orgânicas (CHA e col., 1997); a oxidação seca, oxidação fluida ou oxidação térmica capaz de destruir o constituinte químico nas misturas de resíduos, desde que este esteja presente na concentração 1 a 10% (CHA e col, 1997; USDOE, 1995); a biodegradação como tratamento de resíduos sólidos que contenham concentrações superiores a 1% de resíduo orgânico. Já estão disponíveis comercialmente bioreatores em escala laboratorial (CHA e col., 1997; NCR, 1995).

KAUFFMAN (1990), ao comparar os gastos com e sem tratamento dos resíduos gerados na Universidade do Estado de Indiana - EUA, no ano de 1987, demonstrou que o tratamento dos resíduos no próprio laboratório/Instituição reduz os

custos da disposição final, como evidenciado na Tabela 2. Não obstante, é fundamental e imprescindível para estar em conformidade com as Boas Práticas de laboratório que estes procedimentos sejam realizados sob atenta supervisão de pessoal capacitado, ciente das propriedades químicas da substância e de sua toxicidade.

Tabela 2- Comparação dos custos do gerenciamento de resíduos, com e sem o tratamento prévio - Universidade do Estado de Indiana - EUA, 1987

Resíduo	Tratamento empregado	Volume Kg/ano	Custo do tratamento US\$	Disposição sem tratamento prévio US\$	Lucro US\$
Ácidos e alcalis	neutralização	1200	600	24000	23.100
Metais	precipitação	2800	1000	56.000	55.000
Solventes	destilação	5.400	250	5400	5150
Mistura de solventes compatíveis	recuperação	1.180	500	23.600	23.100
Outros reagentes	reciclagem	1.250	200	12.500	12300

Fonte: KAUFFMANN, 1990

A estimativa de custo por tonelada, dependendo da opção de tratamento empregado para resíduos infectantes, é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3- Exemplificação dos custos dos tratamentos de Resíduos de Serviço de Saúde na Suíça

Tratamento empregado	Custo (US\$/tonelada)
Incineração	380
Autoclavação através de calor úmido (121°C)	400
Desinfecção química	200

Fonte: PRÜSS e col, 1999

2.1.5. Armazenamento

Os resíduos não tratados no estabelecimento gerador devem ser armazenados, para posterior transporte ao local de tratamento ou ao destino final. Vários fatores estão envolvidos no armazenamento de resíduos: classe do gerador, compatibilidade, correto acondicionamento, opção pelo método de disposição, características do local de armazenamento e custo.

Exceto quando uma única substância é armazenada para recuperação, a compatibilidade de resíduos perigosos deve ser sempre considerada porque esta etapa envolve muitos resíduos num mesmo contêiner* ou local. Desta forma, a maneira como reagem quando em contato um com o outro deve ser observada (ACS, 1994; BREThERICK, 1990; NCR, 1995). Pode-se utilizar tabelas de incompatibilidade, como as sugeridas nos anexos 7 e 8, ou outras fontes de referência como as informações contidas nas fichas de segurança ou a classe de risco a que pertence a substância, uma vez que substâncias com igual código podem ser armazenadas em conjunto.

O anexo 9 apresenta um sistema para segregação de substâncias perigosas. Este sistema pode ser empregado tanto na organização de um almoxarifado quanto na colocação adequada dos resíduos no local de armazenamento por observar a classe química e incompatibilidades entre as diferentes substâncias químicas a serem armazenadas quando da aquisição de reagentes ou presentes nos resíduos gerados. (BERNABEI e LAUTENSCHLAEGER, 1998).

Deve-se verificar, também, a compatibilidade entre o resíduo e o material do recipiente. Esta incompatibilidade pode provocar dano ao manipulador e ao meio ambiente, como ocorre quando ácidos são estocados em tambores de aço e certos hidrocarbonetos em recipientes de plástico. A proximidade do contêiner contendo inflamáveis ao calor, chama ou rede elétrica deve também ser evitada (BREThERICK, 1990; FURS, 1993; NRC, 1995; PHIFER e McTIGUE, 1988).

*Contêiner- equipamento fechado, de capacidade superior a 100l, empregado no armazenamento de recipientes (ABNT - NBR 12.807, 1993)

As duas maneiras mais práticas de armazenar resíduos são a mistura de substâncias compatíveis num único recipiente ou o armazenamento de substâncias compatíveis em recipientes primários, com volume inferior a 18 l, os quais são dispostos em contêiner, em geral, com capacidade para 360 l, chamado de *lab pack*. Este tipo de armazenamento é utilizado para o transporte de pequenos volumes de diversos resíduos até o local do armazenamento ou do tratamento (ACS, 1994). Os dois tipos de armazenamento são comparados em relação à necessidade de atenção para com a compatibilidade dos resíduos, empenho no acondicionamento, segurança, regulamentações, custo e opções de disposição, apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Comparação entre *Mistura de resíduos e Lab Pack*

CONSIDERAÇÕES	MISTURA	LAB PACK
Compatibilidade	maior observação	menor observação
Acondicionamento	menor empenho	maior empenho
Segurança	maior risco	menor risco
Regulamentação	poucas	diversas
Opções de disposição	maiores	menores
Custo	menor	maior

Fonte: ACS, 1994

O acondicionamento dos recipientes primários no contêiner exige alguns cuidados. Deve-se evitar que os recipientes primários entrem em contato direto uns com os outros e com a base do tambor onde serão colocados para evitar que possíveis vazamentos ocorram, comprometendo a segurança dos envolvidos e do local. Isto pode ser obtido colocando-se um estrado de madeira na base do contêiner e sobre ele os recipientes primários; o espaço entre a base e o estrado e o espaço entre os frascos deve ser preenchido com material absorvente (FURS, 1993; NRC, 1995; STRICOFF e WALTERS, 1995).

Todo o material contido nesse contêiner único deve estar devidamente listado, especificando-se volume e data do início do acúmulo, atendendo as normas de segurança e as exigências legais .

O método escolhido e o esquema de segregação dos resíduos depende primariamente do tratamento ou disposição a serem adotados. Os requisitos da unidade de tratamento devem ser atendidos para minimizar os custos e o risco. Por exemplo, alguns incineradores só podem lidar com resíduos líquidos, outros só com sólidos ou resíduos em embalagens como fibras, vidros, embalagens de plástico, e alguns, com recipientes de aço ou tambores. Se a alimentação do incinerador for manual, deve-se observar volume e material da embalagem onde estão acondicionados os resíduos para não comprometer os trabalhadores do local de tratamento e a facilidade com que o forno é alimentado (FURS, 1993; NRC, 1995).

A separação adequada do resíduo que vai para o incinerador é essencial. Uma lista com os resíduos e quantidades presentes no contêiner deve ser fornecida para que se possa avaliar a capacidade comburente dos mesmos e a conseqüente velocidade de alimentação do incinerador. Por exemplo, deve-se evitar acondicionar volumes maiores que cem mililitros de dissulfeto de carbono num mesmo contêiner porque podem provocar uma explosão durante a incineração (NCR, 1995).

Após o correto acondicionamento em contêineres, segundo as exigências do método ou do responsável pela unidade de tratamento ou disposição escolhida, estes são temporariamente armazenados em instalações apropriadas, próximas ao local de geração, porém do lado externo e dentro dos limites do estabelecimento (NCR, 1995).

Dependendo do porte do estabelecimento gerador, poderá haver a necessidade dos dois tipos de abrigo: interno e externo. Os tipos de abrigo têm suas características definidas pela ABNT - NBR 12.809 (1993). Na falta de um abrigo interno apropriado é preferível manter apenas o armazenamento externo dos resíduos sólidos gerados do que utilizar salas inadequadas para este fim.

O abrigo externo deve ser de alvenaria, fechado, com aberturas teladas que permitam a ventilação, ser revestido com material liso lavável e impermeável, ter ralo sifonado, ponto de esgoto sanitário, iluminação artificial externa e interna, e ser de fácil acesso para as operações de coleta interna e externa. Deve ser projetado e

construído levando em consideração o sistema de coleta de RSS adotado no município, prevendo a separação de áreas, devidamente sinalizadas, para resíduos infectantes e especiais e resíduos comuns (ABNT- NBR 12.809, 1993).

O abrigo deve ser inspecionado regularmente por pessoal treinado. A frequência de inspeção depende do nível de atividade e grau de periculosidade; geralmente é semanal. A inspeção inclui verificar se: as diretrizes estabelecidas para o armazenamento estão sendo seguidas; as condições dos contêiners atendem às normas de segurança, não ocorrendo corrosão ou vazamento interno e externo dos mesmos; a segregação dos resíduos contempla os requisitos de compatibilidade; os rótulos de identificação contém data, rol dos resíduos e quantidades, e, os equipamentos de segurança estão operando convenientemente (ABNT- NBR 12.809, 1993).

O tempo de armazenamento também deve ser observado, ainda que a ABNT não faça referência quanto a este aspecto. A legislação americana admite que 200 kg de resíduos perigosos sejam armazenados por até 90 dias sem a necessidade de se requerer permissão especial. É prudente que os resíduos perigosos gerados em laboratório sejam armazenados por períodos inferiores a 1 ano e, em função da limitação do espaço, das normas de incêndio e do potencial risco de derramamento, esse volume de 200 Kg pode ser considerado elevado em se tratando de laboratórios (FURS, 1993; NRC, 1995).

Segundo as normas européias, o período de armazenamento dos resíduos infectantes não deve ser superior a 48 horas no período de inverno e a 24 horas no verão (PRÜSS e col., 1999). Tanto a Resolução nº5 do CONAMA (1993) como a Portaria CVS - 01 (2000) não fazem quaisquer referências quanto ao período de armazenamento quer para resíduos infectantes como químicos, o que pode contribuir para situações de risco.

2.1.6. Transporte

Os resíduos, devidamente acondicionados/armazenados, devem ser transportados do local de geração ao local de armazenamento. O sistema de transporte, em geral, pode empregar carrinhos, dutos de gravidade, tubos pneumáticos, elevadores ou carregamento manual. Para o transporte de quantidades superiores a 20 Kg, deve-se utilizar carrinhos específicos para transporte, atendendo às especificações da ABNT - NBR 12.810 (1993). O transporte dos recipientes deve ser realizado sem esforço excessivo ou risco de acidente para o funcionário e exige a utilização de equipamento de proteção individual.

A coleta e transporte externo, para fora do estabelecimento, para tratamento ou disposição final, requer cuidados específicos e rígido controle sanitário, sendo exigido pela Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental - CETESB, o Certificado de autorização de destinação - CADRI e memorial caracterizando o resíduo - MCE.

2.1.7. Disposição Final

A disposição final dos resíduos envolve seu envio para aterros sanitários, seguindo as exigências técnicas e legais quanto ao correto acondicionamento e tratamento, lançamento na rede de esgoto ou liberação para a atmosfera.

Até o final da década de 70, era comum, nos EUA, a prática de dispor a maioria dos rejeitos de laboratório na rede de esgoto. A partir de 80, esta disposição indiscriminada, sem levar em consideração a quantidade ou a classe do resíduo, foi considerada inaceitável. O esgoto do laboratório está conectado a rede de esgoto municipal e seus efluentes vão, na maioria das vezes, para o sistema de tratamento. Alguns resíduos podem interferir com o funcionamento apropriado do sistema de tratamento, ou ainda, na tubulação do esgoto do laboratório, algumas substâncias

químicas podem apresentar risco de incêndio, explosão ou corrosão (ACS, 1994; FURS, 1993; HALL, 1989; NRC, 1995; SILVERMAN, 1992).

Substâncias químicas inócuas - aquelas que não apresentam características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade e não estão listadas como perigosas podem ser dispostas como lixo comum ou na via hídrica, em quantidades limitadas ao máximo de 500 g ou algumas centenas de mililitros. A disposição deve ocorrer com um volume de água 100 vezes maior ao que foi descartado. Líquidos imiscíveis com a água ou inflamáveis - mesmo os hidrossolúveis - não devem ser dispostos na rede de esgoto (ACS, 1994; FURS, 1993; HALL, 1989; NRC, 1995).

A liberação de vapores para a atmosfera é, também, um método de disposição inaceitável para quantidades superiores a 50 ml de material volátil (STRICOFF e WALTERS, 1995). Quando comparada às emissões industriais, a quantidade e concentrações de substâncias perigosas nos efluentes da capela é pequena, e sua remoção é tecnicamente desafiadora. As capelas de laboratório podem ter a saída de seus vapores redirecionadas para um coletor que impeça a sua liberação direta para o meio ambiente tais como lavadores de gases ou filtros contendo adsorventes como carvão ou alumina ativada e filtros para partículas, *High efficiency particulate and aerosol* - HEPA (FURS, 1993; NRC, 1995). Nenhum desses métodos é, no entanto, totalmente eficaz e exigem manutenção e avaliação periódicas.

Quanto ao resíduos de serviços de saúde, muitos têm sido dispostos diretamente na rede de esgoto. Estes resíduos líquidos incluem resíduos sólidos que foram triturados e resíduos líquidos provenientes de laboratórios de análises - urina, sangue e outros líquidos corporais, medicamentos, além de resíduos químicos.

Em muitos países, como Reino Unido e Austrália, a disposição de pequenas quantidades de certos resíduos de serviço de saúde pode ser aceitável, uma vez que o risco potencial é reduzido através da diluição e dispersão dentro do sistema. Enfatiza-se, no entanto, a segregação, tratamento - autoclavagem, desinfecção ou incineração

e trituração dos resíduos no local de geração, antes do lançamento no esgoto ou disposição no aterro sanitário. O lançamento na rede de esgoto está sujeita a aprovação das autoridades competentes (BURKE, 1992; BYRNS E BURKE, 1992; NRC, 1995; RISSO, 1993; USEPA, 1986; USEPA, 1990 b).

É importante lembrar que todas as etapas do processo de gerenciamento devem ser adequadamente registradas e estes registros mantidos mesmo após a disposição final.

Nos Estados Unidos, estes registros são uma exigência legal que auxiliam na monitorização do programa de gerenciamento. Exige-se documentação comprovando a caracterização do resíduo, as quantidades geradas por mês e por ano (ACS, 1994; FURS, 1993; HALL, 1989; NRC, 1995; SILVERMAN, 1992). Outros registros úteis na avaliação do programa são: tipos e quantidades de resíduos gerados nos diferentes locais da instituição; custo da disposição dos vários tipos de resíduos e informação sobre tratamento e/ou procedimentos em caso de acidente ou extravasamento (ACS, 1994; WATTS, 1992).

3. EFEITOS À SAÚDE

Discute-se, neste tópico, os aspectos relativos ao risco à saúde considerando a exposição à substâncias químicas e a material infectante.

3.1. Risco químico

A presença de resíduos perigosos em vários locais de destinação final é objeto de preocupação mundial (NAVA, 1996). Até o final de 1995, a EPA listou, somente no Estados Unidos, 40.000 locais de destinação final contendo resíduos perigosos (JOHNSON, 1997). Os trabalhadores dessas instalações, a população de entorno e até populações mais distantes encontram-se expostos, em geral, a baixas concentrações desses resíduos através da inalação das poeiras e fumaças emitidos pelo sítio de tratamento ou destinação final, da ingestão de água e alimentos contaminados pela lixiviação desses resíduos do local de destinação para as águas subterrâneas ou superficiais e desta para a cadeia alimentar (ANDELMAN, 1987; PLEUS e KATHRYN, 1996).

Do ponto de vista de saúde pública, a contaminação da água potável é a principal fonte de exposição da população (BOVE, 1996). No entanto, a relação entre a exposição aos resíduos perigosos e seus possíveis efeitos - clínicos e subclínicos - sobre a saúde da população é difícil de ser estabelecida em função do grande número de toxicantes presentes nestes locais e das condições de exposição. São, hoje, bastante diferenciados, com manifestações mais insidiosas e sutis, como mutagênese, déficit no desenvolvimento infantil e efeitos psicológicos em adultos e crianças (SEVER, 1997; WYES, 1997). Requerem estudos epidemiológicos e de avaliação de risco (DE ROSA, 1998).

3.1.1. Avaliação de risco

A avaliação de risco é um arcabouço conceitual que fornece o mecanismo estrutural para, através da revisão de informações relevantes, estimar-se o impacto sobre a saúde e ambiente decorrente da exposição ou presença de determinada

substância química. E tem por consequência lógica, a aplicação da informação obtida no desenvolvimento de medidas práticas - gerenciamento - que permitam salvaguardar a saúde da população (WHO, 1999).

Segundo National Academy of Sciences dos Estados Unidos (US NAS, 1983), citada pelo WHO (1999), são quatro os componentes essenciais e distintos do paradigma integrante da avaliação de risco, a saber:

- a) Identificação do perigo (*hazard*)
- b) Avaliação da relação dose-resposta
- c) Avaliação da exposição
- d) Caracterização do risco

3.1.1.1. Identificação do perigo

A identificação do perigo baseia-se na análise, quali e quantitativa, de todos os dados disponíveis sobre uma dada substância - estudos epidemiológicos, de avaliação de toxicidade, relação estrutura-atividade, mecanismos de toxicidade, dentre outros - ponderando-se as evidências quanto aos efeitos adversos sobre o homem de modo a responder duas questões básicas: esta substância afeta a saúde humana? e em quais circunstâncias os efeitos tóxicos são observados?

Neste contexto, os estudos epidemiológicos fornecem informação melhor fundamentada, evitando a extrapolação da experimentação com animais para o homem. Nesses estudos, integram-se todas as fontes de exposição aos agentes químicos, os fatores de risco associados ao estilo de vida, dieta e hábito de fumar, além de considerarem a heterogeneidade da população humana.

a avaliação dos resultados dos estudos epidemiológicos, no entanto, é, muitas vezes, dificultada pela falta de informação sobre a exposição, tamanho da amostra, estudo de curta duração, vieses e fatores de confusão. Quando não se dispõe de estudos epidemiológicos confiáveis utilizam-se os dados de estudos experimentais

com animais ou estudos *in vitro*, como os utilizados na avaliação de genotoxicidade (WHO, 1999).

A expressão da toxicidade de uma substância química depende das características da exposição. Além de suas propriedades físico-químicas, deve-se considerar a magnitude, duração e frequência da exposição, via de introdução e suscetibilidade dos sistemas biológicos - intra e interespécies. Estes parâmetros determinam a disponibilidade química da substância (concentração disponível no ambiente para interagir com os sistemas biológicos) e devem ser considerados na avaliação do risco da exposição a esse determinado toxicante. O resultado da identificação do perigo é estabelecer, através do julgamento científico, se determinado toxicante pode, em determinadas condições de exposição, provocar um efeito deletério à saúde humana.

3.1.1.2. Avaliação da relação dose - resposta

A avaliação da relação dose-resposta consiste no processo de caracterização da relação entre a dose administrada ou recebida de determinada substância e a incidência de um dado efeito nocivo significativo numa população. Para a maioria dos efeitos tóxicos - neurológicos, comportamentais, imunológicos, carcinogênico não genotóxicos, e outros, considera-se que exista uma dose ou concentração, abaixo da qual efeitos adversos não são observados. Para esses, um valor limite pode ser estabelecido. Para outros tipos de efeitos tóxicos - mutagênicos e carcinogênicos genotóxicos, assume-se a probabilidade de ocorrência de dano em qualquer nível de exposição, ou seja não há limite de tolerância (WHO, 1999).

Se um limite pode ser estabelecido, isto equivale assumir que existe um nível de exposição abaixo do qual acredita-se não haver efeitos adversos. Baseando-se na Dose de Nenhum Efeito Adverso Observado (DNEAO) e em fatores de incerteza, este valor limite pode ser estimado. Assim, a DNEAO é crítica e obtida através da relação dose - resposta. Esta relação, na maioria das vezes, é derivada de estudos com animais de experimentação e em geral, disponível somente em doses elevadas.

A DNEAO obtida depende de:

- Espécie, sexo, idade, linhagem;
- Tamanho da população de estudo;
- Sensibilidade do método utilizado para medir a resposta (efeito crítico);
- Intervalo das doses pré - selecionadas - em geral, três doses. Se o intervalo for grande, o valor de DNEAO observado pode, em alguns casos, ser consideravelmente menor que o verdadeiro.

Para diminuir essa tendenciosidade, vários modelos matemáticos foram propostos, dentre eles o de *Benchmark*. A dose de *Benchmark* (DB) é o limite de confiança inferior (LCI) da dose que produz uma resposta (efeito crítico) em 5 a 10% da população de estudo (Figura 1). A DB apresenta inúmeras vantagens sobre a DNEAO porque considera: a inclinação da curva dose - resposta para o dado efeito crítico; o tamanho da população e a variabilidade dos dados obtidos. Um número pequeno de animais ou uma grande variação na resposta determinam um intervalo de confiança grande, refletindo a incerteza contida nesses dados. O uso do limite de confiança inferior confere, portanto, qualidade e significância estatística ao achado (WHO, 1994; FARLAND e DOURSON, 1993).

Figura 1- Ilustração gráfica da dose de *Benchmark* (DB) (WHO, 1994).

No exemplo $DE_{(LS) 10} = DB$. DB pode também ser calculada como $DE_{(LS) 5}$, $DE_{(LS) 1}$ ou outros valores. DE = dose efetiva

Para comparar a DB com a dose de referência calculada a partir da DNEAO do efeito crítico, FARLAND & DOURSON (1993) construíram uma tabela, apresentada resumidamente a seguir na Tabela 5, ilustrando essas diferenças. Para cada substância química, a dose de referência foi calculada com base em estudos de toxicidade crônica utilizando-se um fator de incerteza de 100 e as DBs foram estimadas para todos os efeitos caracterizados adequadamente pelas curvas dose - resposta nesse ou em outros estudos. Nesta avaliação, a DB foi considerada aquela associada ao limite de confiança inferior 95% da dose que promoveu uma resposta em 10% da população.

A extrapolação dos dados obtidos em animais para o homem, e das doses mais elevadas para baixas doses deve considerar as diferenças inter e intra-espécie, quanto à toxicocinética, toxicodinâmica e normalização da dose o que imputa à avaliação da relação dose - resposta maior incerteza do que aquela obtida na identificação do perigo. As concentrações ou doses de referência são obtidas dividindo-se a DNEAO ou DB por fatores de incerteza da ordem de 1 a 10.000. O valor do fator de incerteza a ser aplicado depende da natureza da efeito tóxico, da adequabilidade dos dados utilizados na obtenção da DNEAO ou DB, das variações interespecie e interindividual.

Em geral, um fator de incerteza equivalente a 100 é utilizado, considerando um valor base de 10 para as diferenças interespecie e outros 10 para as variações inter - individuais na ausência de conhecimento específico sobre a toxicocinética e toxicodinâmica. Se dados relevantes sobre a cinética e mecanismos de ação estão disponíveis, esses fatores de incerteza podem ser subdivididos, reduzindo-se a extensão da incerteza através da incorporação dos dados obtidos para o composto de interesse onde eles existirem, como ilustra a Figura 2 (RENEWICK; 1993; WHO, 1999).

Tabela 5 - Comparação entre as DNEAO^a e DB^b estimadas para algumas substâncias

Substância	DNEAO (mg/Kg/d) efeito crítico	Estudo espécie, sexo, efeito crítico	DB (mg/Kg/d)	DB/DNEAO
Diclorvós	0,08 aumento fígado (Monsanto, 1984) *	R, M, hiperplasia duto biliar	2,2	30
		R,M,inflamação da próstata	5,8	70
		R,F,inflamação duto biliar	8,9	100
		C,M, inflamação renal crônica	12	200
		C,F, inflamação renal crônica	20	300
		C,F, inflamação hepática crônica	49	600
		(NCI, 1977) *		
Paraquat	0,45 pneumonite crônica (Shell Chemical, 1967) *	Cc,M, pneumonite crônica	0,16	0,4
		Cc,F, pneumonite crônica (Chevron Chem, 1983)*	0,36	0,8
Pentaclofenol	3 doenças renais e hepáticas (Schwetz et al, 1978)*	R,M,pigmentação hepática*	28	9
		R,F, pigmentação hepática*	3,0	1
		R,F, pigmentação renal*	3,7	1,2
		C,F, basofilia hepática**	23	8
		C,M, , basofilia hepática**	24	8
		*Schwetz et al, 1978 * NTP, 1989		

Fonte : FARLAND & DOURSON, In COTHERN, 1993 - adaptado.

Nota: a DNEAO (dose de nenhum efeito adverso observado) utilizada como dose de referência especificada no Integrated Risk Information System, USEPA, em 20/07/91. Os valores podem ter mudado desde então.

b. Quando informações em ambos os sexos (M= macho, F= fêmea) e diferentes espécies (R= rato, C= camundongo, Cc = cão) estavam disponíveis, DBs (doses *benchmark*) foram estimadas.

* = estudos referenciados por FARLAND & DOURSON, IN COTHERN, 1993.

Figura 2 - Procedimento adotado para estimar os fatores de incerteza (WHO, 1994)

Nota: * = DNEAO obtida através estudos com animais de experimentação

** DNEAO obtida através estudos epidemiológicos

Ainda que para carcinógenos genotóxicos, assumam-se a probabilidade de ocorrência de dano em qualquer nível de exposição, vários métodos tem sido adotados para caracterizar a dose - resposta em exposições a baixas doses. A exemplo das abordagens utilizadas para os efeitos não neoplásicos, os modelos utilizados tendem a incorporar mais e mais os dados científicos disponíveis incluindo-se a mutagenicidade, os diferentes estágios do processo carcinogênico e o tempo de latência do tumor, toxicocinética e variações inter - individuais. Dada a complexidade do efeito crítico em questão várias proposições tem sido feitas, não se definindo até o momento o melhor modelo a ser adotado. Frequentemente, a formação do aduto de DNA é linear em doses muito baixas (POIRER e BELAND, 1987) e nesses casos, a extrapolação linear pode ser utilizada (WHO, 1999). É considerada, entretanto, muito conservadora, especialmente na ausência de informação sobre o mecanismo de ação tumorigênica (WHO, 1999).

A Canadian Environmental Protection Act - CEPA, citado por WHO (1999), tem adotado a dose ou concentração tumorigênica 5% (DT₅)- dose capaz de promover a formação de tumores em 5% da população estudada- como base para o desenvolvimento do Índice de Exposição ou Potência (IEP). O IEP é obtido dividindo-se a ingestão ou exposição diária estimada para o homem pela DT₅. Um valor de IEP de 10⁻⁶ representa uma diferença de 1 milhão de vezes entre a exposição humana e a porção inferior da curva dose - resposta de onde se extrapola o valor da DT₅. Qualquer modelo que se ajuste adequadamente aos dados empíricos é capaz de oferecer uma estimativa de DT₅ confiável.

Quando não houver evidências de linearidade para a resposta carcinogênica, a USEPA (1996) recomenda que se estime a margem de exposição, dividindo-se o valor equivalente ao limite de confiança superior (95%) da dose que promoveu uma resposta anormal em 10% da população estudada pela exposição ambiental de interesse.

A tendência, nos últimos anos, é a de aperfeiçoar as bases científicas da avaliação dose - resposta para genotóxicos e não genotóxicos incorporando informações sobre a toxicocinética e toxicodinâmica aos modelos matemáticos, uma

vez que a toxicidade de um dado xenobiótico é resultado da interação entre a substância ou seus produtos de biotransformação com estruturas ou moléculas biológicas.

O conhecimento de parâmetros fisiológicos, bioquímicos e experimentais permite o estabelecimento da quantidade de toxicante por período encontrada no sítio alvo ou órgãos específicos. Dentre os parâmetros fisiológicos inclui-se o fluxo sanguíneo, a ventilação pulmonar, o volume dos órgãos e as características do crescimento. Os coeficientes de partição, as constantes de ligação tissular, as velocidades de biotransformação, metabolismo e a depuração tissular são os parâmetros bioquímicos requeridos. Os parâmetros experimentais exigidos estão associados às vias e duração da exposição, horário adequado para a colheita de amostras tissulares e de excretas e os processos biológicos de injúria, reparo, progressão e expressão da toxicidade (ANDERSEN, 1995; YANG E COL., 1995).

Uma simulação da resposta do modelo pode ser testada contra os dados experimentais disponíveis. Se as predições desviam-se significativamente, alterações na estrutura modelar - consistente com os processos fisiológicos e biológicos - devem ser consideradas (ANDERSEN, 1995).

Esses modelos fisiológicos representam uma alternativa na extrapolação dos dados experimentais por predizerem a dose no tecido alvo para exposição às baixas concentrações do toxicante e em diferentes espécies, incluindo o homem. Tem sido, por esse motivo, utilizados na avaliação de risco de carcinogenicidade de algumas substâncias como o diclorometano.

O diclorometano é oxidado por enzimas do citocromo P₄₅₀ e conjugado com a glutatona pela catálise da enzima glutatona-S-transferase - GST. Baseados em estudos de mutagenicidade e na relação dose - resposta para a formação do tumor, a carcinogenicidade do diclorometano era presumivelmente associada aos produtos de biotransformação reativos formados via GST. Estas informações indicaram que o

modelo fisiológico para o diclorometano deveria enfocar a velocidade de conjugação com o glutathione.

O modelo considerou as vias oral e inalatória, a biotransformação nos tecidos alvo favorecendo o carcinoma e as diferenças interespecies quanto à toxicocinética, demonstrando que o ser humano é cerca de doze vezes mais suscetível que o camundongo e seis vezes mais suscetível que o rato para uma dose diária (mg/Kg/dia) do carcinógeno. A comparação dos dados obtidos através do modelo fisiológico com os derivados da extrapolação de dados evidenciou que o risco de exposição por ingestão ou inalação ao diclorometano foi superestimado pelo método antigo - extrapolação em 100 a 200 vezes (ANDERSEN, 1995).

YANG e col. (1995) utilizaram modelos fisiológicos para avaliar o risco na exposição à misturas de substâncias químicas demonstrando a habilidade do modelo em considerar as possíveis interações toxicocinéticas e toxicodinâmicas; identificar o perigo sem provocar sofrimento aos animais de experimentação; reduzir a aplicação de fatores de incerteza pela sua capacidade na extrapolação das doses e espécies. É claro que os modelos possuem incertezas intrínsecas à sua concepção e devem ser validados através de achados experimentais para serem utilizados como instrumentos de predição.

3.1.1.3. Caracterização da exposição

O objetivo da caracterização da exposição é determinar a natureza e extensão do contato entre o agente de interesse e determinada população. Para tanto, a concentração do toxicante e sua distribuição nas diferentes fases do meio ambiente, as populações de elevado e baixo risco, as contribuições químicas e físicas das várias fontes de emissão, os fatores intervenientes no transporte e distribuição desse agente no meio ambiente - bem como as vias de introdução no ser humano, a duração e frequência dessa exposição devem ser caracterizados (USNAS, 1983; WHO, 1999).

A quantificação da exposição pode ser efetuada medindo-se a concentração do toxicante no meio ambiente - no ar, água, solo ou em algum produto com o qual o homem entre em contato- ou a partir da dose interna, pós exposição, através de biomarcadores ou da determinação da carga corpórea desse agente tóxico (LAUWERYS e col., 1995; LOWRY, 1995; WHO,1999).

A monitorização biológica permite integrar a exposição através das diferentes vias de introdução, evitando as múltiplas determinações da concentração dos contaminantes nas diferentes fases do meio ambiente. Não obstante, apresenta algumas limitações para avaliar a dose interna na exposição a resíduos perigosos pela complexidade das misturas químicas encontradas nesses rejeitos. O uso de modelos fisiológicos baseados na toxicocinética e toxicodinâmica tem contribuído para o dimensionamento mais real da exposição (USNAS, 1983)

A exposição a determinado agente pode variar dependendo do local de moradia, da atividade profissional ou lazer e da faixa etária da população a ser analisada. A falta de informações que definam corretamente as características dessa exposição ou deficiências preditorias inerentes ao modelo adotado determinam incertezas nesta etapa da avaliação do risco (WHO,1993; 1999).

3.1.1.4. Caracterização do risco

É a avaliação e integração de todos os dados utilizados para verificar a natureza, relevância e, onde possível, a magnitude do risco ambiental e/ou humano, incluindo as incertezas que acompanham essa exposição específica; ou seja, a probabilidade de ocorrência de um dado efeito adverso em determinadas condições de exposição (WHO, 1999).

As decisões concernentes ao gerenciamento dos riscos são feitas com base na identificação do perigo, na caracterização da exposição e na análise do potencial risco desse impacto sobre indivíduos, grupos, populações e meio ambiente. Envolve considerações sócio - econômicas, políticas, avaliações dos binômios risco -

benefício e custo - benefício, no sentido de se estabelecer medidas ou ações que permitam reduzir os riscos observados. Reconhece-se como elementos importantes nessa tomada de decisões, a percepção e comunicação do risco.

Não se concebe a vida moderna sem o uso de substâncias químicas. Entretanto, apesar dos benefícios sociais, danos a saúde estão associados à exposição durante produção, utilização ou descarte de aproximadamente 100.000 substâncias químicas ou 4 milhões de misturas e formulações comercialmente disponíveis. Neste contexto, a avaliação e o gerenciamento dos riscos decorrente da exposição a esses agentes encontram-se dentre as prioridades do desenvolvimento sustentável, porém, em função desse número elevado e da concomitância de várias substâncias no organismo e/ou meio ambiente, as avaliações tornam-se complexas, dificultando as decisões a serem tomadas (WHO, 1999).

3.1.2. Percepção e comunicação do risco

O gerenciamento do risco é fundamentalmente uma questão de valores. De acordo com muitos pesquisadores, a causa fundamental das divergências sobre os riscos ambientais decorre da diferença de percepção entre os especialistas - analistas de risco - e o público (FISCHOFF e col., 1993; MORGAN, 1993; OLECKNO, 1993; SOKOLOWSKA e TYSZKA, 1995).

Estudos realizados demonstraram que as pessoas quando solicitadas para classificar as várias atividades e tecnologias em termo de risco, produziram listas cujas ordens não correspondiam exatamente à realidade. Como resultado, alguns analistas de risco concluíram que os conhecimentos da população eram inadequados e que suas opiniões não eram relevantes. Entretanto, quando solicitados para relacionar o perigo em termos do número de mortes ou danos causados/ano, o faziam muito bem.

Segundo NARDOCCI (1999), as pesquisas sobre como as pessoas julgam risco demonstraram que os eventos relatados como de maior probabilidade são os

mais recentes em suas mentes. Os riscos associados a maiores benefícios são os mais aceitos pela população e os eventos catastróficos e incontroláveis, aqueles que devem ser priorizados com relação à adoção de medidas para sua redução.

A população relaciona os riscos baseando-se no conhecimento do processo em questão, em quão equitativa é a distribuição do perigo, na facilidade em controlar a exposição e se o risco é assumido voluntariamente. Utiliza a intuição, os sentidos e as emoções. E por isso, muitas vezes, ocorrem diferenças na percepção do risco (NEIL e col., 1994).

Uma vez que o risco tenha sido identificado e analisado, a compreensão da percepção e da validação psicossocial da população é crítica. Como a população vê e avalia os riscos em particular determina qual das muitas alterações deve ser realizada. Portanto, as decisões a serem tomadas no gerenciamento de risco estão intrinsecamente relacionadas à percepção dos envolvidos, a população (MORGAN, 1993).

Vários autores recomendam a construção de modelos mentais (*mental models*) para avaliar a percepção do risco por auxiliarem o raciocínio da população e elucidarem os riscos e perigos decorrentes do emprego de diferentes tecnologias. Em essência, esses modelos são ferramentas cognitivas que permitem racionalizar e ordenar o que seria incompreensível e desordenado, determinando, por exemplo, quais são os fatores específicos que podem levar a população a acreditar que aquela exposição a um dado toxicante determine uma intoxicação aguda ou um dano sério e desconhecido à sua saúde (FISCHCOFF e col. 1993; MacGREGOR, 1996).

Assim, os sintomas causados por alguma doença, como uma gripe, podem ser incorretamente atribuídos à exposição química. Ou, os indivíduos experimentam uma série de alterações somáticas e as associam à exposição simplesmente porque esperam que isso ocorra, evidenciando que os processos psicológicos desempenham um papel importante na percepção do risco. Além desses fatores, o estresse e os sentidos - olfato e visão - também estão envolvidos na percepção dos efeitos

adversos decorrentes da exposição a agentes químicos (FISCHCOFF e col. 1993; MacGREGOR, 1996)

Os meios de comunicação tem um papel importante na percepção e comunicação do risco. Reportagens científicas aumentam o conhecimento da população sobre determinado assunto e por isso, devem ser criteriosas e não sensacionalistas. Não obstante, o nível de incerteza presente na ciência pode ser desconfortante e causar confusão na população. E quando o público julga que a comunidade científica não compreende um risco, a sua tendência é desconsiderar a opinião científica, aumentando a sua confiança em seus modelos mentais intuitivos. (MacGREGOR, 1996; NEIL e col., 1994). Não há diferença na preocupação quanto aos riscos ambientais em populações de países ricos e pobres.. O contexto econômico, entretanto, favorece a maior tolerância aos riscos nos países menos abastados (SOKOLOWSKA e TYSZKA, 1995).

A educação da população é fundamental no gerenciamento do risco. É necessário, entretanto, informar adequadamente essa população. A essência de uma boa comunicação do risco exige apreender o que a população já acredita, trabalhar a comunicação a partir deste conhecimento e das decisões que a população tem que enfrentar e então, submeter a mensagem resultante à cuidadosa avaliação (FISCHOFF e col., 1993; MORGAN, 1993; OLECKNO, 1993).

3.2. Risco biológico

A utilização, estudo, cultivo, produção ou modificação de microrganismos patogênicos selvagens - atenuados ou recombinados, amostras biológicas, culturas de células, material proveniente de biópsias e experimentação com animais representam as principais fontes de contaminação no laboratório clínico, toxicológico ou de pesquisa. Na maioria dos casos, a via de introdução não pode ser especificada, atribuindo-se a contaminação à inalação de aerossóis infectantes (PICOT e GRENOUILLET, 1995; PRÜSS, 1999).

Há uma particular preocupação quanto à infecção por vírus da imunodeficiência humana (HIV) e vírus da hepatite B e C, para os quais existem fortes evidências de transmissão via RSS. A existência de bactérias resistentes à antibióticos e desinfetantes químicos tem aumentado os riscos oriundos de uma manipulação inadequada desses resíduos. Foi demonstrado, por exemplo, que plasmídeos obtidos em laboratório e presentes nos RSS foram transferidos para bactérias *nativas* através do sistema de disposição dos rejeitos (PRÜSS, 1999).

O risco decorrente dos RSS está associado à saúde ocupacional de quem manipula estes resíduos, quando da execução da sua rotina de trabalho - como por exemplo, ferimento com agulha contaminada ou contato com sangue contaminado através de ferimentos das mãos; inalação de aerodispersóides durante o procedimento analítico ou provenientes do interior do saco de resíduos, no momento de fechá-lo - e ao meio ambiente, pela disposição inadequada em lixões a céu aberto ou até em cursos d'água, possibilitando a contaminação de mananciais e dos catadores, que podem até reutilizar ou vender embalagens descartadas (NAVA, 1996).

3.2.1- Avaliação do risco biológico

Os processos de tratamento da água de abastecimento têm contribuído para a diminuição da ocorrência de doenças infecciosas. Entretanto, quer pela ineficiência do processo de tratamento adotado na remoção de todos os patógenos presentes na água, quer pela contaminação após o tratamento ou até pelo não tratamento do suprimento contaminado, ainda se observa enfermidades cujos agentes etiológicos são veiculados através da ingestão de água (GERBA e ROSE, 1993).

A estimativa desse impacto é difícil de ser determinada epidemiologicamente uma vez que os níveis de exposição são muito baixos. Mesmo assim, a avaliação do risco biológico, envolvendo as quatro etapas já descritas para o risco químico, deve ser realizada.

Tomando-se, como exemplo, os vírus entéricos pode-se afirmar que essa presença na água representa um potencial para a infecção de indivíduos suscetíveis,

ainda que os surtos de enfermidades veiculadas pela água não tenham sido demonstrados para todos os vírus entéricos. Identifica-se, desta forma, o risco.

É importante caracterizar a concentração de contaminantes que afeta a saúde da população exposta - curva dose-resposta. Porém, nem todos os indivíduos infectados desenvolverão a doença. A probabilidade de desenvolvimento clínico da enfermidade, ao menos para o rotavírus, parece estar relacionada à dose que cada indivíduo ingere, ao tipo e linhagem do vírus, à idade do hospedeiro, ao seu estado nutricional e à imunidade pré-existente.

A determinação da dose infectante em animais e posterior extrapolação para o homem não é geralmente possível para agentes infecciosos, já que o homem é o único hospedeiro ou o hospedeiro primário. A maioria dos dados sobre doses infectantes foi gerado com vacinas virais atenuadas ou linhagens avirulentas cultivadas em laboratório, superestimando, com frequência, essas doses. Soma-se a isso, o fato dos estudos serem realizados, na maioria das vezes, com populações de indivíduos normais e saudáveis, reduzindo a probabilidade de infecção em doses baixas do vírus.

Os estudos realizados demonstraram que um pequeno número de vírus entéricos é capaz de causar infecção e doença no hospedeiro suscetível. Modelos para a extrapolação dos dados experimentais para concentrações reais são necessários para se estimar o risco na exposição à baixas doses desses vírus entéricos.

Quanto à caracterização da exposição, a principal via de infecção é a via oral, mas a inalação de aerossóis e o contato das mãos com águas e objetos contaminados podem ser também eficientes. Ao contrário do risco químico, indivíduos que não consomem a água contaminada podem estar em risco. A transmissão viral pode ocorrer de pessoa para pessoa ou pela contaminação dos fômites com os quais os não infectados entram em contato - disseminação secundária.

Os vírus entéricos humanos podem ser encontrados nas águas superficiais e profundas devido a descarga direta dos efluentes de esgoto nos rios e lagos ou de lodo, vazamentos das linhas de esgoto, utilização de esgoto nas terras cultiváveis, descarga de tanques sépticos, etc. A concentração e os tipos de vírus entéricos no esgoto variam de acordo com a época do ano, incidência de doenças naquela comunidade e de fatores socio-econômicos.

O tratamento do esgoto doméstico por sedimentação reduzirá o número de vírus na descarga mas não os eliminará mesmo após a desinfecção comum. Foram relatados concentrações virais de até 9000 PFU (unidade formadora de placa)/litro para efluentes sedimentados e de 0 a 750 PFU/litro para efluentes clorados. A concentração viral no efluente dependerá de como a planta de tratamento é operada, dos tipos de tratamento, da concentração de desinfetante, do tempo de contato, dentre outros.

Como caracterizar o risco de infecção? A probabilidade de ser infectado após a ingestão de diferentes concentrações de vírus entéricos foi estimada por GERBA & HASS (1988) citados por GERBA e ROSE (1993). Utilizaram um modelo exponencial modificado : $P = 1 - (1 + N/\beta)^{-\alpha}$

Onde: N= n.º organismos ingeridos/exposição

α e β representam os parâmetros caracterizantes da interação hospedeiro-vírus, sendo diferentes para cada espécie.

Assumindo-se que uma pessoa consuma 2 litros de água por dia, pode-se estimar a probabilidade de infecção durante aquele dia e tomando-se como constante a concentração viral diária, determinar o risco anual:

$$1 - (1 - P)^{365}$$

e o risco de contrair uma ou mais infecções ao longo da vida:

$$1 - (1 - P)^{2550}$$

A aplicação deste modelo permite estimar os riscos de infecção, desenvolvimento da doença ou óbito para diferentes níveis de exposição como

exemplificado na Tabela 6. A estimativa do risco de infecção por 1 rotavírus em 100 litros de água pode ser de aproximadamente 1:1000 para uma exposição diária única, elevando-se para 1:3 considerando o risco anual. Os riscos de morbidade e mortalidade também parecem ser significativos para exposições a baixas concentrações de rotavírus e do vírus da hepatite A na água potável.

Tabela 6 - Risco de infecção, morbidade e mortalidade para Rotavírus e vírus da Hepatite A

Concentração viral/100 l água	Rotavírus		Hepatite A	
	Diária	Anual	Diária	Anual
Infecção				
100	$9,6 \times 10^{-2}$	1,0	$1,8 \times 10^{-3}$	$5,1 \times 10^{-1}$
1	$1,2 \times 10^{-3}$	$3,6 \times 10^{-1}$	$1,2 \times 10^{-5}$	$4,4 \times 10^{-3}$
0,1	$1,2 \times 10^{-4}$	$4,4 \times 10^{-2}$	$1,8 \times 10^{-6}$	$6,6 \times 10^{-4}$
Doença				
100	$5,3 \times 10^{-2}$	$5,3 \times 10^{-1}$	$1,4 \times 10^{-3}$	$3,9 \times 10^{-1}$
1	$6,6 \times 10^{-4}$	$2,0 \times 10^{-1}$	$9,0 \times 10^{-6}$	$3,3 \times 10^{-3}$
0,1	$6,6 \times 10^{-5}$	$2,5 \times 10^{-2}$	$1,4 \times 10^{-6}$	$5,0 \times 10^{-4}$
Mortalidade				
100	$5,3 \times 10^{-6}$	$5,3 \times 10^{-5}$	$8,4 \times 10^{-5}$	$2,3 \times 10^{-2}$
1	$6,6 \times 10^{-8}$	$2,0 \times 10^{-5}$	$5,4 \times 10^{-8}$	$2,0 \times 10^{-5}$
0,1	$6,6 \times 10^{-9}$	$2,5 \times 10^{-6}$	$8,4 \times 10^{-9}$	$3,0 \times 10^{-6}$

Fonte: GERBA e ROSE (1993)

Recomenda-se que qualquer processo de tratamento de água deva assegurar à população um risco de infecção inferior a 1:10.000/ano ou seja menor que 1 para 1000 litros de água. A capacidade de remoção das plantas de tratamento deve atender essa recomendação considerando que os métodos de detecção geralmente apresentam menos de 50% de eficiência.

Não se deve subestimar o impacto da exposição em níveis baixos de contaminação, considerando-se os custos no tratamento das infecções. O custo de uma gastroenterite bacteriana leve, foi estimado, segundo os autores, em US\$ 221 por caso em 1987. Para os casos que exigiram consulta médica, o valor estimado foi de US\$ 680 e os hospitalizados, US\$ 4.350 por caso.

A avaliação do risco biológico é relativamente nova e requer melhor compreensão e análise uma vez que transmissões secundárias e até terciárias ocorrem atingindo indivíduos não infectados pelo consumo de água contaminada. Para minimização desse risco, desinfetantes químicos tem sido adicionados à água favorecendo a formação de trihalometanos, e gerando um risco químico. O risco resultante da formação de sub-produtos tóxicos na água não deve ser maior do que o risco biológico. Como comparar estes riscos? Qual a abordagem adequada para essa comparação: através da mortalidade, da morbidade e custo no tratamento?. Várias dúvidas persistem ainda, porém, é inquestionável a aplicabilidade da avaliação do risco biológico no gerenciamento dos processos de tratamento e disposição de resíduos de serviços de saúde.

3.3 Minimização dos riscos

Os riscos decorrentes da exposição a agentes infectantes ou a substâncias químicas em laboratórios podem ser reduzidos através da adoção de procedimentos adequados e do treinamento dos envolvidos.

Com relação às substâncias químicas, deve-se observar as Boas Práticas de Laboratório evitando-se a inalação, ingestão e o contato com a pele e mucosa ocular destas substâncias. Para tanto, é inadequado comer, beber e fumar ou pipetar diretamente com a boca as substâncias químicas perigosas. O uso de avental, luvas adequadas, máscaras, óculos ou, protetores faciais são recomendados. A manipulação de substâncias voláteis ou reconhecidamente tóxicas ou ainda, de toxicidade desconhecida dever ser realizada em capelas químicas (FURS, 1993; NRC, 1995; PICOT e GRENOUILLET, 1995; STRICOFF e WALTERS, 1995).

Quanto aos agentes infectantes, os procedimentos adotados dependem da classificação do laboratório. Nesta classificação, leva-se em consideração tanto o risco para o analista como o risco para a comunidade e meio ambiente determinados pela patogenicidade e virulência do microorganismo, sua resistência, modo de contaminação, existência de prevenção ou tratamento da doença e condições de

manipulação (MICHIGAN STATE UNIVERSITY, 1999a; PICOT e GRENOUILLET, 1995; SANCHEZ, 1998*; STRICOFF e WALTERS, 1995).

O modo de transmissão e a presença de hospedeiros suscetíveis estão condicionados aos níveis de imunidade, à densidade populacional, a presença de vetores apropriados e aos procedimentos de higiene ambiental. Quanto às medidas de prevenção destacam-se as profiláticas, como as vacinas, as medidas de saneamento básico, a eliminação de reservatórios de artrópodes vetores e a restrição da importação de animais ou produto de animais infectados. A disponibilidade de tratamento compreende a imunização passiva e vacinação, antibiótico e quimioterapia, considerando-se a possibilidade do desenvolvimento de cepas resistentes (SANCHEZ, 1998).

Os laboratórios classe 1 são aqueles que manipulam microorganismos não patogênicos, como por exemplo, a *Escherichia coli*. Os classe 2 incluem microorganismos de risco moderado ao operador mas limitado e pequeno risco para a comunidade. Existe tratamento preventivo - vacinação. Alguns exemplos: *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Corynebacterium diptheriae*, *Candida albicans*, *Entamoeba histolytica*, *Schistosoma* (FURS, 1993; MICHIGAN STATE UNIVERSITY, 1999a; PICOT e GRENOUILLET, 1995; SANCHEZ, 1998).

Os microorganismos manipulados em laboratórios classe 3 são aqueles querepresentam um sério risco para o manipulador e um risco moderado para a comunidade. Tratamentos profiláticos existem algumas vezes. São exemplos: *Chlamydia psittacci*, *Mycobacterium tuberculosis*, vírus da hepatite B, não A e não B, Herpes B, HTLV 1 e 2 , HIV, febre amarela e dengue, *Blastomycoces dermatioli*, *Leishmania*, *Toxoplasma gondii*, *Trypanosoma cruzi*. Os Laboratórios classe 4 manipulam microorganismos que apresentam sério risco para o analista e para a comunidade. Não existe tratamento e o risco de propagação é elevado. Vírus Lassa, Marrupo, Crimeia, febre hemorrágicas do Congo e o parasita *Nagleria fowleri* são

* Sanchez PS. **Biossegurança em laboratórios microbiológicos**. São Paulo: 1998.(apostila).

alguns exemplos (FURS, 1993; MICHIGAN STATE UNIVERSITY, 1999a; PICOT e GRENOUILLET, 1995; SANCHEZ, 1998).

Os procedimentos básicos são: proibição de pipetar com a boca, comer, beber, fumar ou guardar alimentos nas geladeiras e congeladores do laboratório; limitar ou restringir o acesso ao laboratório; descontaminar as superfícies de trabalho diariamente ou após derramamento de material viável; lavar as mãos após manipulação de material biológico, dos animais e antes de deixar o laboratório; minimizar a formação de aerossóis (MICHIGAN STATE UNIVERSITY, 1999a; PICOT e GRENOUILLET, 1995; SANCHEZ, 1998; STRICOFF e WALTERS, 1995).

Os laboratórios - biossegurança nível 1 e 2, devem utilizar adequadamente seringas e agulhas e avental e luvas como equipamentos de proteção. Para os laboratórios - biossegurança nível 3, as recomendações incluem o uso de equipamentos de proteção especiais como aventais de plástico e máscaras cirúrgicas e a manipulação em capelas de fluxo laminar. Os Classe 4 exigem um vestiário na entrada do laboratório e saída após ducha de descontaminação e transferência do material, acessórios e vestimentas para sala de fumigação (MICHIGAN STATE UNIVERSITY, 1999a; PICOT e GRENOUILLET, 1995; SANCHEZ, 1998; STRICOFF e WALTERS, 1995).

Além de procedimentos de rotina, o pessoal dos laboratórios químico e biológicos deve estar preparado para situações de emergência. Devem ser treinados para notificar um incêndio, dano, derramamento de substância química; conhecer a localização dos equipamentos de emergência como chuveiros, lava - olhos, extintores e acessórios para a contenção de derramamentos e das saídas para evacuação do laboratório. Estas informações devem constar dos procedimentos de emergência do laboratório e da Instituição (FURS, 1993; NRC, 1995)

Em caso de acidente o pessoal que trabalha no laboratório deve ser notificado para que, na eventualidade da liberação de vapores tóxicos, estes possam evacuar rapidamente o local. O local onde são guardadas as fichas de segurança de cada produto químico deve ser conhecido para que os procedimentos adequados de

emergência possam ser adotados quando um indivíduo é contaminado pela substância química.

Cada laboratório deve manter um Kit para controlar as situações de derramamento. Várias substâncias podem ser utilizadas:

- vermiculita, areia e outros materiais inertes disponíveis comercialmente. Papel não é um material inerte e não deve ser utilizado para limpeza de agentes oxidantes como o ácido nítrico;
- agentes neutralizantes para derramamento de ácidos como carbonato ou bicarbonato de sódio;
- agentes neutralizantes para derramamento de alcalis como bissulfato de sódio ou ácido cítrico;
- desinfetantes químicos, no caso de resíduos infectantes.

Além de equipamento de proteção individual como, luvas, óculos, pró-pés, o derramamento de substâncias altamente tóxicas exige pessoal adequadamente treinado. A ocorrência de qualquer incidente deve ser notificada (CUTHEL, 1993; NRC, 1995; PRÜSS, 1999).

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Analisar os procedimentos de descarte de resíduos de laboratório em três instituições públicas, visando oferecer subsídios para a adoção de procedimentos de disposição de resíduos de laboratório.

4.2 Objetivos Específicos

- Identificar tipos e quantidades de resíduos produzidos nas Instituições avaliadas, em situações de rotina;
- Identificar os procedimentos a serem adotados na manipulação e descarte dos resíduos gerados em situações de emergência nas Instituições avaliadas;
- Analisar procedimentos adotados após a classificação dos resíduos segundo as exigências legais e com base no conhecimento do estado da arte quanto às medidas de segurança, tratamento e disposição final de cada resíduo perigoso produzido;
- Verificar a percepção do corpo funcional técnico e científico quanto à necessidade do correto descarte dos resíduos gerados;
- Discutir possíveis impactos dos resíduos perigosos gerados sobre a saúde humana;
- Avaliar as dificuldades na implantação do programa institucional de gerenciamento relacionadas à complexidade do processo e ao envolvimento dos funcionários.

5. METODOLOGIA

5.1. População estudada

Este estudo descritivo foi conduzido em três Instituições Públicas constituídas por laboratórios que realizam análises de forma rotineira, laboratórios de pesquisa e acadêmicos, doravante designadas Instituição A, Instituição B e Instituição C. Somente as Instituições A e B apresentam programa de gerenciamento de resíduos já implantado ou em fase de implantação.

Cada unidade de estudo - Instituição A, B ou C - realiza, tanto intra como inter institucionalmente, determinações analíticas caracteristicamente diferentes quanto à matriz analisada (fluidos biológicos, alimentos, fármacos, líquidos, pós, dentre outros), bem como quanto a finalidade dessa análise.

A Instituição A possui mais de mil funcionários, dos quais, estão sediados na capital, 216 (duzentos e dezesseis) analistas de nível superior e 73 (setenta e três) de nível médio. Encontra-se dividida em quatro departamentos que abrigam 45 (quarenta e cinco) laboratórios e um setor de lavagem e descontaminação de material e resíduos biológicos e um biotério.

A Instituição B é composta por 72 (setenta e dois) docentes, 19 (dezenove) técnicos de nível superior e 37 (trinta e sete) técnicos de nível médio. Também se apresenta dividida em quatro departamentos, com 28 (vinte e oito) laboratórios e um biotério, o qual encontrava-se em reforma no momento da coleta dos dados. Incluiu-se na população de estudo pós-graduandos e estagiários de iniciação científica indicados por cada um dos docentes e que puderam ser localizados durante o período de coleta de dados. Esses elementos foram incluídos por realizarem trabalho efetivo nas instalações enfocadas.

A Instituição C é composta por diversos departamentos, mas somente dois deles apresentam laboratórios, num total de cinco, os quais constituem objeto desta

pesquisa. Apresentam 41 (quarenta e um) técnicos de nível superior e 14 (quatorze) de nível médio desempenhando suas funções nesses laboratórios.

Visando a minuciosa caracterização das populações de estudo, foram entrevistados, após agendamento prévio, individualmente e em seu local de trabalho: um representante da comissão de gerenciamento de resíduos e todos os responsáveis por cada laboratório, utilizando-se o roteiro de entrevistas apresentados nos anexos 10 e 11, respectivamente. Na Instituição C, entrevistou-se somente três dos responsáveis pelos cinco laboratórios; em um deles, pela indisponibilidade na agenda durante os dois meses em que ali se coletou dados e no outro, pelo fato da chefia encontrar-se em fase de substituição.

5.2. Levantamento dos resíduos gerados e dos procedimentos adotados para o descarte em situações de rotina

Os resíduos gerados foram levantados através das entrevistas, previamente agendadas, realizadas com os responsáveis e docentes dos diferentes laboratórios de cada Instituição estudada e através de uma amostra aleatória dos analistas, pós-graduandos e estagiários por eles indicados. Os anexos 11 e 12 apresentam os roteiros de entrevistas utilizados. Durante as entrevistas, quando disponível, utilizou-se os procedimentos operacionais padrão (POPs) para cada método analítico empregado, objetivando a identificação mais acurada dos resíduos produzidos.

As informações coletadas permitiram verificar o descarte empregado para os resíduos gerados em situação de rotina e constituem os dados primários obtidos neste estudo, fundamentando as demais inferências.

5.3. Levantamento dos procedimentos a serem adotados na manipulação e descarte dos resíduos gerados em situação de emergência nas Instituições estudadas

O conhecimento dos procedimentos a serem adotados em situações de emergência - incêndio, explosão, derramamento e possíveis incompatibilidades, foi avaliado através das questões abertas formuladas nas entrevistas, realizadas com os responsáveis e docente de cada laboratório e analistas e pós-graduandos, bem como através do questionário aplicado aos demais analistas dessas instituições, que aderiram voluntariamente à solicitação. Estes questionários, mais simplificados, foram entregues a cada funcionário para posterior preenchimento em período que lhe fosse mais conveniente, fixando-se uma data para seu recolhimento. Solicitou-se que esse preenchimento fosse feito individualmente. O roteiro das entrevistas e questionários utilizados encontram-se nos anexos 11, 12 e 13.

O conhecimento das medidas a serem adotadas nas referidas situações de emergência foi realizado primordialmente de forma espontânea, considerando-se também as respostas induzidas quando não houve tal possibilidade.

5.4. O estado da arte quanto ao gerenciamento dos resíduos gerados.

As condutas tecnicamente recomendadas quanto à problemática de resíduos de laboratório, gerados em situação de rotina e emergência, foram obtidas através de exaustiva revisão bibliográfica. Enfocou-se o tratamento a ser empregado para redução da periculosidade de determinado resíduo e respectivo custo, as medidas de segurança a serem adotadas em caso de incêndio e derramamento e, ainda, a observação da compatibilidade das substâncias manipuladas para a minimização da probabilidade de ocorrência de acidentes.

5.5. Análise dos dados obtidos

Os dados coletados foram analisados quanto aos resíduos gerados e os procedimentos de descarte adotados e quanto as respostas às diferentes questões formuladas nas entrevistas e questionários para avaliação da percepção e condutas em diferentes situações do cotidiano do laboratório.

5.5.1. Procedimentos de descarte adotados

Os procedimentos de descarte adotados foram analisados para as situações de rotina e emergência.

5.5.1.1. Situação de rotina

Os dados coletados foram divididos em duas categorias: resíduos infectantes e resíduos especiais. Para os resíduos especiais, listaram-se as substâncias químicas e radioativas manipuladas em cada Instituição estudada, segundo as suas características. As substâncias químicas foram classificadas em perigosas e não-perigosas dependendo de suas propriedades: inflamabilidade, reatividade, corrosividade e toxicidade, de acordo com a NBr 10.004. Foram classificados como não perigosas aquelas que não apresentam nenhuma das características mencionadas.

Na maioria das vezes, os resíduos gerados consistem de misturas de substâncias químicas ou misturas de resíduos - químico e infectante ou químico e radioativo. A presença de uma substância perigosa, radioativa ou infectante na mistura confere periculosidade ao resíduo gerado, exigindo um procedimento distinto para o seu correto descarte. Para facilitar a identificação das substâncias que conferem periculosidade aos resíduos produzidos, os dados coletados foram tabulados por substância química e não por resíduo gerado, permitindo a caracterização da periculosidade daquele ou de qualquer outro resíduo. Para efeito de tabulação, optou-se pela discriminação da substância e citação do volume gerado e da mistura que integrava.

O volume de resíduos gerados foi expresso em litro ou mililitro/mês de líquido concentrado ou em grama ou miligrama/mês de sólido utilizado, recalculando-se os volumes considerando as concentrações das soluções manipuladas e o peso molecular dos sais e do íon envolvido.

Os corantes, muitos deles suspeitos de carcinogenicidade ou teratogenicidade, foram listados em separado visto que a Portaria CVS-01/2000 considera os resíduos contendo essas substâncias como perigosos.

Através do estado da arte estabelecido para cada resíduo perigoso gerado, considerando o tratamento e disposição recomendados, avaliou-se o procedimento de descarte rotineiramente empregado nessas instituições de estudo.

5.5.1.2. Situação de emergência

A análise do procedimento adotado nas situações de emergência foi efetuada por comparação com os procedimentos considerados de excelência e relatados na literatura consultada.

5.5.2. Referente à entrada e análise estatística dos dados coletados

O banco de dados foi construído a partir dos instrumentos de coleta de informação empregados (entrevistas e questionários), utilizando-se o EPI-INFO - versão 6.04 b (CDC - WHO, 1997). Após o levantamento dos resíduos gerados em cada instituição estudada e do confronto do procedimento adotado frente às exigências legais e ao estado da arte - considerando as situações de rotina e emergência, julgou-se o descarte realizado. Foi estabelecido, então, se o procedimento adotado era correto ou incorreto, para as situações mencionadas, observando cada categoria de material manipulado. Sendo assim, um mesmo indivíduo, por manipular diferentes categorias de materiais e pela diversidade no procedimento adotado em função do material a ser descartado, foi introduzido no banco de dados tantas vezes quanto o número de categorias de materiais por ele

manipulado. Por conseguinte, o banco construído tem 866 entradas correspondentes às 281 entrevistas e questionários realizados.

Foram levantados os dados para as seguintes variáveis :

♦ **Variável dependente:** procedimento de descarte (correto e incorreto).

Avaliado em duas situações: rotina e emergência.

♦ **Variáveis independentes:**

- ◇ Instituição estudada: A, B, C.
- ◇ Laboratórios estudados em cada uma das Instituições
- ◇ Departamento ou divisão onde se encontram os laboratórios
- ◇ Número de funcionários de cada laboratório avaliado
- ◇ Formação do funcionário
- ◇ Tempo de formado
- ◇ Tempo na função
- ◇ Existência de programa de gerenciamento de resíduos
- ◇ Categoria do material manipulado:
- ◇ Conhecimento dos dados toxicológicos de cada substância manipulada
- ◇ Existência de programa educacional
- ◇ Conhecimento das etapas do gerenciamento
- ◇ Existência de treinamento para situações de emergência (institucional)
- ◇ Existência de programa de treinamento para situações de emergência (percepção individual)
- ◇ Existência de programa de treinamento para o descarte das substâncias/materiais manipulados
- ◇ Realização de treinamento para lidar com situações de emergência (resposta individual)
- ◇ Dificuldades introduzidas pelo gerenciamento (percepção individual)

- ◇ Sexo
- ◇ Idade
- ◇ Importância do gerenciamento de resíduos
- ◇ Descarte realizado atende as necessidades do laboratório
- ◇ Lavagem da vidraria com solução sulfocrômica
- ◇ Relevância da toxicidade da substância manipulada e descarte a ser adotado quando da validação de uma nova metodologia
- ◇ Fichas de segurança dos produtos manipulados
- ◇ Uso de equipamentos de proteção individual
- ◇ Procedimentos operacionais padrão para as medidas de segurança necessárias para a realização das análises

Foi verificada a associação entre cada variável de interesse (independente) e o procedimento de descarte adotado, nas situações de rotina e emergência, através do χ^2 .

O modelo de regressão logística foi utilizado para avaliar a associação entre as variáveis independentes e o procedimento de descarte dos resíduos gerados nos laboratórios das instituições estudadas, inferindo-se o peso das variáveis selecionadas na percepção dos envolvidos quanto à correta disposição. Nesse estudo foi empregado o pacote estatístico STATA - *Statistics Data Analysis*, versão 6.0 (STATA CORPORATION, 1999).

5.6. Verificação da percepção do corpo funcional

Os fatores associados à percepção dos funcionários dos laboratórios quanto ao correto procedimento de descarte dos resíduos gerados, em situação de rotina e emergência - derramamento - foram estabelecidos por critérios próprios por não se encontrar qualquer referência na literatura sobre o tema. As informações necessárias foram obtidas através das entrevistas realizadas e através da aplicação do questionário. Esses roteiros encontram-se nos anexos 11, 12 e 13.

As variáveis abordadas, apresentadas no item 5.5.2., foram formuladas com base em hipóteses de percepção levadas pela observação de dados reais, como por exemplo: formação do funcionário, tempo de formado, tempo na função, existência de programa educacional, e outras.

5.7. Discussão dos possíveis impactos dos resíduos identificados sobre a saúde humana

A revisão da literatura enfocou os resíduos perigosos, atendo-se tanto à exposição ocupacional como à ambiental. Os dados levantados foram analisados em nível teórico, sem que se pretendesse a avaliação precisa da exposição ocupacional e ambiental. Assim, os dados foram considerados com base em estudos publicados que contemplaram as condições de exposição.

5.8. Avaliação do envolvimento institucional em programa de gerenciamento de resíduos

O programa de gerenciamento nas Instituições onde o mesmo está implantado, as dificuldades em sua implantação e os procedimentos de descarte adotados foi obtido através de entrevistas com o representante da Comissão de gerenciamento de resíduos, com os responsáveis, coordenadores e técnicos de cada laboratório. Os resultados desse levantamento foram cotejados com o estado da arte quanto à disposição dos resíduos levantados, nas situações de rotina e emergência.

6. QUESTÕES ÉTICAS

As instituições estudadas foram previamente contatadas e informadas sobre o objetivo da pesquisa e o caráter confidencial das informações recebidas.

Todos os participantes da pesquisa também foram instruídos sobre seus objetivos, assinando um termo de consentimento informado (anexo 14).

7. RESULTADOS

7.1 População estudada

Dos 280 funcionários da Instituição A, sediados na capital, foram entrevistados 74 (setenta e quatro) funcionários: 70 (setenta) de nível superior e 4 (quatro) de nível médio) e 48 (quarenta e oito) responderam ao questionário: 32 (trinta e dois) de nível superior e 16(dezesseis) de nível médio. Destes 87,7% eram do sexo feminino, com faixa etária entre 24 a 63 anos, tempo de formado entre 1 a 40 anos e tempo na função entre 6 meses a 33 anos.

Na Instituição de ensino e pesquisa, Instituição B, foram entrevistados 50 docentes, 10 técnicos de nível superior, 13 técnicos de nível médio, 14 pós-graduandos e 4 estagiários de iniciação científica. Responderam ao questionário: 1 técnico de nível superior, 5 técnicos de nível médio, 24 pós-graduandos e 1 estagiário de iniciação científica. Nesta população, 72,9% eram do sexo feminino, apresentaram faixa etária entre 20 a 64 anos, tempo de formado entre 6 meses a 36 anos e tempo na função entre 6 meses a 34 anos.

Na Instituição C foram entrevistados 27 funcionários sendo apenas 4 técnicos de nível médio. Responderam ao questionário 10 analistas de nível superior. Esta população também se apresentou preponderantemente feminina, 81%, com faixa etária entre 31 a 51 anos, tempo de formado entre 7 a 26 anos e tempo na função entre 6 meses a 24 anos.

7.2. Levantamento dos resíduos gerados

Como descrito no item 5.2, os resíduos produzidos nas instituições de estudo foram classificados em especiais e infectantes. Os resíduos especiais foram subdivididos nas seguintes categorias: inflamável, corrosivo, reativo, tóxico, resíduos contendo substâncias radioativas, medicamentos e corantes.

Para permitir a melhor compreensão dos resíduos gerados nessas instituições e das matrizes manipuladas, os resíduos não perigosos também foram tabulados e as diferentes matrizes analisadas foram discriminadas.

7.2.1. Resíduos especiais

7.2.1.1. Resíduos contendo substâncias inflamáveis

As tabelas A-13, A-14 e A-15 do anexo 15, identificado pela cor vermelha, apresentam os resíduos contendo substâncias químicas, classificadas como inflamáveis segundo a NBr 10.004, gerados pelas instituições de estudo, respectivamente, Instituição A, B e C. Nestas tabelas estão discriminados a substância inflamável, seu volume mensal utilizado, o procedimento de descarte adotado, detalhando-se, na medida do possível, a composição da mistura onde se encontra. A tabela abaixo exemplifica a apresentação adotada no anexo em referência.

Tabela - Exemplos de resíduos contendo substâncias classificadas como inflamáveis gerados pela Instituição A e descarte adotado.

Substância	Volume	Descarte adotado
Acetato de etila	6100 ml/m	5300 ml/m - segregados sendo 5000 ml/m em mistura com sulfato de cobre ou amônia e 300 ml/m em mistura com tolueno e ácido fórmico, 120 ml/m segregado em mistura a acetonitrila e água (70:10:30 de acetato de etila); 680 ml/m - evaporados em capela química em mistura com metanol e hidróxido de amônia.
Acetona	8300 ml/m	4450 ml/m segregados para a comissão de gerenciamento sendo que 500 ml/m em mistura com água, 350 ml/m em mistura com resíduos de praguicidas organofosforados, clorados e cumarínicos e 100 ml/m em mistura com o clorofórmio; 600 ml/m são reutilizados (não há descarte). O restante descartado na rede de esgoto sendo que 1300 ml/m diluídos com hipoclorito e destes, 100 ml/m são ainda autoclavados antes do descarte.

A comparação entre o volume das principais substâncias inflamáveis geradas pelas Instituições de estudo está ilustrada na Figura 3.

Figura 3- Principais Substâncias inflamáveis utilizadas pelas Instituições estudadas no município de São Paulo, no período de julho de 1999 a fevereiro de 2000.

Para esta categoria de substância química manipulada - inflamável, verifica-se que, nas instituições onde há um programa de gerenciamento implantado, 43,9 % e 55,6 % desses resíduos produzidos, respectivamente, na Instituição A e B, são descartados corretamente. Na Instituição C, 100,0% dos resíduos contendo substâncias inflamáveis são dispostos inadequadamente, como evidencia a Tabela 7.

Tabela 7 - Característica do procedimento de descarte de substâncias inflamáveis, adotado em situação de rotina, segundo a Instituição de estudo

Descarte de Substâncias inflamáveis	Instituição							
	A		B		C		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Correto	36	43,9	50	55,6	0	0,0	86	43,2
Incorreto	46	56,1	40	44,4	27	100,0	113	56,8
Total	82	41,2	90	45,2	27	13,6	199	100,0

$$\chi^2 = 26,125$$

$$p = 0,000002$$

Dependendo do departamento/divisão de cada uma das Instituições de estudo, os procedimentos de descarte adotados apresentam-se como ilustrado na Tabela 8.

Tabela 8 - Característica do procedimento de descarte adotado para os resíduos contendo substâncias inflamáveis, em situação de rotina, segundo o departamento/divisão de cada Instituição de estudo

Depto/ Divisão - Instituição	Procedimento de descarte					
	Correto		Incorreto		Total	
	N	%	N	%	N	%
Depto 1-A	11	26,8	30	73,2	41	20,6
Depto 2- A	19	61,3	12	38,7	31	15,6
Depto 3- A	6	66,7	3	33,3	9	4,5
Depto 4-A	0	0,0	1	100,0	1	0,5
Depto 1- B	9	39,1	14	60,9	23	11,6
Depto 2- B	26	86,7	4	13,3	30	15,1
Depto 3- B	13	39,4	20	60,5	33	16,6
Depto 4- B	2	50,0	2	50,0	4	2,0
Depto 1- C	0	0,0	21	100,0	21	10,6
Depto 2- C	0	0,0	6	100,0	6	3,0
Total	86	43,2	113	56,8	199	100,0

$$\chi^2 = 55,45$$

$$p = 0,00000000$$

A Tabela 9 demonstra a correlação entre a formação do indivíduo e o procedimento de disposição adotado quanto aos resíduos inflamáveis. Da população estudada, considerando-se a manipulação desta categoria de substância, 44,7% são farmacêuticos e destes 50,6 % dispõem corretamente esses resíduos gerados.

Tabela 9- Característica do procedimento de disposição rotineiramente adotado para os resíduos inflamáveis, segundo a formação dos funcionários

Formação dos funcionários	Procedimento de descarte						$\chi^2 = 12,69$ $p = 0,048221$
	correto		incorreto		Total		
	N	%	N	%	N	%	
Químico	15	60,0	10	40,0	25	12,6	
Farmacêutico	45	50,6	44	49,4	89	44,7	
Biólogo	8	29,6	19	70,4	27	13,6	
Biomédico	2	15,4	11	84,6	13	6,5	
Outros profissionais da área da saúde	2	25,0	6	75,0	8	4,0	
Outros profissionais da área de exatas	4	44,4	5	55,6	9	4,5	
Técnico nível médio	10	35,7	18	64,3	28	14,1	
Total	86	43,2	113	56,8	199	100,0	

As associações entre o procedimento de descarte empregado e o tempo de formado e tempo na função não se mostraram estatisticamente significativas ($\chi^2 = 2,14$, $p = 0,829727$ e $\chi^2 = 0,30$, $p = 0,997728$, respectivamente). Observa-se, no entanto, que o grupo mais representativo da amostra foi constituído por funcionários formados entre 6 e 10 anos ou que encontravam-se na função durante o mesmo período de tempo (Tabelas 10 e 11).

Tabela 10- Característica do procedimento de disposição rotineiramente adotado para os resíduos inflamáveis, segundo o tempo de formado dos funcionários

Tempo de Formado dos funcionários	Descarte					
	correto		incorreto		Total	
	N	%	N	%	N	%
0,5 - 5 anos	4	50,0	4	50,0	8	4,0
6 - 10 anos	24	48,0	26	52,0	50	25,1
11 - 15 anos	12	35,2	22	34,7	34	17,1
16 - 20 anos	18	42,9	24	57,1	42	21,1
20 - 25 anos	17	39,5	26	60,5	43	21,6
26 - 40 anos	11	50,0	11	50,0	22	11,1
Total	86	43,2	113	56,8	199	100,0

Tabela 11- Característica do procedimento de disposição rotineiramente adotado para os resíduos inflamáveis, segundo o tempo na função

Tempo na função	Descarte					
	correto		incorreto		Total	
	N	%	N	%	N	%
0,5 - 5 anos	5	45,5	6	54,5	11	5,5
6 - 10 anos	37	43,0	49	57,0	86	43,2
11 - 15 anos	18	45,0	22	55,0	40	20,1
16 - 20 anos	11	40,7	16	59,3	27	13,6
20 - 25 anos	12	41,4	17	58,6	29	14,6
26 - 40 anos	3	50,0	3	50,0	6	3,0
Total	86	43,2	113	56,8	199	100,0

A associação entre a variável dependente, procedimento de descarte adotado para os resíduos contendo substâncias inflamáveis e a variável independente, existência de programa de gerenciamento de resíduos, é estatisticamente significativa. A Tabela 12 evidencia que a não existência de um programa de descarte institucionalizado leva a disposição incorreta de resíduos contendo

substâncias inflamáveis, todavia, a sua existência não garante um procedimento correto em 100,0% dos casos.

Tabela 12 - Tipo de procedimento de descarte rotineiramente empregado para Os resíduos contendo substâncias inflamáveis, segundo a existência de programa de descarte institucionalizado

Existência de Programa de descarte	Descarte						$\chi^2 = 20,78$ p= 0,000005
	Correto		Incorreto		Total		
	N	%	N	%	N	%	
sim	86	49,7	87	50,3	173	86,9	
não	0	100,0	26	100,0	26	13,1	
Total	86	43,2	113	56,8	199	100,0	

O conhecimento dos dados toxicológicos da substância manipulada não favoreceu o correto descarte de resíduos contendo substâncias inflamáveis, como ilustrado na Tabela 13. As Tabelas 14 e 15 evidenciaram a inexistência da compreensão da complexidade dos procedimentos de descarte e de um programa educacional institucionalizado para esclarecer o corpo funcional quanto aos procedimentos para o correto descarte dos resíduos gerados.

Tabela 13 - Tipo de procedimento de descarte rotineiramente adotado para os resíduos inflamáveis, segundo o conhecimento dos dados toxicológicos da substância manipulada

Conhecimento dos dados toxicológicos da substância manipulada	Descarte						$\chi^2 = 2,03$ $p = 0,153902$
	Correto		Incorreto		Total		
	N	%	N	%	N	%	
sim	85	44,5	106	55,5	191	96,0	
não	01	12,5	07	87,5	8	4,0	
Total	86	43,2	113	56,8	199	100,0	

Tabela 14 - Tipo de procedimento de descarte rotineiramente adotado para os resíduos inflamáveis, segundo a compreensão da complexidade desses procedimentos

Compreensão complexidade procedimentos de descarte	Descarte					
	Correto		Incorreto		Total	
	N	%	N	%	N	%
sim	1	100,0	0	0,0	1	0,5
não	85	42,9	113	57,1	198	99,5
Total	86	43,2	113	56,8	199	100,0

$$\chi^2 = 0,02$$

$$p = 0,890801$$

Tabela 15- Tipo de procedimento de descarte rotineiramente adotado para os resíduos inflamáveis, segundo a existência de programa educacional institucionalizado

Existência de programa educacional	Descarte					
	Correto		Incorreto		Total	
	N	%	N	%	N	%
sim	0	0,0	0	0,0	0	0,0
não	86	43,2	113	56,8	199	100,0
Total	86	43,2	113	56,8	199	100,0

$$\chi^2 = 0,0$$

$$p = 1,000000$$

A existência de treinamento para o correto descarte, segundo a percepção da população estudada, não determinou associação estatisticamente significativa com o procedimento de disposição adotado, como mostra a Tabela 16.

Tabela 16- Tipo de procedimento de descarte rotineiramente adotado para os resíduos inflamáveis, segundo a existência de treinamento para a correta disposição desses resíduos

Treino para o correto descarte	Descarte					
	Correto		Incorreto		Total	
	N	%	N	%	N	%
Sim	32	46,4	37	53,6	69	34,7
Não	54	41,5	76	58,5	130	65,3
Total	86	43,2	113	56,8	199	100,0

$$\chi^2 = 0,26$$

$$p = 0,613275$$

7.2.1.2. Resíduos contendo substâncias Corrosivas

As Tabelas A-16, A-17 e A-18 do anexo 16, indicado pela cor cinza, apresentam os resíduos corrosivos gerados, respectivamente, pelas Instituições A, B e C, seu volume e o procedimento de descarte adotado para a substância assim classificada ou para a mistura onde se encontra. A Tabela abaixo exemplifica os resultados apresentados no referido anexo.

Tabela - Exemplo de resíduos contendo substâncias classificadas como corrosivas gerados pela Instituição A e o descarte adotado

Substância	Volume	Descarte adotado
Ácido acético	3265 ml/m (concentrado)	<p>Rede de esgoto - cerca de 1800 ml/m em mistura com o clorofórmio, ácido acético, iodeto de potássio, amido e tiosulfato de sódio; cerca de 420 ml do concentrado como soluções diluídas 5 a 7% em mistura com iodeto e tiosulfato de sódio; 400 mL/m em mistura com metanol e água; 50 ml/m do concentrado em mistura com ponceau; 60 mL/m em mistura com formaldeído oxidado à ácido fórmico na reação; 85 ml/m em mistura com metanol e glicerina;</p> <p>Nebulizados em capela: cerca de 10 ml/m em mistura com anisaldeído, metanol e ácido sulfúrico e cerca de 35 ml /m em mistura com iodo, iodeto de potássio e ácido sulfúrico e nitrato de bismuto.</p> <p>Segregados cerca de 165 ml do concentrado sendo que 130 ml em mistura com ácido sulfúrico, 30 ml em mistura com anidrido acético, ácido sulfúrico e clorofórmio e 5 ml em mistura com ciclohexano e acetato de etila;</p> <p>Cerca de 240mL/m evaporado em capela química em mistura com o etanol.</p>
Ácido clorídrico	3800 ml/m (concentrado)	<p>Cerca de 48 ml/m do concentrado, equivalente a 900 ml/m de solução 1 N, segregados em mistura com metais;</p> <p>Restante descartado na rede de esgoto, destes cerca de 180 ml/m do concentrado (solução 2N) em mistura com soro, ácido tioglicólico e ácido tricloracético, 4 ml/m do concentrado (soluções diluídas 0,1 N) em mistura com o princípio ativo de medicamentos; 22 ml/m em mistura com agentes cromogênicos diluídos com hipoclorito; 500 ml/m descartados na rede de esgoto sem neutralização, manipulado sob exaustão; 2100 ml/m neutralizados (titulação ácido-base), a maior parte em mistura com óxido cuproso</p>

A Figura 4 mostra as principais substâncias corrosivas utilizadas pelas instituições estudadas e presentes nos resíduos por elas gerados.

Figura 4 - Principais substâncias corrosivas presentes nos resíduos gerados pelas Instituições estudadas no município de São Paulo, no período de julho de 1999 a fevereiro de 2000.

O procedimento adotado no descarte de resíduos contendo substâncias químicas corrosivas encontra-se evidenciado na Tabela 17. A Instituição C descarta incorretamente 100,0% dos resíduos contendo essa categoria de substâncias. São descartados corretamente 35,7% e 54,0 % desses resíduos produzidos, respectivamente, na Instituição A e B.

Tabela 17 - Característica do procedimento rotineiramente empregado no descarte de resíduos contendo substâncias corrosivas, segundo a Instituição de estudo

Descarte de Substâncias corrosivas	Instituição							
	A		B		C		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Correto	25	35,7	34	54,0	0	0,0	59	36,4
Incorreto	45	64,3	29	46,0	29	100,0	103	63,6
Total	70	43,2	63	38,9	29	17,9	162	100,0

$$\chi^2 = 25,01$$

$$p = 0,000004$$

A disposição dos resíduos corrosivos difere também inter institucionalmente, como se observa na Tabela 18, onde são apresentados os procedimentos adotados pelos diversos departamentos ou divisões de cada uma das Instituições avaliadas.

Tabela 18 - Característica do procedimento de descarte adotado para os resíduos contendo substâncias corrosivas, segundo o departamento ou divisão de cada Instituição de estudo

Depto/ Divisão- Instituição	Procedimento de descarte					
	Correto		Incorreto		Total	
	N	%	N	%	N	%
Depto 1-A	8	23,5	26	76,5	34	21,0
Depto 2- A	16	55,2	13	44,8	29	17,9
Depto 3- A	1	16,7	5	83,3	6	3,7
Depto 4-A	0	0,0	1	100,0	1	0,5
Depto 1- B	15	58,2	7	31,8	22	13,6
Depto 2- B	4	26,7	11	73,3	15	9,3
Depto 3- B	8	44,4	10	55,6	18	11,1
Depto 4- B	7	87,5	1	12,5	8	4,9
Depto 1- C	0	0,0	16	100,0	16	9,9
Depto 2- C	0	0,0	13	100,0	13	8,0
Total	59	36,4	103	63,6	162	100,0

$$\chi^2 = 44,76$$

$$p = 0,00000000$$

Dentre a população estudada, são os farmacêuticos e biólogos que manipulam os maiores volumes de resíduos corrosivos, como mostra a Tabela 19; destes, 40,7% dos farmacêuticos e 17,9% dos biólogos dispõem adequadamente esses resíduos.

Tabela 19 - Característica do procedimento de disposição rotineiramente adotado para os resíduos corrosivos, segundo a formação dos funcionários

Formação dos funcionários	Procedimento de descarte						$\chi^2 = 14,07$ p= 0,028872
	correto		incorreto		Total		
	N	%	N	%	N	%	
Químico	14	60,9	9	39,1	23	14,2	
Farmacêutico	24	40,7	35	59,3	59	36,4	
Biólogo	5	17,9	23	82,1	28	17,3	
Biomédico	2	18,2	9	81,8	11	6,8	
outros profissionais da área da saúde	4	36,4	7	53,6	11	6,8	
Outros profissionais da área de exatas	5	50,0	5	50,0	10	6,2	
Técnico nível médio	8	25,0	15	75,0	20	12,3	
Total	59	36,4	103	63,6	162	100,0	

As variáveis independentes: tempo de formado e tempo na função não apresentaram associação estatisticamente significativa com o procedimento de descarte adotado, comportando-se de modo semelhante ao relatado para os resíduos inflamáveis. O período de 6 a 10 anos foi o intervalo que apresentou o maior número de funcionários tanto para a variável tempo de formado como para o tempo na função, representando, respectivamente, 26,5% e 46,9% da população estudada.

A Tabela 20 apresenta a correlação entre o procedimento de descarte adotado para os resíduos corrosivos e a existência de um programa de gerenciamento de resíduos. A disposição adequada ocorre preferentemente nas Instituições onde o programa de gerenciamento está instituído.

Tabela 20 - Tipo de procedimento de descarte rotineiramente empregado para os resíduos corrosivos, segundo a existência de programa de descarte institucionalizado

Existência de Programa de descarte	Procedimento de Descarte						$\chi^2 = 17,54$ p= 0,000028
	Correto		Incorreto		Total		
	N	%	N	%	N	%	
sim	54	44,0	75	56,0	134	82,7	
não	0	0,0	28	100,0	28	17,3	
Total	54	36,4	103	63,6	162	100,0	

As demais variáveis independentes - conhecimento dos dados toxicológicos da substância manipulada, compreensão da complexidade dos procedimentos de descarte, existência de um programa educacional e treinamento para o correto descarte - quando associadas ao procedimento de descarte adotado comportaram-se de forma semelhante ao descrito no item 7.2.1.1, referente aos resíduos inflamáveis.

7.2.1.3. Resíduos contendo substâncias reativas

Os resíduos contendo substâncias reativas gerados nas Instituições A, B e C, encontram-se listados nas Tabelas A-19, A-20 e A-21, respectivamente. Nestas Tabelas, apresentadas no anexo 17 indicado pela cor amarela, estão tabulados, também, os volumes das substâncias reativas manipuladas e o descarte adotado para a mistura que integram, como exemplifica a tabela abaixo.

Tabela - Exemplo de resíduos contendo substâncias classificadas como reativas gerados pela Instituição B e descarte adotado.

substância	volume	Descarte adotado
Ácido pícrico	1,68 g/m	Rede de esgoto em mistura com soro, hidróxido de sódio, destes 0,36 g/m são previamente diluídos com hipoclorito.
Boridreto de sódio	4,8 g/m	Rede de esgoto em mistura com hidróxido de amônia, ácido acético, dimetilsulfóxido e anidrido acético.

Observa-se, através da análise estatística dos dados referentes aos resíduos reativos, que esse material é manipulado por um pequeno número de analistas. Em geral, independente da Instituição, a disposição desses resíduos é inadequada, como ilustra a Tabela 21. E nem todos os departamentos das Instituições de estudo manipulam resíduos contendo essa categoria de substâncias, o que se evidencia na Tabela 22.

Tabela 21 - Característica do procedimento de descarte de resíduos contendo substâncias reativas, segundo a Instituição de estudo

Descarte de Substâncias reativas	Instituição							
	A		B		C		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Correto	3	50,0	3	20,	0	0,0	5	22,2
Incorreto	2	40,0	12	80,0	7	100,0	21	77,8
Total	5	18,5	15	55,6	7	25,9	27	100,0

$$\chi^2 = 6,17$$

$$p = 0,045697$$

Tabela 22 - Característica do procedimento de descarte adotado para os resíduos contendo substâncias reativas, em situação de rotina, segundo o departamento ou divisão de cada Instituição de estudo

Deppto/ Divisão - Instituição	Procedimento de descarte					
	Correto		Incorreto		Total	
	N	%	N	%	N	%
Deppto 1-A	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Deppto 2- A	2	66,7	1	33,3	3	11,1
Deppto 3- A	1	50,0	1	50,0	2	7,4
Deppto 4-A	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Deppto 1- B	0	0,0	3	100,0	3	11,1
Deppto 2 - B	3	60,0	2	40,0	5	18,5
Deppto 3- B	0	0,0	7	100,0	7	25,9
Deppto 4- B	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Deppto 1- C	0	0,0	7	100,0	7	25,9
Deppto 2- C	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Total	6	22,2	21	77,8	27	100,0

$$\chi^2 = 13,31$$

$$p = 0,000664$$

As demais variáveis analisadas não mostraram correlação estatisticamente significativa ou comportamento diferente do observado para os resíduos inflamáveis e corrosivos.

7.2.1.4. Resíduos contendo substâncias tóxicas

Encontram-se relacionados nas Tabelas A-22, A-23 e A-24, do anexo 18 indicado pela cor azul, os resíduos contendo substâncias tóxicas gerados, respectivamente, nas Instituições A, B e C, bem como, a quantidade utilizada e o procedimento de descarte adotado para cada mistura. A Tabela abaixo exemplifica a apresentação adotada no anexo em referência.

Tabela - Resíduos contendo substâncias classificadas como tóxicas geradas pela Instituição C e descarte adotado

Substância	Quantidade	Descarte adotado
Acetato de chumbo	1g/m	Rede de esgoto em mistura com ácido acético e sangue.
Cloreto de paládio	1,53 g/m	1,4 g/m nebulizada em capela (solução aquosa); 0,13 g/m descartado na rede de esgoto, sendo que cerca de 20 mg/m como paládio metálico.
Clorofórmio	31380 ml/m	18100 ml/m evaporado em capela em mistura com éter etílico, 4000 ml/m evaporados em mistura com isopropanol; 4000 ml/m evaporados em mistura a acetona; restante descartado na rede de esgoto, sendo que: 5000 ml/m em mistura com metanol; 240 ml/m em mistura com tolueno e cerca de 40 ml/m em mistura com álcool isoamílico e iodeto de sódio

As Figuras 5 e 6 apresentam os principais solventes clorados e sais metálicos manipulados pelas Instituições de pesquisa.

Ainda que nenhuma norma ou resolução inclua os resíduos mutagênicos como tóxicos, resíduos contendo brometo de etídio e acriflavina foram assim classificados em função da elevada mutagenicidade destas substâncias e da preocupação dos analistas em manipulá-las adequadamente. A Figura 7 evidencia a quantidade de brometo de etídio utilizada pelas Instituições A e B.

Figura 5 - Principais solventes clorados utilizados nas Instituições estudadas no município de São Paulo, no período de julho de 1999 a fevereiro de 2000.

Figura 6 - Sais metálicos manipulados nas Instituições estudadas no município de São Paulo, no período de Julho de 1999 a fevereiro de 2000.

Figura 7- Utilização de Brometo de etídio pelas Instituições A e B

A Figura 8 apresenta os reveladores de imunoensaios mais empregados pelas instituições estudadas.

Figura 8- Reveladores empregados nos imunoensaios realizados nas Instituições A e B.

A análise estatística dos dados referentes aos resíduos pertencentes a esta categoria foi realizada subdividindo-os em clorados, metais e em resíduos contendo outras substâncias tóxicas. Na três subcategorias, a Instituição C dispôs inadequadamente esses resíduos em 100,0% dos casos. As Instituições A e B procederam corretamente o descarte desses resíduos para, respectivamente, pelo menos 35,3 e 54,7% das misturas (Tabelas 23, 24 e 25).

Tabela 23 - Característica do procedimento de descarte de resíduos contendo solventes clorados, segundo a Instituição de estudo

Descarte de Solventes clorados	Instituição							
	A		B		C		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Correto	18	35,3	33	54,7	0	0,0	51	55,4
Incorreto	9	22,0	12	29,3	20	48,8	41	44,5
Total	27	29,3	45	48,9	20	21,7	92	100,0

$$\chi^2 = 32,09$$

$$p = 0,000000$$

Tabela 24 - Característica do procedimento de descarte de resíduos contendo metais segundo a Instituição de estudo

Descarte de Resíduos contendo metais	Instituição							
	A		B		C		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Correto	6	42,9	8	57,1	0	0,0	14	30,4
Incorreto	12	37,5	10	31,3	10	31,3	32	69,6
Total	18	39,1	18	39,1	10	21,7	46	100,0

$$\chi^2 = 6,12$$

$$p = 0,047000$$

Tabela 25 - Característica do procedimento de descarte de resíduos contendo outras substâncias tóxicas, segundo a Instituição de estudo

Descarte de Substâncias tóxicas	Instituição							
	A		B		C		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Correto	19	45,2	23	54,8	0	0,0	14	30,4
Incorreto	31	51,7	21	35,0	8	13,3	60	58,8
Total	50	49,0	44	43,1	8	7,8	102	100,0

$$\chi^2 = 8,04$$

$$p = 0,017908$$

A disposição dos resíduos contendo solventes clorados, metais e outras substâncias tóxicas também difere inter institucionalmente, apresentando correlação estatisticamente significativa somente para os clorados e metais ($\chi^2=39,54$, $p=000004$ e $\chi^2=17,20$, $p=0,028077$, respectivamente).

O comportamento das demais variáveis selecionadas não diferiu do descrito para os resíduos inflamáveis, corrosivos e reativos.

7.2.1.5. Resíduos contendo substâncias radioativas

Os resíduos contendo substâncias radioativas produzidos nas Instituições A e B encontram-se listados nas Tabelas 26 e 27, especificando-se quantidade e descarte procedido.

Tabela 26 - Resíduos contendo substâncias radioativas produzidos pela Instituição A e procedimento de descarte adotado.

Substância	Quantidade	Descarte realizado
Acetato de uranila	170 mg/m	Descartado como resíduo sólido em saco plástico branco próprio para resíduo de serviço de saúde, juntamente com amostra; Soluções fora da validade (não conformes) descartadas na rede de esgoto.
Bactec ^{14}C*	10 tubos /mês	Autoclavados, retirando-se o rótulo e descartados na rede de esgoto. A vidraria também é descartada após a autoclavagem.

* Meio de cultura contendo ^{14}C . Segundo informação concedida a atividade é baixa, porém, não foi especificada pelo analista

Tabela 27 - Resíduos contendo substâncias radioativas produzidos pela Instituição B e procedimento de descarte adotado.

Substância	Quantidade	Descarte realizado
Fósforo 32 (atividade específica 6000 C/mmól)	NE	Utilizado para marcar as sondas de DNA. Colocado em contêiner de acrílico de 1 cm de espessura, e após 2-3 meses, descartado na rede de esgoto.
Líquido de cintilação contendo ^{14}C	0,2 ml/m (200 μCi)	Segregado em mistura com tampão Tris-EDTA, papa de tecido, água, NADPH e cloreto de cálcio; armazenado em capela química onde se manipula outras substâncias químicas, até ser enviado para o Instituto de Pesquisas Nucleares - IPEN.

O número de funcionários que manipulam resíduos contendo substâncias radioativas é muito pequeno, como mostra a Tabela 28. Deste modo, a análise das variáveis independentes, considerando esta categoria de material, ficou prejudicada.

Tabela 28 - Característica do procedimento de descarte de resíduos contendo material radioativo, segundo a Instituição estudada

Descarte de Material Radioativo	Instituição					
	A		B		Total	
	N	%	N	%	N	%
Correto	0	0,0	2	100,0	2	33,3
Incorreto	3	75,0	1	25,0	4	66,7
Total	3	50,0	3	50,0	6	100,0

7.2.1.6. Resíduos contendo medicamentos

As três instituições pesquisadas analisam medicamentos. Entretanto, em função, da diversidade de princípios ativos ou medicamentos analisados mensalmente em cada uma delas, a discriminação dos volumes gerados ficou comprometida. A Instituição B foi a única que relatou tratamento e os procedimentos de descarte adotados para os fármacos antineoplásicos e quimioterápicos manipulados. Ainda que não se tenha os volumes mensais gerados, tendo em vista o objetivo desta pesquisa, esses tratamentos encontram-se descritos na Tabela 29.

Tabela 29 - Tratamento e descarte adotado para os resíduos contendo fármacos analisados na instituição B

Substância	Tratamento/descarte
Doxorubicina	Fármaco diluído na fase móvel (água acetonitrila, ácido fosfórico e metanol) inativado com hipoclorito 2%
Cisplatina	Fármaco diluído em dimetilformamida e inativado com tiosulfato de sódio 1% por 12 horas.
Carboplatinum	Fármaco diluído em água e inativado com tiosulfato de sódio 10% por 12 horas.
Ácido N-acetilneurâmico	Rede de esgoto diluído com água sem tratamento
Sulfametoxazol+trimetoprima	Cada 6g diluídos em 1L metanol. Segregado para a comissão de gerenciamento de resíduo.
Vancomicina	Fármaco diluído na fase móvel trietilamina, acetonitrila e tetrahydrofurano e segregado para a comissão de descarte

Os restos de outras especialidades farmacêuticas são descartadas em saco plástico classe II como RSS. Estes medicamentos diluídos são descartados na rede de esgoto. O mesmo procedimento é adotado na Instituição A.

Na Instituição C, os laboratórios que manipulam fármacos em diferentes formas farmacêuticas - drágeas, comprimidos, cápsulas, líquidos e emulsões - descartam esses resíduos na rede de esgoto, em mistura a pequenas frações de solvente extrator (clorofórmio-éter, etanol ou éter de petróleo). O restante do material é devolvido ao solicitante da pesquisa.

7.2.1.7. Resíduos de corantes

De modo geral, os corantes são mutagênicos. Alguns como o Ponceau apresentam dados de carcinogenicidade em animais de experimentação, outros como o azul de metileno e a fucsina são prováveis carcinógenos para o homem (TOMES CPS, 1999). Ainda que nada tenha sido comprovado, esses corantes não devem ser descartados diretamente na rede de esgoto. LUNN e SAMSONE (1994) propõem

tratar os corantes com resina amberlite XAC-16: 1 g de resina para cada 20 ml de solução de concentração inferior a 100 µg/mL.

As Tabelas 30, 31 e 32 apresentam os corantes utilizados respectivamente, pelas Instituições A, B e C, e o procedimento de descarte adotado para cada mistura.

Tabela 30 - Corantes utilizados na Instituição A e descarte adotado.

Substância	Quantidade	Descarte adotado
Azul de bomofenol	9 mg/m	Rede de esgoto (indicador de reações)
Azul de metileno	a. 4,5 g/m b. $6,4 \times 10^{-5}$ g/m	a. Rede de esgoto sendo que 3 g = 1000 ml/m solução 0,3% em etanol 95% b. Rede de esgoto em mistura com nitrito de sódio, glicose, NADP e sangue diluídos com hipoclorito.
Coomassie blue	1,9 g/m	Rede de esgoto - solução em metanol e ácido acético
Cristal violeta	22 g/m	Rede de esgoto (solução em mistura com etanol e fenol)
Eosina	24g/m	Segrega-se 20 g/m em solução aquosa 2% e 4 g/m de solução 1% em etanol 80%.
Fucsina	80g/m	Rede de esgoto em mistura com fenol e etanol
Giemsa	2,9 g/m	Rede de esgoto
Hematoxilina	5 g/m	Segregado em mistura com sulfato de potássio e amônia
Ponceau	1,2 g/m	Reutilizado várias vezes antes do descarte na rede de esgoto em mistura com ácido acético ou ácido tricloracético
Verde de malaquita	3,2 g/m	Rede de esgoto

Tabela 31 - Corantes utilizados na Instituição B e descarte adotado

Substância	Quantidade	Descarte adotado
Azul da prússia	0,5 g/ano	Rede de esgoto, em mistura com metanol ou ferricianeto de potássio, sulfato de alumínio e timol, ou vermelho neutro ou safranina.
Azul de astra	0,75 g/m	Rede de esgoto com ácido tartárico e água
Azul de bromofenol	0,01 g/m	<i>Loading buffer</i> descartado com os géis de acrilamida ou agarose
Coomassie blue	2 g/m	Rede de esgoto em mistura com metanol e ácido acético (cerca de 1300mL/m)
Cristal violeta	3,4 g/m	Solução 2% em etanol 95%, descartada na rede de esgoto com oxalato de amônia.
Fucsina	4,1 g/m	Rede de esgoto em mistura com ácido ou com fenol, Dimetilsulfóxido, etanol, glicerina e água.

Cont. Tabela 31

Substância	Quantidade	Descarte adotado
Giensa	160 ml/a	Rede de esgoto em mistura com tampão fosfato
Hematoxilina	3,5 g/a	Rede de esgoto em mistura com iodeto de potássio, glicerina e alúmen de potássio.
Negro de amido	0,75 g/m	Rede de esgoto em mistura com ácido acético e metanol
Ponceau	1 g/m	Rede de esgoto
Rosenfeld	740 ml/m	Rede de esgoto- solução metanólica
Safranina	1,9 g/m	Rede de esgoto
Sudan black	a. 0,54 g/ano b. 0,05 g/m	a. Rede de esgoto em mistura com etanol, fenol e fosfato de sódio; b. 0,05 g/m - rede de esgoto em mistura com etanol e hidróxido de sódio 5%.
Verde de bromo cresol	a. 0,016 g/m b. 0,1 g/ano	a. Rede de esgoto em mistura com soro, hidróxido, ácido láctico e tween diluídos em hipoclorito; b. Nebulizado na capela
Verde de malaquita	0,5 g/ano	Rede de esgoto
Vermelho de metila	0,02g/m	Rede de esgoto em mistura com azul de metileno
Vermelho neutro	1g/ano	Rede de esgoto em mistura com azul da prússia.

Tabela 32 - Corantes utilizados na Instituição C e descarte adotado

Substância	Quantidade	Descarte realizado
Azul de bromo fenol	0,002 g/m	Arquivado com o gel de acrilamida
Eritrozina	2,5 g/m	Rede de esgoto
Fast blue B	2 g/m	Nebulizado em capela e o restante descartado na rede de esgoto
Rodamina	0,5 g/m	Nebulizada em capela

7.2.2. Resíduos contendo substâncias químicas classificadas como não perigosas

As substâncias caracterizadas como não perigosas - não inflamáveis, não corrosivas, não reativas, não tóxicas, segundo a ABNT-NBR 10.004 (1985) e Resolução CONAMA (1993) utilizadas pelas Instituições A, B e C, encontram-se listadas, respectivamente, nas Tabelas A-25, A-26 e A-27, do anexo 19 identificado pela cor laranja. As referidas tabelas apresentam, sempre que possível, o volume

gerado, a mistura que integram e o descarte adotado, além de referências quanto a mutagenicidade, carcinogenicidade e teratogenicidade em animais de experimentação.

7.2.3. Resíduos contendo material infectante ou outras matrizes manipuladas pelas Instituições avaliadas

Para esse tipo de resíduo, foi realizado um levantamento qualitativo das matrizes manipuladas e do procedimento de descarte adotado em cada uma das Instituições.

7.2.3.1. Instituição A

Além de medicamentos, esta Instituição manipula alimentos, animais de experimentação e fluidos biológicos diversos. Os restos de alimentos, como os medicamentos, são descartados em saco plástico classe II como RSS. As matrizes diluídas são descartadas na rede de esgoto. Os animais inoculados (carcaças) são também descartados em saco plástico classe II sem tratamento prévio, exceto as carcaças de morcegos que são autoclavadas previamente.

Todas as culturas de células, meios de cultura onde houve crescimento de microorganismos, vidrarias e alças que entraram em contato com material infectante, restos de sangue, soro ou plasma, escarro, líquido, líquido cavitário e muco cervico-vaginal são dispostos em caixa de inox para posterior inativação térmica a 120 °C, durante 20 minutos, no setor de lavagem e descontaminação de material. Cerca de 6 toneladas de RSS são autoclavados por mês para, então, serem dispostos em saco plástico classe II. Em alguns laboratórios, dependendo da infectividade do material manipulado, autoclava-se este material no próprio local de geração, para, então, encaminhá-lo à central de inativação térmica.

Todos os resíduos dos procedimentos analíticos envolvendo essas matrizes são inativados previamente, com hipoclorito, antes do descarte.

As fezes diluídas, restos de fezes e de urina são inativados com hipoclorito 2%, por 12 horas e por 30 minutos, respectivamente, para posterior descarte na rede de esgoto ou em saco plástico classe II.

As lâminas de vidro para imunofluorescência direta são descartadas em caixa de papelão rígido. Aquelas não utilizadas em leituras diretas são descontaminadas em hipoclorito para posterior lavagem e reutilização. Vidrarias quebradas, agulhas e seringas também são descartadas em caixa de papelão rígido.

7.2.3.2. Instituição B

Os procedimentos adotados para manipulação e descarte de matrizes biológicas não é uniforme nesta Instituição. Fluidos biológicos utilizados na pesquisa de microorganismos são descartados após inativação térmica. Restos de soro ou plasma utilizados em determinações bioquímicas (glicose, uréia, creatinina) ou sangue total utilizado em hemogramas são descartados inativados com hipoclorito 2%. Urinas utilizadas em provas bioquímicas - determinação de glicose, uréia, creatinina - e na bioequivalência de fármacos são descartadas sem tratamento prévio, na rede de esgoto. O mesmo procedimento é adotado para soro e plasma utilizados nas análises de bioequivalência.

As fezes diluídas são descartadas na rede de esgoto sem inativação prévia. Os restos de fezes são descartados em saco plástico classe II também sem prévio tratamento.

Todas as culturas de células, meios de cultura onde houve crescimento de microorganismos, vidrarias e alças que entraram em contato com material infectante e restos de materiais biológicos utilizados nessas pesquisas - sangue, soro ou plasma,

escarro, líquido, secreções - são inativados termicamente, por 120 °C durante 20 minutos, em cada laboratório gerador. O volume de resíduos gerados é variável em função da rotina e etapa da pesquisa a ser executada e por isso, nenhuma estimativa foi feita quanto ao volume mensal gerado.

A Instituição manipula ainda, além de medicamentos, alimentos e animais de experimentação. Os restos de alimentos, como os medicamentos não neoplásicos, são descartados em saco plástico classe II como RSS. Estas matrizes diluídas são descartadas na rede de esgoto. Os animais inoculados (carcaças) são também descartados em saco plástico classe II sem tratamento prévio.

Plasma, soro e urina de animais de experimentação, aos quais se administrou substâncias patogênicas ou não, são descartados sem inativação .

7.2.3.3. Instituição C

Três dos cinco laboratórios que compõem a Instituição C manipulam material biológico. Em dois deles, em geral estes materiais, sangue e espermatozoides, encontram-se secos em diferentes suportes, como tecidos, instrumentos metálicos, de madeira ou plástico. O descarte do material ressuscitado é realizado em saco plástico classe I - comum, ou diretamente na rede de esgoto.

O terceiro laboratório manipula grande volume de material biológico - fragmentos de fígado, rim, cérebro, pulmão; estômago e seu conteúdo, sangue e urina. A papa de tecidos e o conteúdo estomacal são vertidos após extração com solvente orgânico (clorofórmio - éter) sobre uma peneira de plástico. A fração líquida de pH ácido ou alcalino, juntamente com um pouco do solvente extrator, é descartada na rede de esgoto. O material sólido retido na peneira é descartado no saco plástico classe II, como RSS. O descarte do excedente do

material biológico enviado é feito do mesmo modo, em saco plástico classe II, sem inativação prévia. Nesta unidade existe a coleta de RSS.

O quarto laboratório integrante desta instituição manipula combustíveis (metanol e gasolina), praguicidas, materiais oxidantes, corrosivos e detergentes, os quais são descartados na rede de esgoto após a execução das análises. No quinto laboratório, as matrizes analisadas compreendem, além dos fármacos, fragmentos vegetais, pós constituídos por anestésicos locais, bicarbonato de sódio, talco, lactose, amido ou cafeína. O resíduo desses materiais é descartado na rede de esgoto em mistura a pequenas frações de solvente extrator (clorofórmio-éter, etanol ou éter de petróleo). O restante do material é devolvido ao solicitante da pesquisa.

7.3 Avaliação dos procedimentos adotados em situações de emergência

Observa-se, através das Tabelas 33, 34, 35, 36 e 37 que o descarte inadequado dos resíduos gerados supera os procedimentos corretos tanto inter como intra institucionalmente e independe da formação do funcionário, da categoria do material manipulado ou do conhecimento de seus efeitos tóxicos.

Tabela 33 - Característica do procedimento de descarte, adotado em situação de emergência, segundo a Instituição de estudo

Descarte	Instituição							
	A		B		C		Total	
	Situação de emergência	N	%	N	%	N	%	N
Correto	86	23,2	59	16,6	18	12,9	163	18,8
Incorreto	285	76,8	297	83,4	121	87,1	703	81,2
Total	371	100,0	356	100,0	139	100,0	866	100,0

$$\chi^2 = 8,93$$

$$p = 0,011514$$

Tabela 34- Característica do procedimento de descarte, adotado em situação de emergência, segundo o departamento ou divisão de cada instituição

Depto/divisão - Instituição	Procedimento de descarte					
	correto		Incorreto		Total	
	N	%	N	%	N	%
Depto 1 - A	64	29,4	154	70,6	218	100,0
Depto 2 - A	8	7,5	98	92,5	106	100,0
Depto 3 - A	12	31,6	26	68,4	38	100,0
Depto 4 - A	2	22,2	7	77,8	9	100,0
Depto 1 - B	11	12,4	78	87,6	89	100,0
Depto 2 - B	17	17,9	78	82,1	95	100,0
Depto 3 - B	26	17,6	122	82,4	148	100,0
Depto 4 - B	5	20,8	19	79,2	24	100,0
Depto 1 - C	14	14,6	82	85,4	96	100,0
Depto 2 - C	4	9,3	39	90,7	43	100,0
Total	163	18,8	703	81,2	866	100,0

$$\chi^2 = 35,15$$

$$p = 0,00006$$

Tabela 35 - Característica do procedimento de descarte, adotado em situação de emergência, segundo a formação dos funcionários

Formação dos funcionários	Procedimento de descarte					
	correto		Incorreto		Total	
	N	%	N	%	N	%
Químico	3	3,4	84	96,6	87	10,0
Farmacêutico	67	18,5	295	81,5	362	41,8
Biólogo	36	23,5	117	76,5	153	17,7
Biomédico	19	27,9	49	72,1	68	7,9
outros profissionais da área da saúde	4	8,5	43	91,5	47	5,4
Outros profissionais da área de exatas	5	14,7	29	85,3	34	3,9
Técnico nível médio	29	25,2	86	74,8	115	13,3
Total	163	18,8	703	81,2	866	100,0

$$\chi^2 = 6,13$$

$$p = 0,000211$$

Tabela 36- Característica do procedimento laboratorial de descarte, adotado em situação de emergência, segundo a categoria do material manipulado

Categoria do material	Procedimento de descarte					
	correto		Incorreto		Total	
	N	%	N	%	N	%
inflamável	3	1,5	196	98,5	199	100,0
solventes clorados	3	3,3	89	96,7	92	100,0
metais	0	0,0	46	100,0	46	100,0
reativos	0	0,0	27	100,0	27	100,0
corrosivos	16	9,9	146	90,1	162	100,0
tóxico	2	2,0	100	98,0	102	100,0
agente mutagênico	0	0,0	51	100,0	51	100,0
material biológico	135	84,9	24	15,1	159	100,0
material radioativos	0	0,0	6	100,0	6	100,0
medicamentos	4	18,2	18	81,8	22	100,0
Total	163	18,8	703	81,2	866	100,0

$$\chi^2 = 565,68$$

$$p = 0,000000$$

Tabela 37 - Tipo de procedimento de descarte laboratorial adotado em situação de emergência, segundo o conhecimento dos dados toxicológicos da substância manipulada

Conhecimento dos dados toxicológicos da substância manipulada	Procedimento de descarte						$\chi^2 = 17,54$ p= 0,000028
	Correto		Incorreto		Total		
	N	%	N	%	N	%	
sim	161	20,7	617	79,3	778	89,8	
não	2	2,3	86	97,7	88	10,2	
Total	163	18,8	703	81,2	866	100,0	

Merece ser destacado ainda que 54,4% da população de estudo da Instituição A, 83,1 % da Instituição B e 100,0% dos funcionários da instituição C relataram a inexistência de um programa de treinamento para manipulação e descarte em situações de emergência. Entretanto, esta percepção não é uniforme dentro da mesma unidade laboratorial ou departamento, como mostram as Tabelas 38 e 39.

Tabela 38- Percepção da existência de programa de treinamento para situações de emergência, segundo departamento ou divisão da Instituição A a que pertence o funcionário

Departamento ou divisão da Instituição A	Existência de programa /situação emergência						$\chi^2 = 22,27$ $p= 0,000057$
	sim		não		Total		
	N	%	N	%	N	%	
1	113	53,2	102	46,8	218	100,0	
2	31	29,2	71	70,8	102	100,0	
3	21	55,3	17	44,7	38	100,0	
4	1	11,1	8	88,9	9	100,0	
Total	169	45,6	202	54,4	371	100,0	

Tabela 39 - Percepção da existência de programa de treinamento para situações de emergência, segundo departamento ou divisão da Instituição B.

Departamento ou divisão da Instituição B	Existência de programa /situação emergência						$\chi^2 = 11,82$ $p = 0,008037$
	sim		não		Total		
	N	%	N	%	N	%	
1	6	6,7	83	93,3	89	100,0	
2	24	25,3	71	74,4	95	100,0	
3	27	18,2	121	81,8	148	100,0	
4	3	12,5	21	87,5	24	100,0	
Total	50	16,9	296	83,1	356	100,0	

Na Instituição A, por exemplo, todos os funcionários avaliados no laboratório codificado como número 1, responderam sim ao quesito existência de programa de treinamento para situações de emergência. No mesmo departamento, no laboratório número 8, 66,7% dos avaliados responderam não ao quesito. O mesmo ocorreu no laboratório de número 29, pertencente a outro departamento desta instituição, onde 35,7% dos funcionários entendem que a instituição não possui tal programa. Na instituição B, evidenciou-se comportamento semelhante.

7.4. O estado da arte quanto ao gerenciamento dos resíduos gerados

Os tratamentos e disposição recomendados na literatura para minimizar a periculosidade dos resíduos que contém as substâncias inflamáveis, corrosivas, reativas, tóxicas e radioativas encontram-se, respectivamente, nas Tabelas A-28, A-29, A-30, A-31 e A-32, do anexo 20 indicado pela cor verde. Apresenta-se, ainda, nas referidas Tabelas, o número de registro no Chemical Abstract System - CAS correspondente a cada uma das substâncias perigosas manipuladas, o custo dos tratamentos, a incompatibilidade entre as substâncias e os procedimentos a serem adotados nas situações de emergência - incêndio e derramamento. A Tabela abaixo exemplifica os dados apresentados no anexo mencionado.

Tabela - Tratamento, disposição e respectivo custo, incompatibilidade e procedimentos a serem adotados em situações de emergência para as substâncias inflamáveis utilizadas nas Instituições estudadas.

Substância	Tratamento/ disposição recomendada	Custo	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimento em situações de emergência
Acetaldeído CAS *75-07-0	Incineração	1 a 250 Kg = US\$ 343,40*	Oxidantes fortes, ácidos, bases, álcoois, amônia, aminas, fenóis, cetonas, ácido cianídrico e ácido sulfídrico. Forma peróxidos em contato com o ar .	<ul style="list-style-type: none"> • FP - 40°C • Incêndio - CO₂, pó químico, água • Derramamento - areia, vermiculita, sulfato de sódio
Acetato de butila CAS 123-86-4	Incineração	1 a 250 Kg = US\$ 343,40*	Nitratos, ácidos fortes, bases fortes, oxidantes fortes	<ul style="list-style-type: none"> • FP 22°C • Incêndio - CO₂, pó químico, água • Derramamento - areia, vermiculita.

O custo estimado dos tratamentos propostos foi calculado utilizando-se os valores, em dólares, de reagentes p.a. do catálogo da Sygma- Aldrich (1998). Quanto ao custo da incineração de resíduos perigosos, foram contatadas duas unidades localizadas na grande São Paulo. Apenas uma delas respondeu às solicitações feitas, informando que o faturamento mínimo para quantidades de 1 a 250 kg de resíduo é equivalente a US\$ 343,40. Acima de 500 Kg, o preço por quilo é em torno de US\$ 1,10.

Esta unidade de incineração dispõe de um incinerador do tipo forno rotativo que opera a temperatura de 650 °C e tempo de residência de 30 segundos e câmara de pós - combustão, a temperatura de 1300 °C. Está apta a incinerar sólidos e líquidos orgânicos e resíduos contendo pequenas quantidades de chumbo. Não incinera ácidos orgânicos, metais - particularmente, mercúrio e arsênico - e material radioativo. O material pode ser enviado em bombonas de plástico, tambores ou frascos de vidro. Os resíduos devem ser segregados segundo suas características físico-químicas e acompanhados de memorial de caracterização e certificado de destinação, atendendo às exigências da CETESB.

Para misturas de resíduos, é necessário enviar uma alíquota desse material para análise e caracterização pelos laboratórios do grupo ao qual está ligado a unidade de incineração para que a adequada caracterização do resíduo, poder calorífero e quantidade de água, enxôfre, fósforo e chumbo possam ser estimadas. Este procedimento transcorre sem ônus para o gerador, nessa unidade de incineração.

7.5 Avaliação da percepção do corpo funcional

As Tabelas 40 e 41 apresentam os resultados dos modelos de regressão logística que melhor se ajustaram à população estudada quanto ao procedimento de descarte adotado em situação de rotina e de emergência, respectivamente.

Verifica-se, para a situação de rotina, associação importante entre o conhecimento das etapas de gerenciamento de resíduos e dos dados toxicológicos de cada substância manipulada, o treinamento para o correto descarte dos resíduos gerados, controladas pelas demais variáveis do modelo, número de funcionários de cada laboratório, formação do corpo funcional, tempo na função e categoria do material manipulado.

Deste modo, pode-se afirmar que o funcionário que conhece as etapas de gerenciamento apresenta uma chance 28 vezes maior de descartar corretamente os resíduos em relação àquele que não detém este conhecimento; o conhecimento dos dados toxicológicos de cada substância manipulada eleva em 8,8 vezes a chance do funcionário descartar corretamente o resíduo gerado do que aquele que desconhece esses dados; o funcionário treinado para o correto descarte apresenta probabilidade quase que 2 vezes maior de proceder adequadamente do que o não treinado.

Tabela 40 - *Odds ratio*, significância e intervalo de confiança 95% para as variáveis que compõem o modelo de regressão logística considerando o procedimento rotineiro de descarte dos resíduos gerados.

Variável	Odds ratio	Intervalo de confiança 95%		Significância (p)
Conhecimento das etapas do gerenciamento:				
Não	1,00			
Sim	28,41	7,6388	105,6521	0,000
Conhecimento dos dados toxicológicos de cada substância manipulada:				
Não	1,00			
Sim	8,82	3,9583	19,6618	0,000
Treinamento para o correto descarte:				
Não	1,00			
Sim	1,81	1,2991	2,52278	0,000
Número de funcionários por laboratório:				0,000
1= 1-4	1,40	0,9850	2,0024	
2= 5-9	1,83	1,0201	3,2691	
3= 10 - 14	0,17	0,0889	0,9183	
4= >15	1,00			
Formação:				0,0541
1= químico e engenheiro químico(área de exatas)	1,00			
2= farmacêutico, biólogo, biomédico, outros profissionais da área da saúde	0,59	0,3819	0,9183	
3= técnico de nível médio	0,55	0,2951	1,0414	
Tempo na função:				0,0461
1= 1-4	1,00			
2= 5-9	0,67	0,3936	1,1529	
3= 10 - 14	0,54	0,3408	0,8442	
4= >15	0,84	0,5677	1,2525	
Categoria do material manipulado:				0,0275
1= medicamentos e material radioativo	1,00			
2= resíduos químicos reativos, corrosivos, inflamáveis e tóxicos	0,69	0,2742	1,7531	
3= resíduos biológicos	1,41	0,5009	3,9669	

Tabela 41 - Odds ratio, significância e intervalo de confiança de 95% para as variáveis que compõem o modelo de regressão logística considerando o procedimento de descarte dos resíduos gerados adotado em situações de emergência.

Variável	Odds ratio	Intervalo de confiança		Significância (p)
Categoria do material manipulado:				0,0000
1= medicamentos e material radioativo	1,00			
2= resíduos químicos reativos, corrosivos, inflamáveis e tóxicos	0,18	0,0517	0,6479	
3= resíduos biológicos	12,19	3,3144	44,8493	
Conhecimento das etapas do gerenciamento:				
Não	1,00			
Sim	142,81	14,6029	1396,535	0,000
Conhecimento dos dados toxicológicos de cada substância manipulada:				0,011
Não	1,00			
Sim	17,06	1,8992	153,2427	
Instituição:				0,011
A	0,27	0,0754	0,9334	
B	1,19	0,5038	2,8394	
C	1,00			
Formação:				0,2148
1= químico e Engenheiro químico(área de exatas)	1,00			
2= Farmacêutico, biólogo, biomédico, outros profissionais da área da saúde	1,25	0,3993	3,9344	
3= técnico de nível médio	2,55	0,6884	9,4250	
Tempo de formado:				0,0158
1= 1-4	1,00			
2= 5-9	1,83	0,6801	4,9022	
3= 10 - 14	0,65	0,2116	1,9841	
4= >15	0,43	0,1648	1,1303	

Em situação de emergência, as variáveis independentes associadas ao correto procedimento de descarte são a categoria do material manipulado, conhecimento das etapas de gerenciamento, conhecimento dos dados toxicológicos de cada substância manipulada controladas pela Instituição de estudo, formação do funcionário e tempo de formado. A interpretação do modelo é igual à realizada para o modelo relativo ao descarte rotineiro de resíduos gerados em laboratório.

7.6. Discussão dos possíveis impactos sobre a saúde humana provocados pelos resíduos perigosos gerados nas instituições estudadas

A Tabela A-33 do anexo 21, indicado pela cor roxa, apresenta os dados obtidos através do levantamento bibliográfico, enfocando cuidados na manipulação, padrões de segurança para o ambiente de trabalho, possíveis efeitos adversos e suas manifestações decorrentes da intoxicação aguda e crônica na exposição ocupacional aos resíduos perigosos produzidos nas instituições avaliadas.

A ocorrência da síndrome tóxica pode ser evitada com a observação dos padrões de segurança. Os limites de exposição, os níveis de risco mínimo e as doses diárias aceitáveis são determinados através das doses de referência. Para algumas das substâncias listadas na Tabela A-33, encontrou-se, na literatura consultada, a dose de referência estabelecida através de estudos com animais de experimentação. A Tabela A-34 ilustra o processo de obtenção dessas doses para tais toxicantes.

O nível de risco mínimo (NRM) é uma estimativa da exposição humana diária a substâncias perigosas, presentes no meio ambiente, sem o risco considerável de se observar efeitos adversos durante um determinado tempo de exposição. A Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ASTDR) usa a relação dose de nenhum efeito adverso observado (DNEAO) sobre os fatores de incerteza na dedução do NRM. Este é definido abaixo dos níveis capazes de promover um efeito nocivo na população suscetível à interação com determinada substância e é dependente do modelo matemático e do fator de incerteza utilizados, bem como dos objetivos das instituições que os adotam.

Os NRMs são estabelecidos para diferentes tempo e condições de exposição: aguda (1 - 14 dias), intermediária (15 - 364 dias) e crônica (365 dias ou mais) e, para as vias de introdução oral e pulmonar. Geralmente baseados no efeito tóxico mais relevante para a população humana, efeitos irreversíveis - como dano renal e hepático irreversível, malformações congênitas ou carcinomas - não são utilizados para fundamentar essa extrapolação. A título de exemplificação, a Tabela A-35, no

anexo 21, apresenta os níveis de risco mínimo para as substâncias perigosas utilizadas pelas Instituições de estudo e encontradas no documento da ATSDR (2000).

Cumprе ressaltar que a exposição a concentrações acima do NRM não leva obrigatoriamente à observação do efeito adverso (ATSDR, 2000; CHOU e WILLIAMS- JOHSON, 1998).

7.7. Avaliação do envolvimento institucional em programa de gerenciamento de resíduos

Tanto na Instituição A como na B, a preocupação com o meio ambiente e com a periculosidade dos reagentes envolvidos levaram a criação de uma comissão para gerenciá-los. Iniciaram praticamente do mesmo modo, solicitando a cada laboratório discriminar, em primeiro lugar, quais as substâncias ali manipuladas; e depois, as agruparam em combustíveis e não combustíveis, clorados e não clorados. A Instituição B ainda solicita a segregação de ácidos e bases fortes, metais pesados e citotóxicos.

A periodicidade do recolhimento dos resíduos segregados é mensal na Instituição B e sem periodicidade definida na Instituição A, até o momento da avaliação. Esse fato foi motivo de preocupação por vários dos entrevistados, tendo sido relatado a segregação de éter de petróleo por um dos laboratórios da Instituição A, o qual por não ter ocorrido a coleta, viu-se obrigado a descartá-lo na rede de esgoto.

Os resíduos coletados são armazenados, em ambas as Instituições, em local que não atende às especificações da ABNT NBR 12.809 (1993). Nesses locais também estão armazenados vários frascos não identificados encontrados quando da implantação do gerenciamento de resíduos.

A Instituição A tem enviado o material inflamável não clorado para ser incinerado em Taboão da Serra, São Paulo. A Instituição B aguardava, até o momento da coleta de dados, a construção de um incinerador no *campus* universitário, ou a liberação de verba para se proceder o tratamento extramuros.

A falta de verba e a falta de educação ambiental são as principais dificuldades encontradas por essas Instituições. Vários ciclos de palestras são anualmente ministrados na Instituição A no sentido de educar os seus funcionários, mediante adesão voluntária. A Instituição B confeccionou boletins e comunicados explicando as necessidades e a característica do programa, além de promover dois dias de palestras e mesas redondas para discutir o assunto entre funcionários interessados.

O engajamento dos funcionários ao programa não está institucionalizado, dependendo do interesse e da iniciativa de cada um. Pode-se apreender, através das entrevistas realizadas, que alguns dos envolvidos reconhecem a não conformidade do descarte efetuado, porém relatam seu desconhecimento para modificá-lo. Não fazem menção em consultar a comissão de gerenciamento de resíduos, o que pode sugerir a falta de inter-relacionamento entre os funcionários e a referida comissão.

Dois dos entrevistados da Instituição B, acreditam que o programa precisa ser mais contundente exigindo a participação compulsória de pelo menos um funcionário de cada Laboratório. Em contrapartida um dos entrevistados da instituição A, afirma que: *a adesão voluntária aos cursos e seminários promovidos favorece a conscientização sem a pressão da imposição pela diretoria, ainda que dessa forma não se possa garantir a uniformidade do conhecimento.*

Observa-se que 48,8 % dos funcionários da Instituição A, 44,5 % dos funcionários da Instituição B e 100,0 % dos funcionários da Instituição C realizam, rotineiramente, o descarte incorreto de uma ou mais das substâncias ou materiais por eles manipulados. Em caso de derramamento dessas substâncias e fluidos biológicos, essas percentagens passam para 76,8%, 83,4% e 87,1%, respectivamente, como demonstram as tabelas 42 e 43.

Tabela 42 - Característica do procedimento laboratorial de descarte, adotado em situação de rotina, segundo a Instituição de estudo

Descarte	Instituição							
	A		B		C		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Correto	190	51,2	194	54,5	0	0	384	44,3
Incorreto	181	48,8	162	44,5	139	100,0	482	55,7
Total	371	100,0	356	100,0	139	100,0	866	100

$$\chi^2 = 132,7$$

$$p = 0,000000$$

Tabela 43 - Tipo de procedimento adotado quando do derramamento de resíduos perigosos ou infectantes, segundo a Instituição de estudo

Descarte	Instituição							
	A		B		C		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Correto	86	23,2	59	16,6	18	12,9	163	18,8
Incorreto	285	76,8	297	83,4	121	87,1	703	81,2
Total	371	100,0	356	100,0	139	100,0	866	100,0

$$\chi^2 = 8,93$$

$$p = 0,011514$$

Na Instituição A, 36,7% da população estudada afirma não haver recebido treinamento para o descarte correto das substâncias que manipula contra os 71,3% da Instituição B. E ainda, 53,3% dos funcionários da instituição A, 85,2% dos funcionários da Instituição B e 100,0% dos funcionários da Instituição C entendem que um programa de treinamento para situações de emergência não existe em sua Instituição.

Nas Instituições A e B, o corpo de bombeiros ou a CIPA tem oferecido treinamento voltado, principalmente, para controle de incêndios. Da população

estudada, 27,9% e 3,3% dos funcionários das Instituições A e B, respectivamente, relatam haver participado desses treinamentos.

Em geral, equipamentos de proteção individual são utilizados pela maioria da população estudada. Determinados procedimentos analíticos, como a extração de gordura em *Soxhlet*, não são realizados em capela química. Reconhece-se a necessidade de óculos e proteção respiratória nesses casos, mas segundo um dos entrevistados da Instituição B: *ninguém usa*. Aqueles que trabalham com solventes, reconhecem a necessidade do uso de luvas especiais. Um dos entrevistados da Instituição B, afirma não haver verba para tal aquisição.

Vários laboratórios pertencentes a um dos departamentos da Instituição A não dispõem de capelas químicas. Muitos dos entrevistados pertencentes a esse departamento chamam a atenção para essa necessidade, o que implica num risco na manipulação de material corrosivo ou inflamável. Ressaltam ainda, a inexistência de lava - olhos em funcionamento e da dificuldade em se utilizar aventais de manga longa e sapatos fechados no verão, por não haver ar condicionado nesses laboratórios.

Neste departamento, os fluidos biológicos são a matriz analítica, existindo uma grande preocupação na adoção de procedimentos de segurança que minimizem os riscos biológicos decorrentes desta exposição. Todos esses laboratórios possuem capelas de fluxo laminar equipada com filtros HEPA - *High efficiency particulate and aerosols*, de manutenção constante.

A manipulação de substâncias fora da capela ocorre mesmo nos Laboratórios que as possuem. Foi relatado por uma das funcionárias da Instituição B que pelo fato de existir uma única capela em seu laboratório, muitas vezes se manipula solventes fora dela. Cumpre ressaltar que as capelas químicas de todas as três instituições estudadas não apresentam filtros. Tudo o que é evaporado, é liberado para o ar externo. As concentrações dessas emissões são desconhecidas podendo encontrar-se acima do recomendado.

Algumas colocações feitas por docentes da Instituição B merecem ser transcritas ressaltando a dificuldade de percepção dos reais riscos pertinentes à matéria, bem como quanto a implementação do sistema de gerenciamento:

- *todos estão conscientes dos n perigos da exposição, da necessidade do uso de máscaras, luvas, capelas, mas ainda não se sabe conduzir tudo porque falta infra-estrutura;*
- *o risco associado ao trabalho tem que ser avaliado considerando todo o resto. Neste país não se morre da exposição, e sim quando se vai ao cinema ou no semáforo. Fica muito caro elevar o nível de um só aspecto.*
- *o custo (referindo-se ao custo da adoção de medidas de segurança e do tratamento de resíduos) está acima da exposição e da doença. O programa (referindo-se às medidas a serem adotadas) ainda fica muito a cargo de cada laboratório.*

De toda a população estudada, somente os responsáveis por dois laboratórios pertencentes à Instituição A possuem as fichas de segurança das substâncias manipuladas. Na Instituição B, nenhum dos docentes entrevistados possui as fichas de segurança dos diferentes produtos que manipula. No entanto, um deles relata recomendar a seus alunos de pós-graduação que procurem conhecer os efeitos tóxicos das substâncias que irão manipular.

Considerando as metodologias analíticas e as medidas de segurança necessárias, onze dos responsáveis pelos laboratórios da Instituição A tinham concluído os procedimentos operacionais padrão - POPs e oito declararam estar em fase de elaboração. Na Instituição B, somente um docente apresentava os POPs para as metodologias que executa e dois, afirmaram estar em fase de confecção.

Na validação de nova metodologia, a principal preocupação mencionada pelos entrevistados - respectivamente 40,4 % dos responsáveis pelos laboratórios da Instituição A, 46,0% dos docentes da Instituição B e apenas um dentre os três responsáveis por laboratórios entrevistados da Instituição C - reside na utilização de substâncias menos tóxicas. Foram ainda mencionados como de primordial atenção,

os bons resultados analíticos, independente da toxicidade e periculosidade do resíduo gerado e a utilização de micro - métodos, como instrumento de minimização dos riscos.

A Instituição A restringiu o uso de solução sulfocrômica na lavagem de vidraria, no entanto, 10 dos 47 laboratórios avaliados relataram o uso de pequenas quantidades. Na Instituição B, 18 dentre os 27 laboratórios estudados observaram o uso de pequenas quantidades desse material. Todos os laboratórios da Instituição C também empregam pequenos volumes de sulfocrômica na lavagem da vidraria.

Todas as Instituições avaliadas apresentam a aquisição centralizada de material. Vários dos laboratórios pertencentes às Instituições A e B já organizaram os seus almoxarifados internos e encaminharam os reagentes fora da validade para a comissão de gerenciamento de cada uma destas Instituições. Na Instituição C, muitos reagentes fora da validade ainda se encontram em seu almoxarifado.

Quanto a importância da disposição adequada dos resíduos gerados, a opinião dos analistas entrevistados nas Instituições A, B e C, respectivamente, encontra-se distribuída da seguinte forma: 35,1%, 23,1 % e 52,0% entendem o correto descarte como medida de proteção para o analista e para o meio ambiente, 31,9%, 60,4% e 36,0% como proteção somente ao meio ambiente e 32,0%, 16,5% e 12,0% como proteção ao analista devido ao risco biológico ao qual está exposto.

8. DISCUSSÃO

Nas três instituições avaliadas, poucas vezes o levantamento das substâncias e matrizes manipuladas e do conseqüente, resíduo gerado foi feito utilizando-se os procedimentos operacionais padrão - POPs. Em geral, pelo fato das instituições não serem ainda credenciadas e os Sistemas de Qualidade, tais como as Boas Práticas de Laboratório e ISOguia 25 estarem em fase de implantação, os POPs ainda estavam em fase de elaboração.

Em vários laboratórios, dependendo da característica e do fundamento dos métodos e técnicas empregadas, esse fato dificultou a compreensão dos procedimentos e da mistura e volume dos resíduos gerados nessas análises. Na tentativa de resgatar esses conhecimentos, após a tabulação dos dados coletados, retornou-se a esses laboratórios e entrevistou-se, novamente, seus funcionários procurando dirimir as dúvidas.

Pelas limitações intrínsecas ao instrumento de produção de informação adotado (entrevistas), os dados coletados dependem da qualidade das informações concedidas pelos entrevistados, da sua percepção quanto aos objetivos da pesquisa e de sua disponibilidade em relatar os seus procedimentos de rotina ou na inexistência desta, os empregados no mês anterior. Cumpre ressaltar que algumas vezes, a interação entrevistado-entrevistador ficou comprometida pela dificuldade de compreensão dos objetivos deste estudo por parte do entrevistado e/ou pela dificuldade do entrevistador em esclarecê-lo ou convencê-lo de suas necessidades. Assim sendo, os dados primários obtidos não representam o universo real dos resíduos gerados em cada uma das Instituições avaliadas, mas refletem com fidelidade o que foi transmitido durante as entrevistas.

Para metodologias distantes da realidade analítica do pesquisador - como a biologia molecular - procurou-se o auxílio de docentes e analistas da referida área na tentativa de avaliar a compreensão dos procedimentos analíticos envolvidos e minimizar os vieses desta pesquisa.

O procedimento de descarte dos resíduos gerados foi avaliado, como mencionado, segundo as exigências legais e os subsídios teóricos obtidos através da revisão bibliográfica realizada. A avaliação dos procedimentos adotados, em situação de rotina, estão devidamente relatados na seqüência, respectivamente para as Instituições A, B e C.

Instituição A

Com relação à Instituição A foram abordados os resíduos infectantes, inflamáveis, corrosivos, reativo, tóxicos, radioativos e não perigosos.

- **Resíduos Infectantes:** O gerenciamento de resíduos infectantes vem ocorrendo há dez anos nesta Instituição e como reflexo da estrutura implantada, procede-se corretamente a inativação térmica ou química desses resíduos. A centralização da inativação térmica requer o transporte dos resíduos infectantes gerados em cada laboratório até este local, devendo-se observar as exigências das ABNT - NBR 12.810 (1993) para tanto. Foi relatado o uso de carrinhos nesse transporte e de EPIs pelo funcionário envolvido. Durante o período de estudo, não se presenciou, entretanto, a coleta e transporte desse material. Quanto às carcaças de animais, como a Instituição não dispõe de um incinerador, estas são devidamente acondicionadas e encaminhadas para incineração pela Prefeitura do município de São Paulo.
- **Resíduos inflamáveis:** A segregação e reutilização de solventes são procedimentos constantes das normas estabelecidas pelo programa de gerenciamento de resíduos da instituição. Atendendo à essas normas, boa parte dos solventes gerados são segregados ou recuperados. No entanto, dependendo do volume utilizado e da característica do procedimento analítico (mistura com resíduos biológicos, por exemplo), outros procedimentos são adotados, a saber: evaporação em capela química sem filtros e descarte na rede de esgoto para os solventes mais polares, como álcoois e acetona - algumas vezes misturados a solventes mais apolares como o éter etílico - ou na mistura

com resíduo biológico, após inativação do resíduo infectante com hipoclorito de sódio.

O formaldeído convertido a ácido fórmico durante o procedimento analítico pode ser descartado na rede de esgoto, entretanto, como o resíduo gerado nessa Instituição contém ácido acético, o pH da mistura deve ser verificado previamente ao descarte, procedendo a neutralização se necessário.

Os resíduos segregados são armazenados para posterior incineração. O local de armazenamento não atende às exigências legais apresentadas pela ABNT-NBR 12.809 (1993).

Quanto à evaporação desses solventes em capelas químicas sem filtros é importante ressaltar a necessidade de se garantir que as concentrações emitidas não sejam elevadas. Em geral, a vazão das capelas químicas oferece uma dispersão elevada, emitindo concentrações da ordem de partes por trilhão. Contudo, considerando o número de laboratórios em cada instituição, as concentrações emitidas podem não ser tão irrelevantes. Desta forma, alguns autores têm recomendado o uso de lavadores de gases para neblinas ácidas e alcalinas, ou solventes bem polares e o uso de filtros de carvão ativado para os solventes clorados ou de lipossolubilidade elevada.

O custo desses equipamentos é, entretanto, elevado. Um lavador de gás custa em média, R\$ 10.000,00 e ocupa uma área de 2,5 x 1,20, pesa 1 tonelada e meia e tem 3 metros de altura. Os filtros de carvão ativado apresentam um menor volume 1 x 1 x 1,20 m e menor custo inicial, R\$ 6.000,00. Possuem 2 a 3 elementos filtrantes, que saturam rapidamente em neblinas ácidas, e requerem substituição freqüente, no valor de R\$ 1.000,00 por elemento filtrante. Assim sendo, a alternativa mais adequada é adotar-se micro - métodos, evaporando-se menor quantidade de solventes.

No que tange a manipulação de misturas de resíduos químicos e biológicos, observa-se uma grande preocupação com a inativação dos resíduos biológicos, colocando-se em segundo plano o gerenciamento dos resíduos químicos. A diferença na percepção do procedimento correto de descarte a ser adotado, condicionada à categoria do material a ser manipulado, reforça a premissa da necessidade de se criar programas educacionais consistentes.

As substâncias sólidas classificadas como inflamáveis são descartadas na rede de esgoto, com exceção dos resíduos contendo nitrato de amônia que são segregados para a comissão de descarte e o persulfato de amônia, o qual é descartado juntamente com o gel de acrilamida. O iodato de potássio durante o procedimento analítico é reduzido a iodeto, o qual poderia ser descartado diretamente na rede de esgoto. Entretanto, na mistura dos resíduos gerados nessa análise temos ácido sulfúrico, assim sendo, deve-se verificar o pH da mistura em questão, neutralizando-a, se necessário, antes do descarte. Quanto aos resíduos contendo permanganato de potássio e nitrito de sódio, recomenda-se a inativação química. Não foi referida qualquer determinação da Comissão de gerenciamento de resíduos quanto ao descarte de resíduos contendo essas substâncias.

- Resíduos contendo substâncias reativas - Com exceção dos resíduos contendo 3-amino-propil)triethoxisilano, segregados para recolhimento pela Comissão de descartes, os demais resíduos contendo substâncias reativas são descartados na rede de esgoto. Resíduos perigosos devem ser segregados e tratados para posterior disposição. No caso do (3-amino-propil)triethoxisilano, o tratamento pode ser procedido no local de geração, visto ser facilmente hidrolisado em meio aquoso, permitindo o descarte na rede de esgoto após este procedimento.

O ácido pícrico, em função da sua reatividade (explosivo), deve ser tratado previamente como descrito na tabela A-30. Para a mistura de ácido pícrico com NaOH, soro e tampão glicina, se o procedimento recomendado por ARMOUR (1996) for utilizado, será necessário observar o pH do resíduo

alcalino após a acidificação. Como esse tratamento envolve acidificação, não há a necessidade de se proceder a inativação química da matriz biológica com hipoclorito. Quanto a mistura de resíduos - ácido pícrico, formol e etanol, o tratamento adequado é a incineração.

Quanto ao resíduo contendo anidrido acético por se tratar de uma mistura contendo clorofórmio, o tratamento recomendado é a incineração, não cabendo o tratamento químico descrito na Tabela A-30.

Os resíduos contendo íons cianeto devem ser tratados com hipoclorito de sódio para ocorrer a formação de íons cianato, estáveis e de menor periculosidade. Parte dos resíduos gerados nessa Instituição são tratados com hipoclorito, a única recomendação a ser feita é que se verifique se a quantidade de hipoclorito utilizada é suficiente para a conversão do íon cianeto a cianato.

- Resíduos corrosivos - Dependendo do procedimento analítico onde a substância é utilizada e da composição da mistura onde se encontra, os resíduos contendo substâncias corrosivas são evaporados em capela química, segregados para posterior recolhimento pela comissão de gerenciamento, descartados na rede de esgoto ou autoclavados.

Verifica-se que o descarte na rede de esgoto é o procedimento mais empregado na Instituição A, para as substâncias corrosivas. Para atender as exigências legais, todos os resíduos contendo substâncias corrosivas, dependendo do pH da mistura, deveriam ser neutralizados antes do seu descarte por essa via. Observou-se que essa conduta não está normatizada nessa instituição e que o descarte de resíduos corrosivos neutralizados é decorrente de metodologias titulométricas ácido-básicas.

Em geral, os ácidos e bases manipulados na Instituição são segregados quando a mistura de resíduos onde se encontram contém solventes

inflamáveis ou clorados e metais, para posterior tratamento fora da unidade geradora. Porém, pode-se observar que essa conduta não foi totalmente incorporada pelos diferentes laboratórios da Instituição já que, por exemplo: 4,5 % do volume total de ácido acético utilizado, em mistura contendo ácido sulfúrico, poderiam ser neutralizados e descartados na rede de esgoto, e são segregados; 1800 ml/m (62,3% do volume total) do resíduo contendo ácido acético em mistura ao clorofórmio, iodeto de potássio, amido e tiosulfato de sódio são descartados na rede de esgoto e deveriam ser segregados para posterior incineração devido a presença do hidrocarboneto clorado.

Quando o volume de resíduo gerado contendo substância corrosiva é pequeno e encontra-se misturado a hidrocarbonetos voláteis ou são componentes das formulações de agentes cromogênicos, estes são evaporados em capela química sem filtro especiais. Reitera-se as recomendações tecidas para os resíduos inflamáveis.

Ainda em função do pequeno volume gerado, alguns procedimentos de descarte normatizados pela comissão de gerenciamento podem ser modificados, como ocorre para o fenol ou para a mistura fenol:clorofórmio utilizada na biologia molecular e segregada na maioria dos laboratórios da Instituição. 1,5 % do volume total de fenol utilizado na instituição é autoclavado. Em virtude do caráter do resíduo gerado e da volatilidade do mesmo, este procedimento é inadequado, entretanto, os riscos decorrentes desta exposição são mínimos visto que menos de 1,5 ml é autoclavado por vez.

- ❑ Resíduos tóxicos - A maioria dos resíduos contendo solventes clorados são segregados. Como descrito nos parágrafos anteriores, esse procedimento não é institucionalizado, existindo ainda laboratórios que descartam resíduos contendo esses hidrocarbonetos na rede de esgoto, não atendendo, assim, às exigências legais. A segregação dos solventes inflamáveis e dos clorados,

nem sempre é eficaz. Como se pode ver nos resultados, dependendo do laboratório onde são gerados, podem estar misturados com vários reativos, inclusive com metais. A justificativa para tal procedimento recai na falta de espaço para armazenamento no local de geração, na dificuldade em se conseguir um número maior de bombonas, e na falta de periodicidade na coleta dos resíduos gerados.

A segregação de resíduos contendo metais também não é realizada em sua totalidade. Quando sais metálicos são componentes das formulações de corantes são descartados na rede de esgoto sem prévia estabilização, como ocorre para o chumbo e a prata. Para os sais de mercúrio: 51,4% é segregado para posterior tratamento, 0,15% são estabilizados com ácido sulfídrico no próprio local de geração e o restante é descartado em saco plástico branco específico para RSS, o qual será posteriormente incinerado. A incineração de metais é, em geral, inadequada, uma vez que esse tratamento é ineficaz na destruição desses resíduos. Durante o processo de incineração, os metais são emitidos para o meio ambiente. A incineração de resíduos contendo certos metais, como o chumbo, só pode ser realizada quando a sua quantidade no resíduo for baixa, garantindo a emissão para o meio ambiente de concentrações inferiores às preconizadas.

Para o selenito de sódio, nenhum tratamento específico para o metal é adotado, por ser um componente de meio de cultura. Procede-se a inativação térmica objetivando reduzir a periculosidade do resíduo infectante. Sabe-se, no entanto, que o selenito de sódio se decompõe em contato com superfícies quentes ou na presença de fogo formando gases tóxicos (USDHHS - CHSI, 2000). Assim, após uma inativação química do meio de cultura, deve-se estabilizar o metal como descrito na Tabela A-30, separando-se a borra de metal estabilizado do restante do material, o qual pode ser descartado em saco plástico branco próprio para RSS. A borra deve ser encaminhada para o aterro industrial.

O mesmo se dá com a azida sódica, presente em meios de cultura. Pode explodir com o aquecimento e portanto, a autoclavagem pode resultar em risco para o funcionário. Recomenda-se a inativação química e posterior, tratamento do resíduo contendo Azida sódica com descrito na Tabela A-31.

Para o ácido cacodílico, o descarte na rede de esgoto deste composto é inadequado. Como descrito na Tabela A-31, a incineração em temperaturas superiores a 1.100 °C é recomendada.

Para as substâncias utilizadas como corantes ou reveladores, os laboratórios da instituição apresentam tratamento padronizado apenas para o brometo de etídio, utilizado em biologia molecular, adicionado ao gel de agarose ou aos tampões de corrida. Tratam esses resíduos de acordo com o procedimento descrito na literatura (SAMBROOK e col., 1989). Além do brometo de etídio (agente mutagênico), utilizam outras substâncias reconhecidamente carcinogênicas- diaminoazobenzidina, o-fenilenodiamina e auramina, entretanto, estas são descartadas na rede de esgoto, ainda que o volume utilizado por mês seja superior ao do brometo de etídio. Presume-se que a descrição de métodos de tratamento disponibilizadas em livros de biologia molecular tenha modificado a percepção somente para o brometo de etídio. Os resíduos de diaminoazobenzidina, o-fenilenodiamina e auramina, devem ser tratados como descrito na Tabela A-31, antes do seu descarte em rede de esgoto.

Quanto a acriflavina, a etapa de maior risco consiste na preparação do gel, que após a sua polimerização torna-se estável. A incineração é o tratamento adequado para esse resíduo. Com o acondicionamento dos géis de acrilamida em sacos plásticos específicos para os RSS, os quais serão incinerados pela prefeitura desta cidade, este resíduo finda por receber o correto tratamento.

Os resíduos contendo brometo de cianogênio também recebem tratamento adequado, o que garante a minimização de sua periculosidade.

- Resíduos radioativos- As substâncias radioativas utilizadas apresentam baixa atividade. Foi impossível, entretanto, obter os valores corretos emitidos junto aos analistas ou ao fornecedor do Bactec (Becton & Dickinson). Quanto ao acetato de uranila, o produto comercializado apresenta a composição isotópica de U^{238} - 99,6 - 99,7% e U^{235} - 0,3 - 0,4 %. O Urânio natural apresenta 0,7% de U^{235} . A depleção do U^{235} determina uma atividade de 0,51 $\mu\text{Ci/g} = 1,887 \times 10^4 \text{ Bq/g}$ no produto comercializado. Um material é considerado radioativo quando a sua atividade específica é maior que 74 Bq/g. (ELECTRON MICROSCOPY SCIENCES, 2000).

As recomendações do CNEN.NE 6.05 (1985) devem ser observadas, aguardando-se o decaimento em local adequado, para posterior disposição. PRÜSS e col. (1999) recomendam:

- a utilização de radionucleotídeos de meia-vida curta, substituindo-se, por exemplo, ^{33}P ($t_{1/2} = 25$ dias) por ^{32}P ($t_{1/2} = 14$ dias), ou ^{32}S ($t_{1/2} = 87$ dias) por ^{33}P ou ^{32}P ;
- eliminar, sempre que possível, a etapa de fixação com metanol e ácido acético na coloração de géis de eletroforese contendo radionucleotídeos;
- remover os constituintes orgânicos da mistura através de resinas sintéticas ou de troca iônica, como amberlite® XAD e carvão ativado (menos eficiente). A solução aquosa deve ser manipulada como radioativa. A resina contendo os solventes deve ser disposta como resíduo químico;
- uso de fluidos de cintilação não inflamáveis (fenilxililetano, diisopropilnaftaleno) em substituição aos inflamáveis (tolueno, xileno e pseudocumeno);
- separar uma autoclave para proceder a inativação térmica de resíduos que contenham em sua mistura substâncias radioativas.

Para os radionucleotídeos de meia vida longa como o urânio, segundo comunicação pessoal realizada por técnico do setor de proteção radiológica do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN, esses resíduos devem ser encaminhados para este Instituto, onde serão encapsulados em

concreto e guardados em depósito provisório localizado na referida instituição. Não há depósito definitivo para resíduos radioativos no Brasil.

- Resíduos não perigosos- Como relatado anteriormente, as substâncias listadas como não perigosas são aquelas que não apresentam propriedades inflamáveis, reativas, corrosivas ou tóxicas, segundo os parâmetros oferecidos pela ABNT - NBR 10.004 (1985). Entretanto, se a mistura onde se encontram apresentar uma substância perigosa ou infectante, esse resíduo deverá ser manipulado como perigoso.

Por exemplo, o resíduo contendo amido (não perigoso), tiosulfato de sódio (não perigoso), iodeto de potássio (não perigoso), ácido acético (corrosivo) e clorofórmio (tóxico), não deve ser descartado na rede de esgoto, pela presença das duas últimas substâncias. A incineração é o tratamento adequado pelo clorofórmio encontrar-se na mistura. Se este não estivesse presente, bastaria neutralizar o ácido acético contido na mistura para se proceder o descarte na rede de esgoto.

Observa-se, ainda, que muitas das substâncias classificadas como não perigosas apresentam dados de mutagenicidade relatados na literatura. A mutagenicidade não é um dos parâmetros considerados na avaliação da toxicidade de um resíduo, segundo a ABNT - NBR 10.004 (1985) ou Portaria CVS-01/2000. Entretanto, sabe-se que estes compostos mutagênicos, distribuídos no ecossistema, transferidos e acumulados através das cadeias tróficas, podem causar danos genéticos ou efeitos genotóxicos nos indivíduos ou populações expostos, aumentando a incidência de diversas patologias, inclusive o câncer nessas populações ou modificando a virulência de patógenos (UMBUZEIRO e ROUBICEK, in press)*.

* Umbuzeiro GA, Roubicek DA **Genotoxicidade ambiental**. In: Zagatto P, Bertoletti E. **Ecotoxicologia Aquática : bases e aplicações**. [In Press].

As ferramentas disponíveis para avaliar a detecção de mutágenos no meio ambiente e seus impactos sobre a saúde da população - avaliação do risco, ainda estão em discussão. Os vários testes propostos apresentam características diferentes, avaliando a capacidade de introduzir mutação em diferentes genes ou pares de base do DNA. Os resultados obtidos podem ser contraditórios ou de difícil interpretação. De qualquer forma, deve-se estar atento a essas considerações a fim de salvaguardar o meio ambiente e a saúde da população.

Instituição B

Com relação à Instituição B foram abordados os resíduos infectantes, inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos, radioativos e não perigosos.

- ❑ Resíduos infectantes- Como relatado no item 7.2.3.2, os procedimentos de descarte adotados para esses resíduos não são uniformes nesta Instituição. Para atender às normas técnicas, todos os resíduos infectantes devem ser submetidos a inativação prévia ao descarte, o que não ocorre em alguns laboratórios.
- ❑ Resíduos inflamáveis - Dependendo da polaridade do solvente, de sua utilização no procedimento analítico e do volume gerado, estes podem ser segregados para posterior recolhimento pela comissão de gerenciamento, evaporados em capela química sem filtro ou descartados na rede de esgoto.

Em geral, quanto menor a polaridade do solvente inflamável utilizado maior a segregação, de 50,6% do volume total gerado (éter etílico) a 100 % (acetonitrila e heptano, por exemplo). A segregação diminui quando percentagem de reutilização é elevada, como para o éter de petróleo e etílico, ou quando o solvente utilizado é mais polar, como etanol e metanol. Neste

caso, são segregados quando utilizados como fase móvel na técnica de cromatografia líquida de alta resolução, especialmente quando misturados a outros solventes mais apolares.

Os solventes mais polares são freqüentemente descartados na rede de esgoto. Segundo recomendação da USNIEHS (1998), esse procedimento pode ser adotado quando as concentrações desses solventes polares na mistura for inferior a 24%. Assim sendo, a diluição desses resíduos deve ser efetuado antes do descarte pela via hídrica.

A PURDUE UNIVERSITY (1990) também estabelece que volumes inferiores a 50 ml de substâncias inflamáveis ou combustíveis de baixa toxicidade e elevada polaridade - acetona, butanol, isobutanol, acetato de etila, etanol, isobutanol, isopropanol, metanol, propanol, podem ser descartados desta forma, desde que se proceda uma pré - diluição em ao menos 4 litros de água. Para misturas, a solubilidade de cada componente deve ser considerada antes da adoção deste procedimento de descarte. Soluções miscíveis com água, mas resistentes à biodegradação ou que contenham substâncias tóxicas não devem ser dispostas através da rede de esgoto.

Quanto à evaporação de substâncias inflamáveis em capelas químicas sem filtro e o descarte na rede de esgoto sem tratamento prévio, cabem as considerações já tecidas para a Instituição A.

- Resíduos Reativos - Excetuando-se o resíduo contendo cloreto de vanádio que se encontra segregado no local de geração, os agentes de derivatização, diazometano e trimetiliodosilano, e o cloreto de alumínio evaporados em capela, os demais resíduos contendo substâncias reativas são descartados na rede de esgoto.

Esses resíduos deveriam ser tratados previamente ao descarte, como descrito na Tabela A-29, evitando risco para quem os recolhe e para o meio ambiente. A eficiência do tratamento deve ser comprovada antes do descarte, como mencionado anteriormente na Instituição A com referência à cloração dos sais de cianeto.

- Resíduos corrosivos - As substâncias de caráter ácido são, em geral, segregadas somente quando encontram-se misturadas a solventes orgânicos, o que representa em média 37,1 % do volume total do resíduo ácido gerado (de 13,2 % para o ácido perclórico a 46,6 % para o ácido acético), considerando os corrosivos líquidos; e de 83,8 a 100%, para os sólidos (ácido oxálico, trifluoracético e fenol). Quanto aos álcalis, somente o hidróxido de amônia é segregado, 27,1% do total gerado.

O restante dos resíduos gerados são descartados, geralmente, sem neutralização na rede de esgoto ou evaporados em capelas químicas sem filtros. Os poucos resíduos corrosivos descartados na rede de esgoto já neutralizados são provenientes de titulações ácido-básicas. Assim, verifica-se que a neutralização de resíduos ácidos ou básicos ou o tratamento de outros resíduos corrosivos ainda não se encontra normatizada nesta Instituição.

- Resíduos tóxicos- Resíduos contendo substâncias cloradas, como diclorometano e clorofórmio, outras substâncias orgânicas, como a dimetilformamida, e alguns sais metálicos são segregados para posterior recolhimento pela comissão de gerenciamento, quase que na totalidade dos resíduos gerados excetuando-se os que contém sais de prata preferentemente dispostos na rede de esgoto. O descarte na rede de esgoto se dá quando os volumes gerados são pequenos. São, ainda, evaporados em capela química quando utilizados como agentes cromogênicos. Para esses resíduos vale o que foi discutido para a Instituição A.

Quanto aos resíduos contendo brometo de etídio, observa-se a preocupação em tratá-los antes de seu descarte. Ao contrário da Instituição A, não existe um tratamento padronizado, diferindo de laboratório para laboratório. Dentre os tratamentos realizados verifica-se a inativação por hipoclorito de sódio, o que, como ressaltado na Tabela A- 31, gera compostos mutagênicos de maior potência que o precursor. Estas considerações são abordadas por SAMBROOK e col. (1989), compêndio de referência para os laboratórios que realizam Biologia Molecular e onde se discute a eficiência dos vários tratamentos para o brometo de etídio, os quais podem ser empregados no local de geração, evitando-se a segregação para posterior tratamento e os riscos decorrentes da adoção desse método.

Para os resíduos contendo auramina, diaminoazobenzidina, o-fenilenodiamina, acrilamida, são pertinentes as observações feitas para a Instituição A.

Os resíduos contendo 2-mercaptoetanol também devem ser tratados antes de seu descarte na via hídrica, como relatado na Tabela A -31.

- ❑ Resíduos radioativos - O decaimento dos resíduos radioativos gerados é observado na Instituição. No entanto, não há um local adequado para o armazenamento desses resíduos durante esse período.
- ❑ Resíduos de medicamentos - A inativação de antineoplásicos atende as exigências legais e é realizada como descrito na literatura (HANSEL e col. 1997; PRÜSS e col., 1999).
- ❑ Resíduos não perigosos- As considerações feitas para a Instituição A também são aplicáveis para esta Instituição.

Instituição C

Com relação à Instituição C, estão abordados os resíduos infectantes e especiais, sem subdivisões, por não haver um programa de gerenciamento institucionalizado.

- Resíduos infectantes - Até a finalização da coleta de dados somente um dos departamentos desta Instituição apresentava coleta de resíduos de serviço de saúde. Nos demais, o descarte de material biológico é feito e recolhido como resíduo comum, o que não atende as exigências legais.

Não obstante, mesmo no Laboratório pertencente à divisão onde existe uma coleta dos resíduos de serviço de saúde, não se procede a inativação do material biológico manipulado ou daquele não utilizado nas análises antes de seu descarte. Considerando que o destino dos RSS será a incineração efetuada pela prefeitura da cidade, a não inativação dos resíduos infectantes representa um risco tanto para aquele que recolhe esses resíduos no local de geração como para aqueles que coletam os RSS gerados na Instituição até o incinerador. O descarte na rede de esgoto de papa de tecidos e fluidos biológicos manipuladas ou não é inadequado.

- Resíduos especiais - Duas formas de descarte são adotadas pela Instituição: evaporação em capelas químicas ou via rede de esgoto. Os procedimentos adotados pela Instituição atendem às exigências legais. Os resíduos contendo substâncias inflamáveis, reativas, corrosivas e tóxicas devem ser tratados como descrito na Tabela A - 30.

Após as devidas explanações com relação aos procedimentos adotados nas Instituições A, B e C, verifica-se que pelo menos para os resíduos especiais gerados em maior volume ou para as substâncias mais tóxicas, o procedimento adotado é correto nas Instituições onde o programa de gerenciamento já foi instituído. No entanto, torna-se evidente a necessidade de se criar mecanismos que propiciem a maior compreensão e conscientização dos envolvidos, quanto ao correto procedimento de descarte em situações de rotina e de emergência.

Os resultados apresentados refletem a falta de treinamento para o correto descarte relatada pelos funcionários das duas Instituições onde um programa já foi estabelecido, bem como, a falta de um programa de treinamento para situações de emergência devidamente formalizado. Pelas respostas oferecidas, percebe-se que esses treinamentos não abrangem o derramamento de substâncias, tendo sido relatado por vários dos entrevistados, diversos acidentes ocorridos pelo desconhecimento das medidas a serem tomadas nessas situações.

Na lavagem de vidraria, mesmo que os volumes de solução sulfocrômica empregados sejam pequenos é inevitável o descarte de cromo na rede de esgoto durante esse procedimento. Recomenda-se proscrever o uso dessa solução substituindo-a por uma solução de hidróxido de potássio em álcool ou por produtos comerciais como o Alconox (PURDUE UNIVERSITY, 1990).

A centralização da aquisição de material a ser utilizado na Instituição é um importante fator na redução de custos. Permite programar as aquisições, evitando-se grande quantidade de material não conforme em virtude da não utilização dentro do prazo de validade. Desta forma, cumpre-se o disposto na Portaria CVS-1, de 18/01/2000, em que *Os laboratórios Clínicos Autônomos e Unidade de Laboratórios Clínicos deverão desenvolver ações voltadas para o controle ..., dos prazos de validade e das condições de conservação, armazenamento e estocagem de produtos e artigos* (sub-item IV.8.1.4.1) e *Para efeitos desta Norma Técnica, é proibida a utilização de produtos e artigos cujos prazos de validade estejam expirados* (sub-item IV.8.1.4.3). Estes conceitos são utilizados por diferentes

Universidades e Instituições americanas (PURDUE UNIVERSITY, 1990; USEPA, 1990 a).

A manipulação adequada e o correto descarte dos resíduos gerados, além de proteger o meio ambiente e a saúde da coletividade, são medidas de segurança para o analista. Este axioma não está claro para a maior parte da população estudada, o que é corroborado pela ausência de fichas de segurança na maioria dos laboratórios avaliados. Os acidentes e situações de emergência parecem ser tratados como eventos de ocorrência impossível, apesar de terem sido relatados alguns incidentes nas três instituições estudadas.

Vários acidentes decorrentes da manipulação de material biológico foram descritos nos períodos de 1949 a 1979 e de 1960 a 1985, na Inglaterra e Estados Unidos. A maioria das infecções contraídas pelos analistas ingleses e americanos estavam relacionadas a *Chlamydia* spp, *Brucella* spp e *Mycobacterium* spp (SEWELL, 1995). Carvalho e Jales (1981) realizaram, em alguns laboratórios oficiais da rede de saúde da cidade de São Paulo, um levantamento dos casos de acidentes e infecções ali ocorridos. 171 casos foram informados sendo que 115 sofreram enfermidade e destes, 106 tiveram completa recuperação, 6 apresentaram incapacidade permanente em razão de acidentes com *Trypanosoma cruzi*, vírus da hepatite, blastomicose e picadas de animal e 3 foram a óbito, um por *Clostridium tetani* e dois por rickettsioses.

DUCREUX e AZOLOY (1997), citados por PELNIER e col. (1999), estimam que o risco de infecção pelo vírus da AIDS em decorrência de picada por agulha contaminada seja de 0,3% e de 0,05% após o contato cutâneo e de 5 a 40% pelo contato com o vírus da hepatite B.

O advento da epidemia de AIDS no início da década de 80, associado ao recrudescimento da tuberculose, renovou o interesse em se estabelecer programas de segurança para os funcionários da saúde. As medidas adotadas diminuíram os riscos ocupacionais dessa exposição mas não os baniram (SEWELL, 1995). A

análise das causas de acidentes revelaram a não observância das medidas de segurança como o uso de avental, luvas, máscaras, óculos e pipetas automáticas, além de se evitar a formação de aerossóis (PELNIER e col, 1999).

Segundo SEWELL (1995), analistas mais jovens, de 17 a 24 anos e do sexo masculino estão mais envolvidos em acidentes do que funcionários mais velhos, de 45 a 64 anos, e do sexo feminino. CARVALHO e JALES (1981) relatam que o contato com o material infeccioso através de seu derramamento, respingo ou aerossol foi o tipo de acidente mais freqüente na população, por eles, estudada.

Não se encontrou, na literatura consultada, relatos de acidentes envolvendo a manipulação de substâncias químicas em laboratório. Sabe-se, entretanto, que a manifestação do efeito adverso decorrente da interação entre um sistema biológico e uma ou mais substâncias químicas está relacionada às condições de exposição e pode ser minimizada através da adoção de medidas adequadas durante o manuseio e exposição a essas substâncias. O uso de equipamentos de proteção coletiva e individual torna-se imprescindível para que os limites de exposição não sejam ultrapassados durante a realização das análises, evitando-se a observação de quadros de intoxicação aguda e crônica.

Nas Instituições estudadas, os procedimentos realizados sem equipamento de proteção individual ou utilizando equipamentos inadequados devem ser revistos; os níveis de exposição devem ser checados para se avaliar o seu impacto sobre a saúde do analista. A eficácia dos equipamentos de proteção individual ou coletivo também deve ser verificada e o necessário aporte de recursos deverá ser providenciado para garantir o correto funcionamento e a aquisição equipamentos adequados às substâncias manipuladas, como luvas específicas e filtros ou lavadores de gases para as capelas.

No ambiente ocupacional é mais fácil se estabelecer o binômio causa - efeito e a sintomatologia decorrente da exposição aguda e crônica às substâncias

químicas. Na exposição ambiental, esse binômio e conseqüentemente, a avaliação de risco são difíceis de serem determinados em decorrência da complexidade dessa exposição pela concomitância de toxicantes presentes no ar, água, solo e alimentos e dos fatores de confusão: hábito de fumar, uso de álcool, uso médico ou não-médico de fármacos e drogas de abuso (MILLER, 1996; HANSEN e col., 1998).

O dano resultante da presença de substâncias perigosas em determinado local de disposição depende da extensão da contaminação, da possibilidade de contato com a população, das vias de introdução, do número de suscetíveis no entorno - crianças e grávidas -, da toxicidade das substâncias aí presentes e da devida persistência no meio ambiente (ANDELMAN e UNDERHILL, 1987; JOHNSON, 1997). Substâncias de elevada persistência podem provocar efeitos nocivos mesmo quando presentes em baixas concentrações.

Dentre as dez substâncias mais freqüentemente encontradas em locais de disposição e liberadas para o meio ambiente tem-se os metais como chumbo, arsênico, mercúrio e cádmio e os solventes clorados, como o clorofórmio (JOHNSON, 1997). A população do entorno desses locais, apesar das limitações dos estudos epidemiológicos aí realizados, apresentou maior prevalência de anomalias cardíacas, cefaléia, fadiga, distúrbios neurológicos, câncer de esôfago, estômago, cólon, reto e bexiga, além de malformações congênitas - de pequenas a moderadas (SEVER, 1977, JOHNSON, 1997).

Pode haver discrepância entre os achados decorrentes de estudos ocupacionais dos observados na população em geral. Por exemplo, o cromo hexavalente é responsável pela perfuração de septo nasal, ulcerações de pele e câncer pulmonar em trabalhadores expostos. Contrariamente, essas doenças não foram observadas na população residente nas imediações de áreas contaminadas. A forma química, a via de introdução e a concentração podem variar dependendo das condições do local de disposição e do comportamento da população do

entorno, dificultando o estabelecimento do risco nessa exposição (ANDERSON e col., 1993; FAGLIANO e col., 1997).

O estudo realizado por FAGLIANO e col. (1997) na população do entorno de locais de disposição de cromo no estado de New Jersey-EUA, evidenciou, através da determinação de cromo urinário, exposição estatisticamente significativa em crianças de idade inferior a 6 anos e em alguns adultos, demonstrando a necessidade de se priorizar a vigilância epidemiológica e avaliação de risco nestes locais.

Não é só a população do entorno que se encontra exposta a substâncias perigosas. Os funcionários dos aterros sanitários e industriais também são população de risco. Associações positivas foram determinadas entre a exposição no local de trabalho e sérios problemas de saúde, incluindo alterações do humor - ansiedade, depressão e irritabilidade; neurológicas - cefaléia, tontura e letargia; respiratórias - irritação de garganta, tosse e bronquite crônica; dermatológicas; problemas auditivos (GELBERG, 1997).

A Agency for Toxic Substances and Disease Registry -ATSDR, através de seus assessores de saúde, procura identificar os contaminantes dos locais de disposição e os potenciais efeitos tóxicos decorrentes desta exposição. Utiliza, sempre que disponível, os níveis de risco mínimo como um instrumento de triagem na priorização da intervenção nos diversos locais avaliados. Este instrumento pode também identificar quais os locais de disposição que não oferecem risco à saúde da população (ASTDR, 2000; CHOU e WILLIAMS-JOHNSON, 1998).

Como a maioria dos NRMs contém um certo grau de incerteza devido a falta de dados toxicológicos precisos que incluam a população suscetível - crianças, idosos, grávidas e os comprometidos nutricional ou imunologicamente, a ATSDR adota uma postura conservadora e protetora, assumindo que o homem é

mais sensível que os animais aos efeitos das substâncias perigosas, particularmente os suscetíveis, revisando-os periódica e rigorosamente.

É necessário, portanto, para se avaliar o impacto ambiental dos resíduos gerados pelas Instituições avaliadas e dispostos inadequadamente qualificar e quantificar as substâncias presentes nos efluentes dessas instituições, bem como determinar seu potencial genotóxico. Os testes de mutagenicidade em misturas complexas podem ser usados como controle de qualidade e monitorização ambiental (UMBUZEIRO e ROUBICEK, in press)*. Em geral, utiliza-se o teste de Ames devido a sua simplicidade e rapidez. Porém, como esse teste apresenta limitações - o benzeno, por exemplo, reconhecidamente mutagênico, apresenta teste de Ames negativo - sua combinação com análises químicas para caracterizar as classes de substâncias químicas presentes no efluente, assim como, os principais mutágenos da mistura é de grande auxílio. Deve-se observar, ainda, que numa mistura de resíduos, os efeitos mutagênicos das substâncias químicas podem ser antagonistas, aditivos, sinérgicos, intensificando ou reduzindo a resposta laboratorial (DE MARINI, 1991).

Para minimizar os impactos ambientais e sobre a saúde dos analistas, os resíduos gerados devem ser tratados, o que implica na destinação de verbas para sua execução. Com relação ao tratamento das frações levantadas nas Instituições de estudo, a quantidade mensal de resíduo a ser incinerado - solventes inflamáveis, solventes clorados, dimetilformamida e resíduos contendo fenol, acrilamida e ácido cacodílico, sem se considerar o peso de tampões e água presente nas misturas - é de aproximadamente 309 Kg/m para a Instituição A, 279 Kg/m para a Instituição B e de 29 Kg/m para a Instituição C.

* Umbuzeiro GA, Roubicek DA **Genotoxicidade ambiental**. In: Zagatto P, Bertoletti E. **Ecotoxicologia Aquática : bases e aplicações**. [In Press].

Quanto ao resíduos corrosivos, a Instituição A utiliza 13.850 ml/m de ácidos concentrados e 2,7 Kg/m de hidróxidos; na Instituição B são consumidos 32.300 ml/m de ácidos concentrados e 1,799 Kg/m de hidróxidos; a Instituição C emprega 1287 ml/m de ácidos concentrados e 0,160 Kg/m de hidróxidos em suas análises. A neutralização dos resíduos gerados não impõe ônus adicional para a Instituição desde que se segregue ácidos e hidróxidos já utilizados para este fim.

O resíduo corrosivo contendo cloreto de antimônio, gerado na Instituição A, apresenta uma mistura de anidrido acético e clorofórmio. Neste caso deve-se consultar a unidade de incineração e se verificar se a mistura pode ser incinerada, uma vez que o tratamento para o antimônio requer a fervura do resíduo com silicatos o que promoveria a evaporação do clorofórmio, exigindo capelas adequadas para esta manipulação.

O restante dos resíduos corrosivos gerados contém iodo - o qual durante a análise é convertido a iodeto ou é nebulizado em capela química e portanto, não requer ou não pode ser tratado- e peróxido de hidrogênio, cujo tratamento sairia em torno de US\$ 28,35/mês para a Instituição B e US\$ 15,75/mês para a Instituição C. As soluções utilizadas são bastante diluídas, de concentrações inferiores à 5%, o que reduz ainda mais o custo desse tratamento.

Algumas substâncias reativas como os silanos e o borohidreto de sódio são inativadas com água, não onerando a Instituição. Os demais resíduos reativos produzidos despenderiam, no seu tratamento, US\$ 0,73 na Instituição A, US\$ 21,02 na Instituição B e US\$ 0,06 na Instituição C.

O custo do tratamento dos resíduos tóxicos, excetuando-se os que devem ser incinerados, seria de US\$ 148,08 para a Instituição A, dos quais US\$ 110,30 empregados no tratamento de gel ou tampão contendo brometo de etídio; US\$ 114,31 para a Instituição B, dos quais US\$ 41,11 utilizados no tratamento de gel

ou tampão contendo brometo de etídio e, finalmente, de US\$ 5,73 para a Instituição C, aproximadamente.

Estima-se que o custo total do tratamento de resíduos seja de US\$ 486,30 para a Instituição A, envolvendo a incineração de resíduos perigosos e o tratamento dos demais resíduos químicos gerados. Como o volume de resíduos a serem incinerados é situado entre 300 e 500 Kg/mês, é aconselhável incinerá-los bimensalmente, possibilitando a redução do custo para US\$ 339,60 mensais. Para a Instituição B, o custo total estimado é de cerca de US\$ 485,70 mensais, sendo despendido com a incineração US\$ 306,60 mensais, deste que o encaminhamento para a unidade de tratamento seja bimensal. Com relação a Instituição C, estima-se que o custo mensal seja de cerca de US\$ 78,00, desde que se proceda a incineração semestralmente a um custo de US\$ 343,40.

Cumprе ressaltar que os custos de cada tratamento foram estimados utilizando-se reagentes *pro análise* da Sygma-Aldrich. Este procedimento foi adotado pela dificuldade em se obter cotações sem que houvesse a real intenção da aquisição. Entretanto, para o tratamento dos resíduos, os reagentes utilizados não precisam ser de elevado grau de pureza podendo, portanto, ser adquiridos por menor custo.

De acordo com algumas experiências internacionais, o tratamento dos resíduos dentro da própria instituição geradora reduz os custos e garante o cumprimento das exigências legais, ainda que exija treinamento e pessoal capacitado para fazê-lo. A Universidade de Indiana, por exemplo, economizou perto de US\$ 120.000 dólares ao ano quando adotou esta medida (KAUFFMANN, 1990).

A recuperação de solventes é uma alternativa a ser considerada. A terceirização deste procedimento só compensa quando o volume gerado é grande. Exige-se em geral, volumes superiores a 3000 L e condicional à mistura de

solventes. O custo é entorno de R\$ 1,20 por litro retornado, com recuperação de 60 - 70% do volume encaminhado à recuperação. Soma-se a esse montante, uma taxa fixa de cerca de R\$ 300,00, relativa aos custos de transporte, certificado de transporte de resíduos perigosos fornecido pela Cetesb (CATRI) e incineração da fração não recuperada.

Considerando os aspectos abordados, faz-se mister a criação de um programa educacional institucionalizado para a capacitação do responsável pela Instituição de modo que as exigências legais sejam cumpridas e não se configure nenhuma ação ou omissão que possa enquadrá-lo na Lei de crimes ambientais.

O programa educacional deve oferecer subsídios para que cada laboratório da instituição tenha um gestor ambiental, o qual junto com o analista poderá avaliar a periculosidade dos resíduos gerados, reconhecendo cada etapa do procedimento analítico, bem como o fundamento do método em questão e consequentemente, os produtos e subprodutos gerados durante a execução da análise, e a eventual modificação/minimização da periculosidade do resíduo gerado.

A constituição do gestor ambiental permite ainda que, na medida do possível, os resíduos gerados sejam tratados no local de geração. É fato que alguns tratamentos implicam em procedimentos complexos que exigem treinamento do analista e uso de equipamentos de proteção específicos; para outros resíduos, os procedimentos são simples, como para os sais de cianeto ou para os silanos, por exemplo. Os binômios risco/benefício e custo/benefício devem ser estudados pela comissão de gerenciamento de resíduos ao se construir o programa de gerenciamento a ser adotado pela Instituição.

Dos comentários realizados pelos diferentes entrevistados, observa-se a necessidade de se constituir um programa formal, apoiado pela diretoria da instituição, onde a comissão possa ser identificada como fonte de informação e diálogo quanto à disposição em situação de rotina e emergência. Os treinamentos

devem ser periódicos, principalmente aqueles que abordam procedimentos em situações emergenciais, de modo a condicionar o indivíduo e permitir que as decisões corretas sejam tomadas em caso de acidente, antes que o medo bloqueie sua ação. Neste caso, além do gestor ambiental, é interessante que mais de um analista realize o treinamento para que na ausência do gestor e em situações de emergência se proceda adequadamente.

Os modelos de regressão logística desenvolvidos oferecem subsídios para a elaboração dos programas educacionais, os quais devem propiciar ao analista o conhecimento da estratégia e etapas do gerenciamento, oferecer fontes de informação para a obtenção dos dados toxicológicos e das propriedades físico-químicas das substâncias por ele manipuladas e treinamento para as situações de emergência - derramamento, incêndio e explosão.

A International Chemical Workers Union (ICWU) desenvolveu um programa de treinamento, de 4 a 5 dias, dirigido aos funcionários que manipulam respondem pela destinação de substâncias perigosas. Para encorajar a participação e o intercâmbio das informações obtidas, recomenda que 3 a 4 participantes de cada setor realize concomitantemente o curso. O número máximo é de 24 alunos por classe para se promover discussões e garantir uma relação adequada entre instrutor e participante (McQUINSTON e col., 1992).

O programa acima tem dois objetivos interrelacionados: educação imediata e a longo prazo. O programa ensina o trabalhador aonde encontrar as respostas às suas perguntas e como utilizar e interpretar o achado. Aproximadamente 60% do curso ocorre em sala de aula e envolve pequenos grupos de pesquisa, resolução de problemas e exercícios, avaliação das próprias condições de trabalho e procedimentos, vídeos interativos, encenações e discussões. Treinos específicos envolvendo o uso de equipamentos de proteção individual, manipulação de contêineres, técnicas de contenção de derramamentos, simulação de vazamentos de tambores e válvulas preenchem os 40% restantes do curso.

McQUINSTON e col. (1992) mencionam que baseado nas idéias do educador brasileiro Paulo Freire, o processo educacional envolve a parceria entre os participantes e o instrutor, o qual atua como fonte de referência e não como um perito. Nesta estrutura, os participantes são deliberadamente convidados a expor as suas experiências - situações reais por ele vividas ou de seu conhecimento - a discutir as dificuldades em se alterar o seu local de trabalho, e a desenvolver estratégias para um pensar crítico e ação social.

Para instrumentalizar a atuação a longo prazo do participante, emprega-se os cartões de risco. Este cartão consiste num sistema visual de avaliação dos procedimentos e programas desenvolvidos nas empresas ou instituições de origem: vermelho, corresponde às áreas que necessitam de aprimoramento e verde, quando se atua com segurança naquele aspecto. Várias questões são levantadas: pronta resposta nas situações de emergência, percepção e comunicação do perigo, programas para uso e manutenção de equipamentos de proteção individual e coletiva; identificação correta dos contêineres de resíduos perigosos; fichas de segurança acessíveis a todos os trabalhadores e treinamento mensal da equipe de emergência, dentre outros.

Como última atividade de cada sessão de treinamento, os participantes provenientes do mesmo local de trabalho, utilizando os cartões de riscos, avaliam o desempenho de sua empresa ou instituição, elegendo posteriormente, duas áreas *vermelhas* como alvo prioritário de modificações. As razões dessa escolha e a estratégia a ser utilizada para corrigir as situações selecionadas são discutidas e re-elaboradas em classe ao final do curso.

Finalmente, é desejável que se conduza testes pré e pós-treinamento de modo a permitir os ajustes necessários. Desta forma, estarão sendo dadas as condições para o efetivo gerenciamento de resíduos, que é, definitivamente, uma questão de segurança para o analista, para o meio ambiente e para a população.

9. CONCLUSÕES

- 9.1** A identificação dos tipos e quantidades dos resíduos produzidos pelas instituições estudadas permitiu caracterizar que resíduos infectantes e especiais são por elas gerados em situação de rotina. A Instituição A gera cerca de 6 toneladas mensais de resíduos infectantes, constituídos basicamente por fluidos biológicos, cultura de células e meios de cultura. Nas demais Instituições, o volume de resíduo infectante gerado é variável em função da rotina ou da etapa da pesquisa a ser executada, não havendo dados disponíveis para estimar o volume mensal gerado. Dentre os resíduos especiais, as principais substâncias inflamáveis presentes nos resíduos gerados são éter etílico e xileno na Instituição A; metanol, etanol, acetonitrila, éter etílico, éter de petróleo e hexano na Instituição B e éter etílico e metanol na Instituição C. As principais substâncias corrosivas são o ácido sulfúrico e o hidróxido de sódio para a Instituição A e o ácido clorídrico e o hidróxido de sódio, para as Instituições B e C. As principais substâncias reativas são o anidrido acético para as Instituições A e B e sais de cianeto, para a Instituição C, sendo gerados em volumes reduzidos nas três instituições. Para as substâncias químicas classificadas como tóxicas, o clorofórmio é o principal solvente clorado presente nos resíduos gerados. Dos sais metálicos, os sais de mercúrio são os mais utilizados nas Instituições A e C e os sais de cromo, na Instituição B.
- 9.2** A avaliação do nível de conhecimento do corpo funcional das Instituições estudadas quanto às providências a serem adotadas em situação de emergência evidenciou que, respectivamente, 76,8%, 83,4% e 87,1% dos funcionários avaliados nas Instituições A, B e C procedem inadequadamente na ocorrência de derramamento de resíduos, especialmente os químicos. Em nenhuma das Instituições estudadas existe um programa de treinamento para situações de emergência devidamente formalizado, no entendimento de 53,3% do corpo funcional da Instituição A, 85,2% da Instituição B e 100,0% do corpo funcional da Instituição C. Da população estudada, cerca de 28%

dos funcionários da Instituição A e aproximadamente 3% dos funcionários da Instituição B relatam haver participado de treinamentos contra incêndio ou promovidos pela CIPA. Pelas respostas oferecidas percebe-se que esses treinamentos não abrangem o derramamento de substâncias químicas e que procedimentos de emergência só foram oferecidos para os resíduos infectantes.

9.3 Com base nas exigências legais e no conhecimento do estado da arte observou-se que 48,8 % dos funcionários da Instituição A, 44,5 % dos funcionários da Instituição B e 100,0 % dos funcionários da Instituição C procedem incorretamente o descarte de uma ou mais das substâncias ou materiais por eles manipulados, em situação de rotina. Considerando os resíduos infectantes, os procedimentos adotados pela Instituição A estão corretos; na Instituição B, a inativação prévia desses resíduos é realizada na maioria de seus laboratórios; na Instituição C, o tratamento prévio não ocorre. Para os resíduos especiais gerados em maior volume ou para as substâncias mais tóxicas, o procedimento adotado é correto nas Instituições A e B, onde o programa de gerenciamento já foi instituído. No entanto, ainda se descarta inadequadamente vários resíduos contendo substâncias perigosas. Na Instituição A, 36,7% da população estudada afirma não haver recebido treinamento para o correto descarte contra os 71,3% da Instituição B. Na Instituição C, o descarte dos resíduos perigosos gerados não atende às exigências legais.

9.4 O modelo de regressão logística utilizado para verificar a percepção do corpo funcional demonstrou uma associação importante entre a disposição adequada dos resíduos rotineiramente gerados e o conhecimento das etapas do gerenciamento e dos dados toxicológicos de cada substância manipulada, o treinamento para o correto descarte e o número de funcionários em cada laboratório. Em situação de emergência, existe uma associação significativa entre o correto procedimento no descarte de resíduos e a categoria do material

manipulado, o conhecimento das etapas de gerenciamento e dos dados toxicológicos de cada substância manipulada.

- 9.5** O conhecimento sistematizado das interações das substâncias químicas com o organismo e os respectivos reflexos sobre a saúde, possibilita destacar que expressão da toxicidade de uma substância química está relacionada às condições de exposição e pode ser minimizada através da adoção de medidas adequadas durante o manuseio e descarte destas. Assim, o uso de equipamentos de proteção coletiva e individual torna-se imprescindível para reduzir a exposição durante a realização das análises. Da mesma forma, o tratamento dos resíduos gerados minimiza a periculosidade desses resíduos. Diversos tratamentos químicos podem ser executados na própria instituição geradora, a baixos custos e com bom rendimento. Com a adoção das medidas evita-se a observação dos quadros de intoxicação aguda e crônica decorrentes tanto da exposição ocupacional como ambiental;
- 9.6** A implantação de programa de gerenciamento institucional passa pela necessidade imperiosa de decisão política da Instituição e respectivo rebatimento em seu orçamento, dando suporte ao controle de estoques e aquisição de insumos; à identificação e classificação dos resíduos gerados, à correta segregação, acondicionamento e armazenamento em local adequado; ao tratamento de resíduos e efluentes, à existência de treinamento periódico do corpo funcional para a disposição rotineira e emergencial.

10. RECOMENDAÇÕES

Todo o processo de elaboração do trabalho, conhecimento das experiências existentes, cotejamento com o estado da arte e a análise dos dados obtidos permitiram identificar alguns pontos mais significativos e meritórios de recomendações.

Recomenda-se que o programa de gerenciamento de resíduos de laboratório a ser adotado contenha elementos básicos para sua criação, destacando-se, entre outros, a atribuição de responsabilidades; o levantamento quali e quantitativo dos resíduos produzidos; a segregação das frações infectantes, perigosas ou radioativas; o estabelecimento de regras internas para a manipulação desses resíduos, envolvendo o acondicionamento, frequência de coleta, e etiquetas de identificação dentre outros; a avaliação e escolha das melhores opções de tratamento e disposição e construção de um local de armazenamento adequado, contemplando às exigências legais.

Do mesmo modo, a preocupação com o treinamento faz recomendar que seja instituído programa de treinamento enfocando a identificação e classificação dos resíduos gerados; a manipulação desses resíduos, abrangendo o acondicionamento e o armazenamento; medidas de segurança, incluindo uso de equipamentos de proteção individual, higiene pessoal, precauções contra incêndio, procedimentos a serem adotados em situação de emergência, fichas de segurança acessíveis aos analistas e os correspondentes procedimentos administrativos envolvendo licenças para transporte dos resíduos, registros, comunicação de acidentes, derramamentos e incêndios com periodicidade, ao menos bimensal, nos treinamentos das equipes de emergência.

Recomenda-se, ainda, a adoção de micro-métodos, para minimizar o volume de resíduos gerados e para reduzir os gastos com tratamento e disposição. Nesse sentido, a instituição de cooperativas para encaminhamento conjunto dos resíduos a serem tratados e conseqüente rateio dos custos, deve ser estimulada.

11. REFERÊNCIAS *

[ABNT] Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Norma NBR 10.004. Resíduos sólidos: classificação.** São Paulo; 1985.

[ABNT] Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Normas de gestão da qualidade e garantia da qualidade - Diretrizes para seleção e uso. NB-9000, ISO - 9000.** São Paulo; 1990.

[ABNT] Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Norma NBR 12.807. Resíduos de serviço de saúde: terminologia.** São Paulo; 1993.

[ABNT] Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Norma NBR 12.808. Resíduos de serviço de saúde : classificação.** São Paulo; 1993.

[ABNT] Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Norma NBR 12.809. Manuseio de serviços de saúde: procedimento.** São Paulo; 1993.

[ABNT] Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Norma NBR 12.810. Coleta de resíduos de serviços de saúde: procedimento.** São Paulo; 1993.

[ACS] American Chemical Society Task Force on Laboratory Waste Management. **Laboratory waste management: a guide book.** Washington (DC): American Chemical Society; 1994.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists. **1999 TLVs e BEIs: limites de exposição (TLVs) para substâncias químicas e agentes físicos e índice biológicos de exposição (BEIs).** Trad. Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais. Campinas; 1999.

Andelman JB, Underhill, DW. **Health effects from hazardous waste sites.** Chelsea: Lewis Publisher; 1987.

*De acordo com Cuenca AMB, Noronha DP, Ferraz MLEF, Andrade MTD. **Guia de apresentação de teses.** São Paulo: Biblioteca/CIR - FSP; 1998.

Andersen ME. Development of physiologically based pharmacokinetic and physiologically based pharmacodynamic models for applications in toxicology and risk assessment. **Toxicol Lett.** 1995; 79: 35-44.

Anderson RA, Colton T, Doull J, Marks JG, Smith RG, Bruce GM, et al. Designing a biological monitoring program to assess community exposure to chromium: conclusions of an expert panel. **J Toxicol Environ Health** 1993; 40: 555-83.

Armour MA. **Hazardous laboratory chemicals: disposal guide.** Boca Raton: CRC Press; 1996.

[ATSDR] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. **Minimum risk levels (MRLs) for hazardous substances.** [monograph on line]. Atlanta; 2000. Available from <URL: [http:// www.astdr.cdc.gov.mrls.htm](http://www.astdr.cdc.gov.mrls.htm). [2000 Mar 29].

Bernabei D, Lautenschlaeger L. **Seguridad: manual para el laboratorio.** 2^a ed. Darmstadt: Git Verlag; 1998.

Black H. Menace of microbes. [Forum] **Environ Health Perspect** [serial on line] 2000;108 (2). Available from<URL: [http:// ehpNet1.niehs.nih.gov/docs/2000/108-2/forum.html#mer](http://ehpnet1.niehs.nih.gov/docs/2000/108-2/forum.html#mer) > [2000 Mar 05].

Boatright DT, Edwards AJ, Shaver KA. A comprehensive biomedical survey. **J Environ Health** 1993; 35(6):19-26.

Bove FJ. Public drinking water contamination and birthweight, prematurity, fetal deaths and birth defects **Toxicol Ind Health** 1996; 12: 255-66.

Brasil. Lei n. 9605, de 12/02/98. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 13 fev 1998. V. 136, n. 31, p. 1-30.

Brasil. Normas regulamentadoras aprovadas pela Portaria 3214, de 8 de junho de 1978, atualizadas até 18/7/1997. In: **Segurança e Medicina do Trabalho.** 38^a ed. São Paulo: Atlas; 1997. NR-15.

Bretherick L. **Bretherick's handbook of reactive chemical hazards**. 2^a ed. London: Butterwoths; 1990.

Burke EL. A survey of recent literature on medical waste. **J Environ Health** 1992; 34 (9): 11-6.

Bush OM, Kovaliczn RA, Santi V. **Lixo hospitalar: normas de manuseio**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 1991.

Byrns G, Burke T. Medical waste management implications for small medical facilities. **J Environ Health** 1992; 33(3): 11-9.

Carvalho JPP, Jales LS. Acidentes envolvendo riscos biológicos e infecções associados a trabalhos de laboratório. **Rev. Bras. Saúde Ocup.** 1981; 35: 19- 24.

[CDC - WHO] Center for Disease Control and Prevention, World Health Organization. **Epi Info 6. Version 6.04b** [computer program] Atlanta; 1997.

Cha DK, Song JS, Sarr D. Treatment technologies. **Water Environ Res** 1997; 69: 676-89.

Chou CH, Williams-Johnson M Health effects classification and its role in the derivation of minimal risks levels: neurological effects. **Toxicol Ind Health** 1998; 14: 455-71.

Circulo de Trabajo de Laga de la Republica Federal de Alemania. **Instructivo sobre la minimizacion y eliminacion de desechos de instituciones publicas y privadas del sector salud** Costa Rica; 1992.

[CNEN] Comissão Nacional de Energia Nuclear. **Gerência de rejeitos radioativos em instalações radioativas**. Rio de Janeiro; 1985. (CNEN.NE-6.05).

[CNEN] Comissão Nacional de Energia Nuclear. **Diretrizes de radioproteção**. Rio de Janeiro; 1988. (CNEN.NE-3.01).

[CONAMA] Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n.º 5**, de 05/08/1993: define os procedimentos mínimos para o gerenciamento dos resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos. [on line]. Disponível em: [http:// www.mma.gov.br/port/conama/res/res93/res0593.html](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res93/res0593.html). [2000, maio 27].

Coggon D, Pannett B, Wield G. Upper aerodigestive cancer in battery manufacturers and steel workers exposed to mineral acid mists. **Occup Environ Med** 1996; 53:445-49.

Costello RG, Emery RJ. A program for reducing risk when releasing potentially hazardous assets. **J Environ Health** 1994; 59 (2): 12-6.

Cuthel TJ. Spills in laboratories. In: Hansen DJ (editor) **The work environment: healthcare, laboratories and biosafety**. Boca Raton: Lewis Publishers; 1993. v 2. p. 127-49.

[CVS] Centro de Vigilância Sanitária do Estado de São Paulo. Portaria CVS -01, de 18/01/2000: dispõe sobre condições de funcionamento dos laboratórios de análises e pesquisas clínicas, patologia clínica e congêneres, dos postos de coleta descentralizados aos mesmos vinculados, regulamenta os procedimentos de coleta de material humano realizados nos domicílios dos cidadãos, disciplina o transporte de material humano e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 19 jan. 2000. Seção I, Suplemento.

DeMarini DM. Environmental mutagens/complex mixtures,. In: Li AP, Heflich RH. **Genetic toxicology**. Boca Raton, CRC Press, 1991, p 285-302. Apud: Klaassen, CD, Amdur MO, Doull J. **Casarett and Doull's Toxicology: the basic science of poisons**. 5th. ed. New York: McGraw-Hill; 1996. p. 292-3.

Derelanko MJ; Hollinger MA. **CRC handbook of Toxicology**. Boca Raton: CRC Press; 1995.

De Rosa CT, Stevens Y, Johnson B. Role of risk assessment in Public Health practice **Toxicol Ind Health** 1998; 14: 389-412.

Electron Microscopy Sciences. **Chemicals**. [on line] Pennsylvania. Available from<URL: <http://www.emsdiasum.com/sem/chemicals/tannics.html#22400>> [2000 Mar 05].

Fagliano JÁ, Savrin J, Udasin I, Gochfeld M Community exposure and medical screening near chromium waste sites in New Jersey **Regul. Toxicol. Pharmacol** 1997; 26: S13-22.

Farland W, Dourson M. Non cancer endpoints: approaches to quantitative risk assessment. In: Cothorn CR. **Comparative environmental risk assessment**. Boca Raton, Lewis Publisher; 1993. p. 87- 106.

Faustman EM; Omenn GS. Risk Assessment In: Klaassen, CD, Amdur MO, Doull J. **Casarett and Doull's Toxicology: the basic science of poisons**. 5th. ed. New York: McGraw-Hill; 1996. p. 75-88

Fields WJ Jr, Smith RE, Tran-Saltzman K, Leutzinger, WP, Hodges W, Masih ST, Morrison AG. **University of Missouri-Kansas City Chemical Management Plan** [monograph on line]. Kansas City; 1996. Available from <URL: <http://www.epa.gov/rgytgrnj/specinit/p2/conference/field1.htm>>. [2000 Mar 29].

Fischhoff B, Bostrom A, Quadrel MJ. Risk perception and communication. **Annu Rev Public Health** 1993; 14: 183-203.

Fleming DO, Richardson JH, Aulis JJ, Vesley D. **Laboratory safety: principles and practices** 2nd ed. Washington (DC): American Society of Microbiology; 1993.

Formaggia DM. Resíduos de serviço de saúde . **Rev Limp Publica** 1994; 26: 9-20.

Furs AK. **CRC Handbook of Laboratory safety**. 2nd ed. London: CRC Press; 1993.

Gerba CP, Rose JB. Estimating viral disease risk from drinking water. In: Cothorn CR. **Comparative environmental risk assessment**. Boca Raton, Lewis Publisher; 1993. p. 117 - 35.

Gerlberg KH. Health study of New York City department of sanitation landfill employees. **J Occup Med** 1997; 39: 1103-10.

Gersberg RM, Korth KG, Rice LE. Chemical and microbial evaluation of in-situ bioremediation of hydrocarbons in anoxic ground water enriched with nutrients and nitrate. **World J Microbiol Biotechnol** 1995; 11: 549- 58.

Hall RM, Watson T, Schwartz RE, Bryson NS, Davis, Jr RC. **RCRA hazardous waste handbook**. 6th ed. Rockville: Government Institutes;1989.

Hansel S, Castegnaro M, Sportouch, MH, De Méo M, Milhavet JC, Laget M, Duménil G. Chemical degradation of wastes of antineoplastic agentes: cyclophosphamide, ifosfamide e melphalan. **Int Arch Occup Environ Health** 1997; 69: 109-14.

Hansen H, De Rosa CT, Pohl H, Fay M, Mumtaz MM. Public Health challenges posed by chemical mixtures. **Environ Health Perspect** 1998; 106 (suppl 6): 1271-80.

Hatfield TH, David HO. Measuring source reduction of laboratory hazardous wastes. **J Environ Health** 1993; 34(3): 5-10.

Hytonen M, Martimo KP, Estlander T, Tupasela O. Occupational IgE-mediated rhinitis caused by ninhydrin. **Allergy** 1996; 51: 114-6.

INMETRO. NIE-DINQP-093. **Crerios para o credenciamento de laborat3rio de ensaio segundo os Princ3pios das Boas Pr3ticas de Laborat3rio**. Rio de Janeiro; 1998.

International Standard Organization **General requirements for the competence of testing and calibration laboratories (revision of guide 25)**. London; 1998. (ISO/IEC guide, 17025)

International Technical Information Institute **Toxic and Hazardous Industrial Chemicals safety manual**. Tokyo; 1977.

Johnson B. Hazardous waste : human health effects. **Toxicol Ind Health** 1997; 13: 121-143.

Kaufmann J A. **Waste disposal in academic institutions**. 2nd ed. Chelsea: Lewis Publishers;1990.

Kriegman-King MR, Reinhard M. Transformation of carbon tetrachloride in the presence of sulfite, biotin and vermiculite. **Environ Sci Technol**. 1992; 26: 2198-206.

Lauwerys R, Bernard A, Roels H, Buchet JP. Heath risk assessment of long-term exposure to non-genotoxic chemicals: application of biological indices. **Toxicol Lett** 1995; 77: 39-44.

Leite EMA. Solventes orgânicos. In: Oga S. **Fundamentos de Toxicologia**. São Paulo, Atheneu; 1996 . p. 187-229.

Lepera JS. Agentes metemoglobinizantes. In: Oga S. **Fundamentos de Toxicologia**. São Paulo, Atheneu; 1996 . p. 174-86.

Lewis RJ. **Sax's dangerous properties of industrial materials**. 8th. ed. New York: Van Nostrand Reinhold; 1992.

Lowry LK. Role of biomarkers of exposure in the assessment of health risks. **Toxicol Lett** 1995; 77: 31-38.

Lunn G, Sansone EB. **Destruction of hazardous chemicals in the laboratory**. 2nd ed. New York, John Wiley & Sons; 1994.

Macgregor DG, Fleming R. Risk perception and symptom reporting. **Risk Anal** 1996; 16: 773 -783.

Marchese J. Medical waste disposal. In: Hansen DJ, editor **The work environment: healthcare, laboratories and biosafety**. Boca Raton: Lewis Publishers; 1993. v. 2, p. 151-68.

McQuiston TH, Coleman P, Wallerstein NB, Marcus AC, Morawetz JS, Ortlieb DW. Hazardous waste worker education. **J Occup Med** 1992; 34: 1410 - 26.

Merck Index: an encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals. 12th ed. Whitehouse Station: Merck & Co.; 1996.

Merck International. **Safety data sheets: ChemCAT** [CD ROM]. Darmstad; 1998.

Michigan State University. Office of Radiation, Chemical and Biological Safety. **MSU biohazardous waste management plan**. Michigan; 1999a. Available from <URL: [http:// www.orcbs.msu.edu/biological/biolsaf.htm](http://www.orcbs.msu.edu/biological/biolsaf.htm) > [2000 Jun 07].

Michigan State University. Office of Radiation, Chemical and Biological Safety. **Radiation Safety Program** Michigan, 1999 b. Available from <URL: [http:// www.orcbs.msu.edu/radiation/rad_saf.htm](http://www.orcbs.msu.edu/radiation/rad_saf.htm)>[2000 Jun 07].

Miller AB. Review of extant community-based epidemiologic studies on health effects of hazardous waste. **Toxicol Ind Health** 1996; 12: 225-33.

Morgan MG. Risk analysis and management. **Sci Am** 1993; 269: 24 - 30.

Nardocci A.C. **Risco como instrumento de gestão ambiental**. São Paulo; 1999. [Tese de Doutorado - Faculdade de Saúde Pública da USP].

[NRC] National Research Council. Committee on Environmental Epidemiology. **Environmental epidemiology: public health and hazardous waste**. Washington (DC): National Academy Press; 1991.

[NRC] National Research Council. Committee on Hazardous Substance in the Laboratory. **Prudent practices in the laboratory: handling and disposal of chemicals**. Washington (DC): National Academy Press; 1995.

Nava C. Worldwide overview of hazardous waste. **Toxicol Ind Health** 1996; 12: 127-38.

Neil N., Malmforms T., Slovic P. Intuitive toxicology: expert and lay judgments of chemical risks. **Toxicol Pathol** 1994; 22: 198 - 201.

Oga, S. **Fundamentos de toxicologia**. São Paulo: Atheneu ; 1996

Oleckno WA. Guidelines for improving risk communication in environmental health. **J Environ Health** 1993; 36: 20-6.

Pelner I, Prevosto JM, Dusseau JY, Cheminel V, Renard C, Thefenne H, Thual A, Chaulet JF. Hygiène et sécurité au laboratoire: exemples d'actions menées dans le cadre d'une démarche d'assurance qualité. **Ann Biol Clin** 1999; 57: 619 - 26.

Phifer RW, McTigue WR. **Handbook of hazardous waste management for small quantity generators**. Chelsea: Lewis Publishers; 1988.

Picot A, Grenouillet P. **Safety in the chemistry and biochemistry laboratory**. New York: Wiley-VCH; 1995.

Pinholster G. Biomedical Research goes green [Forum] **Env Health Perspect** [serial on line] 2000; 108 (2). Available from<URL: [http:// www.ehponet1.niehs.nih.gov/docs/2000/108-2/forum.html#mer](http://www.ehponet1.niehs.nih.gov/docs/2000/108-2/forum.html#mer)> [2000 Mar 05].

Pleus RC, Kathryn EK. Health effects of hazardous waste incineration facilities: Five case studies. **Toxicol Ind. Health** 1996; 12: 277-288.

Poirier MC, Beland FA. Determination of carcinogen-induced macromolecular adducts in animals and humans. **Prog Exp Tumor Res** 1987; 31: 1-10.

Prüss A, Giroult E, Rushbrook P. **Safe management of wastes from health-care activities**. Geneva: WHO; 1999.

Purdue University Chemical Management Committee. **Purdue University Guidelines for handling and disposal of chemicals**. Indiana, 1990.

Quigley DR. **Handbook of emergency chemical management**. Boca Raton: CRC Press; 1994.

Quillardet P, Hofnung M. Ethidium bromide and safety - readers suggest alternative solutions **Trends Genetic** 1988; 4: 89.

Renwick AG. Data-derived safety factors for the evaluation of food additives and environmental contaminants. **Food Addit Contam** 1993; 10: 275 - 305.

Risso WM. **Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde: a caracterização como instrumento básico para abordagem do problema**. São Paulo; 1993. [Dissertação de Mestrado - Faculdade de Saúde Pública da USP].

Salgado, PET. Toxicologia dos metais. In: Oga S. **Fundamentos de Toxicologia**. São Paulo: Atheneu; 1996. p. 153-72.

Sambrook J, Fritsch EF Maniatis T. **Molecular cloning: a laboratory manual**. 2th ed. Plainview: Cshl; 1989.

Sever LE. Environmental contamination and health effects: what is the evidence? **Toxicol Ind Health** 1997; 13: 145-61.

Sewell DL. Laboratory-associated infections and biosafety. **Clin Microbiol Rev** 1995; 8: 389- 405.

Shukla Y, Anthony M, Gupta KP, Mehrotra NK. Tumor promoting activity of ninhidrin on mouse skin. **Food Chem Toxicol** 1994; 32 (7): 651-4.

Silverman GS. Control of hazardous waste at a small quantity generating university. **J Environ Health** 1992; 55(2):29-34.

Sokolowska J, Tyszka T. Perception and acceptance of technological environmental risks : why are poor countries less concerned? **Risk Anal** 1995; 15: 733 - 43.

[SRA] Society for Risk Analysis. Glossary of risk analysis terms. McLean; 1999 Available from <URL: <http://www.sra.org/gloss3.htm> > [2000 Nov 01].

Stata Corporation. **Intercooled Stata- Statistics Data Analysis**, versão 6.0. College Station; 1999.

Stricoff RS, Walters, DB. **Handbook of laboratory health and safety**. 2th ed. New York: John Wiley & Sons; 1995.

Sygma-Aldrich Química Brasil. **Aldrich: catalog of handbook of fine chemicals 1998-1999**. São Paulo: Aldrich Chemical.; 1998.

Tomes CPS TM System. **Toxicology, Occupational Medicine and Environmental series**. [CD Rom]. Micromedex, 1987-1999.

[USDOE] US Department of Energy. Office of Environmental Management. Office of Technology Development. **Flameless thermal oxidation**. Savannah; 1995. Available from <URL: [http:// www.em.doe.gov/plumesfa/intech/flo/index.html](http://www.em.doe.gov/plumesfa/intech/flo/index.html)>[2000 Mar 07].

[USDHHS] U.S. Department of Health and Human Service. National Toxicology Program. **9th Report on Carcinogens**. North Carolina; 1998. Available from <URL: <http://ehis.niehs.nih.gov/roc/toc9.html>>. [2000 May 20].

[USDHHS - CHSI] U.S. Department of Health and Human Service. National Toxicology Program. **Chemical Health & Safety Information**. North Carolina; 2000. Available from <URL: http://ntp-server.niehs.nih.gov/Main_Pages/Chem-HS.html>. [2000 Mar 10].

[USEPA] U.S. Environmental Protection Agency **Guide for infectious waste management**. *Report*. Washington; 1986.

[USEPA] U.S. Environmental Protection Agency. **Guides to pollution prevention: research and educational institutions**. *Report*. Cincinnati; 1990 a.

[USEPA] U.S. Environmental Protection Agency. **Guides to pollution prevention: selected hospital waste streams**; *Report*. Cincinnati; 1990 b.

[USEPA] U.S. Environmental Protection Agency. **Risk characterization: Practical guidance for National Center for Environmental Assessment**. Washington, US EPA; 1996. In: World Health Organization **Principles for the assessment of risks to human health from exposure to chemicals**. Geneva, 1999. (Environmental Health Criteria 210).

[USEPA] U.S. Environmental Protection Agency and US Department of Energy. **Labs for the 21st century**. [on-line]. Available from <URL: <http://www.epa.gov/21centurylabs/index.html>>[2000 Mar 05].

[US NAS] National Academy of Science (1983) National Research Council, Committee on Institutional. **Means for Assessment of Risks To Public Health: Risk Assessment in the Federal Government: Managing the process**. Washington, DC, National Academy, Press, p 1-50. apud: World Health Organization **Principles for the assessment of risks to human health from exposure to chemicals**. Geneva, 1999. (Environmental. Health Criteria, 210).

[USNIEHS] U S National Institute of Environmental Health Science. **Health and safety waste manual** [monograph on line]. USA: NIEHS; 1998. Available from <URL: [http:// www.niehs.nih.gov/odshsb/wasteman/home.html](http://www.niehs.nih.gov/odshsb/wasteman/home.html) >[2000 Mar 05].

Wada S, Ichikawa H, Tatsumi K. Removal of phenols from wastewater by soluble and immobilized tyrosinase. **Biotechnol Bioeng** 1993; 42: 854-58.

Watts RJ, Nubbe, ME, Hess, TF, Teel, AL, Jones, AP. Assessment, management and minimization. **Water Environ Res** 1997; 69: 669-675.

Wyes HW. Hazardous waste: its impact on human health in europe **Toxicol Ind Health** 1997; 13 : 109-19.

World Health Organization. International Programme on chemical safety - IPCS. **Assessing human health risks of chemicals: derivation of guidance values for health-based exposure limits**. Geneva, 1994. (Environmental. Health Criteria, 170).

World Health Organization. International Programme on chemical safety - IPCS. **Principles for evaluating chemical effects on the aged population**. Geneva; 1993. (Environmental Health Criteria, 144).

World Health Organization. International Programme on chemical safety - IPCS. **Principles for the assessment of risks to human health from exposure to chemicals**. Geneva, 1999. (Environmental. Health, Criteria 210).

Yang RSH, El-Masri HÁ, Thomas RS, Constan AA, Tessari JD. The application of physiologically based pharmacokinetic/pharmacodynamic (PBPK/PD) modeling for exploring risk assessment approaches of chemical mixtures. **Toxicol Lett** 1995; 79: 193-200.

Zilli M, Converti A, Lodi A Phenol removal from gases with a biological filter by *Pseudomonas putida*. **Biotechnol Bioeng** 1993; 41: 693-99.

ANEXO 1

- **Caracterização de
resíduos químicos não
listados**
- **Concentração máxima
de alguns constituintes
no lixiviado**

Caracterização de resíduos químicos não listados na NBR 10.004

Segundo a Norma, são considerados resíduos:

1. inflamáveis:

- a) líquidos que apresentam ponto de fulgor inferior a 60 ° C, excetuando-se as soluções aquosas com menos de 24% de álcool em volume;
- b) não líquidos capazes de, nas CNTP, produzir fogo por fricção, absorção de umidade ou por alterações químicas espontâneas e, quando inflamada, queimar vigorosa e persistentemente, dificultando a extinção do fogo;
- c) oxidantes definidos como substâncias que podem liberar oxigênio e, como resultado, estimular a combustão e aumentar a intensidade do fogo em outro material.

2. corrosivos:

- a) soluções aquosas que apresentem $\text{pH} \leq 2$ ou $\text{pH} \geq 12,5$;
- b) líquidos que corroam o aço ou corroer o aço (SAE 1020) a uma razão de 6,35 mm ao ano, a uma temperatura de 55 °C;

3. reativos :

- a) os que são normalmente instáveis e reagem de forma violenta e imediata, sem detonar;
- b) os que reagem violentamente com água ou formam com ela misturas potencialmente explosivas;
- c) os que geram gases, vapores e fumos tóxicos em quantidades suficientes para provocar dano à saúde ou ao meio ambiente, quando misturados com água;
- d) os que apresentam ânions cianeto ou sulfeto em sua constituição, os quais por reação, podem liberar gases, vapores ou fumos tóxicos em quantidades suficientes para provocar dano à saúde ou ao meio ambiente;
- e) os capazes de produzir reação explosiva e detonante sob ação de forte estímulo, ação catalítica ou da temperatura em ambientes confinados;
- f) os capazes de produzir, prontamente, reação ou decomposição detonante ou explosiva nas CNTP;
- h) os explosivos.

4. tóxicos

a) os que apresentam, quando testados, DL_{50} (oral, ratos) < 50 mg/Kg ou CL_{50} (via pulmonar, ratos) < 2 mg/L ou ainda, DL_{50} (via dérmica, coelhos) < 200 mg/Kg;

b) aqueles cujo extrato obtido por lixiviação contiver qualquer um dos contaminantes da tabela abaixo. O procedimento de lixiviação para caracterizar a toxicidade consiste na extração do resíduo em fase aquosa, em $pH \leq 5,0$, assim obtido pela adição de ácido acético. O extrato é analisado, quantificando-se diversas substâncias inorgânicas e orgânicas. O resultado obtido é comparado com os limites máximos apresentados no anexo G, Listagem 7 da NBR 10.004.

Se sabemos que o resíduo não contém nenhum deste compostos então o teste não precisa ser realizado.

Tabela A-1 - Limites máximos permitidos no extrato obtido por lixiviação do resíduo estudado

Constituinte	Concentração máxima no lixiviado (mg/L)	
	EPA ^a	NBR 10.004
Aldrin	—	0,003
Arsênico	5,0	5,0
Bário	100,0	100,0
Benzeno	0,5	—
Cádmio	1,0	0,5
Chumbo	5,0	5,0
Clordano	0,03	0,03
Cloreto de vinila	0,2	—
Clorobenzeno	100,0	—
Clorofórmio	6	—
Cresol	200,0	—
Cromo	5,0	5,0
1,2-dicloretoano	0,5	—
1,4-diclorobenzeno	7,5	—
DDT	—	0,1
2,4-D	10,0	10,0
Dieldrin	—	0,003
2,4-dinitrotolueno	0,13	—
Endrin	0,02	0,02
Epóxi-heptacloro	0,01	—
Fluoreto	150,0	—
Heptacloro	0,008	0,01
Hexacloretano	3	—
Hexaclorobenzeno	0,13	0,001
Hexaclorobutadieno	0,5	—
Lindano	0,4	0,3

Cont. Tabela A-1

Constituinte	Concentração máxima no lixiviado (mg/L)	
	EPA ^a	NBR 10.004
m-cresol	200	—
Mercúrio	0,2	—
Metil etil cetona	200	—
Metoxicloro	10,0	3,0
Nitrobenzeno	2,0	—
o-cresol	200	—
p-cresol	200	—
Pentaclorofenol	100	1,0
Piridina	5,0	—
Prata	5,0	5,0
Selênio	1,0	1,0
Tetracloretileno	0,7	—
tetracloreto de carbono	0,5	—
Toxafeno	0,5	0,5
Tricloretileno	0,5	—
2,4,5 -T		0,2
2,4,5-TP(silvex)	1,0	3,0
2,4,5-triclorofenol	400	—
2,4,6-triclorofenol	2,0	—

Fonte :a: 40 CFR 261.25 citada pelo American Chemical Society Task Force on Laboratory Waste Management, 1994. b: ABNT-NBR- 10004 - Anexo G, listagem n.º 7.

ANEXO 2

- **Protocolo para
identificação de
substâncias químicas
desconhecidas**

Tabela A-4 - Protocolo para identificação de substâncias químicas desconhecidas.

TESTE	PROCEDIMENTO
reatividade com água	adicionar uma pequena quantidade de amostra à água. Observar aparecimento de chama ou decomposição violenta, evolução de gás ou liberação de calor.
cianeto	misturar 2 ml da amostra a 1 ml de água destilada + 1 ml de NaOH 10% + 1 ml de FeSO_4 10% + FeCl_3 5%. Acidificar a mistura com H_2SO_4 concentrado. O desenvolvimento de cor azul indicada a presença de cianeto. Este teste só deve ser realizado se o resíduo apresentar $\text{pH} > 10$.
sulfeto	adicionar 2 gotas de HCL 3 M a 3 gotas do resíduo e segurar uma tira de papel embebida em solução de acetato de chumbo sobre a mistura. O desenvolvimento de cor preta no papel indica sulfetos.
pH	verificar o pH da solução ou do líquido em questão.
oxidantes	<p>① umedecer papel de amido iodetado primeiramente em HCL 1 N e depois, no resíduo. O desenvolvimento de cor roxa indica substância oxidante.</p> <p>② adicionar 0,1 a 0,2 g de KI ou NaI a 1 ml de uma solução ácida 10% do resíduo. o desenvolvimento de cor castanha indica a positividade.</p>
oxidante forte	adicionar uma quantidade pequena do resíduo a igual volume de MgCl_2 e água suficiente para dissolvê-los. Cor preta indica positividade.
peróxidos	<p>① umedecer papel de amido iodetado em HCL 1 N e então, no resíduo. Deixar evaporar o solvente e adicionar uma gota de água. O desenvolvimento de cor escura indica a presença de hidróperóxidos.</p> <p>② adicionar 1 ml de uma solução saturada de KI a 9 ml de solventes, após agitação, o desenvolvimento de cor amarela intensa indica a formação de mais de 0,005% de peróxido</p>
reductor	<p>① umedecer fita 2,6-dicloroindofenol em água e, então, no resíduo. A descoloração da fita indica a positividade do teste.</p> <p>② utilizar uma fita de azul de metileno e proceder como descrito para reductor.</p>
inflamabilidade	<p>① mergulhar um bastão de cerâmica no resíduo, deixar escorrer e aplicar e retirar um fósforo ou outra fonte de chama. Uma chama de aproximadamente 1,8 cm indica um resíduo inflamável. Uma chama menor que 1,8 cm indica um resíduo combustível mais não caracteristicamente inflamável.</p> <p>② Colocar uma pequena porção da amostra (< 5 ml) num suporte de alumínio. Aplicar uma fonte de ignição por 30 s. Se o material entrar em combustão, apresenta ponto de fulgor < 60°C. Se não houver ignição, aplique a fonte por 1 s, se o material queimar, é combustível, ponto de fulgor entre 60 e 93°C</p>
solubilidade em água	após testar a reatividade do resíduo em água, misturar 1g da amostra a 10 ml de água. Observar o resíduo e estime a solubilidade (insolúvel, parcialmente solúvel, solúvel). Se insolúvel, verifique a densidade. Líquidos orgânicos não halogenados são menos densos que a água..
halogênio	aquecer um pedaço de fio de cobre sobre uma chama até que fique vermelho; limpar com água destilada. Mergulhar na amostra e aquecer na chama. A cor verde indica a positividade.

Fonte: ACS, 1994

ANEXO 3

- ***Fluxograma para a caracterização de substâncias químicas desconhecidas***

Figura A-1 -Fluxograma para a caracterização de substâncias químicas desconhecidas. Fonte: National Research Council, 1995; modificado.

*FP= ponto de fulgor

ANEXO 4

- **Tratamentos adotados para diferentes categorias de Resíduos de Serviço de Saúde.**

Tabela A-3 - Tratamentos adequados para as diferentes categorias de Resíduos de Serviço de Saúde.

Tecnologia ou método	Categoria de resíduos					
	Infectantes Tipos A.1, A.2, e A.5*	Infectantes Tipos A.3 e A.5	Infectante Tipo A.4	Farmacêutico Tipo B.2	Químico perigoso Tipo B.3	Radioativo Tipo B.1
Forno rotativo ¹	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Resíduos de baixa atividade
Incinerador Pirolítico ²	Sim	Sim	Sim	Pequenas quantidades	Pequenas quantidades	Resíduos de baixa atividade
Incinerador de câmara fixa ³	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Resíduos de baixa atividade
Desinfecção química	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não
Autoclavagem	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não
Estabilização	Não	Não	Não	Sim	Sim (metais)	Não
Encapsulação ⁴	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
Outros métodos				Devolver ao fabricante	Reações químicas específicas	Aguardar o decaimento

Fonte: PRÜSS e col. (1999), adaptado

* Segundo classificação da ABNT- NBR 12.808, 1993

1- temperatura de incineração 1200 - 1600 °C. Capacidade disponível de 0.5 a 3 toneladas/h. Custo do equipamento e operacional elevados. Resíduos e sub produtos de incineração altamente corrosivos, e a tubulação refratária exige manutenção freqüente.)

2- temperatura de incineração 800 - 900 °C. Capacidade disponível de 200 Kg/dia a 10 toneladas/d.

3- temperatura de incineração 300 - 400 °C. Capacidade disponível de 100 a 200 Kg/d.

4- resíduo misturado à argila, cimento, areia betuminosa, espuma plástica e após a secagem deste meio, os containeres são selados e dispostos em aterro sanitário.

ANEXO 5

- **Algumas opções de tratamento de Resíduos de Serviço de Saúde - Vantagens e desvantagens**

Tabela A-4 - Vantagens e desvantagens de algumas opções de tratamento de Resíduos de Serviço de Saúde

Método empregado	Vantagens	Desvantagens
Forno rotativo	Adequado para os resíduos infectantes, para a maioria dos químicos e farmacêuticos	Alto investimento e custo
Incinerador pirolítico	Eficiência de desinfecção elevada; adequado para todos os resíduos infectantes e para a maioria dos químicos e farmacêuticos	Destruição incompleta de fármacos citotóxicos. Investimento e custo operacional relativamente alto.
Incinerador de câmara fixa	Eficiência de desinfecção boa. Redução drástica do volume e peso dos resíduos. Resíduos podem ser dispostos no aterro sanitário. Custos de investimento e operacional relativamente baixos	Emissões significativas de poluentes para a atmosfera. Necessidade de se remover periodicamente a escória e fuligem. Ineficiente na destruição de citotóxicos e algumas substâncias químicas.
Desinfecção química	Eficiência elevada na desinfecção quando realizada em boas condições de operação. Alguns desinfetantes químicos são de baixo custo.	Inadequado para fármacos e substâncias químicas. Requer pessoal treinado para o processo. Algumas substâncias utilizadas no processo são perigosas.
Autoclavagem	Custo do investimento e operacional relativamente pequenos.	Inadequado para resíduos químicos, farmacêuticos, restos de animais, peças anatômicas e resíduos não permeáveis ao calor. Operação requer pessoal treinado.
Encapsulamento	Simple, baixo custo e segura	Recomendado para material perfuro-cortante.
Estabilização	Custo relativamente baixo	Requer técnico habilitado e uso de EPI.

Fonte: PRÜSS e col. (1999), adaptado

ANEXO 6

- **Utilização e eficácia de diferentes descontaminantes em laboratório**

Tabela A-5 - Utilização e eficácia dos diferentes descontaminantes em laboratórios clínicos e de pesquisa

Descontaminante	Concentração	Parâmetros utilizados			Eficácia					Características relevantes						
		Temperatura °C	Umidade relativa (%)	Tempo de contato (min)	Bactéria vegetativa	Vírus lipofílicos	Bacilos	Vírus hidrofílicos	Esporos bacterianos	Inativado por matéria orgânica	Residual	Corrosivo	Irritante dérmico	Irritante ocular	Irritante das vias respiratórias	Tóxico (absorvido ou ingerido)
Autoclave																
1,05 Kg/cm²	Vapor saturado	121		50 - 90	+	+	+	+	+							
1,90 Kg/cm²	Vapor saturado	132		10 - 20	+	+	+	+	+							
Estufa		160 - 180		180 - 240	+	+	+	±	+							
Incinerador		649 - 926		1-60 *	+	+	+	+	+							
Radiação UV (253,7 nm)	40µW/cm²			10-30	+		+	±		+			+	+		
Óxido de etileno	400-800 mg/l	35-60	30-60	105-240	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+
Composto de amônio quaternário	0,1-0,2%	4-50	<30	8-60	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	
Compostos fenólicos	0,2-3 %			10-30	+	+	+	±		±	+	+	+	+	±	+
Alcool etílico ou propílico	70-85%			10-30	+	+	+	±		+				+		+
Formaldeído ^b	4-8%			10-30	+	+	+	+	±		+		+	+	+	+
Glutaraldeído	2%			10-600	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+
Peróxido de hidrogênio	6%			10-600	+	+	+	+	+		+	+	+	+		
Composto a base de cloro	0,01-5%			10-30	+	+	+	+	±	+	±	+	+	+	+	+

Fonte: FLEMING e col. (1993), modificado. NOTA: + = resposta positiva, ± = resposta moderada, espaço em branco = resposta negativa ou não aplicável ; a = radiação UV não penetra em solo e outros materiais ; b = odor pungente e característica irritante impossibilita seu uso em derramamentos.

ANEXO 7

- **Incompatibilidade de substâncias químicas**

número	Grupo químico	Incompatível com os grupos químicos representados pelos números listados na primeira coluna
1	Ácidos inorgânicos	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10,11,13, 14, 16-19, 21, 22, 23
2	Ácidos orgânicos	1,3, 4, 7, 14,16-19, 22
3	Cáusticos	1, 2, 5, 7, 8, 13-18, 20, 22, 23
4	Aminas e aminas alifáticas	1, 2, 5, 7, 8, 13-18, 23
5	Compostos halogenados	1, 3, 4, 11, 14, 17
6	Álcoois, glicóis e éteres glicólicos	1, 7, 14, 16 ,20, 23
7	Aldeídos	1, 2, 3, 4, 6, 8, 15-17, 19, 20, 23
8	Cetonas	1, 3, 4, 7, 19, 20
9	Hidrocarbonetos saturados	20
10	Hidrocarbonetos aromáticos	1, 20
11	Olefinas	1, 5, 20
12	Óleos derivados do petróleo	20
13	Esteres	1, 3, 4, 19, 20
14	Monômeros, esterres polimerizáveis	1, 2, 3, 4, 5, 6, 15, 16, 19-21, 23
15	Fenóis	3, 4, 7, 14, 16, 19, 20
16	Alquil óxidos	1, 2, 3, 4, 6, 7, 14, 15 ,17-19, 23
17	Cianidrinhas	1, 2, 3, 4, 5, 7, 16, 19,23
18	Nitrilas	1, 2, 3, 4, 16, 23
19	Amônia	1, 2, 7, 8, 13-17, 20, 23
20	Halogênios	3, 6 -15, 19, 21, 22
21	Éteres	1, 14, 20
22	Fósforo elementar	1, 2, 3, 20
23	Anidridos ácidos	1, 3, 4, 6, 7, 14, 16-19

Fonte: J. Hazardous Materials, 1:334, 1975 citado, como mencionado, por FURS, 1993.

ANEXO 8

- **Exemplos de reações
entre resíduos
incompatíveis**

Exemplos de resíduos potencialmente incompatíveis. Estes resíduos quando misturados com outros materiais ou resíduos podem produzir calor ou pressão, fogo ou explosão, reações violentas, fumos, pós neblinas ou gases tóxicos, ou ainda, fumos ou gases inflamáveis (ACS, 1994).

Tabela A-7- Geração de calor ou reações violentas como resultado da mistura das substâncias listadas e identificadas como grupo 1-A com as do grupo 1-B.

grupo 1-A	grupo 1-B
Resíduo de acetileno, líquidos alcalinos cáusticos, produto de limpeza alcalino, líquido alcalino corrosivo, fluido de bateria alcalino corrosivo, resíduo aquoso cáustico, resíduo de cal e outros alcalis corrosivos	resíduo ácido, ácido ou água, ácido de bateria, produtos químicos de limpeza eletrólito ácido, líquido ácido de gravação ou solvente, resíduo de banho de ácido e outros ácidos, corrosivos

Fonte : ACS, 1994.

Tabela A-8 - Explosão, fogo, geração de gás inflamável (hidrogênio) como consequências da mistura de materiais dos grupos 2-A com 2-B.

grupo 2-A	grupo 2-B
alumínio, berílio, cádmio, lítio, magnésio, potássio, sódio, pó de zinco, outros metais reativos e hidretos metálicos	qualquer resíduo listado nos grupos 1-A e 1-B.

Tabela A-9 - Geração de gás cianídrico e sulfúrico como consequência da interação do grupo 3-A com 3-B.

grupo 3-A	Grupo 3-B
soluções já utilizadas contendo cianeto e sulfeto	resíduos do grupo 1-B e ácidos em geral

Tabela A-10 - Explosão, fogo, geração de calor ou de gases inflamáveis ou tóxicos como consequência da interação entre os materiais do grupo 4-A com 4-B.

grupo 4-A	grupo-4B
Alcoóis e água	qualquer resíduo concentrado dos grupos 1-A e 1-B, cálcio, lítio, potássio, hidretos metálicos, SO ₂ Cl ₂ , SOCl ₂ , PCl ₃ , CH ₃ SiCl ₃ e outros resíduos reativos com água

Tabela A-11 - Explosão, fogo e reações violentas como consequência da mistura de materiais listados no grupo 5-A com 5-B.

grupo 5-A	grupo 5-B
Álcoois, aldeídos, hidrocarbonetos halogenados, hidrocarbonetos nitrados, hidrocarbonetos insaturados, outros compostos orgânicos reativos e solventes	resíduos dos grupos 1-A, 1-B e 2-A

Tabela A-12 - Explosão, fogo, reações violentas como consequência da reação entre substâncias do grupo 6-A com 6-B.

grupo 6-A	grupo 6-B
Cloratos, cloro, ácidos minerais concentrados, ácido crômio, hipoclorito, fumos de ácido nítrico, percloratos, permanganatos, peróxidos, outros oxidantes fortes	ácido acético, e outros ácidos orgânicos, cloretos, resíduos do grupo 2-A, resíduos do grupo 2-A, resíduos grupo 4-A, outros resíduos combustíveis e inflamáveis

Fonte: ACS, 1994

ANEXO 9

- **Segregação de substâncias químicas de acordo com a classificação**

Classificação das Substâncias químicas

- 1 Explosivas
 - 1.1. Com perigo de explosão em massa
 - 1.2. Com perigo de projeção
 - 1.3. Com perigo de incêndio, predominantemente
 - 1.4. Sem deslocamento significativo de ar
 - 1.5. Agentes detonadores
 - 1.6. Substâncias detonantes de grande sensibilidades
- 2.1. Gases inflamáveis
- 2.2. Gases não inflamáveis
- 2.3. Gases tóxicos
- 3 Líquidas inflamáveis
- 4.1 Sólidas inflamáveis
- 4.2 Espontaneamente combustíveis
- 4.3 Perigo no contato com umidade
- 5.1 Substâncias oxidantes
- 5.2 Peróxidos orgânicos
- 6.1 Tóxicas
- 6.2 Agente infectante
- 7 Radioativas
- 8 Corrosivas
- 9 Outras menos perigosas

INDICAÇÕES

- A. **LONGE DE:** significa que devem estar separados de maneira que os materiais incompatíveis não possam atuar uns sobre os outros de forma perigosa em caso de acidente, mas podem ser colocados no mesmo compartimento.
- B. **SEPARADO DE:** devem estar separados no mesmo compartimento
- C. **SEPARADO por um compartimento:** exige-se uma separação longitudinal ou vertical constituída por um compartimento intermediário completo.
- D. **Separado longitudinalmente por compartimento intermediário grande ou frasco**
- X. **não se recomenda separação especial.**

Exemplos de separação

Nº	classe	+	Nº	classe	Tipo de separação
4.1	Sólido inflamável	+	1	Explosivo	D
3	Líquido inflamável	+	5.2	Peróxido orgânico	C
6.1	Tóxico	+	1	explosivo	B
4.1	Sólido inflamável	+	8	Corrosivo	A

Fonte: BERNABEI e LAUTENSCHLAEGER, 1998.

Quadro A-1 -Segregação de substâncias perigosas. requisitos a serem observados dependendo da classificação da substância.

classe	1.1 1.2 1.5	1.3	1.4 1.6	2.1	2.2	2.3	3	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	6.1	6.2	7	8	9
Explosivos 1.1, 1.2, 1.5	*	*	*	D	B	B	D	D	D	D	D	D	B	D	B	D	x
Explosivos 1.3	*	*	*	D	B	B	D	C	C	D	D	D	B	D	B	B	X
Explosivos 1.4, 1.6	*	*	*	B	A	A	B	B	B	B	B	B	X	D	B	B	X
Gases Inflamáveis 2.1	D	D	B	X	X	X	B	A	B	X	B	B	X	D	B	A	X
Gases não tóxicos, não inflamáveis	B	B	A	X	X	X	A	X	A	X	X	A	X	B	A	X	X
Gases tóxicos 2.3	B	B	A	X	X	X	B	X	B	X	X	B	X	B	A	X	X
Líquidos inflamáveis 3	D	D	B	B	A	B	X	X	B	A	B	B	X	C	B	X	X
Sólidos inflamáveis 4.1	D	C	B	A	X	X	X	X	A	X	A	B	X	C	B	A	X
Substâncias de combustão espontânea 4.2	D	C	B	B	A	B	B	A	X	A	B	B	A	C	B	A	X
Substâncias perigosas quando em contato com umidade 4.3	D	D	B	X	X	X	A	X	A	X	B	B	X	B	B	A	X
Substâncias oxidantes 5.1	D	D	B	B	X	X	B	A	B	B	X	B	A	C	A	B	X
Peróxidos orgânicos 5.2	D	D	B	B	A	B	B	B	B	B	B	X	A	C	B	B	
Substâncias tóxicas 6.1	B	B	X	X	X	X	X	X	A	X	A	A	X	A	X	X	X
Material infectante 6.2	D	D	D	D	B	B	C	C	C	B	C	C	A	X	C	C	X
Material radioativo 7	B	B	B	B	A	A	B	B	B	B	A	B	X	C	X	B	X
Corrosivos 8	D	B	B	A	X	XB	X	A	A	A	B	B	X	C	B	X	X
Outros menos perigosos	X	X	X	X	X	XB	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fonte: 49 CFR 176.83 citado por ACS, 1994.

ANEXO 10

- **Roteiro de entrevista
com membro da
Comissão de
gerenciamento de
resíduos**

Roteiro de entrevista com membro da Comissão de gerenciamento de resíduos

ID: Instituição A ☐Instituição B ☐Instituição C ☐

Características da Instituição

Atividade desenvolvida: Ensino/Pesquisa ☐Análise/Pesquisa ☐

Número de laboratórios _____

Número de funcionários _____

Nível técnico _____

Nível superior _____

Nível administrativo _____

Linhas de pesquisa

Análises realizada

Comissão de Descartes:

Número de componentes _____

Formação dos componentes _____

Início da implantação do Programa _____

Fatores que levaram a sua implantação _____

Dificuldades encontradas

Necessidade de treinamento

Quantos foram realizados?

Qual foi a abordagem?

Confecção de Manuais

Na implantação do programa foram encontrados frascos sem rótulo?

Qual a conduta adotada?

Características do gerenciamento:

1) como se procede a identificação e classificação dos resíduos?

2) Como se procede a segregação e acondicionamento dos resíduos perigosos?

2.1) Cada resíduo é acondicionado separadamente? (exemplos)

2.2) Mantém-se registros dos resíduos gerados desde o local de geração até a destinação final dos mesmos?

3) Há um local de armazenamento dos resíduos? Qual a sua característica?

4) Como os resíduos são transportados do local de geração ao local de armazenamento? _____

5) Como os resíduos são transportados do local de armazenamento ao local de disposição? _____

6) Frequência do transporte interno e externo _____

7) Trata-se resíduos na Instituição? Quais? Tipo de Tratamento? Local de tratamento _____

8) Foi desenvolvido algum tipo de rótulo para classificação e disposição do resíduos? _____

9) Foram adotados procedimentos de segurança, específicos para o manuseio de resíduos? _____

10) Como lidam com incompatibilidades e extravasamento de resíduos, reagentes e materiais biológicos? _____

ANEXO 11

- **Roteiro de entrevista
com o responsável pelo
laboratório**

Roteiro de entrevista com o responsável pelo laboratórioID: Instituição A ☐InstituiçãoB ☐InstituiçãoC ☐

Número de funcionários _____

Nível técnico _____

Nível superior _____

Nível administrativo _____

Responsável : Formação:

Tempo na função:

Tempo de formado:

Sexo:

Idade:

1) Que tipo de análises são realizadas? Qual o número de análises realizadas?

2) Quais os resíduos gerados? Quantidade (Quadro)

3) Quais os cuidados no descarte deste resíduos? Por que? Oferece risco na exposição? (quadro)

4) Na sua opinião, qual a importância do gerenciamento de resíduos de laboratório?

5) A implantação do gerenciamento de resíduos:

a) exigiu treinamento dos seus funcionários? _____

b) dificultou ou interferiu na condução das análises? _____

c) Foi motivo de queixa? _____

6) Como se processa a aquisição de reagentes? Adquiri-se quantidades mínimas?

7) O que se faz com materiais fora do prazo de validade? _____

8) Como se procede a lavagem da vidraria utilizada? _____

9) Na escolha da metodologia, para uma nova análise, leva-se em consideração os reagentes e volumes utilizados pensando no risco da exposição e resíduos gerados ?

10) Quando uma nova metodologia é validada, existe algum tipo de treinamento? Qual? _____

11) As substâncias utilizadas são identificadas e classificadas para que o correto descarte de seus resíduos seja adotado? _____

12) Existe alguma norma a ser seguida em situações de emergência (incêndio, explosões, derramamento de resíduos, falta de luz, etc)? _____

12.1) Os funcionários receberam algum treinamento ou curso para cumprimento dessas normas? _____

13) O laboratório dispõe das fichas de segurança de cada produto utilizado? _____

13.1) Quem é o responsável pela guarda das fichas de segurança ? _____

14) Para a realização das análises, quais os procedimentos de segurança requeridos?

15) Estes procedimentos encontram-se por escrito ? _____

[illegible]

ANEXO 12

- **Roteiro de entrevista
com os técnicos e
analistas**

Roteiro de entrevista com os técnicos/analistas de laboratório

ID: Instituição A ☐ Instituição B ☐ Instituição C ☐

Nível : técnico ☒ superior ☐

Formação: tempo de formado:

tempo na função: _____ **número de análises realizadas:** _____

Sexo: _____ **Idade:** _____

1) Tipos de análise que realiza

2) Substâncias que manipula (Quadro)

3) Alguma delas é: (Quadro)

- explosiva
- inflamável
- corrosiva
- reativa
- oferece risco significativo de exposição

Quais efeitos pode provocar? (Quadro abaixo)

4) A manipulação destas substâncias requer algum cuidado especial? (Quadro abaixo)

5) No término da análise, como descarta o material utilizado? (Quadro abaixo)

5.1) Na sua opinião, o descarte realizado atende às exigências legais?

5.2) Deveria ser modificado? Como?

6) Você acha que o procedimento de descarte adotado é complicado?

7) Você acha o correto descarte necessário? Por que?

8) Como descarta soluções/reagentes que utiliza e estão fora da validade?

8.1) Nos casos de derramamento de soluções/reagentes que utiliza, qual é o procedimento de descarte adotado? _____

9) Recebeu algum treinamento para a manipulação e descarte das substâncias que utiliza? _____

10) Existe um programa ou procedimento a ser adotado em situações de emergência?

10.1) Se sim, você realizou algum treinamento? _____

10.2) Em situações de emergência (falta de luz, derramamento de substância, explosão, incêndio) , quais medidas devem ser tomadas, considerando as análises que você realiza? _____

11) Existe alguma dificuldade/pressão na realização do seu trabalho (pressão, complexidade da análise, risco de contaminação, risco de explosão, incêndio, rapidez na liberação do resultado, etc.) ? _____

12) A implantação do gerenciamento de resíduos dificultou/dificultaria ou interferiu/interferiria na execução de seu trabalho? _____

[illegible]

ANEXO 13

- **Questionário para técnicos e analistas de laboratório**

Questionário para técnicos/analistas de laboratório

ID: Instituição A ☐ Instituição B ☐ Instituição C ☐

Nível : técnico ☐ superior ☐

Formação: _____ Tempo de formado: _____

tempo na função: _____

Sexo: idade: ☐ F ☐ M Idade: _____

Laboratório a que pertence: _____

1) Tipos de análise que realiza _____

2) Recebeu algum treinamento para a manipulação e descarte das substâncias que utiliza? _____

3) Existe um programa ou procedimento a ser adotado em situações de emergência? _____

3.1) Se sim, você realizou algum treinamento? _____

4) Em situações de emergência (falta de luz, explosão, incêndio) , quais medidas devem ser tomadas, considerando as análises que você realiza? _____

5) Existe alguma dificuldade/pressão na realização do seu trabalho (pressão, complexidade da análise, risco de contaminação, risco de explosão, incêndio, rapidez na liberação do resultado, etc.) ? _____

6) Utilizando o quadro que se encontra no verso, liste, por gentileza, as substâncias que manipula, bem como a matriz onde a análise é realizada, especificando se alguma(s) delas é (são):

- Explosiva (EX), inflamável (IN), corrosiva(CR) ou reativa (RE)?
- Oferece risco significativo de exposição? De que tipo?
- Quais efeitos tóxicos pode(m) provocar?
- A manipulação destas substâncias requer algum cuidado especial?

7) Qual a importância de se proceder o correto descarte das substâncias manipuladas? _____

7.1) Na sua opinião, o descarte das substâncias utilizadas na análise atende às exigências Legais? _____

7.2.) Deveria ser modificado? Como? _____

8) A implantação do gerenciamento de resíduos dificultou/dificultaria ou interferiu/interferiria na execução de seu trabalho? _____

Quadro referente à pergunta número 6.

Substância manipulada	Característica da substância (EX, IN, CR, RE)	Risco na exposição	Efeito Tóxico	Cuidados na manipulação

Obrigado pela atenção!

Nota: Se o espaço destinado à resposta de cada pergunta for insuficiente, por favor, utilize uma folha a parte.

ANEXO 14

- **Termo de
consentimento**

Termo de consentimento

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, desenvolvida pela doutoranda da Faculdade de Saúde Pública /USP, Maria de Fátima Pedrozo, sob Orientação do Prof. Dr. Arlindo Phillipi Junior, com o intuito de avaliar os procedimentos adotados no descarte de materiais, reagentes e soluções utilizados em laboratórios, em situação de rotina e emergência. Cumpre ressaltar que, tanto o nome da Instituição como o dos entrevistados permanecerão sob sigilo.

EU, _____, tendo sido esclarecido da finalidade desta pesquisa e do sigilo das informações aqui oferecidas, respondo voluntariamente às questões que me serão feitas.

São Paulo, ____/ ____/ 1999.

ANEXO 15

- **Resíduos contendo substâncias inflamáveis gerados pelas Instituições avaliadas**

Tabela A-13- Resíduos contendo substâncias classificadas como inflamáveis gerados pela Instituição A e descarte adotado.

Substância	Volume	Descarte adotado
Acetato de etila	6.100 ml/m	5.300 ml/m - segregados para a comissão de descarte sendo 5000 ml/m em mistura ao sulfato de cobre ou amônia e 300 ml/m em mistura ao tolueno e ácido fórmico; 120 ml/m segregado em mistura a acetonitrila e água (70:10:30 de acetato de etila); 680 ml/m - evaporados em capela química em mistura ao metanol e hidróxido de amônia.
Acetona	8.300 ml/m	4.450 ml/m segregados para a comissão sendo que 500 ml/m em mistura com água, 350 ml/m em mistura com resíduos de praguicidas organofosforados, clorados e cumarínicos, 100 ml/m em mistura com o clorofórmio; 600 ml/m são reutilizados. Restante descartado na rede de esgoto sendo que 1.300 ml/m diluídos com hipoclorito e destes 100 ml/m são ainda autoclavados antes do descarte.
Acetonitrila	12.000 ml/m	Segregados para a comissão sendo que 9.400 ml/m em mistura com metanol, 1.020 ml/m em mistura com tampão fosfato, dos quais 200 ml/m recolhidos em frasco único com mistura de solventes clorados e não clorados, dietilditiocarbamato de prata, 1-naftol; 950 ml/m em mistura com acetato de etila e água, 40 ml/m em mistura com água e 60 ml/m segregados em frasco único em mistura com ciclohexano, metanol, dietilditiocarbamato de prata em piridina e 1-naftol.
Álcool isoamílico	4 ml/m	Cerca de 1 ml/m descartado em saco autoclavável em mistura ao clorofórmio e depois, descartado como RSS; Restante segregado em mistura ao fenol e clorofórmio.
Benzeno	7 ml/m	Utilizado para ressuspender extratos e evaporado em capela química
Butanol	1.150 ml/m	450 ml/m segregados em mistura ao etanol, água e hidróxido de amônia; Restante descartado na rede de esgoto, sendo que 500 ml/m em mistura com metanol, ferricianeto de potássio.
Ciclohexano	1.100 ml/m	600 ml/m evaporados em capela em mistura ao tolueno e dietilamina; Restante segregado em frasco único, misturados ao acetato de etila, ácido acético, hidróxido de amônia, metanol, 1-naftol e dietilcarbamato de prata em piridina.
Dietilamina	80 ml/m	Evaporados em capela em mistura com ciclohexano e tolueno.
Dissulfeto de carbono	100 ml/m	Segregados

Cont. Tabela A-13

Substância	Volume	Descarte adotado
Etanol	a. 43.600 ml/m p.a. b. 330 ml/m (comercial)	a. 384 ml/m segregados, sendo 150 ml/m em mistura com ácido clorídrico e soda, 225 ml /m em mistura com butanol, água e hidróxido de amônia, 9 ml/m em mistura com ácido pícrico e formol 430 ml/m evaporados em capela (solução aquosa 50% ou 70%); 45 ml/m autoclavado e descartado como RSS; Restante descartado na rede de esgoto em diferentes diluições (60, 70, 78, 80, 95%) sendo que 7.500 ml/m em mistura com glicerina e KOH 30%, 840 ml/m em mistura com acetona e; 2.500 ml/m em mistura com éter etílico; 120 ml/m em mistura com ácido acético; 350 ml/m em mistura com cloreto férrico, 2,2'-bipirideno e EDTA; b. 330 ml/m do comercial é destilado com NaOH e óxido de magnésio, e então, utilizado e descartado na rede de esgoto.
Éter de petróleo	22.250 a 27.250 ml/m	6.000 ml/m segregados; 5.000 ml/m reutilizados; restante evaporado em capela química
Éter etílico	132.500 ml/m	6.000 ml/m - reutilizados (só se perde pela volatilização); 64.000 ml/m segregados; 700 ml/m descartados na rede de esgoto em mistura com formaldeído e fezes diluídos em hipoclorito; Restante é evaporado em capela química.
Formaldeído	792 ml/m (solução 37%)	Rede de esgoto sendo que 784 ml/m em mistura com éter e fezes; 4 ml /m oxidado a ácido fórmico e descartado em mistura ao ácido acético, 2 ml/m em mistura ao NaOH e água; 1 ml/m segregado em mistura ao etanol e ácido pícrico.
Heptano	8.015 ml/m	15 ml/m rede de esgoto em mistura com óleo mineral; Restante recuperado e reutilizado.
Hexano	10.500 ml/m	Cerca de 500 ml/m descartado na rede de esgoto; o restante segregado.
Iodato de potássio	1,3g/m	Rede de esgoto reduzido a iodeto em mistura com ácido sulfúrico, vitamina C oxidada, amido.
Isopropanol	30.700 ml/m	Rede de esgoto
Metanol	24.100 ml/m	Cerca de 15.800 ml/m descartados na rede de esgoto sendo que 400 ml/m (solução diluída 20%) em mistura ao ácido sulfúrico 2%), 3600 ml/m em mistura com ácido acético e água, cerca de 500 ml/m em mistura ao ácido acético e glicerina, 100 ml/m em mistura ao ácido sulfúrico, hidróxido de sódio, ferricianeto de potássio, 1600 ml/m diluído com água antes do descarte; cerca de 85 ml/m evaporados em capela em mistura ao anisaldeído e ácidos acético e sulfúrico, cerca de 80 ml/m em mistura ao acetato de etila e hidróxido de amônia evaporados em capela;

Cont. Tabela A-13

Substância	Volume	Descarte adotado
Metanol		cerca de 7.900 ml/m segregados sendo 4.600 ml/m em mistura a acetonitrila, 2000 ml/m em mistura ao hidróxido de amônia 5%, cerca de 130 ml/m em mistura ao tampão fosfato, 100 ml/m em mistura com ácido sulfúrico, butanol, ferricianeto de potássio e hidróxido de sódio; outros 100 ml/m em mistura ao clorofórmio; cerca de 40 ml/m em mistura com água, 530 ml/m em mistura com hidróxido de sódio 0,05 M, sulfato de tetrabutilamônio, acetonitrila em frasco único contendo solventes clorados e não clorados, dietilditiocarbamato de prata, ácidos hidróxidos, 1 - naftol.
Metiletilcetona	500 ml/m	Reutilizados várias vezes e depois segregado.
Metilisobutilcetona	1000 ml/m	Segregados em mistura com matriz biológica (sangue) e pirrolidinaditiocarbamato de amônia.
Nitrato de amônia	1,25 g/m	Segregados para comissão em mistura ao cloreto de cobalto, tiocianato de potássio e tensoativo não iônico
Nitrito de sódio	0,062 g/m	Rede de esgoto em mistura com azul de metileno, glicose e sangue diluídos com hipoclorito.
Permanganato de potássio	2,8 g/m	Rede de esgoto sendo que 0,4 g/m em mistura com tampão fosfato e hidróxido de sódio.
Piridina	a. 600 ml/m b. 20 ml/sem*	a. Segregados sendo que 100 ml/m em mistura ao dietilditiocarbamato de prata complexado com arsênico, aguardando decisão da comissão; Restante em frasco único contendo solventes clorados e não clorados, 1-naftol, ácidos, bases, dietilditiocarbamato. b. segregados com outros solventes.
Tolueno	750 ml/m	30 ml/m descartados na rede de esgoto em mistura com acetato de cobre e cuproína e 120 ml/m evaporados em capela em mistura com ciclohexano e dietilamina.; 600 ml/m segregados em mistura ao acetato de etila e ácido fórmico.
Xileno	100.400 ml/m	400 ml/m evaporados; Restante segregado (xilol) para a comissão de descarte

Nota: ml/m = mililitro por mês e g/m= gramas por mês; * utilizado uma única vez no semestre

Tabela A-14- Resíduos contendo substâncias classificadas como inflamáveis gerados pela Instituição B e descarte adotado.

Substância	Volume	Descarte adotado
Acetaldeído	0,4 ml/m	Descartado na rede de esgoto em mistura com ácido sulfúrico, acético, difenilamina.
Acetato de butila	128 ml/m	Segregado em mistura ao butanol
Acetato de etila	9.800 ml/m	870 ml/m - rede esgoto em mistura com hexano ou com urina tampão acetato, acetoacetato de etila; 90 ml /m - evaporados em capela; 8.840 ml/m - segregados para a comissão a maior parte em mistura com clorofórmio, metanol, dimetilformamida, água, ciclohexano.
Acetona	4.500 ml/m	1.100 ml/m separados para a comissão, destes cerca de 90 ml misturados ao clorofórmio e 100 ml misturados ao clorofórmio e isopropanol; Restante descartado na rede de esgoto.
Acetonitrila	27.500 ml/m	Segregados para a comissão de descarte, destes 24.000 ml/m misturados à água, metanol, ácidos. Fosfórico ou tampão trietanolamina, tetrahidrofurano, 1.150 ml/m misturados ao metanol e diclorometano, 350 ml/m em mistura ao clorofórmio e metanol e 270 ml/m misturados ao ácido acético 0,1 %.
Álcool isoamílico	a. 64,5 ml/m	16 ml/m segregados em mistura ao fenol e clorofórmio; 8,5 ml/m descartados na rede de esgoto em mistura ao ácido sulfanílico e 40 ml/m em mistura com cloridrato de hidroxilamina
	b. 10 ml/a	10 ml/a - descartados na rede de esgoto em mistura com leite e ácido.
Benzeno	1000 ml/m	Menos de 20 ml/m evaporados na capela; Restante segregados para a Comissão de descarte
Brometo de alila	17,3 ml/m	Utilizado na reação de síntese, os subprodutos são descartados na rede de esgoto
Butanol	380 ml/m	30mL/m - rede de esgoto em mistura com ácido Tiobarbitúrico e homogenato de tecido; Restante segregados para a comissão em mistura com ácidos acético, acetona, água e acetato de butila, heptano.
Ciclohexano	750 ml/m	75 ml /m descartados na rede de esgoto junto com NaCL e matriz biológica (sangue ou plasma) Restante segregados sendo que cerca de 500 ml misturado ao acetato de etila, NH ₄ OH, etanol.
Dietilamina	240 ml/m	200 ml/m- evaporados na capela 40 ml/m- segregados misturado ao hexano, isopropanol e ácido acético

Cont. Tabela A-14

Substância	Volume	Descarte adotado
Disobutilamina	2 ml/m	Utilizado em síntese química
Etanol	30.900 ml/m	5000 ml/m evaporados em capela; restante descartado na rede de esgoto ou utilizado para limpeza de bancadas
Éter de petróleo	21.250 ml/m	12.000 ml/m reutilizados; 3500 ml/m descartado na rede de esgoto; 2000 ml/m concentrados no rotavapor- parte vai para rede de esgoto; restante segregado.
Éter etílico	26.100 ml/m	7000 ml/m - reutilizados; 2 000 ml/m - utilizados para anestesiá-los animais (evaporados); 400 ml/m evaporados em capela; 3000 ml/m- concentrados no rotavapor, parte vai para a rede de esgoto; 500 ml/m descartados na rede de esgoto; restante segregado.
Formaldeído	505 ml/m	200 ml/m evaporados em capela; 5 ml/m descartados na rede de esgoto misturados a 35 ml/m de metanol; 300 ml/m - diluídos 10% e utilizados em assepsia.
Heptano	530 ml/m	Segregados sendo que 220 ml/m em mistura com acetato de etila e 110 ml/m em mistura com butanol e ácido acético.
Hexano	25.900 ml/m	Cerca de 980 ml/m- evaporados em capela; 120 ml/m evaporados no rotavapor; 100ml/m descartados na rede de esgoto com 10 ml de ácido clorídrico 1M; 4000 ml/m descartados na rede de esgoto em mistura com o acetato de etila; restante segregado sendo 250 ml/m misturados com éter, 9000 ml/m misturados com isopropanol, ácido acético, água e dietilamina, 2.500 ml/m misturados com isopropanol, 125 ml /m misturados com éter etílico e acetonitrila e 1000 ml/m misturados ao metanol.
Isopropanol	4.100 ml/m	Cerca de 50 ml /m descartados na rede de esgoto, destes 30 ml misturados ao clorofórmio; Cerca de 30 ml/m autoclavados e descartados como RSS; restante segregado misturado ao hexano, água, ácido acético e dietilamina.
Metanol	55.700 ml/m	4.200 ml/m descartados na rede de esgoto; cerca de 330 ml/m evaporados em capela; 600 ml/m concentrados no rotavapor, perda, devido ao vácuo, para rede de esgoto; restante segregado sendo 12.600 ml/m misturados a 1.400 ml de água; 12.000 ml/m em mistura com água, acetonitrila, ácido fosfórico; 2000 ml/m em mistura com clorofórmio e acetato de etila; cerca de 600 ml/m em mistura com KCL; 1000 ml/m em mistura com acetato de lítio 20 mM; 1.875ml/a rede de esgoto em mistura com sulfato de cobre 10%.
Metilisobutilcetona	85 ml/m *	Segregados

Cont. Tabela A-14

Substância	Volume	Descarte adotado
Piridina	300 ml/a	150 ml - descartados com hipoclorito; 150 ml descartados em mistura ao dietilditiocarbamato de prata.
Tetrahidrofurano	4.000 ml/m	500mL/m descartados na rede de esgoto; Restante segregado sendo 3000 ml/m misturados à acetonitrila e tampão trietanolamina.
Tolueno	4.400 ml/m	500 ml/m descartados na rede de esgoto; restante é segregado, maior parte misturado a solventes não clorados.
Trietilamina	7.500 ml/m	Segregados em mistura com tetracloreto e diclorometano.
Xileno	1000 ml/m	Segregados para a comissão de descarte

Nota: ml/m = mililitro por mês e g/m= gramas por mês; * uso realizado uma vez ao ano, durante aula prática para a graduação.

Tabela A-15 - Resíduos contendo substâncias classificadas como inflamáveis gerados pela Instituição C e descarte adotado.

Substância	Volume	Descarte adotado
Acetona	1100 ml/m	Rede de esgoto sendo 1.000 ml/m em mistura ao clorofórmio
Álcool isoamílico	2 ml/m	Rede de esgoto em mistura ao clorofórmio
Benzeno	40 ml/m	Rede de esgoto
Ciclohexano	450 ml/m	Rede de esgoto em mistura com dietilamina e tolueno
Clorobutano	180 ml/m	20 ml/m - Rede de esgoto em mistura com a solução de ácido sulfúrico 0,5 N; restante evaporado
Dietilamina	60 ml/m	Rede de esgoto em mistura com ciclohexano e tolueno.
Etanol	2.800 ml/m	100 ml/m em mistura ao clorofórmio, evaporados fora da capela; restante rede de esgoto sendo 200 ml/m em mistura ao ácido acético 0,5% e 600 ml/m em mistura a anestésico local (pó).
Éter de petróleo	300 a 600 ml/m	Evaporados.
Éter etílico	12.000 ml/m	Evaporados em mistura ao clorofórmio.
Formaldeído	2 ml/m	Rede de esgoto como ácido fórmico e em mistura ao hidróxido de sódio.
Gasolina, álcool combustível	NE	Restante do material descartado na rede de esgoto
Hexano	2.000 ml/m	1.200 ml/m - rede de esgoto; o restante evaporado em capela química;
Isopropanol	520 ml/m	500 ml/m evaporados; restante descartado na rede de esgoto.
Metanol	5.050 ml/m	Rede de esgoto sendo 5000 ml em mistura com clorofórmio.
Nitrito de sódio	2,5 g/m	Nebulizados em capela em mistura com a p-nitroanilina e ácido clorídrico. Restante da solução descartada na rede de esgoto.

Cont. Tabela A-15

Substância	Volume	Descarte adotado
Piridina	45 ml/m	Rede de esgoto em mistura com ácido barbitúrico, ácido clorídrico e cloramina T.
Tetracloreto de carbono	100 ml/m	Rede de esgoto.
Tetrahidrofurano	100 ml/m	Rede de esgoto.
Tolueno	650 ml/m	Rede de esgoto ,sendo 560 ml em mistura ao clorofórmio e 90 ml em mistura ao ciclohexano e dietilamina.
Xileno	40 ml/m	Rede de esgoto

Nota: ml/m = mililitro por mês e g/m= gramas por mês; NE= não especificado

ANEXO 16

- **Resíduos contendo
substâncias corrosivas
gerados pelas
Instituições avaliadas**

Tabela A-16 - Resíduos contendo substâncias classificadas como corrosivas gerados pela Instituição A e o descarte adotado

Substância	Volume	Descarte adotado
Ácido acético	3.265 ml/m (concentrado)	Rede de esgoto- cerca de 1800 ml/m em mistura com o clorofórmio, ácido acético, iodeto de potássio, amido e tiosulfato de sódio; cerca de 420 ml do concentrado (soluções diluídas 5 a 7%) em mistura de iodeto de potássio, ácido acético e tiosulfato de sódio; 400 ml/m em mistura ao metanol e água; 50 ml/m do concentrado em mistura ao ponceau; 60 ml/m em mistura com formaldeído oxidado à ácido fórmico na reação; 85 ml/m em mistura ao metanol e glicerina; Nebulizados em capela: cerca de 10 ml /m em mistura ao anisaldeído, metanol e ácido sulfúrico e cerca de 35 ml /m em mistura com iodo, iodeto de potássio e ácido sulfúrico e nitrato de bismuto; Segregados cerca de 165 ml do concentrado sendo 130 ml em mistura ao ácido sulfúrico, 30 ml em mistura ao anidrido acético, ácido sulfúrico e clorofórmio e 5 ml em mistura ao ciclohexano e acetato de etila; Cerca de 240mL/m evaporado em capela química em mistura com o etanol.
Ácido clorídrico	3.800 ml/m (concentrado)	Cerca de 48 mL/m do concentrado (equivalente a 900 ml/m de solução 1 N) segregados em mistura com metais; Restante descartado na rede de esgoto sendo cerca de 180 ml/m do concentrado (solução 2N) em mistura com soro, ácido tioglicólico e ácido tricloracético, 4 ml/m do concentrado (soluções diluídas = 0,1 N) em mistura com o princípio ativo de medicamentos; 22 ml/m em mistura com agentes cromogênicos diluídos com hipoclorito; 500 ml/m descartados na rede de esgoto sem neutralização, manipulado sob exaustão; 2.100 ml/m neutralizados (titulação ácido-base) a maior parte em mistura com óxido cuproso
Ácido fórmico	100 mL/m	Segregado em mistura ao tolueno e acetato de etila.
Ácido fosfórico	4 ml/m (concentrado)	Segregado em mistura a sulfanilamida, naftilenodiamina e água.
Ácido metafosfórico	15 ml/m	Rede de esgoto em mistura a suco de frutas e ácido sulfúrico
Ácido nítrico	55 mL/m	38 ml/m (cerca de 900 ml/m de uma solução 1N) segregados em mistura a metais; Restante descartado na rede de esgoto em mistura com urina e cloreto estanoso (análise de mercúrio).
Ácido perclórico	35 mL/a*	Rede de esgoto

Cont. Tabela A-16

Substância	Volume	Descarte adotado
Ácido sulfúrico	6.100 ml/m (concentrado)	Cerca de 20 mL/m segregados em mistura ao fenol e hidróxido de sódio e água; Cerca de 30 mL/m nebulizados em capela em mistura com iodo, iodeto de potássio e ácido acético e nitrato de bismuto; 6020 ml/m descartados na rede de esgoto sendo cerca de 40 ml/m em mistura ao reagente cromogênico e diluído em hipoclorito (soluções 0,1 M, 0, 5 a 2 N); cerca de 24 ml/m com grande volume de água (hidrólise ácida - determinação vitaminas); 1 ml/m em mistura com butanol; metanol, hidróxido de sódio e ferricianeto de potássio; cerca de 5ml /m em mistura ao anisaldeído, metanol e ácido acético, restante é descartado neutralizado na rede de esgoto (titulação ácido-base).
Ácido tioglicólico	360 mL/m	Rede de esgoto em mistura com soro, ácido tricloracético e ácido clorídrico, diluídos com hipoclorito.
Ácido tricloracético	1.202 g/m	Rede de esgoto, sendo 1.200 g/m em mistura com ácido tioglicólico e ácido clorídrico e soro- inavados com hipoclorito e 2 g/m em mistura ao ponceau e água.
Cloreto de antimônio	87,5 g/m	Rede de esgoto em mistura com anidrido acético, clorofórmio .
Fenol	716 ml/m	11 ml/m autoclavado em mistura ao clorofórmio e descartado como RSS; 483 ml/m segregados em mistura com clorofórmio e álcool isoamílico; cerca de 2mL/m (2g /m), usado no preparo de ácido disulfônico e segregado com ácido sulfúrico; cerca de 220 ml/m (equivalente a 235,8 g/m) utilizados como anti-séptico, e em corantes e descartados na rede de esgoto.
Hidróxido de amônia	215 ml/m	25 ml/m evaporados em capela em mistura ao acetato de etila e metanol; restante segregado sendo 90 ml/m em mistura ao butanol, etanol e água e 100 ml/m em mistura ao metanol.
Hidróxido de cálcio	45 g/m	Utilizado na determinação de nicotinamida em cereais - etapa de hidrólise. O hidrolisado reage com bromocianogênio, ácido sulfanílico e ácido clorídrico - inativação com hipoclorito e descarte rede de esgoto.
Hidróxido de potássio	450 g/m	Fase aquosa - rede de esgoto em mistura com etanol, glicerina e vitaminas A, β -caroteno e E.
Hidróxido de sódio	2022g/m	Cerca de 57,64 g/m segregados sendo 12g/m em mistura com iodeto de mercúrio e iodeto de potássio, 9,6 g/m com ácido disulfônico e água , 36 g/m em mistura com metais e cerca de 0,04 mg/m em mistura com o metanol; 1825 g/m utilizados na determinação de prótidos (titulação ácido - base) descartado na rede de esgoto, neutralizado, em mistura ao óxido cuproso;

Cont. Tabela A-16

Substância	Volume	Descarte adotado
Hidróxido de sódio		Cerca de 110,78 g/m descartados na rede de esgoto sendo 60 g/m em mistura com formaldeído, 30 g/m em mistura com butanol, metanol e ácido sulfúrico, 15 g/m em mistura ao metanol, ferricianeto de potássio e ácido sulfúrico, 3,2 g/m em mistura p-nitrofenilhidrazina e diluído com hipoclorito de sódio, 2,5 g/m descartados com grande volume de água(utilizados na destilação de etanol comercial); 80 mg/m descartados neutralizados na rede de esgoto em mistura ao cloridrato de hidroxilamina, azul de bromofenol; restante utilizado para solubilização de princípios ativos, basificação ou neutralização de soluções e meios de cultura.
Iodo	11g/m	Nebulizados em capela química em mistura com ácido acético e sulfúrico, iodeto de potássio e nitrato de bismuto, restante descartado na rede de esgoto em mistura ao iodeto de potássio.
Persulfato de amônia	0,12 g/m	RSS junto com o gel de acrilamida

Nota: ml/m = mililitro por mês e g/m= gramas por mês; * /a= volume anual

Tabela A-17 - Resíduos contendo substâncias classificadas como corrosivos gerados pela Instituição B e descarte adotado.

Substância	Volume	Descarte adotado
Ácido acético	2.350 ml/m concentrado	1090 ml/m segregados sendo 40 ml/m misturado ao n-hexano, isopropanol, dietilamina e água e o restante misturado aos solventes extratores; 80 ml/m do concentrado = 200 ml/m solução 10% - neutralizado antes descarte na rede de esgoto; restante descartado na rede de esgoto sendo que cerca de 65 mL/m da solução concentrada = solução 7% em metanol; 50 ml/m descartado misturado ao fenol e ácido sulfúrico.
Ácido clorídrico	10.900 ml/m concentrado	4.000 ml/m segregados; 36,5 ml/m da solução concentrada (equivalente a 5.000 ml/m solução 0,1N) descartados na rede de esgoto com medicamentos solubilizados; 10 ml/m descartado na rede de esgoto misturado ao ácido tiobarbitúrico, butanol e homogenato de tecido; 120 ml/m descartado na rede de esgoto misturados à matriz biológica (urina); restante descartado neutralizado.
Ácido fórmico	800 mL/m concentrado	350 mL/m segregados,, parte misturada à solventes; 250 mL/m nebulizados com reveladores na capela; 200mL/m descartados na rede de esgoto.
Ácido fosfórico	650 ml/m	Descartados na rede de esgoto
Ácido fosfotungstíco (a) e ácido tungstíco (b)	150 mg/m (a) 6,8 mg/m (b)	a. Rede de esgoto em mistura com urina, etanol, ácido clorídrico e água b. Rede de esgoto em mistura à urina e água
Ácido nítrico	a. 12,2 l/m b. 2 ml/a*	a. 225 ml/m neutralizados antes do descarte na rede de esgoto. Restante descartados na rede de esgoto diluídos com bastante água b. 2mL/ano da solução concentrada = 270 mL/ano solução HNO ₃ 1,5% descartada na rede de esgoto misturada à urina e SnCl ₂
Ácido oxálico	105 g/m	100 g/m segregados; 5 g/m nebulizados em capela em mistura com ácido bórico
Ácido perclórico	760 ml/m	Cerca de 100mL/m segregados misturados ao metanol e hexano; 80 ml/m descartado na rede de esgoto bem diluído com água; restante neutralizado e descartado na rede de esgoto.
Ácido periódico	0,5g/a*	Descartado na rede de esgoto corante.
Ácido sulfúrico	4.430 ml/m concentrado	2.030 ml/m segregados, parte misturado à solventes ou fenol, destes, 7,0 ml/m do ácido concentrado (equivalente a 2.500 ml/m de uma solução 0,1N); restante descartado na rede de esgoto sendo que cerca de 1.350 ml/m descartados após titulação ácido-base (neutralizado); cerca de 10 mL/m descartados misturados ao ácido sulfanílico, acetaldeído, difenilamina; outros 10 ml/m descartados misturados ao etanol e leite; cerca de 8,5 ml/m da solução concentrada (equivalente a 80 ml/m solução H ₂ SO ₄ 4N) descartados juntamente com agente cromogênico e hipoclorito.

Cont. Tabela A-17

Substância	Volume	Descarte adotado
Ácido Tricloracético	40 g/m	Descartados na rede de esgoto com bastante água, sendo que 5 g/m em mistura a tampões fosfato
Ácido trifluoracético	9,9 g/m	8,3 g/m segregados em mistura com acetonitrila e água; 1,6 g/m - neutralização prévia ao descarte na rede de esgoto.
Fenol	2.500 ml/m**	Segregados em mistura com ácido sulfúrico (1.200 ml/m solução 5%) e com clorofórmio, e o restante com álcool iso - amílico; 32 ml/m autoclavado e descartado com RSS.
Hidróxido de amônia	36,9 ml/m concentrado	11 mL/m segregados para a comissão, destes 1mL/m da solução concentrado (equivalente a 200 ml/m NH ₄ OH 0,5%) segregado sem mistura com o metanol; 0,9 mL/m solução concentrada (equivalente a 24 ml/m NH ₄ OH 1M) descartados na rede de esgoto, neutralizados, em mistura ao dimetilsulfóxido, borohidreto de sódio, ácido acético anidrido acético; restante descartado na rede de esgoto, diluído, juntamente com a matriz.
Hidróxido de potássio	a. 460 g/m	a. 56 g/m (equivalente a 1 L de solução KOH 1N) nebulizados em capela química (revelador); 150 g/m (equivalente a 500 ml/m de solução KOH 30%) descartados na rede de esgoto misturados a amostra de tecido, e sulfato de sódio; restante descartado neutralizado na rede de esgoto.
	b. 32,76 g/ano	b. 32,76 g/ano (equivalente a 75 ml/ano de solução KOH 7,8 N) descartados "aos poucos" na rede de esgoto juntamente com amostra de urina e um pouco de piridina.
Hidróxido de sódio	1306 g/m	Cerca de 48 g/m (equivalente a 5.500 ml/m de solução NaOH 200 mM e 5.500 ml/m de NaOH 18 mM) segregados para a comissão; restante descartado na rede de esgoto neutralizado em mistura a restos de solventes (éter, etanol), fenol 5% e precursores de síntese.
Iodo	148,5 g/m	24,4g /m nebulizados em capela, componente do revelador Dragendorff iodado composto por H ₂ SO ₄ 10%, nitrato de bismuto, iodeto de potássio e iodo; 4,5 g/m utilizados na assepsia de bancadas e frascos em mistura com etanol (soluções 0,5 e 2%); restante descartado na rede de esgoto sendo 5,0 g/m reduzidos a iodeto previamente e 4,5 g/m utilizados como corante.
Peróxido de hidrogênio	45 ml/m concentrado	Descartados na rede de esgoto em mistura com as matrizes utilizadas, por exemplo, leite
Persulfato de amônia	2,6 g/m	Constituinte do gel acrilamida

Nota: * ml/a ou g/a= utilizados uma vez ao ano em aulas práticas para a graduação; ** considerando 1.200 ml de uma solução aquosa 5%; ml/m = mililitro por mês e g/m= gramas por mês

Tabela A-18- Resíduos contendo substâncias classificadas corrosivas gerados pela Instituição C e descarte adotado

Substância	Volume	Descarte adotado
Ácido acético	22 ml/m *	Rede de esgoto em mistura com sangue sendo 10 ml/m misturados também ao acetato de chumbo e 9,5 ml /m em mistura ao etanol 10%.
Ácido clorídrico	610 ml/m*	Rede de esgoto sendo que 500 ml/m em mistura com matriz biológica; 100 ml/m em mistura com a vanilina e etanol; 4 ml/m em mistura com o tiocianato de cobalto; 6 ml/m em mistura ao ácido barbitúrico e piridina
Ácido nítrico	250 ml/m*	150 ml/m descartado nas rede de esgoto diluídos 1:2 com água ; 100 ml/m nebulizados em capela juntamente com o dicromato de potássio, ácido sulfúrico e ácido perclórico.
Ácido perclórico	100 ml/m*	Nebulizados juntamente com o dicromato de potássio, ácido sulfúrico e ácido nítrico
Ácido sulfúrico	300 ml/m*	Rede de esgoto juntamente com material biológico (diluído) e com clorobutano; 100 ml/m nebulizados juntamente com o dicromato de potássio, ácido perclórico e ácido nítrico
Fenol	10 ml/m	Rede de esgoto em mistura ao clorofórmio e álcool isoamílico
Hidróxido de amônia	100 ml/m*	Rede de esgoto juntamente com o material biológico
Hidróxido de potássio	10 g/m	Rede de esgoto
Hidróxido de sódio	60 g/m	Rede de esgoto sendo que 57 g/m em mistura ao ácido fórmico.
Iodo	12 g/m	Nebulizados em capela em mistura com ácido acético, nitrato de bismuto, iodeto de potássio e ácido sulfúrico.
Peróxido de hidrogênio	25 ml/m	Descartados como resíduo sólido juntamente com tubo de reação contendo a matriz biológica, em saco de lixo comum.
Persulfato de amônia	0,425 g/m	Constituinte do gel de acrilamida. Em geral, o gel é arquivado, quando não, descartado em saco plástico comum

Nota: ml/m = mililitro por mês e g/m= gramas por mês; * volume expresso em relação à substância concentrada

ANEXO 17

- **Resíduos contendo
substâncias reativas
gerados pelas
Instituições avaliadas**

Tabela A-19 - Resíduos contendo substâncias classificadas como reativas gerados na Instituição A e o descarte adotado

Substância	Volume	Descarte adotado
Ácido pícrico	1,2 g/m	0,6g/m descartados em rede de esgoto em mistura com soro e tampões glicina em NaOH diluídos com hipoclorito; restante segregado em mistura com formol e etanol.
(3-amino-propil)triethoxisilano	16 g/m	Segregados (solução em acetona)
Anidrido acético	10 ml/m	Rede de esgoto em mistura ao cloreto de antimônio e clorofórmio.
Sais de cianeto	0,085 a 0,230 g/m de CN ⁻	Rede de esgoto sendo cerca de 25 mg/m em mistura ao tampão fosfato, soro, ferricianeto de potássio, ácido acético, diluídos com hipoclorito de sódio e o restante em mistura ao soro, lisante e KCN diluídos com hipoclorito

Nota: ml/m = mililitro por mês e g/m= gramas por mês

Tabela A-20 - contendo substâncias classificadas como reativas gerados pela Instituição B e descarte adotado.

Substância	Volume	Descarte adotado
Ácido pícrico	1,68 g/m	Rede de esgoto em mistura com soro, hidróxido de sódio sendo 0,36 g/m diluído com hipoclorito.
Anidrido acético	315 ml/m	Descartados na rede de esgoto sendo que 240 ml/m em mistura com dimetilsulfóxido, borohidreto de sódio, NH_4OH e ácido acético.
Borohidreto de sódio	4,8 g/m	Rede de esgoto em mistura com hidróxido de amônia, ácido acético, dimetilsulfóxido, anidrido acético.
Cloreto de alumínio	36,5g/m	36,0 g/m (equivalente a 300 ml/m solução 3% em metanol) nebulizados em capela; 0,5 g/m descartado na rede de esgoto ou em saco plástico branco como RSS.
Cloreto de tionila	170 ml/m	160 ml/m utilizado como substrato de síntese e o restante segregado em mistura a ciprofoxacina, dimetilformamida.
Cloreto de vanádio	5 ml/m**	Segregados no laboratório misturado à amostra (soro ou plasma)
Diazometano	5 ml/m	Evaporados em capela
Magnésio metálico	25,3 g/m	Descartados na rede de esgoto ou como resíduo sólido juntamente com fragmentos de vegetais analisados
Sais de cianeto	a. 0,3 g/m de NaCN 9 a 15 g de KCN b. 200mg/a* de NaCN	a. 0,3 g/m descartado na rede de esgoto. 9 a 15 g/m (equivalente a 6 l/m de solução 0,15 a 0,25 % em sal de amônio quaternário) descartados na rede de esgoto; b. 200mg/a descartados na rede de esgoto em mistura à matriz (soro) diluídos com hipoclorito
Sódio metálico	4 g/m	Utilizado em sínteses
Trimetiliodosilano + n-metil-n (trimetilsilil fluoroacetamida)	5 ml +0,02 ml/m	Evaporados em capela

Nota: ml/m = mililitro por mês e g/m= gramas por mês; * mg/a = uso uma vez ao ano, durante aulas práticas para a graduação

Tabela A - 21- Resíduos contendo substâncias classificadas como reativas gerados pela Instituição C e descarte adotado

Substância	Volume	Descarte realizado
Cianeto de sódio	0,018 g/m	Rede de esgoto complexado ao ácido barbitúrico em piridina. Soluções vencidas também são descartadas na rede de esgoto, sem inativação prévia

Nota: g/m = gramas por mês

ANEXO 18

- **Resíduos contendo
substâncias tóxicas
gerados pelas
Instituições avaliadas**

Tabela A-22 - Resíduos contendo substâncias classificadas como tóxicas gerados na Instituição A e o descarte adotado.

Substância	Volume	Descarte adotado
Ácido cacodílico	0,83 g/m	Rede de esgoto, descartado solução de glutaraldeído em tampão cacodilato fosfato
Ácido ósmico	0,3 g/m	Segregado (equivalente a 30 ml/m de solução 1%)
Ácido sulfanílico	1,25 g/m	1,2 g/m descartado na rede de esgoto em mistura com bromocianogênio, ácido clorídrico e hidróxido de cálcio, inativados com hipoclorito de sódio; restante segregado em frasco único em mistura com 1 - naftol, hidróxido de amônia, solventes clorados e não clorados.
Ácido sulfídrico	800 ml/m	Rede de esgoto após precipitar metais.
Acrilamida	165,6 g a 360 g acrilamida e 4,4 g a 9,6 g/m bis-acrilamida	Descartados em saco plástico branco como RSS, uma parte é autoclavada antes da disposição.
Auramina	6,5 g/m	Rede de esgoto sendo 0,5 g/m em mistura com fenol, etanol e água e o restante em mistura ao etanol (600ml/m de uma solução 1% em etanol 95%)
Azida sódica	a. 1,0 g/m b. 0,04 g/m c. NE	a. Componente do ágar azida juntamente com bactotryptose, bactobee extract, NaCL, bacto ágar - autoclavado e descartado como RSS b. Solução em tampão fosfato não descartada - conservante de amostra c. Conservante de <i>Kits</i> , nas concentrações de 0,01 a 0,1 %, descartado na rede de esgoto.
Brometo de etídio	Cerca de 0,0013 g/m (0,0001g/m no gel de agarose e 0,0012 g/m em água para corar)	Inativação padronizada com KMnO ₄ 0,5 M, HCL 2,5 N e NaOH 2,5 N para posterior descarte na rede de esgoto, como descrito por SAMBROOK e col. (1989).
Bromocianogênio	80 ml/m	Solução inativada com hipoclorito até pH 13 e descartada na rede de esgoto
Cádmio metálico	100 g/m	Estocado, aguardando decisão da comissão de descarte.

Cont. Tabela A - 22

Substância	Volume	Descarte adotado
Cloreto estanoso	13g/m	Rede de esgoto sendo que 12 g/m em mistura com ácido clorídrico, iodeto de potássio e 1g/m em mistura aos ácidos nítrico, urina contendo sais de mercúrio a serem analisados.
Clorofórmio	27.900 ml/m	450 ml/m recuperados e reutilizados; 12.000 ml/m guardados para recuperação porém a seção foi inativada. Estão aguardando instruções da comissão de gerenciamento; 3.500 ml/m evaporados em capela química; Cerca de 33 ml/m autoclavados em mistura ao fenol e álcool isoamílico e descartados como RSS; Cerca de 950 mL/m descartados na rede de esgoto em mistura com ácido acético e iodeto de potássio, amido e tiosulfato de sódio ou em mistura com o anidrido acético e cloreto de antimônio. O restante é segregado sendo que 35 mL/m segregados em frasco único em mistura com solventes não halogenados, piridina, dietilditiocarbamato de prata, 1-naftol e cerca de 175 ml/m em mistura ao fenol (450 ml) e álcool isoamílico (4 ml).
Dimetilaminoazo Benzeno	0,0165 g/m	Rede de esgoto em mistura com ácido sulfúrico e hipoclorito de sódio
Diclorometano	6.500 ml/m	Segregados
Fenolftaleína ¹	NE	Indicador **
1-naftol	0,052 g/m	0,032 g/m segregado em mistura com solventes, dietilditiocarbamato de prata; o restante é autoclavado com o meio de cultura e descartado como RSS.
o-fenilenodiamina	1,7 g/m	Rede de esgoto em mistura com tampões citrato, fosfatos, ácidos clorídrico ou sulfúrico diluído com hipoclorito
Sal de arsênico	0,00025 g/m	Segregado complexado ao dietilditiocarbamato de prata em piridina
Sais de chumbo (citrato, óxido e nitrato de chumbo)	a. 0,02184 g/m b. 0,5 g/a (óxido)	a. quando utilizado como corante descartado na rede de esgoto Restante segregados com metilisobutilcetona e com o material biológico; Soluções - estoque vencidas também são segregadas para serem tratadas com H ₂ S. b. Nebulizado em capela (uso eventual)
Sais de mercúrio	6,61 g/m (Hg)	3,2 g/m (solução de brometo de mercúrio 5%) utilizados para embeber tiras de papel e descartadas como resíduo sólido em saco plástico branco; restante segregado para a comissão sendo 3,0 g/m em mistura com carbonato, iodeto de potássio e NaOH; 0,4 g/m revelador de gelatinase; 0,01 g/m (soluções-estoque vencidas) segregadas para serem tratadas com H ₂ S. Quando o analito é o mercúrio presente no material biológico (urina) é descartado na rede de esgoto com o cloreto estanoso e o ácido nítrico, juntamente com a matriz biológica.

Cont. Tabela A - 22

Substância	Volume	Descarte adotado
Sais de prata	2,97g/m (Ag)	2,65 g/m descartados na rede de esgoto (solução 0,2 e 0,17% de nitrato de prata); 0,32 g/m segregados com dietilditiocarbamato de prata em piridina sendo 0,1 g/m segregados em frasco único em mistura a solventes clorados e não clorados, ácidos, hidróxidos e 1-naftol e o restante guardado no laboratório em separado, à espera de instruções da comissão de descarte (parte desta solução está complexada ao arsênio).
Selenito de sódio	16g/m	Componente de meio de cultura juntamente com tryptona, lactose e fosfato de sódio,- autoclavado e descartado como RSS

Nota: ml/m = mililitro por mês; g/m = grama por mês ; g/a = grama por ano; NE= Não especificado; **= suspeito de ser carcinogênico para o homem ; 1= USDHHS, 1998

Tabela A-23 - Resíduos contendo substâncias classificadas como tóxicas gerados pela Instituição B e descarte adotado

Substância	Volume	Descarte adotado
2-acetilamino fluoreno	1g/m	Utilizado na experimentação com animais. Seringas, cânulas, frascos lavados com acetona e permanganato de potássio, descartados na rede de esgoto
Ácido orótico	17,5 g/m	Reage com sulfadoxina e sulfametoxazol. O produto da síntese é guardado para purificação e teste.
Ácido sulfanílico	a. 0,03 g/m b. 0,75 g/a	a. Rede de esgoto sendo que 0,02 g/m descartado em mistura ao álcool isoamílico e 0,01 g/m em mistura ao ácido acético 30%. b. 0,75g /a descartado na rede de esgoto em mistura com 1-naftol e hidróxido de amônia 10%.
Acriflavina	20 mg/m	Componente de Meio de cultura, autoclavado e descartado como RSS
Acrilamida	371 g a 792 g/m * e 9,9 a 21 g/m bisacrilamida*	Descartado após polimerização como RSS; 3000 ml/m de gel de acrilamida marcado com P ³² , aguarda-se o decaimento, em bombonas de plástico que permanecem no próprio laboratório, para depois descartá-lo como RSS.
Arseniato de sódio	7,1 g de arsênico/m	Segregados em meio ácido
Auramina	0,0044 g/m	Descartado na rede de esgoto(4 ml/m de uma solução 0,11% de auramina em etanol 95% e fenol 3%)
Brometo de etídio	0,000205 g em 5.400 ml/m de gel de agarose e em 700 ml/m de tampão	1.780 ml/m de gel agarose c/ brometo inativado com hipoclorito; 120 mL/m do gel inativado com KMnO ₄ 0,5 M, HCL 2,5 N e NaOH 2,5 N para posterior descarte na rede de esgoto 3.500 ml/m segregados; 700 mL/m filtrado sobre carvão ativado e o carvão descartado como RSS..
Cloreto estanoso	11,1 g/a Sn	4,67 g/a (equivalente a uma solução Sn Cl ₂ 5% em HCL 10%) descartados na rede de esgoto em mistura com urina; e 6,43 g/a (equivalente a uma solução SnCl ₂ . 2H ₂ O 40% em HCL conc.) descartados na rede de esgoto em mistura com KI, zinco em pó (parcial ou totalmente consumido na reação)

Cont. Tabela A-23

Substância	Volume	Descarte adotado
Clorofórmio	16.320 ml/m	95 ml/m descartado na rede de esgoto, destes 30 ml/m juntamente com iodeto de potássio e tiosulfato de sódio; 1700mL/m concentrados em rotavapor , uma parte pequena vai para a rede de esgoto; 31ml/m autoclavados juntamente com 1 ml de álcool isoamílico e descartados como RSS; 450 ml/m evaporados em capela ; restante segregado sendo que 20 ml/m segregados em mistura com 1 ml de álcool isoamílico; 1.,200 ml/m separados para a comissão em mistura com leite e dodecilsulfato de sódio; 700 ml/m segregados em mistura a acetona e isopropanol e 120 ml/m segregados misturado a acetona; 12.000 ml/m separados para a comissão em mistura com acetato de etila e metanol; cerca de 800 ml/m misturados a 400 ml/m de metanol.
Dimetilaminoazo Benzeno	0,00125 g/m	Descartados na rede de esgoto com ácido sulfúrico diluídos no hipoclorito.
Diclorometano	19.400 ml/m	500mL/m descartados com a matriz biológica (urina), diluídos com hipoclorito na rede de esgoto; cerca de 2.000 ml/m evaporados em capela; cerca de 300 ml/m concentrados no rotavapor * (10L/estudo); restante segregado sendo 170 ml/m misturados ao metanol e a acetonitrila.
Dietilnitrosamina	1g/m em solução fisiológica	Utilizado em estudo experimental, resíduo e seringa descartados como RSS
Difenilamina	2,4 g/m	Descartados na rede de esgoto em mistura com ácido sulfúrico, acético e acetaldeido
Dimetilformamida	1.500 ml/m	Segregados sendo que 1.,350 ml/m em mistura com ácidos e metanol, acetato de etila
Fenolftaleína	2-3 mL/m	Indicador - rede de esgoto em mistura com óleos, bases e ácidos ou leite e hidróxidos
Fluoreto de fenilmetilsulfonio (PMSF)	0,4 g/ano	Solução etanólica descartada na rede de esgoto diluída em hipoclorito
Iodeto de cádmio	750 mg/m	nebulizados em capela química (revelador) - 15 mL/m de solução 5% em ninhidrina 1% em etanol -
2-mercaptoetanol	1,5 ml/m	Descartados na rede de esgoto

Cont. Tabela A-23

Substância	Volume	Descarte adotado
Naftol	a. 55 mg/m b. 0,6 g/a	a. 55 mg/m (soluções em ácido acético e etanol 95%), utilizadas em testes bioquímicos para identificação de microorganismos autoclavados e descartados como RSS b. 0,6 g/a descartado na rede de esgoto em mistura com ácido sulfanílico e hidróxido de amônia 10%.
Ninhidrina	38,04 g/m	38 g/m descartado na- rede de esgoto em mistura com dimetilsulfóxido, água, acetato de lítio e ácido acético; 0,04 g/m (equivalente a 1 ml/m) autoclavado em mistura com acetona e butanol e descartado como RSS.
o-fenilenodiamina	0,04 a 0,08 g/m	Descartado na rede de esgoto misturado ao ácido sulfúrico e diluído com hipoclorito
Sais de chumbo ***	12,25 g de Pb/m	0,0056 mg/m segregado em mistura com tampão acetato, tioacetamida e glicerina restante descartado na rede de esgoto ou no saco plástico juntamente com a matriz analisada.
Sais de cromo	a. 325,8 g/m de Cr b. 4,16 g/ano	a. Segregados sendo que 16,9 g/m segregado em mistura ao sulfato de ferro e amônia e ácido sulfúrico e 308,9 g/m equivalente a 1500 ml/m de solução de dicromato de potássio 0,7 N; b. 4,16 g/ano (equivalente a de trióxido de cromo) descartados na rede de esgoto em mistura com hidróxido de potássio 7,8 N, piridina, urina diluídos numa solução de hipoclorito.
Sais de mercúrio	a. 90 g/m de Hg b. 4,8g/ano	a. Segregados sendo que 70 g/m na forma de acetato de mercúrio (350 ml/m de solução 0,1 N) e 20 g/m na forma de iodeto mercúrico (100 ml/m solução 1N); b. 4,4g /ano (6g de cloreto de mercúrio) descartados na rede de esgoto em mistura com nitrato férrico, ácido clorídrico; e soro (volume da mistura equivalente a 180 ml/ano) e 0,4 g/ano (equivalente a uma solução HgNO ₃ 0,1 %) nebulizados em capela.
Sais de prata	a. 13,9 g de Ag/m (Ag NO ₃) (nitrato de prata) b. 0,75 g Ag/ano	a. 10, 373 g/m descartados na rede de esgoto sendo que 9,6 g/m (equivalente a 75,8 ml solução de AgNO ₃ 5%) descartados misturados a 25 ml NH ₄ OH concentrado, 180ml de NaOH 0,1 N e 1715 ml de água; 0,77 g/m (equivalentes a 720 ml/m de solução 0,17%) descartados misturados ao hidróxido de sódio; 0,003 g/m equivalentes a 100 ml/m de solução de AgNO ₃ 0,05 %; restante é segregado. b. dietilditioicarbamato de Ag (equivalente a 150 ml/ano de solução 0,5% em piridina) descartado na rede de esgoto.
Tetracloro de carbono	60 ml/m	Segregados em mistura com a trietilamina
Tioacetamida	0,240 g/m	Segregados em mistura com nitrato de chumbo, tampão acetato e glicerina (56:28:28:6 de tioacetamida) - 6 mL/m solução 4%

Nota: ml/m= mililitro por mês; g/m = grama por mês; g/a ou ml/a = grama ou mililitro por ano; * dependendo da concentração do gel ; ** realizado uma única vez; *** (acetato, óxido e nitrato de chumbo); NE= não especificado.

Tabela A - 24 - Resíduos contendo substâncias classificadas como tóxicas geradas pela Instituição C e descarte adotado

Substância	Volume	Descarte adotado
Acetato de chumbo	1g/m	Rede de esgoto em mistura ao ácido acético e sangue.
Acrilamida /bisacrilamida	117,3 a 255g/m acrilamida e 3,1 a 6,8 g/m de bisacrilamida	Arquivado.
Benzidina	25 g/m	Descartados com resíduos sólidos em saco plástico comum, juntamente com tubo de ensaio onde se procedeu a reação contendo sangue peróxido de hidrogênio e ácido acético.
Cloreto de paládio	1,53 g/m	1,4 g/m nebulizados em capela (solução aquosa); 0,13 g/m descartados na rede de esgoto sendo cerca de 20 mg/m como paládio metálico.
Clorofórmio	31.380 ml/m	18.100 ml/m evaporados em capela em mistura com éter etílico, 4.000 ml/m evaporados em capela em mistura ao isopropanol;; restante descartado na rede de esgoto sendo que 5.000 ml/m em mistura ao metanol; 4. 000 ml /m em mistura à acetona 240 ml/m em mistura ao tolueno e cerca de 40 ml/m em mistura ao álcool isoamílico e iodeto de sódio.
Diclorometano	10 ml/m	Rede de esgoto
Dicromato de potássio	0,3 g/m	0,1 g/m descartado na rede de esgoto 0,2 g/m nebulizado em capela química numa mistura com ácido sulfúrico 30%, ácido perclórico 20% e ácido nítrico 50%
Fenolftaleína	0,25 g/m	Descartado como resíduo sólido, em saco plástico comum, juntamente com o tubo de ensaio onde se procedeu a reação contendo sangue
Nitrato de prata	4,2 g/m	Rede de esgoto
Sais de mercúrio	15,3 g/m de Hg	Nebulizados em capela com água e ácido sulfúrico
Soluções padrão de metais*	0,001 a 0,003 g/m de cada metal	Descarta-se na rede de esgoto as soluções estoque vencidas e os resíduos provenientes das análises.

Nota: g/m= grama por mês; ml/m= mililitro por mês; * chumbo, níquel, cobre, zinco manganês e antimônio

ANEXO 19

- **Resíduos contendo substâncias não perigosas gerados pelas Instituições avaliadas**

Tabela A-25 - Resíduos contendo substâncias classificadas como não perigosas gerados na Instituição A e o descarte adotado.

Substância	Volume	Descarte
α -amilase; protease; amiloglicosidade	NE	Rede de esgoto - análise de fibras (hidrólise enzimática)
Acetato de cobre	0,43 g/m	Rede de esgoto em mistura com álcool isoamílico, cuproína em tolueno, tampão acetato, diluídos em álcool comercial.
Acetato de zinco ³	3,6 g/m	Utilizado para precipitar proteína de embutidos, descartado na rede de esgoto em mistura com o ferricianeto de potássio-
Ácido bórico	cerca de 3.300 g/m	Cerca de 3000 g/m utilizado como componente do tampão de corrida para o gel de agarose, se misturado ao brometo de etídio, tratado com como descrito por SAMBROOK e col (1989); restante descartado na rede de esgoto, 0,3 g/m utilizado em titulação ácido-base, descartado neutralizado na rede de esgoto.
Ácido cloroplático ₁	0,75 g/m	Nebulizados em capela em mistura ao iodeto de potássio (solução aquosa)
Amido	4 g/m	Rede de esgoto em mistura ao clorofórmio, ácido acético, iodeto de potássio, tiosulfato de sódio.
4-aminoantipirina ¹	0,022 g/m	Segregados (complexo aminopirina-fenol), diluídos com tampão cloreto de potássio, ácido bórico e NaOH - pH 7,97 e em mistura com hexacianeto ferroso III ; o restante descartado na rede de esgoto em mistura a colesterol esterase, colesterol oxidase, peroxidase, glicerol fosfato oxidas e diluídos com hipoclorito.
Anisaldeído ¹	0,5 ml/m	Nebulizado em capela química em mistura com ácidos acético e sulfúrico e metanol
Batofenantrolina ₁	0,300 g/m	Descartado na rede de esgoto diluídos com hipoclorito (utilizado na determinação de transferrina)
2,2'-bipirideno ¹	0,300 g/m	Rede de esgoto em mistura com cloreto férrico, etanol e EDTA.
Brometo de dimídio	0,7 g/m	Segregado ou evaporado em mistura ao clorofórmio e ao dissulfine blue
Brometo de hexadeciltrimetil Amônia	1,3 g/m	Solução 5% em NaCL 5M - autoclavados e descartado como RSS.
Carbonato de magnésio	60 g/m	Clarificante - filtrado e resíduo - RSS

Cont. Tabela A- 25

Substância	Volume	Descarte
Carbonato de sódio	500 g/m	Rede de esgoto
Citrato de amônia	20 g/m	Segregados em mistura ao hidróxido de amônia e água
Citrato de sódio	12g/m	Solução amoniacal segregada em frasco único em mistura com solventes, hidróxidos, ácidos , dietilditiocarbamato de prata e 1-naftol.
Cloreto de cobalto ¹	Cerca de 0,078 g/m	Segregado em mistura ao nitrato de amônia, tiocianato de potássio e tensoativo não iônico.
Cloreto de magnésio ¹	a. 7,1 g/m b. 0,0095 g/m	a. Rede de esgoto em mistura com sulfato de extran, soro, diluídos com hipoclorito. b. Rede de esgoto em mistura com hemolisado, NADP, EDTA e tampão tris-HCL diluídos em hipoclorito
Cloreto de naftilenodiamina	0,165 g/m	0,125 g/m descartados na rede de esgoto em mistura com cloreto de amônia e desproteinizado de carne ou salsicha; 0,04 g/m segregados em mistura à água, sulfanilamida, ácido fosfórico.
Cloreto férrico	0,125 g/m	Rede de esgoto em mistura ao etanol , EDTA, 2,2' biperideno
Cloridrato de hidroxilamina	5,6 g/m	Rede de esgoto sendo que 3,6 g/m em mistura com glutaraldeído, azul de bromo fenol (solução neutralizada) e o restante em mistura com ácido clorídrico, água, tampão acetato, fenantrolina.
4-clorofenol ¹	0,076 g/m	Rede de esgoto (solução 0,5 mg/ml em tampão tris.
4-cloronaftol ¹	0,176 g/m	Rede de esgoto com hipoclorito
Cuproína ¹	0,12 g/m	Solução 0,4% em tolueno descartada na rede de esgoto em mistura com acetato de cobre em álcool isoamílico e tampão acetato, diluídos em etanol comercial.
Dicloridrina	2-3 ml/m	Rede de esgoto em mistura com glicerol
2,6-dicloroquinona clorimida	20 g/m	Rede de esgoto em mistura com tampão cloreto de amônia, isopropanol, vitamina B6 .

Cont. Tabela A- 25

Substância	Volume	Descarte
Dimetilsulfóxido ¹	55 a 155 ml/m	Concentrados em capela química, a maior parte em mistura com éter etílico ou de petróleo.
Dióxido de titânio ¹	Cerca de 5,5 g/m	Rede de esgoto em mistura com sulfato de cobre e sulfato de potássio. (Catalisador utilizado na digestão ácida de alimentos- determinação de protídeos)
Dissulfine blue ²	0,35 g/m	Segregados ou evaporados em capela em mistura com brometo de dimidium e clorofórmio.
Dodecilsulfato de sódio	25,2g/m	1,2 g/m evaporados em capela; 21,6 g/m descartados na rede de esgoto; 2,4 g/m descartados no saco plástico branco como RSS (componente do gel de acrilamida)
EDTA sódico ¹	a. 0,038 g/m b. 330 g/m	a. Rede de esgoto em mistura com hemolisado, Tampão Tris- HCL, cloreto de magnésio e NADP diluídos com hipoclorito. b. Tampão de corrida para o gel de agarose (descarte na rede de esgoto se não contiver brometo de etídio)
Ferricianeto de potássio ¹	1,82 g/m	1, 96 g/m descartados na rede de esgoto sendo que 1,8 g/m utilizados para precipitar proteína de embutidose descartados em mistura com o acetato de zinco, 0,16 g/m em mistura com cianeto de sódio, tampão e sangue total, diluídos com hipoclorito; 0,0 2 g/m segregado em mistura com 4-aminopirina e fenol.
Fluoresceína ¹	a. 1g/m b. NE	a. Rede de esgoto em mistura às amostras de vitamina B2 b. utilizado em imunofluorescência
Fosfotungstato de potássio	0,02 g/m	Rede de esgoto descarte de soluções; reativo descartado com o material analisado em saco plástico branco como RSS
Glicerina ¹	1500 ml/m	Rede de esgoto sendo que 6 ml/m em mistura com metanol, ácido acético, e o restante com etanol e KOH
Glicina	288g /m	Rede de esgoto em mistura ao tampão de corrida do gel de acrilamida
Glicose	0,025 g/m	Rede de esgoto em mistura com nitrito de sódio, azul de metileno, e sangue diluídos em hipoclorito.
Iodeto de potássio ¹	41 g/m	29g/m nebulizados em capela sendo 15 g/m em mistura ao ácido cloroplático e o restante em mistura com ácido acético, sulfúrico, iodo e nitrato de bismuto; 9 g/m descartados na rede de esgoto sendo 1 g/m em mistura com clorofórmio, ácido acético, tiosulfato de sódio e amido e 8 g/m em mistura com iodo e água; 3 g/m segregados em mistura a iodeto de mercúrio e NaOH.

Cont. Tabela A- 25

Substância	Volume	Descarte
Monohidrato de fenantrolina ¹	0,040 g/m	Rede de esgoto em mistura com a hidroxilamina, ácido clorídrico e tampão acetato.
Nitrato de bismuto	0,59 g/m	Nebulizado em capela em mistura com iodo, iodeto de potássio e ácidos acético e sulfúrico.
Óxido de magnésio ¹	0,5 g/m	Rede de esgoto em mistura com etanol comercial e NaOH; descartado com grande volume de água.
Pirrolidinaditio carbamato de amônio ¹	0,4 g/m	Segregado em mistura a metilisobutilcetona e sangue.
p-nitrofenil hidrazina ¹	0,04 mg/m	Rede de esgoto em mistura com NaOH e diluída em hipoclorito.
Polietilenoglicol ¹	15g/m	Nebulizados em capela - solução etanólica
Resorcina ¹	0,1g/m	Rede de esgoto
Rnase, proteinase e lisozima (concentração Não especificada)	2 a 4 ml/m	Tampão de lise- rede de esgoto
Sulfanilamida ¹	0,6 g/m	0,4 g/m segregado em mistura ao ácido fosfórico, naftilenodiamina e água e 0,2 g/m descartado na rede de esgoto em mistura com naftilenodiamina, tampão e cloreto de amônia.
Sulfato de cobre ¹	Cerca de 63 g/m	Rede de esgoto como óxido cuproso em mistura com o tartarato de sódio e potássio (8,7 g/m); catalisador - na digestão ácida de alimentos- determinação de protídeos em mistura com dióxido de titânio e sulfato de potássio.
Sulfato de potássio ¹	Cerca de 540 g/m	Catalisador na digestão ácida para quantificação de protídeos em alimentos em mistura com o sulfato de cobre e dióxido de titânio
Sulfito de sódio ¹	2,5 g/m	Rede de esgoto neutralizado (titulação de formol).

Cont. Tabela A- 25

Substância	Volume	Descarte
Tampão acetato de amônia	200 ml/m	Rede de esgoto em mistura com água, hidroxilamina e fenantrolina
Tampão acetato de sódio/ ácido acético	10 ml/m	Rede de esgoto em mistura com cuproína e acetato de cobre.
Tampão barbitol	50 g/m	Reaproveitado várias vezes e depois descartado na rede de esgoto diluído em hipoclorito
Tampão de corrida acrilamida (trisma , glicina, SDS, água)	Cerca de 20.000 ml/m	Rede de esgoto sem inativação
Tampão de lavagem - técnica ELISA (fosfato ou citrato ou PBS)	Cerca de 6.400 ml/m	1.300 ml/m descartados na rede de esgoto sem inativação, restante inativado com hipoclorito antes do descarte
Tampão PBS (NaCl, Na ₂ HPO ₄ e NaH ₂ PO ₄)	NE	Tampão utilizado em etapas de lavagem nos métodos imunológicos, em geral, inativado com hipoclorito e descartado na rede de esgoto.
Tampão soda, cloreto de potássio, ácido bórico	50 ml/m	Segregados ou evaporados em mistura ao clorofórmio
Tampão TBE (tris, EDTA, ácido bórico)	22.600ml/m	4.000 ml/m inativados como descrito por SAMBROOK e col. (1989); restante descartado na rede de esgoto sem inativação.
Tartarato de sódio e potássio	43g /m	Rede de esgoto em mistura com óxido cuproso .
Temed-N,N,N',N'-tetrametil- 1,2-etanodiamina	2,4 ml	Descartado como RSS - juntamente com o gel de acrilamida

Cont. Tabela A- 25

Substância	Volume	Descarte
Tetrabutylamônio hidrogeno sulfato 0,01 M	325 ml/m	Segregados em frasco único em mistura com metanol e outros solventes clorados e não clorados, dietilditiocarbamato de prata, tampões e 1-naftol.
3,3',5,5'-Tetrametil benzidina (TMB)	102 mg/m	Rede de esgoto em mistura com peróxido de hidrogênio e ácido sulfúrico 2N diluídos em hipoclorito. (concentração da solução não especificada nas bulas dos <i>KITS</i> , quantidade extrapolada a partir de solução preparada em laboratório na concentração de 25 mM em dimetilsulfóxido)
Tiocianato de potássio ¹	1,65 g/m	Segregados em mistura ao nitrato de amônia, cloreto de cobalto e tensoativo não iônico.
Tiocianato de guanidina 5M ¹	5.400 ml/m	Filtrados sobre dióxido de silício - em mistura com triton X-100 e Tris HCL, descartados na rede de esgoto
Tiosulfato de sódio 0,01 N e 0,1 N	Cerca de 3,5 g/m	Rede de esgoto em mistura com amido óleo, clorofórmio e ácido acético glacial (Titulação para determinar o índice de iodo)
Trisma base	Cerca de 470 g/m	Rede de esgoto cerca de 10 g/m ; componente do gel de acrilamida, Tampões de corrida e de amostra do gel de acrilamida e agarose, descartados juntamente a esses componentes

Nota: NE= não especificado; 1 - dados de mutagenicidade relatados; 2-Carcinogenicidade questionada em animais de experimentação; 3-teratogênico experimental

Tabela A-26 - Resíduos contendo substâncias classificadas como não perigosas gerados pela Instituição B e classificados não perigosos

Substância	Volume	Descarte realizado
Acetato de cobre 3%	0,25 g/m	Rede de esgoto ou como RSS
Acetato de lítio	14 g/m	Rede de esgoto em mistura ao DMSO, ninhidrina e ácido acético.
Acetato de lítio 20 mM	1.000 ml/m	Segregados pelo fato da solução ser em metanol
Acetato de sódio 2 M ¹	30 ml/m	Descartados na rede de esgoto com ferrosina
Acetato de zinco ¹	13,2 g/a	Descartados na rede de esgoto em mistura com ácido acético.
Acetoacetato de etila	180 ml/a	Descartados na rede de esgoto
Ácido bórico	Cerca de 1380 g/m	Descartados na rede de esgoto, solução saturada e componente do tampão de corrida do gel de agarose.
Ácido cítrico	100g/m	Segregados
Ácido indolacético 0,1 mM em água ¹	500 ml/m	Rede de esgoto em mistura com fragmentos de fruta e manitol
Ácido linoleico	4.000 ml/m solução 10%	Rede de esgoto em mistura com tampão citrato.
Ácido tiobarbitúrico	0,77 g/m	Rede de esgoto sendo 0,67 g/m em mistura com ácido tricloracético, água e 0,1 g/m de uma solução alcalina em mistura com butanol e ácido.
Alfa amilase	2 ml/m	Rede de esgoto em mistura com tampão e etanol (análise de fibras).
Amido 0,5 %	4,0 mL/m	Rede de esgoto em mistura com tiosulfato, Iodeto de potássio.

Cont. Tabela A- 26

Substância	Volume	Descarte
4-aminoantipirina ¹	a. 0,036 g/m b. 0,0125 g/m	a. Descartado na rede de esgoto em mistura com plasma, 4-clorofenol e enzimas b. Rede de esgoto em mistura com soro e colesterol oxidase, peroxidase, ácido 2-hidroxi-fenil-acético, ferricianeto de potássio.
Anisaldeído ¹	4 ml/m	Nebulizados em capela em mistura com metanol, ácidos acético e sulfúrico
Bicarbonato de sódio	5,0 g/m	Rede de esgoto
Brometo de potássio ¹	208 g/m	Rede de esgoto
Carbonato de potássio	1,2 g/m	Rede de esgoto
Carbonato de sódio	71,2 g/m	Rede de esgoto
Citrato de sódio	40 g/m	Rede de esgoto - Fase móvel em mistura com HCL (tampão citrato)
Cloreto de amônia	NE	Rede de esgoto
Cloreto de cálcio ¹	120 g/m	Rede de esgoto
Cloreto de magnésio ¹	10g/semestre	Rede de esgoto
Cloreto de potássio ¹	30 g/m	Rede de esgoto
Cloreto de sódio ¹	0,4 g/m	Rede de esgoto com a fase aquosa das reações
Cloreto férrico ¹	64,5 g/m	Soluções 2, 5 e 10% -nebulizadas na capela e o restante das soluções descartado na rede de esgoto e 0,4 g/m descartado na rede de esgoto em mistura com ácido fosfórico, tiosemicarbazida e diacetilmonoxima e soro.

Cont. Tabela A- 26

Substância	Volume	Descarte
Cloridrato de Hidroxilamina	0,027 g/m	Rede esgoto em mistura com álcool isoamílico
4-clorofenol ¹	0, 274 g/m	Descartado na rede de esgoto em mistura com plasma, 4-aminoantipirina e enzimas (<i>KIT</i> triglicérides)
4-cloronaftol	32 mg/m	Rede de esgoto diluído com hipoclorito em mistura com ácido sulfúrico 4 N *
Colato de sódio 4 %	12 ml/m	Rede de esgoto em mistura ao sulfato de cobre, homogenato de tecido, água e ácido sulfúrico.
Difenilboriloxietil Amina	8 g/m	Nebulizados em capela- solução metanólica
Dihidrogeno fosfato de potássio	1.500 g/m	Descartados na rede de esgoto
p-dimetilamino benzaldeído ¹	1 g/m	Rede de esgoto.
Dimetilsulfóxido ¹	1.550 ml/m	Rede de esgoto, sendo 1.500 ml/m em mistura com ninhidrina, acetato de lítio e ácido acético
Dodecilsulfato de sódio ou lauril sulfato de sódio ¹	40,2 g/m	5,2 g/m descartado como RSS com gel de acrilamida, Restante no tampão de corrida, descartado como o tampão ou diretamente na rede de esgoto
EDTA ¹	Cerca de 1500 g/m	Rede de esgoto , a maior parte componente do tampão de corrida do gel de agarose
Ferricianeto de potássio ¹	8,7 g/a	Rede de esgoto com mistura de desproteinizantes ou em mistura com hemolisado diluído com hipoclorito
Glicerina ¹	Solução aquosa 85% = 28 ml/m	segregados em mistura com nitrato de chumbo, tampão acetato, tioacetamida.

Cont. Tabela A- 26

Substância	Volume	Descarte
Glicina	800 g/m	Rede de esgoto - tampão de corrida do gel de acrilamida e tampão de transferência
Glicose	4g/m	Rede de esgoto
Glicose oxidase	20 ml/s* (concentração não especificada)	Rede de esgoto
Glicose-6-P-desidrogenase	200 µL/s (concentração não especificada)	Rede de esgoto
Hexoquinase	200 µL/s (concentração não especificada)	Rede de esgoto
Hidróxido de trimetilfenilamônio	0,263 g/m	Rede de esgoto em mistura com urina e plasma, diluídos em hipoclorito.
Iodeto de potássio ¹	a. 48,8 g/m b. 9 g/a	a. 48,8 g/m nebulizado em capela em mistura com iodo e nitrato de bismuto b. 9 g/a descarto na rede de esgoto em mistura com HCL
Manitol 120 mM	500 ml/m	Junto com ácido indolacético
Nitrato de bismuto	20,7 g/m	Nebulizados em capela em mistura a iodo e iodeto de potássio em ácido acético
Nitrato de magnésio hexahidratado	90g/a	Calcinados com a matriz peixe
Ortofenantrolina ¹	0,19 g/m	Indicador - rede de esgoto em mistura com dicromato de potássio, ácido sulfúrico e sulfato de ferro e amônia.
Óxido de alumínio -	80 g/m	Sínteses

Cont. Tabela A- 26

Substância	Volume	Descarte
Óxido de magnésio	90g/a	Calcinados com a matriz - peixe
Pepsina	40 g/m	Rede de esgoto com os restos de frutas, proteases, etc.
Peptona	0,5 g/s*	Rede de esgoto com os restos de frutas, proteases, etc.
Peroxidase	20 ml/s*	Rede de esgoto com os restos de frutas
Polietilenoglicol - 400 ¹	40 g/m	Nebulizados em capela - solução etanólica
Polivinilpirrolidona ¹	0,4 g/se	Rede de esgoto juntamente com os restos de frutas, pepsina, protease, etc ³
Reativo 1 - fenilfosfato dissódico, carbonato de bicarbonato de sódio	100 ml/a	Leite + reativo 1 e reativo 2 descartados na rede de esgoto
Reativo 2 dicloroquina cloroimida 1 mg/ml em etanol	5 ml/a	Leite + reativo 1 + reativo 2 descartados na rede de esgoto
Resorcina ¹	26,2 g/m	15 g/m nebulizados em capela 1,2 g/m rede de esgoto em mistura com sulfato de cobre e ácido n-acetilneurâmico
Sulfato de amônia	20 g/s	Rede de esgoto
Sulfato de cobre ¹	a. 52,2 g/m	10,9 g/m descartados na rede de esgoto - resíduo praticamente neutro. Restante descartado na rede de esgoto em mistura com colato de sódio, NaOH ou com tartarato de sódio e potássio e amostra diluídos em hipoclorito.
	b. 375 g/a	375 g/a (equivalentes a 3.750 ml/a de um solução 10%) descartados na rede de esgoto, metade em mistura com metanol.

Cont. Tabela A- 26

Substância	Volume	Descarte
Sulfato de ferro e amônia	135 g/m	Segregado em mistura ao dicromato de potássio, ácido sulfúrico e ortofenantrolina
Sulfato de magnésio¹	20g/semestre	Rede de esgoto
Sulfato de potássio	318,9 g/m	Descartados na rede de esgoto
Sulfato de sódio¹	5 g/m	Rede de esgoto
Sulfato de zinco¹	1g/m	Rede de esgoto ³
Sulfato ferroso¹	150 g/m	Rede de esgoto
Sulfonato de diclorofenol¹	176 ml/m	Rede de esgoto em mistura com aminopirina, enzimas e plasma
Tampão acetato pH 4,6 - 5,6	31,5 mL/m / 560 ml/a	28 mL/m em mistura com nitrato de chumbo, tioacetamida e glicerina segregado. Restante, rede de esgoto com fase aquosa das reações e matrizes.
Tampão de corrida acrilamida (trisma, glicina, SDS, água)	35.000 ml/m	Rede de esgoto
Tampão fosfato mono e dihidratado	1.420 ml/m	Rede de esgoto sendo 1.000 ml/m em mistura com enzimas, hidróxido e ácido e etanol e o restante com a fase aquosa das reações.
Tampão PBS	NE	Rede de esgoto
Tampão TBE (tris EDTA, ácidos, bórico) ou TPE - gel agarose	10.000 ml/m considerando reutilização	Rede de esgoto

Cont. Tabela A- 26

Substância	Volume	Descarte
Tampão tris, l-alanina, LDH, NADH, Oxoglutarato, L-aspartato (KIT)	NE	Rede de esgoto
Tartarato de sódio e potássio	0,6 g/m	Rede de esgoto
Temed-N,N,N',N'-tetrametil- 1,2-etanodiamina	5,2 mL /m	RSS- componente do gel de acrilamida
Tetrametilbenzidina (TMB)	0,04 a 0,08 g/m	Rede de esgoto diluído com hipoclorito em mistura com ácido sulfúrico
Tiosemicarbazida ¹	0,017 g/m	Rede de esgoto em mistura com cloreto férrico e ácido fosfórico e diacetilmonoxima (KIT uréia) ²
Tiosulfato de sódio 0,01 N e 0,1 N	1000 ml/m (0,1N) e 100 ml/a (0,01N)	Rede de esgoto com iodeto
Trietanolamina	40 ml/m	tampão trietanolamina (4ml: 2L H ₂ O), Segregado em mistura com acetonitrila, tetrahydrofurano
Trisma base	2965g/m	Rede de esgoto - tampões de corrida dos géis de agarose e acrilamida, tampão de amostra e tampão de transferência
Vanilina	a. 6 g/m b. 147 mg/m c. 1 g/a	a. 6 g/m Nebulizado na capela (solução etanólica) b. 147 mg/m - rede de esgoto em mistura com soro, ácido fosfórico e sulfúrico (cerca de 4,5 ml de soro e 105 ml de solução) c. 1 g/a - rede de esgoto em mistura ao clorofórmio (50 mL de cada)

Nota: NE= não especificado; 1 = dados de mutagenicidade relatados; g/m= grama por mês; ml/m = mililitro por mês; unidade de volume ou peso /s = por semestres e /a= por ano

Tabela A -27 - Resíduos contendo substâncias classificadas como não perigosas gerados pela Instituição C e classificados não perigosos

Substância	Volume	Descarte realizado
Ácido barbitúrico	9g/m	Rede de esgoto em mistura com piridina e cloramina T
Ácido cloroplático ¹	2,1 g/m	Nebulizados em capela (solução aquosa 2,5 mg/ml)juntamente com iodeto de potássio
Ácido tartárico e tartarato de sódio	45 e 57 g/m	Rede de esgoto (solução aquosa)
Anti-gamaglobulina humana	Kit - NE	Descartado em saco plástico comum juntamente com o tubo de reação contendo o material biológico.
Cloramina t ₁	0,125 g/m	Rede de esgoto em mistura com piridina, ácido clorídrico e ácido barbitúrico
Cloreto de amônia	50 g/m	Rede de esgoto solução em hidróxido de amônia
Cloreto de cobalto ¹	3,4 g/m	Rede de esgoto em mistura com o tiocianato de amônia (solução aquosa), ácido clorídrico 0,1 N e anestésico local (pó)
Cloreto de sódio ¹	250 g/m	Descarta como resíduo sólido em saco plástico para RSS
Cloreto férrico ¹	10 g/m	Nebulizados em capela (solução 5%)
Dodecilsulfato de sódio ¹	21,7 g/m	20 g/m - Rede de esgoto - componente do tampão de corrida e tampão de amostra do gel de acrilamida - restante arquivado com o gel (componente do gel de acrilamida)
Glicina	288 g/m	Rede de esgoto , componente do tampão de corrida do gel de acrilamida
Iodeto de potássio ¹	24 g/m	Nebulizados em mistura ao iodo, ácido acético, nitrato de bismuto e ácido sulfúrico
Iodeto de sódio ¹	18 g/m	Rede de esgoto em mistura com clorofórmio e álcool isoamílico
Nitrato de bismuto	1 g/m	Nebulizado em mistura ao iodo, ácido acético, iodeto de potássio e ácido sulfúrico

Cont. Tabela A-27

Substância	Volume	Descarte realizado
p-dimetilamino benzaldeído ¹	0,25g/m	0,05 g/m nebulizado em capela (solução etanólica), restante descartado na rede de esgoto.
p-nitroanilina ¹	2,8 g/m	Parte nebulizada em capela em mistura ao nitrito de sódio e ácido clorídrico, restante rede de esgoto
Rodizonato de sódio	50 g/m	Solução aquosa descartada na rede de esgoto
Sulfato de sódio ¹	1.500 g/m	Descarte como resíduo sólido em saco plástico branco próprio para RSS
Tampão citrato	a. 20 ml/m	a. Rede de esgoto em mistura ao material biológico e a timolftaleína
Tampão tris, glicina, SDS	b. 20.000 ml/m	b. Rede de esgoto (solução aquosa)
Timolftaleína	0,15 g/m	Rede de esgoto em mistura ao material biológico e ao tampão citrato
Tiocianato de amônia	2,2 g/m	Rede de esgoto em mistura com o cloreto de cobalto (solução aquosa) , ácido clorídrico 0,1 N e anestésico local (pó)
Trizma	Cerca de 62 g/m	Rede de esgoto -componente do tampão de corrida e tampão de amostra
Vanilina ¹	50 g/m	Rede de esgoto em mistura com ácido clorídrico concentrado e etanol.

Nota: NE = Não especificado; 1= dados de mutagenicidade relatados; g/m= grama por mês; ml/m = mililitro por mês

ANEXO 20

- **Estado da Arte
quanto ao tratamento e
disposição de resíduos**

Tabela A-28 - Tratamento, disposição, incompatibilidade e procedimentos a serem adotados em situações de emergência para as substâncias inflamáveis levantadas.

Substância	Tratamento/disposição	Custo*	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimentos em situações de emergência
Acetaldeído CAS 75-07-0	Incineração ⁶	1 a 250 Kg = US\$ 343, 40*	Oxidantes fortes, ácidos, bases, álcoois, amônia, aminas, fenóis, cetonas, ácido cianídrico e ácido sulfídrico. Forma peróxidos em contato com o ar ⁹	<ul style="list-style-type: none"> • FP - 40°C¹¹ • Incêndio - CO₂, pó químico, água • Derramamento - adsorver com areia, vermiculite, sulfato de sódio^{6, 11}
Acetato de butila CAS 123-86-4	Incineração ¹¹	1 a 250 Kg = US\$ 343, 40*	Nitratos, ácidos fortes, bases fortes, oxidantes fortes ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • FP 22°C¹¹ • Incêndio - CO₂, pó químico, água • Derramamento - adsorver com areia ou vermiculite¹¹
Acetato de etila CAS 141-78-6	Incineração em forno rotatório - 820 a 1600 °C ou incinerador de injeção líquida 450 -1600 °C ^{6,11}	1 a 250 Kg = US\$ 343, 40*	Metais alcalinos, fluoretos, hidretos, agentes oxidantes fortes ²	<ul style="list-style-type: none"> • FP- 7.2 °C¹⁰ • Incêndios pequenos - CO₂, pó químico, água, espuma • Derramamento - absorver com papel, areia¹¹
Acetona CAS 67-64-1	Incineração ⁶	1 a 250 Kg = US\$ 343, 40*	Ácidos, agentes oxidantes, metais, bromofórmio, clorofórmio e alcalis com formação 1,1,1-tricloro-2-hidroxi-2-metilpropano ^{2, 11}	<ul style="list-style-type: none"> • FP- - 20°C² • Incêndio - pó químico, CO₂, água, espuma • Derramamento- adsorver com areia, terra seca¹¹
Acetonitrila CAS 75-05-8	1. 50 ml de solução aquosa de acetonitrila 10 mg/ml + 50 ml KOH 1M + 5g liga Ni-AL. Reagir por 12 h, filtrar, neutralizar o filtrado e descartá-lo na rede de esgoto ⁷	1. US\$ 0,14 /mg ⁹	Oxidantes fortes, ácido nítrico, percloratos, ácido sulfúrico, ácido clorosulfônico ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • FP- 12,8 °C¹⁰ • Incêndio - pó químico, CO₂, água • Derramamento- adsorver com areia ou papel ou adicionar excesso solução NaOH e CaCl₂O₂⁶

Cont. Tabela A-28

Substância	Tratamento/disposição	Custo*	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimentos em situações de emergência
Acetonitrila CAS 75-05-8	2. + NaOH em excesso + CaCl ₂ O ₂ . Após 24 h, desprezar na rede de esgoto ⁶ 3. Incineração ¹¹	2. US\$ 0,046/mg (soluções 2M) ⁹ 3. 1 a 250 Kg = US\$ 343, 40		
Álcool isoamílico CAS 123-51-3	Incineração ¹¹	1 a 250 KG = US\$ 343, 40	Agentes oxidantes ⁸	<ul style="list-style-type: none"> • FP 45 °C ⁹ • Incêndio: CO₂, pó químico, água ¹¹ • Derramamento: adsorver com areia, incinerar ^{6, 8}
Benzeno CAS 71-43-2	1. Bio-remediação (aquífero) + fosfato de amônia (nutriente) + KNO ₃ (aceptor elétrons) + microflora presente - eficiência 78 a 99% ⁵ 2. Incineração ^{1, 6, 11}	1. NC ^b 2. 1 a 250 Kg = US\$ 343, 40	Oxidantes fortes, percloratos, vários sais de fluoreto e ácido nítrico ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • FP - 11° C ¹¹ • Incêndio - pó, CO₂, água, espuma • Derramamento - adsorver com areia ou mistura 1:1:1 de Na₂CO₃ ou Ca CO₃, bentonita e areia - incinerar ^{1, 11}
Brometo de alila CAS 106-95-6	Incineração ¹¹	1 a 250 Kg = US\$ 343, 40	Agentes oxidantes ⁸	<ul style="list-style-type: none"> • FP - 2 °C ⁹ • Incêndio: CO₂, pó químico, água ¹¹ • Derramamento: adsorver com areia, incinerar ^{6, 8}
Butanol CAS 71-36-3	Incineração ^{6, 11}	1 a 250 Kg = US\$ 343, 40	Oxidantes fortes, ácidos minerais fortes, metais alquilados e halogênios ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • FP 36-38°C ¹⁰ • Incêndio - pó, CO₂, água, • Derramamento - adsorver com areia, vermiculite, papel ^{6, 11}
Ciclohexano CAS 110-82-7	Incineração ^{6, 11}	1 a 250 Kg = US\$ 343, 40	Materiais oxidantes ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • FP - 20 °C ⁶ • Incêndio - pó, CO₂, água • Derramamento - adsorver com areia, vermiculite, papel ^{6, 11}

•

Cont. Tabela A-28

Substância	Tratamento/disposição	Custo*	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimentos em situações de emergência
Clorobutano CAS 109-69-3	Incineração ¹¹	1 a 250 Kg = US\$ 343, 40	Oxidantes ⁸	<ul style="list-style-type: none"> • FP -10 °C ⁸ • Incêndio: água e pó químico ⁸ • Derramamento: adsorver com areia, vermiculite, papel e incinerar ¹¹.
Dietilamina CAS 109-89-7	1. adicionar hidrogenosulfato de sódio, aspergir água e neutralizar. Desprezar na rede de esgoto. ⁶ 2. incineração ^{6, 11}	1. US\$ 0,3/100 ml ⁹ 2. Até 250 kg = US\$ 343, 40	Oxidantes, ácidos fortes e nitrato de celulose ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • FP - 17.8°C ¹¹ • Incêndio - pó, CO₂, água Derramamento - absorver com areia, vermiculite, e pequenos volumes com papel evaporando-o na capela química ¹¹ ou colocar bissulfato de sódio e aspergir água ⁶
Diisobutilamina CAS 110-96-3	Incineração ⁶	Até 250 kg = US\$ 343, 40	Alumínio, cobre, zinco, mercúrio ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • FP 29,4 °C , corrosivo ¹¹ • Incêndio: CO₂, pó, água • Derramamento: adsorver com areia ou terra seca e incinerar ¹¹
Dissulfeto de carbono CAS 75-15-0	1. Para cada 3 ml de solução utilizar, 670 ml de hipoclorito de sódio 2% ou uma solução aquosa 0,25% de hipoclorito de cálcio. A adição deve ser gota a gota, evitando-se o aquecimento da vidraria. Quando todo o volume foi adicionado, continue misturando por mais 2 horas ou até a obtenção de uma solução clara e homogênea. Descarte na rede de esgoto ¹ ; 2. Quantidades grandes podem ser recuperadas por destilação ¹ ; 3. Incineração ¹¹	1. US\$ 0,11 /ml ⁹	Ar, poeira, halogênios, amina, azidas, metais e oxidantes ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • FP -30 °C ¹¹ • Incêndio: água, CO₂ e pó químico ⁸ • Derramamento: adsorver com areia, vermiculite, papel e incinerar ¹¹

Cont. Tabela A-28

Substância	Tratamento/disposição	Custo*	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimentos em situações de emergência
Etanol CAS 64-17-5	1. concentrações inferiores a 24% podem ser descartadas na rede de esgoto ⁴ 2. concentrações superiores a 24% - incineração ⁴	2. Até 250 Kg = US\$ 343, 40	Oxidantes fortes, pentafluoreto de bromo, brometo de acetila, cloreto de acetila, platina e sódio ^{2,11}	<ul style="list-style-type: none"> • FP 12,2 °C ¹¹ • Incêndio - CO₂, pó, e água • Derramamento - adsorver com areia, ou papel
Éter de petróleo CAS 8032-32-4	Incineração ⁶	Até 250 Kg = US\$ 343, 40	Oxidantes como cloro, bromo e flúor ^{2,11}	<ul style="list-style-type: none"> • FP ~ - 40 °C ¹⁰ • Incêndio - CO₂, pó químico • Derramamento - adsorver com areia ¹¹
Éter etílico CAS 60-29-7	Incineração Atenção: contêiner com mais de um ano de armazenamento podem conter peróxidos. Teste prévio: 1ml solução de KI 100mg/ml em ácido acético glacial + 1 ml éter. Observar coloração amarelo intenso a marrom > 0,01% de peróxido, perigoso ¹ .	Até 250 Kg = US\$ 343, 40	Oxidantes, halogênios, enxofre e compostos de enxofre. Forma peróxidos sob influência do ar e luz especialmente quando se tenta evaporar à secura. **	<ul style="list-style-type: none"> • FP -45°C • Incêndio - CO₂, pó, água • Derramamento - adsorver com areia ou mistura 1:1:1 de Na₂CO₃ ou Ca CO₃, bentonita e areia - incinerar ¹¹
Heptano CAS 142-82-5	Incineração ^{6,11}	Até 250 Kg = US\$ 343, 40	Oxidantes fortes ^{2,11}	<ul style="list-style-type: none"> • FP - 4 °C ² • Incêndio - CO₂, pó químico, água • Derramamento - adsorver com areia, vermiculite, papel (este só se o volume for pequeno) ^{6,11}
Hexano CAS 110-54-3	Incineração ¹¹	Até 250 Kg = US\$ 343, 40	Oxidantes fortes (cloro, bromo, iodo), tetróxido de nitrogênio ^{2,11}	<ul style="list-style-type: none"> • FP - 30 °C • Incêndio - CO₂, pó químico, água • Derramamento - adsorver com areia, vermiculite ¹¹
Isopropanol CAS 71-23-8	Incineração ¹¹	Até 250 Kg = US\$ 343, 40	Acetaldeído, cloro, óxido de etileno, cromatos, ácido perclórico, halogênios e oxidantes. (Reage com o ar formando peróxidos) ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • FP 11,7 °C ¹⁰ • Incêndio - CO₂, pó químico, água • Derramamento - adsorver com areia, vermiculite ¹¹

Cont. Tabela A-28

Substância	Tratamento/disposição	Custo	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimentos em situações de emergência
Metanol CAS 67-56-1	Incineração ¹¹	Até 250 Kg = US\$ 343, 40	Ácidos fortes, oxidantes fortes, cáusticos, amins alifáticas, anidrido crômico, perclorato de chumbo, ácido perclórico, clorofórmio+ NaOH ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • FP 12 °C ¹¹ • Incêndio - CO₂, pó químico, água • Derramamento - adsorver com areia, vermiculite ¹¹
Metilisobutilcetona CAS 108-10-1	Incineração ¹¹	Até 250 Kg = US\$ 343, 40	Oxidantes. Quando aquecido explode ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • FP 25 °C ¹¹ • Incêndio - CO₂, pó químico, água • Derramamento - adsorver com areia, vermiculite ¹¹
Nitrito de sódio CAS 7632-00-0	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se o resíduos for sólido, adicionar água (30-50 ml/g.) Então, gentilmente, adicionar solução de bissulfito de sódio 10%, (50 a 75 ml/g). Quando a reação estiver completada, neutralize com carbonato de sódio e descarte na rede de esgoto ¹ 2. Em solução aquosa, adicionar hidróxido de amônia 50% e acidificar a pH 1 com HCL ¹. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. US\$ 0,89/g ⁹ 2. US\$ 0,018/ml ⁹ 	Acetanilida, antipirina, sais de mercúrio, hidrazinas, tiocianatos, permanganato, sulfitos, hipofosfitos e iodeto. Reage em contato com celulose, lítio e potássio +amônia. Decompõe-se em contato com ácidos (mesmo os fracos), com liberação de N ₂ O ₃ ³	<ul style="list-style-type: none"> • Oxidante forte • Incêndio: CO₂, pó químico ³ • Derramamento: proceda como descrito no item tratamento
Permanganato de potássio CAS 7722-64-7	Adicionar bissulfito de sódio (solução concentrada) e até que a cor magenta desapareça, após acidificação com H ₂ SO ₄ 3 M. Neutralize com carbonato de sódio se necessário. Descarte na rede de esgoto ^{1,11} .	US\$ 5,34/ 100ml de solução ⁹	Ácido acético, anidrido acético, acetona, álcoois e ácido nítrico, nitrato de amônia, formaldeído, glicerol, ácido clorídrico, peróxido de hidrogênio, hidroxilamina, ácido sulfúrico concentrado ¹	<ul style="list-style-type: none"> • Oxidante forte, inflamável através de reações químicas ⁸ • Incêndio: água • Derramamento: adsorver com areia ou mistura de carbonato de sódio:betonita:areia (1:1:1) e tratar com descrito anteriormente ¹

Cont. Tabela A-28

Substância	Tratamento/disposição	Custo*	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimentos em situações de emergência
Tetrahidrofurano CAS 109-99-9	Incineração ¹¹	Até 250 Kg = US\$ 343, 40	Oxidantes fortes. Explosivo com lítio e alumínio. Peróxidos podem se formar em contato com o ar ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • FP - 17,2°C ¹¹ • Incêndio - CO₂, pó químico, água • Derramamento - adsorver com areia, vermiculite, papel ¹¹
Tolueno CAS 108-88-3	1. Incineração 2. Bio-remediação (aquífero) - + fosfato de amônia (nutriente) + KNO ₃ (acceptor elétrons) + microflora presente - eficiência 78 a 99% ⁵	1. Até 250 Kg = US\$ 343, 40 2. NC	Oxidantes, ácido nítrico, trifluoreto de boro, tetróxido de nitrogênio, trinitrometano ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • FP 4,4°C ¹¹ • Incêndio - CO₂, pó químico, água • Derramamento - adsorver com areia, vermiculite, papel ¹¹
Trietilamina CAS 121-44-8	Incineração ¹¹	Até 250 Kg = US\$ 343, 40	Tetróxido de nitrogênio e oxidantes ⁸	<ul style="list-style-type: none"> • FP -6°C ⁹ • Incêndio: CO₂, pó químico ¹¹ • Derramamento: adsorver com areia, incinerar ^{6, 8}
Xileno CAS 106-42-3	1. Incineração 2. Bio-remediação (aquífero) - + fosfato de amônia (nutriente) + KNO ₃ (acceptor elétrons) + microflora presente - eficiência 78 a 99% ⁵	1. Até 250 Kg US\$ 343, 40 2. NC	Ácido acético, ácido nítrico, oxidantes fortes ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • FP 29°C ¹¹ • Incêndio - CO₂, pó químico, água • Derramamento - adsorver com areia, vermiculite, papel ¹¹

Nota: FP= ponto de fulgor; NC= Não calculado, CAS = número de registro no Chemical abstract; * Custo estimado do tratamento; **procedimento para remoção dos peróxidos com sulfato ferroso 5% ligeiramente acidificado com bissulfato de sódio ou solução Metabissulfito de sódio 50 % na proporção 1:5 de éter ^{1, 8, 11}. Custo* estimado utilizando reagentes p.a Syma - Aldrich, Referencias: 1 = ARMOUR, 1996; 2= MERCK INTERNATIONAL - Chem Cat, 1998; 3 = USDHHS - CHSI, 2000; 4 = FIELDS e col., 1996; 5 = GERSBERG, 1995; 6= INTERNATIONAL TECHNICAL INFORMATION INSTITUTE, 1977; 7= LUNN & SANSONE, 1994; 8= LEWIS, 1992; 9= SYGMA-ALDRICH, 1999; 10= MERCK INDEX, 1996; 11= TOMES CPS, 1987 - 1999.

Tabela A -29 - Tratamento, disposição, incompatibilidade e procedimentos a serem adotados em situações de emergência para as substâncias corrosivas levantadas.

Substância	Tratamento/disposição	Custo*	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimento em situações de emergência
Ácido acético CAS 64-19-7	Neutralizar com NaOH 5% ou Na ₂ CO ₃ ^{1,6}	US\$ 0,0024/ml de NaOH 5% utilizado ⁹	Acetaldeído, anidrido acético, carbonatos, óxidos, hidróxidos, fosfatos, ácidos crômico, ácido nítrico, peróxido de sódio. Em contato com a água libera vapores	<ul style="list-style-type: none"> • FP 43° C, inflamável e corrosivo • Incêndio - CO₂, água • Derramamento adsorver com areia, vermiculite T, ou mistura 1:1:1 de Na₂CO₃ ou Ca CO₃, bentonita e areia¹
Ácido clorídrico CAS 7647-01-0	Neutralizar com NaOH ou Na ₂ CO ₃	US\$ 0,049/g de carbonato utilizado	Alcalis, aminas, cobre, formaldeído, permanganato de potássio, anidrido acético, tetracloreto de carbono + álcool.	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio - CO₂, pó químico, • Derramamento - cobrir com soda ou carbonato de sódio⁶
Ácido fórmico CAS 64-18-6	1. Neutralizar com NaOH ou Na ₂ CO ₃ 2. Incineração ⁶	US\$ 0,049/g de carbonato utilizado ⁹	Oxidantes fortes, cáusticos, ácido sulfúrico ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • FP 69 °C, • Incêndio - CO₂, pó químico, água • Derramamento - cobrir com soda ou carbonato de sódio⁶
Ácido fosfórico CAS 7664-38-2	Neutralizar com NaOH ou Na ₂ CO ₃ ¹	US\$ 0,049/g de carbonato utilizado ⁹	Bases, óxidos metálicos, metais e ligas metálicas	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio - água • Derramamento - cobrir com soda ou carbonato de sódio⁶
Ácido nítrico CAS 7697-37-2	Neutralizar com NaOH ou Na ₂ CO ₃ ⁶	US\$ 0,049/g de carbonato utilizado ⁹	Substâncias orgânicas nitradas e combustíveis, oxidantes, solventes orgânicos, alcoóis, cetonas, aldeídos, anidridos, aminas, anilina, nitrilas, metais, metais alcalinos, amônia, alcalis, hidretos, compostos halogenados, peróxido de hidrogênio, fosfitos ³	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio - CO₂, água, espuma^{3,8} • Derramamento - cobrir com soda ou carbonato de sódio⁶

Cont. Tabela A-29

Substância	Tratamento/disposição	Custo*	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimento em situações de emergência
Ácido oxálico CAS 144-62-7	Para cada 5g de ácido oxálico adicionar 25 ml de H ₂ SO ₄ concentrado. Aquecer a mistura a 80 -100 °C por 30 minutos. Neutralizar com carbonato de sódio ¹	US\$ 0,052/g de ácido oxálico + US\$ 0,049 por g de carbonato utilizado ⁹	Prata, cloreto de sódio + água ¹	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio - CO₂, pó químico, água • Derramamento - cobrir com carbonato de sódio, areia e betonita (1:1:1) e neutralizar com carbonato de sódio se necessário ¹
Ácido perclórico CAS 7601-90-3	1. neutralizar com NaOH, diluindo primeiramente a solução ácida para concentrações inferiores a 0,1% ¹	US\$ 0,049/ g de NaOH utilizado ⁹	Oxidantes fortes (explosão), nitrilas, alcoóis, ácidos, anidridos, éteres, halogênios, sulfóxidos, hidrocarbonetos halogenados, cetonas, iodetos ^{8, 11}	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio - água • Derramamento - cobrir com agentes redutores (saís de ferro ou bissulfitos), neutralizar com soda ⁶
Ácido periódico CAS 10450-60-9	Nenhuma referência encontrada na literatura .		Dimetilsulfóxido e hidróxido de tetraetilamônio ^{8, 11}	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio - pó químico, água ¹¹
Ácido sulfúrico CAS 7664-93-9	Neutralizar com NaOH ou Na ₂ CO ₃ ⁶	US\$ 0,049/ g de NaOH utilizado ⁹	Anidrido acético, acetona, dicromato de potássio, acetonitrila, acrilonitrila , álcool-água, peróxido de hidrogênio, picratos, ácido perclórico, ácido nítrico, metais, permanganato de potássio, piridina, estireno, água ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio- CO₂, pó químico • Derramamento: cobrir com soda ou Na₂CO₃ ⁶
Ácido Tricloracético CAS 76-03-9	Neutralizar com carbonato de sódio ⁶	US\$ 0,049/ g de carbonato empregado ⁹	Quando aquecido decompõem-se em clorofórmio e carbonato de sódio ^{6, 8}	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio - CO₂, pó químico, água • Derramamento - cobrir com soda ou carbonato de sódio ⁶

Cont. Tabela A- 29

Substância	Tratamento/disposição	Custo*	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimento em situações de emergência
Ácido trifluoracético CAS 76-05-1	Incinerar dissolvido em solvente inflamável ¹	Vide custos para inflamáveis	Dimetilsulfóxido e hidreto de alumínio e lítio. Reage rapidamente com o ar ¹	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio - CO₂, pó químico, água • Derramamento - cobrir com soda ou carbonato de sódio e incinerar¹
Cloreto de antimônio CAS 10025-91-9	Adicionar 4 g de silicato de sódio para cada grama de sal de antimônio. Leve a fervura, resfrie. Filtre o precipitado. Descarte o filtrado na rede de esgoto e disponha o resíduo em aterro industrial ¹	US\$ 0,25/g de cloreto de antimônio ⁹	Alumínio, potássio, sódio, ácido perclórico, oxidantes fortes, ácidos fortes e metais. Reage violentamente com a água formando ácido clorídrico ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio - pó químico, CO₂ T • Derramamento: adsorver com areia, vermiculite e tratar como descrito no item precedente¹.
Fenol ** CAS 108-95-2	<ol style="list-style-type: none"> 1. solução fenol 63 mg/mL + 2,35 g FeSO₄. 7 H₂O. Ajustar pH 5 - 6 com H₂SO₄. + 41 ml H₂O₂ 30%, lentamente. Reação exotérmica. Deixar 12 horas em repouso, descartar na rede de esgoto. 2. Bioremediação: a. coluna empacotada com pérola de vidro e Pseudomonas putida como microflora, converte 93 a 99,6% do fenol¹² b. remoção de efluentes industriais empregando-se uma enzima imobilizada, tirosinase de cogumelo. O processo remove 100% do fenol em 2 horas e é eficaz para vários compostos fenólicos substituídos¹³ 3. Incineração 	US\$ 1,87/ ml de fenol (solução 63 mg/ml) ⁹	Nitrobenzeno, cloreto de alumínio, nitrito de sódio, nitrato de sódio/ácido trifluoracético ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio: CO₂, água • Derramamento: cobrir com areia¹¹

Cont. Tabela A- 29

Substância	Tratamento/disposição	Custo*	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimento em situações de emergência
Hidróxido de amônia CAS 1336-21-6	Neutralizado com HCL ^{1, 6}	US\$ 0,09/ ml de ácido concentrado utilizado ⁹	Acroleína, ácido acrílico, ácido clorosulfônico, ácido clorídrico, ácido fluorídrico, ácido nítrico, halogênios, nitrato de prata, óxidos de prata, permanganato de potássio e ácido sulfúrico ^{8, 11}	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio: CO₂, água, pó químico ^{2,8} • derramamento: adsorver com uma mistura 1:1:1 de Na₂CO₃ ou Ca CO₃, bentonita e areia. Neutralizar com HCL ^{1, 6}
Hidróxido de potássio CAS 1310-58-3	Neutralizado com HCL ⁶	US\$ 0,09/ ml de ácido concentrado utilizado ⁹	Água, metais, hidrocarbonetos halogenados, anidrido maleico ^{2,8}	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio - CO₂, água, pó químico ^{2, 8} • Derramamento - sólido: coletar com escova e pá, transferindo para um recipiente onde possa ser diluído com água e neutralizado com HCL 6M; Solução: neutralizar com HCL ⁶
Hidróxido de sódio CAS 1310-73-2	Neutralizado com HCL ^{1, 6}	US\$ 0,09/ ml de ácido concentrado utilizado ⁹	Água, ácidos, líquidos inflamáveis, nitrometano, hidrocarbonetos halogenados, metais como alumínio, zinco e estanho ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio - CO₂, água, pó químico ^{2,8} • Derramamento - sólido: coletar com escova e pá, transferindo para um recipiente onde possa ser diluído com água e neutralizado com HCL 6M; Solução: neutralizar com HCL ^{1, 6}
Iodo CAS 7553-56-2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Para 5 g de iodo, adicionar 300 ml de solução de tiosulfato de sódio 4% e 1,0 g de carbonato de sódio. Misturar e neutralizar com carbonato de sódio ou HCL diluído. Descartar na rede de esgoto ¹ 2. Reduzir o iodo com agentes redutores (bissulfitos, ou sais de ferro com H₂SO₄ 3M) ⁶ 	1. US\$ 0,103/g de iodo ⁹	Potássio, sódio, fósforo, lítio, zinco, acetileno, acetaldeído, cloro líquido, etanol, butadieno, amônia, materiais orgânicos e oxidantes ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • oxidante forte e corrosivo • Incêndio - pó químico, CO₂, água • Derramamento - adsorver e colocar excesso de metabissulfito de sódio ou tiosulfato de sódio ^{1, 6}

Cont. Tabela A- 29

Substância	Tratamento/disposição	Custo*	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimento em situações de emergência
Peróxido de hidrogênio CAS 7722-84-1	Adicionar à solução de peróxido diluída (5%), uma solução de metabissulfito de sódio 50% (em excesso). A reação é exotérmica. Neutralizar e descartar na rede de esgoto ¹	US\$ 0,63/ ml de solução de H ₂ O ₂ , utilizando-se o dobro de metabissulfito de sódio ⁹	Oxidantes, ferro, cobre, bronze, cromo, zinco, chumbo, prata, magnésio, ácidos orgânicos, cetonas. Contato com material combustível resulta em combustão espontânea ^{6, 11}	<ul style="list-style-type: none"> • oxidante forte e corrosivo • Incêndio - pó químico, CO₂ • Derramamento - adsorver e colocar excesso de metabissulfito de sódio¹

Nota * custo estimado do tratamento, ** = Resíduo classificado como extremamente perigoso 1 = ARMOUR, 1996; 2= MERCK INTERNATIONAL - Chem Cat, 1998; 3 = USDHHS - CHSI, 2000; 4 = FIELDS e col., 1996; 5 = GERSBERG, 1995; 6= INTERNATIONAL TECHNICAL INFORMATION INSTITUTE, 1977; 7= LUNN & SANSONE, 1994; 8= LEWIS, 1992; 9= SYGMA-ALDRICH, 1999; 10= MERCK INDEX, 1996; 11= TOMES CPS, 1987 - 1999; 12= ZILLI e col., 1993; 13= WADA e col., 1993

Tabela A-30 - Tratamento e disposição, incompatibilidade e procedimentos a serem adotados em situações de emergência para as substâncias reativas levantadas.

Substância	Tratamento/disposição	Custo*	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimento em situações de emergência
(3-amino propil) trietoxi silano CAS 919-30-2	Hidrolisar com água, adicionando cuidadosamente. Neutralizar se necessário (procedimento adotado para todos os silanos) ¹		Ácidos ¹	<ul style="list-style-type: none"> • FP 93 °C , irritante • Incêndio: pó químico, CO₂² • Derramamento: adsorver com areia e proceder hidrólise cuidadosamente¹.
Ácido pícrico CAS 88-89-1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Acidificar a solução de ácido pícrico com HCL concentrado, adicionar estanho metálico. Deixar reagir. Após 14 dias, todo o ácido pícrico estará reduzido¹ 2. Para 1 g de ácido pícrico adicionar NaOH 5,2 mg/ml e 2,7 g de sulfito de sódio. Quando a reação estiver completada, descarte a mistura com o resíduos perigosos⁷ 3. Incineração¹¹ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. NC 2. US\$ 0,078 /g de ácido pícrico⁹ 3. até 250 Kg = US\$ 343,40 	Metais pesados, oxidantes, amônia, albumina. Picratos são mais sensíveis ao choque, fricção e aquecimento ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio: CO₂, pó químico, água¹¹ • Derramamento: adsorver com areia, incinerar^{6, 8}
Anidrido acético CAS 108-24-7	Adicionar a cada 5 ml de anidrido, 60 ml de NaOH 2,5 M. Manter por 12 horas sob agitação, evitando que a temperatura da reação aumente muito. Neutralizar com HCL 2 M e descartar na rede de esgoto ¹	US\$ 0,052/ml ⁹	Ácidos fortes, água, peróxido de hidrogênio, aminas, bases fortes, alcoóis ^{1,11}	<ul style="list-style-type: none"> • FP 54 °C, corrosivo • Incêndio - CO₂, pó químico • Derramamento: adsorver com areia, mistura 1:1:1 de Na₂CO₃ ou Ca CO₃, bentonita e areia^{1, 11}
Boridreto de sódio CAS 16940-66-2	Em capela química, adicionar um volume de água de modo a obter uma solução de boridreto de concentração inferior a 3%. Sob atmosfera de nitrogênio, adicionar ácido acético diluído gota a gota até neutralização ¹ .		Ácidos, alcalis e cloreto de alumínio. Reage com a água liberando hidrogênio	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio: pó químico¹¹ • Derramamento: adsorver e adicionar bastante água¹

Cont. Tabela A-30

Substância	Tratamento/disposição	Custo*	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimento em situações de emergência
Cloreto de alumínio CAS 7446-70-0	Adicionar excesso de carbonato de sódio. Neutralize se necessário e descarte na rede de esgoto ¹ .	US\$ 0,078 /g de carbonato utilizado ⁹	Bases fortes, alcoóis, nitrobenzeno, anilina, amônia borohidreto de sódio. Reage violentamente com a água formando HCL ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio - CO₂, pó químico • Derramamento: adsorver com areia ou mistura 1:1:1 de Na₂CO₃ ou Ca CO₃, bentonita e areia^{1,11}
Cloreto de tionila CAS 7719-09-7	Adicionar bicarbonato de sódio. Misturar e neutralizar ⁶	US\$ 0,03 / g de bicarbonato utilizado ⁹	Água, amônia e formaldeído. Chem cat. Reage violentamente com a água formando SO ₂ , HCL ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio - CO₂, pó químico • Derramamento: adsorver com areia¹¹ ou Na₂CO₃¹
Cloreto de vanádio CAS 7632-51-1	Nenhuma referência encontrada. Para o pentóxido de vanádio - adicionar carbonato de amônia e hidróxido de amônia 6M (nebulizar). Filtrar e devolver o resíduo para o fabricante ¹	US\$ 0,039/10 ml NH ₄ OH e US\$ 0,04 / g de (NH ₄) ₂ CO ₃ ⁹	Reage violentamente com a água formando HCL, triclreto de vanádio e oxicloreto de vanádio ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio - CO₂, pó químico • Derramamento: adsorver com areia¹¹
Diazometano CAS 334-88-3	<ol style="list-style-type: none"> 1. Adicionar cuidadosamente ácido acético até que a solução perca a coloração amarelada¹ 2. Incineração¹¹ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. US\$ 0,02/ ml ácido acético concentrado⁹ 2. até 250 Kg = US\$ 343,40 	Metais alcalinos, sulfato de cálcio, água. Altamente explosivo em situações de choque, calor ou reação química ⁸ . Soluções concentradas podem explodir violentamente especialmente se impurezas estiverem presentes ¹¹ .	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio - CO₂, pó químico • Derramamento: adsorver com areia ou outro adsorvente e inativar com ácido acético. Evitar contato com água¹¹
Magnésio metálico CAS 7439-95-4	Para 10 g de magnésio adicionar cuidadosamente 0,5 L de água . Adicionar HCL 5% lentamente até que a reação inicie. Quando a reação cessar, adicione mais ácido e descarte quando a acidificação não tiver mais efeito ¹	US\$ 0,09/ 10g Mg ⁹	Ar, hidrocarbonetos halogenados, óxidos metálicos, metanol, carbonato de potássio, halogênios ^{1,8}	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio - pó químico⁸ • Derramamento: adsorver ou cobrir com mistura de carbonato de sódio, betonita e areia (1:1:1). Adicionar, na capela, um grande volume de butanol. Filtrar quando a reação se completou e descartar o resíduo como rejeito comum¹

Cont. Tabela A-30

Substância	Tratamento/disposição	Custo*	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimento em situações de emergência
Sais de cianeto CAS: NaCN 143-33-9 KCN 151-50-8	Para cada 50 ml de solução $\leq 2\%$ de CN^- , adicionar 5 ml NaOH 10% e 60-70 de hipoclorito de sódio 2% ¹ **	US\$ 0,006/ml de solução de CN^- até 2% ⁹	Ácidos, alcalóides, peróxidos, permanganatos, peróxidos, oxidantes fortes, prata amoniacal, nitritos ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio - pó químico, areia • Derramamento: adsorver com areia. Não deixar entrar em contato com ácidos evitando a formação de ácido cianídrico¹¹
Sódio metálico CAS 7440-23-5	Em balão de fundo redondo adicionar 13 ml de etanol 95% para cada grama de sódio. A mistura deve ser agitada e aquecida até que todo o sódio esteja solubilizado. Desliga-se o aquecimento e adiciona-se igual volume de água. Resfria-se a solução, neutraliza-se com H_2SO_4 6 N e descarta-se na rede de esgoto ¹	US\$ 0,23/g ⁹	Ácidos, ar, clorofórmio-metanol, éter etílico, dimetilformamida, hidrazina, mercúrio, hidrocarbonetos halogenados, sulfetos, haletos. Reage violentamente com a água formando gás hidrogênio e hidróxido de sódio ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio: pó químico¹¹ • Derramamento: adsorver ou cobrir com mistura de carbonato de sódio, bentonita e areia (1:1:1). Adicionar, na capela, excesso de 2-propanol seco. Deixe em contato por 24 h, dilua com bastante água e descarte¹¹
Trimetiliodo silano^a + n-metil-n (trimetilsililfluoroacetamida) CAS: a. 16029-98-9	A literatura não apresenta informações específicas sobre esses agentes de derivatização. Porém, para o trimetilcloro silano recomenda a adição de água (para cada 5 ml do composto, 100 ml de água), com formação de ácido clorídrico e trimetilsilanol. Neutralizar e descartar ^{1,7}		Água e oxidantes fortes ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • FP - 28°C (trimetilclorosilano)¹⁰ • Incêndio: pó químico, CO_2 ou água. • Derramamento : adsorver e tratar com água, neutralizando em seguida¹

Nota: CAS - número de registro no Chemical abstract, * custo estimado do tratamento; ** Para testar a presença de cianeto proceder da seguinte forma : adicionar a 1 ml de solução 2 gotas sulfato ferroso 5%. Ferver por 30 segundos, resfriar e adicionar 2 gotas de cloreto férrico 1%. Acidificar com HCL 6 M. Se cianeto estiver presente, um precipitado azul se formará. Quando ion cianeto ausente, descartar na rede de esgoto¹; 1 = ARMOUR, 1996; 2= MERCK INTERNATIONAL - Chem Cat, 1998; 3 = USDHHS - CHSI, 2000; 6= INTERNATIONAL TECHNICAL INFORMATION INSTITUTE, 1977; 7= LUNN & SANSONE, 1994; 8= LEWIS, 1992; 9= SYGMA-ALDRICH, 1999; 10= MERCK INDEX, 1996; 11= TOMES CPS, 1987 - 1999,

Tabela A-31 - Tratamento e disposição, incompatibilidade e procedimentos a serem adotados em situações de emergência para as substâncias tóxicas levantadas.

Substância	Tratamento/disposição	Custo*	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimento em situações de emergência
2- mercaptoetanol CAS 60-24-2	Tratar com hipoclorito de sódio 5,25% e NaOH 1M, agitar por 1 hora e deixar interagir por 18 h. Testar * e se negativo descartar na rede de esgoto ⁷	US\$ 0,028/ml de hipoclorito + US\$ 0,002/ ml de NaOH utilizado ⁹	Oxidantes ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> Incêndio: CO₂ ; pó químico⁸ Derramamento: adsorver com areia ou papel e tratar como descrito¹¹
2-acetil aminofluoreno CAS 53-96-3	Incineração ¹¹	Até 250 Kg = R\$ 650,00	Ácidos, bases e agentes oxidantes ³	<ul style="list-style-type: none"> Incêndio: pó químico, CO₂ ou água. Derramamento: adsorver e incinerar¹¹
Ácido ósmico CAS 20816-12-0	Reduzir com uma olefina formando um éster, borbulhar, então, H ₂ S, através da solução. Um precipitado preto indica a formação de dióxido de ósmio, removido por filtração. Este deve ser encaminhado para aterro industrial ou reutilizado ¹ .	US\$ 0,167/ml de octeno ⁹	Ácido clorídrico, substâncias orgânicas facilmente ionizáveis ¹¹ Explode em contato com 1-metilimidazol. A decomposição catalizada por peróxido de hidrogênio pode ser perigosa ⁸ .	<ul style="list-style-type: none"> Incêndio: pó químico, CO₂ Derramamento: adsorver com areia , vermiculite , oxidar a dióxido de ósmio e encaminhar para aterro industrial¹¹
Ácido orótico CAS 50887-69-9	Nenhuma referência encontrada na literatura		Agentes oxidantes fortes ³	<ul style="list-style-type: none"> Incêndio: pó químico , CO₂ Derramamento: Adsorver com material sólido³
Ácido sulfanílico CAS 121-57-3	Incineração ³	Até 250 Kg = US\$ 343,40	Ácidos ³	<ul style="list-style-type: none"> Incêndio: CO₂, pó químico Derramamento adsorver com material sólido³
Ácido sulfídrico CAS 7783-06-04	Adicione excesso de uma solução aquosa de hidróxido de sódio e depois, adicione 25 % do volume de hipoclorito de sódio 5 %, cuidadosamente. Deixe a solução em repouso por algumas horas e descarte na rede de esgoto ¹	US\$ 0,004/ ml de NaOH 2N utilizado + US\$ 0,028/ ml de NaClO 5% utilizado ⁹	Oxidantes fortes, ácido nítrico concentrado e metais ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> Incêndio pó químico, CO₂ e água¹¹ Derramamento vazamento de gás, fazê-lo passar por uma solução de cloreto férrico¹

Cont. Tabela A-31

Substância	Tratamento/disposição	Custo*	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimento em situações de emergência
Acrilamida CAS 79-06-1	Incineração ¹¹	Até 250 Kg = US\$ 343,40	Polimeriza-se rapidamente. Os produtos de combustão são tóxicos ³	<ul style="list-style-type: none"> • Combustível • Incêndio: não usar CO₂. Usar água ou espuma ³ • Derramamento: colocar o pó em saco plástico e incinerar ⁶ •
Arseniato de sódio CAS 7778-43-0	Adicionar solução de tioacetamida (9:1) para cada grama de arsênio. (Usar solução 0,01 g/ml de água acidulada com HCL). Levar à fervura por 20 minutos e alcalinizar com NaOH 2 M. Filtrar o precipitado e dispor o resíduo em aterro industrial ¹	US\$ 2,8 / g de arsênio + US\$ 0,004/ mL de NaOH 2M utilizado ⁹	Ácidos e metais como ferro, alumínio e zinco ⁸	<ul style="list-style-type: none"> • Listado como extremamente perigoso à saúde • Incêndio: CO₂, pó químico, água • Derramamento: adsorver e tratar como descrito no item tratamento e disposição¹
Auramina CAS 2465-27-2	<p>1. Para cada 10 ml de solução adicionar 5 ml de KMnO₄ 0.2 M e 5 ml de H₂SO₄ 2 M. Deixe a mistura reagir por no mínimo 10 h. Descolorir a mistura pela adição de metabissulfito de sódio e alcalinizar pela adição de KOH 10 M. Descartar na rede de esgoto. Este método pode ser utilizado para soluções de aminas aromáticas em solventes orgânicos, desde que esses sejam evaporados previamente ⁷</p> <p>2. Incineração ⁶</p> <p>3. O hipoclorito de sódio também pode ser utilizado como agente oxidante ¹¹.</p>	<p>1. US\$ 0,013 / 10 ml de auramina + US\$ 0,018/ ml de KOH 10 N utilizado⁹</p> <p>2. até 250 Kg = US\$ 343,40</p>	Oxidantes fortes ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio: pó químico, água, espuma química • Derramamento: adsorver e tratar como descrito no item precedente ⁷

Cont. Tabela A-31

Substância	Tratamento/disposição	Custo*	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimento em situações de emergência
Azida sódica CAS 26628-22-8	<p>1. Adicionar uma solução de nitrato de amônia cérico 5,5% (153 ml /g de azida) sob agitação. Deixe resfriar. Teste para checar a presença de azida: 1 gota da solução inativada + 1 gota de HCL diluído + 1 gota FeCl₃ diluído. Cor vermelha indica a presença de azida. Necessário adicionar maior volume de solução de nitrato de amônio cérico.^{1,7}</p> <p>2. Para uma solução de NaN₃ 5%, adicionar 38 ml de uma solução de nitrito de sódio 0,2%. Em banho de gelo, acidifique a solução lentamente com H₂SO₄ diluído. Misture por 1 hora. Teste a formação de ácido nitroso: 1 gota da mistura de reação + 1 gota KI 10% + 1 gota HCL 1 M + 1 gota solução de amido. A cor azul intensa revela excesso de ácido nitroso.⁷</p> <p>3. Para cada 50 mL de soluções diluídas de azida sódica (<1 mg/mL) adicione 5 g de nitrito de sódio. Misture por 18 h. Teste a presença de azida para descartar.⁷</p>	<p>1. US\$ 2,10/ g de azida sódica⁹</p> <p>2. US\$ 0,00013/ g de Na N₃ + US\$ 0,0003/ ml de H₂SO₄ 1 N utilizado⁹</p> <p>3. US\$ 0,0009/ ml de solução 1 mg/ml de azida sódica⁹</p>	<p>Ácidos (forma ácido hidrazóico), metais pesados (chumbo, mercúrio, cobre, prata, ouro), brometo, dissulfeto de carbono, cloreto de amônia, fosgênio Usado como conservante de certos reagentes de uso laboratorial ou hospitalar na concentração de 0,1 a 4%, se disposto na rede de esgoto pode ser acumulado nas tubulações e formar azidas de cobre, chumbo ou prata, as quais são explosivas^{8, 11}.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Classificado como tóxico, corrosivo, explosivo • Incêndio: pó químico, CO₂¹¹ • Derramamento: adsorver com areia ou uma mistura de carbonato de sódio, betonita, areia (1:1:1) e tratar como descrito no item precedente.¹
Benzidina CAS 92-87-5	Vide auramina		Ácido nítrico ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio: pó químico, CO₂ ou água. • Derramamento: vide auramina⁷ •

Cont. Tabela A-31

Substância	Tratamento/disposição	Custo*	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimento em situações de emergência
Brometo de etídio CAS 1239-45-8	1. Concentração de brometo de etídio no gel ou solução $\leq 0,5$ mg/mL. Adicionar 1 volume de $KMnO_4$ 0,5 M. Misturar cuidadosamente, e então, adicionar 1 volume de HCL 2,5 N. Misturar e deixar em repouso por várias horas. Adicionar 1 volume de NaOH 2,5 N. Misturar e descartar a solução. Este método reduz a atividade mutagênica do brometo de etídio em <i>Salmonella</i> cerca de 3000 vezes ^{14,15} . 2. Adicionar 2,9 g de amberlite XAD-16 para cada 100 mL de solução 0,5 mg/mL. Deixar interagir por 12 Horas a temperatura ambiente, misturando intermitentemente. Filtrar, descartar o filtrado e dispor o resíduo como perigoso (incineração) ⁷ . 3. Adicionar 100 mg de carvão ativado para cada 100 mL de solução 0,5 mg/mL. Deixar interagir por 1 hora, agitando intermitentemente. Filtrar, descartar o filtrado e dispor o resíduo como perigoso (incineração). ¹⁵ . - O tratamento das soluções diluídas com hipoclorito não é recomendado por converter o corante num outro composto	1. US\$ 6,74/ L de solução dos inativantes ⁹ 2. US\$ 0,007/ml de solução 0,5 mg/ml ⁹ 3. US\$ 0,019/ ml de solução de brometo de etídio + custo da incineração ⁹	Agentes oxidantes fortes ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • Mutagênico • Incêndio - CO_2, água e pó químico¹¹.
Brometo de cianogênio CAS 506-68-3	Adicionar um grande volume de hipoclorito de cálcio ou de sódio. Após 24 horas, descartar na rede de esgoto ¹	US\$ 0,064/ g de $CaClO$ utilizado ⁹	Decompõe-se em água ou meio ácido resultando em HBr e cianogênio. Material impuro se decompõe rapidamente e tende a explodir ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio: pó químico, CO_2 areia T • Derramamento: adsorver com areia ou uma mistura de carbonato de sódio, betonita, areia (1:1:1) e tratar como descrito no item precedente¹

Cont. Tabela A-31

Substância	Tratamento/disposição	Custo*	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimento em situações de emergência
Cádmio CAS 7440-43-9	Para compostos de cádmio, adicionar solução de metassilicato de sódio 0,125 g/mL à solução de cádmio <0,45mg/mL. Um precipitado branco (silicato de cádmio) se forma imediatamente. Aqueça a mistura a 80 °C por 15 minutos para completar a reação ¹ . Resfrie e filtre, descartando o filtrado na rede de esgoto e encaminhando o resíduo para o aterro industrial.	US\$ 0,0027/ml de solução de metassilicato de sódio utilizada ⁹	Agentes oxidantes e metais. ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio: pó químico, CO₂ e água¹¹ • Derramamento: adsorver com areia e tratar para obtenção de sal¹
Cloreto de paládio CAS 7647-10-1	Reciclar ¹		Paládio metálico reage com álcool isopropílico, ácido fórmico, alumínio, arsênico, metanol, enxofre ⁸	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio: pó químico, CO₂ ou água. • Derramamento: adsorver com areia¹¹
Cloreto estanoso CAS 7772-99-8	1. 1g de resina amberlite IR-120 ou Dowex 50X8-100 para 40 mL de solução contendo no máximo 1000 ppm do metal. Misturar por 24 h, filtrar. O resíduo deve ser encaminhado para aterro industrial ⁷ 2. precipitar com fosfato de sódio ¹¹	1. US\$ 0,0008/ml de solução contendo no máximo 1000 ppm do metal	Peróxido de hidrogênio, óxido de etileno, nitratos, potássio, sódio, trifluoreto de bromo ^{3,8}	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio: CO₂, água, pó químico¹¹ • Derramamento: adsorver com material adequado³
Clorofórmio CAS 67-66-3	Incineração (DRE 950°C = 99,99% p/ tempo de residência de 2s) ¹¹		Metais alcalinos e alcalinos terrosos, metais em pó, alcalis fortes, cetonas/alcalis, hidróxidos/alcoóis, oxigênio, fluoretos, NOx e compostos orgânicos nitrados ²	<ul style="list-style-type: none"> • Volátil mas não é inflamável • Incêndio - pó químico, CO₂, água • Derramamento - adsorver com areia, vermiculite, T ou mistura 1:1:1 de Na₂CO₃ ou Ca CO₃, bentonita e areia - incinerar¹
Dimetilaminoazo benzeno CAS 60-11-7	Vide auramina		Agentes oxidantes forte e ácidos fortes ³	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio: CO₂ ; pó químico, água • Derramamento: adsorver e tratar como descrito no item precedente

Cont. Tabela A-31

Substância	Tratamento/disposição	Custo*	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimento em situações de emergência
Diclorometano CAS 75-09-2	Incineração ¹¹	Até 250 Kg = US\$ 343,40	Oxidantes fortes, cáusticos, ácido nítrico e metais reativos (Mg, K, Na, Ti, Al) ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio - CO₂, pó químico, água • Derramamento- adsorver com areia, vermiculite, terra ¹¹
Dietilnitrosamina CAS 55-18-5	<p>1. Para cada 30 ml de solução, adicionar 30 ml de uma solução saturada de bicarbonato de sódio. Homogeneizar por 24 horas e então, adicionar, 30 ml de carbonato de sódio 1M e 10g da liga Ni-AL e agitar por mais 24 horas. Adicionar 30 ml de KOH 1 M e homogeneizar por 24 horas. Filtrar sobre celite . Neutralizar o filtrado e descartar na rede de esgoto. Descartado em saco plástico comum o resíduo obtido⁷</p> <p>2 Para soluções com concentrações de nitrosaminas inferiores a 0,5 %, adicionar 160 ml de H2SO4 concentrado a cada litro de solução, sob agitação. Resfriar e adicionar 47,4 g de KMnO4/L de solução. Deixar sob agitação por 12 h. Descolorir a mistura pela adição de metabissulfito de sódio e alcalinizar pela adição de KOH 10 M⁷</p> <p>3. Para pequenas quantidades. Dissolver 1 mg da nitrosamina em 1 a 2 ml de diclorometano, adicionar 10 ml de HBr 3% em ácido acético glacial. Aguardar 2 horas. Neutralizar com NaOH 5M e descartar na rede de esgoto¹</p>	<p>1.US\$ 2,79/ 30 ml de solução a ser tratada⁹</p> <p>2. US\$ 0,39/ 100 ml de solução a ser tratada + US\$ 0,02/g de Na₂S₂O₅ utilizado + US\$ 0,018/ ml KOH 10 M utilizado⁹</p> <p>3. US\$ 1,34/mg de nitrosamina⁹</p>	Agentes redutores ³	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio: CO₂ ; pó químico, água • Derramamento: adsorver com areia ou papel e tratar com permanganato de potássio., como descrito anteriormente.
Difenilamina CAS 122-39-4	Incineração ⁶	Até 250 Kg = US\$ 343,40	Oxidantes, hexacloromelanina, tricloromelanina , sais de ferro e de prata ^{3, 11}	<ul style="list-style-type: none"> • Sólido, inflamável ,FP 153°C, tóxico, corrosivo)¹¹ • Incêndio: CO₂; pó químico, água • Derramamento: adsorver com areia ou papel e incinerar ⁶.

Cont. Tabela A-31

Substância	Tratamento/disposição	Custo*	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimento em situações de emergência
Dimetilformamida CAS 68-12-2	1. Para 1 ml dimetilformamida, adicionar 10 ml NaOH 10%. Aquecer a mistura sob refluxo por 30 min, deixar a temperatura ambiente por 48 h. Desprezar na rede de esgoto com volume de água 50 vezes maior que o volume vertido ¹ 2. Incineração ¹¹	1. US\$ 0,049/ ml de resíduo 2. até 250 Kg = US\$ 343,40	Tetracloro de carbono e outros halogenados quando em contato com ferro, oxidantes fortes, nitratos inorgânicos ^{8, 11}	<ul style="list-style-type: none"> • FP 67°C • Irritante evidências limitada de teratogênese¹¹ • Incêndio - CO₂, pó químico, água • Derramamento - adsorver com areia ou mistura 1:1:1 de Na₂CO₃ ou Ca CO₃, bentonita e areia - e tratar como recomendado¹
Fluoreto de fenilmetilsulfonio (PMSF) CAS 329-98-6	Para cada 1 ml de solução PMSF inferior a 17,4 mg/ml em etanol ou isopropanol, adicionar 5 ml de NaOH 1M. Deixar interagir por 24 h. Neutralizar com ácido acético (1ml). Descartar ⁷	US\$ 0,031/ ml solução < 17,4 mg/ml ⁹	Não relatado	<ul style="list-style-type: none"> • Mutagênico⁸ e inibidor de proteases
Formaldeído CAS 50-00-0	1. Diluir 1:10 a solução de formaldeído 37 % + NaClO, sol. 2% (25 NaClO:1 formaldeído). Misturar durante 20 min, desprezar na rede de esgoto com volume de água 50 vezes maior que o do resíduo ^{1, 4} 2. Tratar com sais de amônia para formar metenamina, menos tóxica ¹¹ 3. Incineração ¹	1. US\$ 0,013/ ml de formaldeído diluído 1:10 ⁹ 2. US\$ 0,035/ g de cloreto de amônia utilizado ⁹	Ácidos, alcalis, amins e oxidantes, fenóis e uréia Reage com HCL formando éter biclorometila, carcinogênico para o homem ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> • FP 56 °C¹⁰ • Listado como extremamente perigoso à saúde • Incêndio - CO₂, pó químico, água • Derramamento: adsorver com areia¹¹

Cont. Tabela A-31

Substância	Tratamento/disposição	Custo*	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimento em situações de emergência
Iodeto de cádmio CAS 10102-68-8	1. Adicionar em excesso a solução 125 mg/ml de metasilicato de sódio. Aquecer a 80 °C por 15 minutos para completar a precipitação. Esfriar, filtrar, secar o resíduo e encaminhá-lo para o aterro industrial ¹ 2. 1g de resina amberlite IR-120 ou Dowex 50X8-100 para 40 ml de solução contendo no máximo 1000 ppm do metal. Misturar por 24 h , filtrar. O resíduo deve ser encaminhado para aterro industrial ⁷	1. US\$ 0,027/ ml solução 125 mg/ml ⁹ 2. US\$ 0,0008/ml solução (Cd < 1000 ppm) ⁹	Quando aquecido se decompõe emitindo fumos tóxicos de cádmio ⁸	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio - CO₂, água, pó químico ¹¹ • Derramamento - adsorver a solução e tratar como descrito no item precedente ¹
Ninhidrina CAS 485-72-2	Não relatado		É sensível à luz. ³	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio: pó químico, CO₂ • Derramamento: se sólido umedecer com etanol 60-70%, adsorver com material adequado e transferir para contêiner³
o-fenilenodiamina CAS 106-50-3	Vide auramina		Oxidantes ¹¹ . Quando aquecido emite fumos tóxicos de NOx ⁸	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio: pó químico, CO₂ ou água ¹¹ • Derramamento: vide auramina
Sais de chumbo CAS : Acetato = 546-67-8 Óxido = 1317-36-8 Nitrato = 10099-74-8	1. 1g de resina amberlite IR-120 ou Dowex 50X8-100 para 40 ml de solução contendo no máximo 1000 ppm do metal. Misturar por 24 h , filtrar. O resíduo deve ser encaminhado para aterro industrial ⁷ 2. 260 ml de solução de metasilicato de sódio 0,1 g/ml + 200 ml solução do sal de chumbo 0,05 g/ml . Ajustar o pH para 7.2 com H ₂ SO ₄ 2 M. Misturar e filtrar. Dispor o resíduo sólido em aterro industrial ¹	1. US\$ 0,0008/ml solução (Pb < 1000 ppm) ⁹ 2. US\$ 0,0028 /ml solução Pb 0,05g/ml + US\$ 0,0006/ ml H ₂ SO ₄ 2 M ⁹	Nitrato de chumbo - alcoóis, éteres, sais de amônio, acetatos. Acetato de chumbo - agentes oxidantes Óxido de chumbo - alumínio, metais alcalinos, silanos, óxido de enxofre, peróxido de hidrogênio, halogênios e alcenos ³	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio - CO₂, pó químico, água • Derramamento : sais solúveis absorver e tratar como descrito item tratamento/disposição¹

Cont. Tabela A-31

Substância	Tratamento/disposição	Custo*	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimento em situações de emergência
Sais de mercúrio CAS : Hg I ₂ = 7774-29-0 HgO = 21908-53-2 Hg ₂ (NO ₃) ₂ · 2H ₂ O = 14836-60-3 Hg SO ₄ = 7783-35-9	1. Para soluções na concentração de 1g/mL, ajustar o pH para 10 com NaOH 10%. Adicionar a solução Na ₂ S 20% em excesso até precipitação total de HgS. Deixe decantar, filtre, descarte o filtrado na rede de esgoto com um volume 50 vezes maior de água e o resíduo encaminhe para um aterro industrial. ^{1,6} 2. Para cada 200 ml da solução de Hg contendo no máximo 1000 ppm do metal, adicionar 1g de resina amberlite IRA-120 ou Dowex IX8-100 (acetato de Hg) ou amberlite IRA- 400 (Cl) ou Dowex IX8-50. Misturar por 24 h, filtrar e dispor o resíduo em aterro industrial. ⁷	US\$ 0,0049/ ml NaOH 10% empregado + US\$ 0,453/mL Na ₂ S 20% ⁹ 2. US\$ 0,0002/mL solução Hg (Hg < 1000 ppm) ⁹	Para HgCl ₂ - sulfetos, hipofosfitos, fosfatos, sulfetos, carbonatos, brometos, arsênico, amônia, chumbo, cobre, prata , alcalis ² Quando aquecidos liberam vapores de mercúrio	<ul style="list-style-type: none"> Incêndio - CO₂, água¹¹ Derramamento - adsorver a solução e tratar como descrito no item precedente¹
Sais de prata CAS: Nitrato de prata 7761-88-8 Dietiliditiocarbamato de prata 1470-61-7	1. Tratamento com NaCl ou carbonatos ¹¹ 2. Para cada 200 ml da solução de Ag contendo no máximo 1000 ppm do metal, adicionar 1g de resina amberlite IRA-400 (Cl) ou Dowex IX8-50. Misturar por 24 h, filtrar e dispor o resíduo em aterro industrial. ⁷	1. US\$ 0,019/ g de NaCl utilizado 2. US\$ 0,0004/ ml de solução (Ag < 1000 ppm) ⁹	Substâncias orgânicas, hidróxidos, acetileno, substâncias combustíveis, alcoóis, aldeídos, compostos orgânicos nitrados, nitrilas, calor (decomposição) ²	<ul style="list-style-type: none"> oxidante Incêndio - CO₂, pó químico, água Derramamento : adsorver com areia, betonita, carbonato de sódio. Reciclar (indicação para perclorato de prata)¹.
Sais de selênio CAS selenito de sódio = 10102-18-8	Solução aquosa de selenito deve ser neutralizada pela adição de NaOH 1M ou H ₂ SO ₄ 1 M. Adicionar a solução de Na ₂ S 1M e ajustar novamente o pH para 7,0 com a solução de H ₂ SO ₄ . Filtrar. Descartar o filtrado na rede de esgoto e deixar secar o precipitado. Encaminhar a borra para o aterro industrial. ¹	US\$ 0,002/ ml NaOH 1M utilizado ou US\$ 0,0006 / mL H ₂ SO ₄ 1M utilizado + US\$ 0,18 / g Na ₂ S empregado ⁹	Ácidos fortes ³	<ul style="list-style-type: none"> Incêndio: pó químico e CO₂³ Derramamento: selenitos solúveis e selenatos podem ser dissolvidos em água e descartados na rede de esgoto. Soda deve ser aplicada no derramamento de dióxido de selênio, ácidos selenoso e selênico e cloretos de selênio, os quais podem ser descartados após diluição na rede de esgoto¹

Cont. Tabela A-31

Substância	Tratamento/disposição	Custo*	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimento em situações de emergência
Tetracloro de carbono CAS 56-23-5	1. CCl ₄ em solução aquosa + H ₂ S, na presença de minerais biotite ou vermiculite e pH 6-9, convertido a CO ₂ (80 -85% de eficiência) ¹⁶ 2. Incineração ¹¹	2. até 250 Kg = US\$ 343,40	Metais alcalinos, peróxido de benzoíla, cloreto de alumínio, fluoreto dimetilformamida ²	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio - CO₂, pó químico, água • Derramamento - areia, vermiculite mistura 1:1:1 de Na₂CO₃ ou Ca CO₃, bentonita e areia - incinerar ^{1,6}
Tioacetamida CAS 62-55-5	Não relatado na literatura Sugestão: proceder sua hidrólise com ácidos e bases .		Reage com metais pesados e é hidrolizado por ácidos e bases ³	<ul style="list-style-type: none"> • Potente hepatocarcinógeno, suspeito de carcinogenicidade para o homem ^{3,11} • Incêndio: pó químico, CO₂ • Derramamento: se o sólido for derramado , deve ser umedecido com acetona e transferido para um contêiner adequado³

Nota: CAS= número de registo no Chemical abstract; Custo estimado calculado em dólar a partir de reagentes p.a. Aldrich; * teste para verificar a eficiência do tratamento para 2- mercaptaetanol: adicionar gotas de uma solução de KI 10%, acidificar com HCL 1 M e adicionar gotas de uma solução de amido (indicador) para verificar a presença de oxidante (coloração azul). Referencias: 1 = ARMOUR, 1996; 2= MERCK INTERNATIONAL - Chem Cat, 1998; 3 = USDHHS - CHSI, 2000; 4 = FIELDS e col., 1996; 5 = GERSBERG, 1995; 6= INTERNATIONAL TECHNICAL INFORMATION INSTITUTE, 1977; 7= LUNN & SANSONE, 1994; 8= LEWIS, 1992; 9= SYGMA-ALDRICH, 1999; 10= MERCK INDEX, 1996; 11= TOMES CPS, 1987 - 1999; 14= QUILLARDET e HOFNUNG, 1988; 15= SAMBROOK e col, 1989; 16= KRIEGMAN e col., 1992

Tabela A-32 - Tratamento e disposição, incompatibilidade e procedimentos a serem adotados em situações de emergência para as substâncias radioativas levantadas

Substância	Tratamento/disposição	Custo*	Incompatibilidade	Característica relevante da substância / Procedimento em situações de emergência
Acetato de uranila CAS 541-09-3	1. Encaminhar para o IPEN 2. Misturar a solução de acetato de uranila com a resina amberlite IR-120 (plus) (1g de resina para 200 ml de solução 1000 ppm ou 1 g para 1 litro de solução 60 ppm). Misturar por 24 h se a concentração da solução for de 1000ppm e 4 h se equivalente a 60 ppm. Filtrar, descartar o filtrado na rede de esgoto e a resina complexada ao sal como resíduo radioativo ⁷ .	1. Sem ônus para pequenas quantidades 2. US\$ 0,0317/g de resina ⁹	Dados não disponíveis	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio - pó químico, CO₂, água, espuma • Derramamento - absorver com areia, vermiculite e dispor como radioativo¹¹
Carbono 14	Disposição como resíduo radioativo ¹¹		Dados não disponíveis	<ul style="list-style-type: none"> • Derramamento - absorver com areia, vermiculit dispor como radioativo¹¹
Fósforo 32	Disposição com resíduo radioativo ¹¹		Dados não disponíveis	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio - pó químico, CO₂, água, espuma • Derramamento - absorver com areia, vermiculite e dispor como radioativo¹¹

Referências: 7= LUNN & SANSONE, 1994; 9= SYGMA-ALDRICH, 1999; 11= TOMES CPS, 1987 - 1999.

ANEXO 21

- **Cuidados na
manipulação, Padrões
de segurança e
Síndrome tóxica
decorrente da
exposição ocupacional
à substâncias
perigosas**

Tabela A-33 - Cuidados na manipulação, Limites de exposição para o ambiente de trabalho e efeitos nocivos na exposição aguda e crônica das principais substâncias químicas levantadas nas três Instituições avaliadas.

Substância	Cuidados manipulação	Limites de exposição	Efeitos	
			Agudo	Crônico
Acetaldeído	EPI- avental, óculos, trabalhar em capela química, luva borracha nitrílica ¹	ACGIH/99 ² - 25ppm teto NR-15 ³ - 78 ppm	Irritante de pele e mucosas, bronquite, edema e depressão do SNC ⁴	Mutagênico para o homem ⁵ Carcinogênico para animais de experimentação (câncer nasal e adenocarcinoma) ^{4, 5}
Acetato de butila	EPI- avental, óculos/capela, luva borracha nitrílica ¹	ACGIH/99 150 ppm NR-15 não listado	Irritante de pele e mucosas, conjuntivite e sonolência ⁴	Ressecamento de pele, cefaléia, náusea, tontura, fraqueza muscular ⁴
Acetato de etila	EPI- avental, óculos, capela, Luva Teflon, butílica ⁴	ACGIH - TWA 400 ppm NR-15 - 310 ppm	baixa toxicidade- irritante moderado de pele e mucosa. Em altas concentrações deprime o SNC Edema pulmonar, diminuição da contractilidade cardíaca, convulsões e dano hepático (observados em animais de experimentação) ⁴	Anemia, leucocitose, bronquite, fadiga diminuição da coordenação e da memória, irritabilidade, ressecamento da pele. Dano renal, hepático (degeneração gordurosa) e cardíaco observados em animais de experimentação ⁴
Acetato de uranila	EPI avental, luva, máscara, óculos, manipular com um potente carcinogênico ⁴ .	ACGIH 0,2 mg/m ³ (urânio) STEL 0,6 mg/m ³ NR- 15 não listado	Substância de forte odor, cefaléia, tontura, fraqueza, náusea, irritação de olhos, pele e trato gastrintestinal e respiratório. Dermatite alérgica ⁴	Asma, mucos, câncer linfático ⁴ . Carcinogenicidade comprovada para o homem ⁵
2-acetilamino fluoreno	Não mencionado	Não listado	Não descrito	Carcinogenicidade comprovada em animais de experimentação. Evidências de mutagenicidade para o homem ⁴ .
Acetona	EPI - avental, óculos/ capela Luva teflon ou borracha butílica ⁴	ACGIH : TWA - 500ppm /STEL -750 ppm NR-15 - 780 ppm	SNC - sedação, tontura, coma, depressão respiratória. Outros efeitos- náusea, vômito, dermatite, irritação leve da mucosa ocular e respiratória ⁴	Nenhum efeito crônico sério observado no homem ⁴ .

Cont. Tabela A-33

Substância	Cuidados manipulação	Limites de exposição	Efeitos	
			Agudo	Crônico
Acetonitrila	EPI - avental, óculos/ capela Luva teflon ou borracha butílica ⁴	ACGIH TWA 40 ppm STEL 160 ppm NR-15 - 30 ppm	Exposição a altas concentrações - náusea, vômito, cefaléia, lassitude, fraqueza, depressão respiratória, acidose, choque, convulsões, coma ⁴ .	Alterações Cardiovasculares (aumento de cianometemoglobina), insuficiência hepática, aumento da tireóide ⁴ .
Ácido Acético	EPI- avental, óculos/capela, luva de neoprene, teflon e borracha butílica ^{1, 4}	ACGIH: TWA- 10 ppm/ STEL - 15 ppm NR-15 - 8ppm	Inalação- dispnéia, dor torácica, edema pulmonar, hipoxemia, espasmo brônquico, pneumonite, traqueíte, asma. Irritação dos olhos e queimaduras da pele ⁴ .	Hiperqueratose das mãos, bronquite crônica, escurecimento do esmalte dos dentes, faringite, gastrite, edema palpebral, hipertrofia dos linfonodos, hiperemia da conjuntiva, asma ocupacional. Promotor de carcinogenicidade ⁴
Ácido clorídrico	EPI- avental, óculos/capela, luva de butílica, fluorcarbonada ⁴	ACGIH 5 ppm teto NR-15 - 4 ppm teto	Conjuntivite, queimaduras, irritação da garganta, bronquite, edema, náusea e vômitos se ingerido, perfuração do trato gastrointestinal.	Alterações da função pulmonar, bronquite crônica, conjuntivite, enfisema, infecções respiratórias freqüentes, gastrite, erosão do esmalte dentário Não é carcinogênico ^{4,6} .
Ácido fórmico	EPI- avental, óculos/capela, luva de e borracha nitrilica ¹	ACGIH: TWA- 5 ppm /STEL - 10 ppm NR-15 - 4 ppm	Conjuntivite, queimaduras, irritação da garganta náusea e vômitos se ingerido, corrosão da glote dor de estômago, diarreia, choque ⁴	alterações da função pulmonar, bronquite crônica, enfisema, erosão do esmalte dos dentes ⁴ .
Ácido fosfórico	EPI- avental, óculos/capela, luva de e borracha nitrilica ¹	ACGIH: TWA 1 mg/m ³ /STEL 3 mg/m ³ NR-15 não listado	Conjuntivite, queimaduras, irritação da traquéia, náusea e vômitos se ingerido, dor de estômago, diarreia, choque ⁴ .	alterações da função pulmonar, bronquite crônica, enfisema, erosão do esmalte dos dentes ⁴ .
Ácido nítrico	EPI- avental, óculos/capela, luva butílica ⁷	ACGIH -TWA 2 ppm/ STEL 4 ppm NR-15 não listado	Conjuntivite, queimaduras, irritação da garganta, bronquite, edema, náusea e vômitos se ingerido, perfuração do trato gastrointestinal ⁴ .	Alterações da função pulmonar, bronquite crônica, conjuntivite, enfisema, infecções respiratórias freqüentes, gastrite, erosão do esmalte dentário ⁴

Cont. Tabela A-33

Substância	Cuidados manipulação	Limites de exposição	Efeitos	
			Agudo	Crônico
Ácido ósmico	EPI - Avental impermeável (troca diária) ⁴ luva nitrílica, máscara, óculos ¹ .	ACGIH: TWA 0,0002 ppm/ STEL 0,0006 ppm NR-15 não listado	Irritação de pele e mucosas. Conjuntivite, distúrbios visuais (sensação de halos e luzes), sensação cáustica, tosse, edema pulmonar, cefaléia, depressão SNC, como, dano renal ⁴ .	Inalação de baixas concentrações - insônia, distúrbios digestivos, inflamação de laringe e faringe. Afeta a reprodução e espermatogênese em animais de experimentação. Há evidências de mutagenicidade ⁴ .
Ácido oxálico	EPI avental, óculos, máscara, luvas nitrílicas ⁴	ACGIH 1 mg/m ³ STEL 2 mg/m ³ NR- 15 não listado	Efeitos tóxicos semelhantes aos demais ácidos (cáusticos) ⁴ .	
Ácido perclórico	EPI- avental, protetor facial, óculos/capela, luva de e borracha nitrílica ^{1, 4}	Não listado	Irritação dos olhos e trato respiratório; queimaduras da córnea, tosse, náusea, vômito, queimaduras do trato gastrointestinal se ingerido; queimaduras de pele ^{4, 8}	Exantema em indivíduos suscetíveis; alterações da função pulmonar, bronquite crônica, enfisema, erosão do esmalte dos dentes ⁴ .
Ácido sulfídrico	EPI avental, luva de borracha butílica, óculos de proteção, máscara, capela química ⁷	ACGIH 10 ppm STEL 15 ppm NR-15 - 8 ppm	Na concentração de 250 ppm : irritação de mucosa, conjuntivite, fotofobia, opacidade de córnea, rinite, bronquite, cianose, edema pulmonar; Na concentração de 250-500 ppm: cefaléia, náusea, vômito, diarreia, vertigem, amnésia, tontura, apnéia, palpitação, taquicardia, hipotensão, fraqueza, desorientação, coma; Na concentração de 750 - 1000 ppm - parada respiratória, convulsão, morte ⁴ .	Não relatado

Cont. Tabela A-33

Substância	Cuidados manipulação	Limites de exposição	Efeitos	
			Agudo	Crônico
Ácido sulfúrico	EPI- avental, óculos/capela, luva de butílica, fluorcarbonada ⁴	ACGIH :TWA 1 mg/m ³ / STEL 3 mg/m ³ NR-15 não listado	Conjuntivite, queimaduras, irritação da garganta, bronquite, edema, náusea e vômitos se ingerido, perfuração do trato gastrointestinal ⁴ .	Alterações da função pulmonar, bronquite crônica, conjuntivite, enfisema, infecções respiratórias frequentes, gastrite, erosão do esmalte dentário e possível câncer de trato respiratório/digestivo superior ^{4,8}
Acrilamida	EPI avental, óculos, máscara luvas polietileno, vinil ⁴	ACGIH TWA 0,03mg/m ³ pele NR-15 não listado	Sonolência, confusão, alucinação, desorientação, ataxia, convulsões com colapso cardiovascular aparecem após algumas horas na exposição a concentrações elevadas. Neuropatia periférica pode surgir 1 a 2 dias após a exposição ⁴ .	Neuropatia periférica com perda dos reflexos dos tendões, fraqueza muscular, parestesia das extremidades. Suor excessivo e exantemas esfoliativos são comuns na exposição crônica. Carcinogênico para animais (neoplasia de glândulas mamárias, sistema nervoso, escroto pele, tireóide e útero em ratos) ⁴ .
Anidrido acético	EPI avental, óculos, máscara luvas nitrílicas ¹	ACGIH TWA 5 ppm NR-15 não listado	Queimadura de pele e mucosas, erosão de córnea, dispnéia, edema, espasmo brônquico, pneumonite, traqueobronquite, anomalias pulmonares persistentes, isquemia do miocárdio ⁴ .	Efeito acumulativo não conhecido ⁴ .
Auramina	EPI avental, óculos, máscara, luvas (não dão proteção total para agentes carcinogênicos) ⁴	ACGIH /NR-15 não listado	Agente metemoglobinizante - fadiga, respiração curta, extremidades azuladas ⁴	Dano renal e hepático. Possivelmente carcinogênico para o homem ⁴ .
Azida sódica	EPI avental, luva nitrílica, protetor facial, óculos de proteção ¹	ACGIH 0,29 mg/m ³ teto (NaN ₃) e 0, 11 ppm (HN ₃) NR- 15 não listado	Cefaléia, depressão do SNC, desconforto, hiper ou hipotermia, edema pulmonar, acidose láctica, bradicardia ou taquicardia, hipotensão, arritmias, náuseas, vômito, diarreia, leucositose, convulsões. Exposição aos vapores de ácido hidrazóico - irritação mucosas, bronquite, edema ⁴	Nada relata no homem. Em animais de experimentação: necrose cerebral desmielinização do nervo ótico e de fibras nervosas do SNC, hipotensão, letargia e inatividade, mutagenicidade ⁴ .

Cont. Tabela A-33

Substância	Cuidados manipulação	Limites de exposição	Efeitos	
			Agudo	Crônico
Benzeno	EPI- avental, óculos, protetor facial/ capela Luva teflon, viton, polivinil álcool ⁷	ACGIH: TWA 0,5 ppm / STEL 2,5 ppm NR-15 não listado	SNC - depressão , fibrilação ventricular Cutâneo- eritema, queimadura Pulmão: edema, hemorragia alveolar ⁴	Anemia aplástica, cefaléia, perda do apetite, perda de peso, fraqueza (queixas mais comuns). Palidez, epistaxe, sangramento das gengivas, petéquias e purpuras podem se desenvolver mais tarde ⁴
Benzidina	Vide auramina	ACGIH notação pele NR-15 não listada	Hemólise, depressão medula óssea. Ingestão náusea e vômito ⁴	Carcinogênico comprovado para o homem (hepatocarcinoma) ⁴
Brometo de cianogênio	EPI avental, luva nitrílica, óculos de proteção ¹	ACGIH 5 mg/m ³ teto (como sal de CN) NR- 15 não listado	Irritação dos olhos, nariz, garganta, trato respiratório. Pode liberar bometo e ácido brômico durante a hidrólise ou decomposição térmica e produzir irritação severa dos olhos, edema e hemorragia . Irritante severo de pele. Ingestão - irritação do trato gastrointestinal e intoxicação sistêmica por cianeto. Exposição a baixas concentrações - náusea, vômito, palpitações, confusão, hiperventilação, vertigem, hipóxia, taquicardia, taquipnéia, cefaléia, tontura, agitação, estupor, convulsão, apnéia, bradicardia, hipotensão ⁴	Efeitos menos severos que os agudos ⁴ .
Brometo de etídio	EPI avental, óculos, máscara luvas ⁴	ACGIH e NR-15 não listado	Irritação de pele, olhos, trato respiratório e digestivo ⁴	Intercala-se nas bandas de DNA, apresentando mutagenicidade em vários testes. É possível que as alterações do ácido nucleico induzidas pelo toxicante tornem as células mais suscetíveis aos efeitos de outros citotóxicos. Nenhum dos achados de mutagenicidade ou embriotoxicidade podem predizer a resposta humana ⁴ .

Cont. Tabela A-33

Substância	Cuidados manipulação	Limites de exposição	Efeitos	
			Agudo	Crônico
Butanol	EPI - avental, óculos/capela Luva teflon ⁴	ACGIH, NIOSH 50ppm teto NR-15 - 40 ppm teto	Depressão SNC - hipotensão, náusea, vômito, diarreia. Irritante de pele e mucosas promovendo dermatites, e conjuntivite, visão turva.. Se aspirado provoca pneumonite hemorrágica ⁴	Não foram encontrados dados de intoxicação crônica ⁴
Carbono 14	Nenhum anteparo requerido. Usar avental e luvas. Possivelmente os compostos orgânicos de ¹⁴ C são absorvidos através das luvas. Monitores passivos não necessários (energia β muito baixa) ⁹	1. Para o trabalhador: DE efetiva anual= 5 rem ¹⁰ , 5000 mrem ⁹ DE pele 50 rem ¹⁰ , 50.000 mrem ⁹ DE extremidades 50 rem ¹⁰ , 50.000mrem ⁹ 2. Para a população: DE efetiva anual= 0,1 rem ¹⁰ DE pele 5 rem ¹⁰ , 50.000mrem ⁹ DE extremidades 5 rem; 2 mrem em 1 hora e 100 mrem em um ano ^{9,10}	Relacionado à exposição e área do corpo atingida: a) corpo inteiro -10.000 R, dose única = 'síndrome cerebrovascular e óbito em horas; 500 - 1200R - síndrome gastrointestinal, óbito em dias; 250-500 R = síndrome hematopoiética, óbito após várias semanas devido dano sobre a medula óssea; 25R, dose única + linfocitopenia temporária B) olhos- 600-900R = catarata; c) pele, dose única, 500-600 R = eritema em 7-10 dias com redução gradual e pigmentação da pele; 1500 - 2000 R = eritema, bolhas e escaras. ⁹	Tecido alvo: adiposo. Vias de Introdução ingestão, inalação e contato com a pele Efeitos genéticos e carcinomas relatados ⁹
Cádmio metálico	EPI avental, luva nitrílica, óculos de proteção, máscara ¹	ACGIH 0,01 mg/m ³ NR-15 não listado	Ingestão ou inalação dos fumos de cádmio: sintomatologia inicial semelhante a gripe. Em alguns casos evolui para traqueobronquite severa, pneumonite e edema pulmonar ⁴	Proteinúria, doença pulmonar obstrutiva crônica, anosmia, rinite, osteomalácia, anemia, dor generalizada. Possível carcinogênico para o homem. ⁴
Ciclohexano	EPI- avental, óculos/capela, luva nitrílica ou de viton ⁷	ACGIH, 1998 - 300 ppm NR-15 - 235 ppm	Irritante de pele e mucosas, depressão SNC e arritmias cardíacas promovendo cefaléia, náuseas, vômito, fraqueza, tontura, diminuição da coordenação motora, confusão mental, inconsciência, coma e morte por parada respiratória ⁴	Dermatite. Nenhum efeito sobre a condução do impulso nervoso observado. Injúria tubular renal observada em ratos ⁴ .

Substância	Cuidados manipulação	Limites de exposição	Efeitos	
			Agudo	Crônico
Cloreto de alumínio	EPI avental, óculos, máscara, luvas nitrílicas ⁴	ACGIH TWA 10 mg/m ³ NR-15 não listado	Efeito agudo só ocorre em indivíduos com falha renal crônica e pessoas expostas a Alumínio no ambiente de trabalho. Irritante leve promovendo tosse e espirro ⁴ .	Em pacientes de diálise: encefalopatia, osteomalácia, osteodistrofia e anemia microcítica. Ocupacional - asma, bronquite crônica, fibrose pulmonar, broncoespasmos, doença pulmonar obstrutiva ⁴ . Mutagênico ⁵
Cloreto de antimônio	EPI avental, luva nitrílica, óculos de proteção ⁴	ACGIH 0,5mg/m ³ (Sb) NR-15 não listado	Dores abdominais, náusea, vômitos, diarreia, conjuntivite, epistaxe, tromboflebite, tosse, febre dos fumos metálicos, leucopenia ⁴ .	
Cloreto de paládio	EPI: avental, luva	Não listado	Irritante de pele e mucosas ⁵	Evidências de mutagenicidade para o homem. Carcinogenicidade questionável (animais de experimentação) ⁵
Cloreto de tionila	EPI avental, óculos, máscara, luvas	ACGIH 1 ppm teto /NR-15 não listado	Conjuntivite, dermatite, rinite, bronquiolite e pneumonia ⁴	Não descritos na literatura consultada.
Cloreto de vanádio	EPI avental, óculos, máscara, luvas	ACGIH /NR-15 não listado	Irritante e corrosivo para as mucosas. Tosse, edema, respiração curta ⁴ .	Tosse, muco e respiração curta ⁴ .
Clorofórmio	EPI - avental, óculos, máscara/capela, protetor facial, luvas viton ^{1, 4}	ACGIH, 1998 10 ppm NR- 15 - 20 ppm	Irritante de pele e mucosas, depressor SNC e cardiovascular, nefro e hepatotóxico promovendo tontura, cefaléia, anorexia, desorientação, fadiga, arritmias, pneumonite, edema pulmonar, dermatite, necrose hepática, hepatomegalia, glicosúria, albuminúria e cetonúria ⁴	Secura de boca, cefaléia, comportamento psicótico, alucinações, disartria, ataxia, diminuição dos reflexos, hepatotoxicidade Exposição crônica a concentrações muito baixas - hepatomegalia, fígado gorduroso, e câncer renal em ratos ⁴ .
Dimetilaminoazo benzeno	EPI avental, óculos, máscara, luvas (não dão proteção total para agentes carcinogênicos) ⁴	ACGIH /NR-15 não listado	Dermatite de contato, hepato e nefromegalia, tosse, espirro, dispnéia, secreção bronquial, hematuria ⁴ .	Câncer de fígado e bexiga em animais de experimentação ⁴

Cont. Tabela A-33

Substância	Cuidados manipulação	Limites de exposição	Efeitos	
			Agudo	Crônico
Diazometano	EPI avental, óculos, máscara, luvas de couro ¹	ACGIH 0,2 ppm NR-15 não listado	Altamente irritante- conjuntivite, ulceração de córnea, tontura, dor no peito, asma, tosse, febre, pneumonia, edema, cianose moderada, choque e morte Tremor, hepatomegalia, hemólise. Ulceração do lábio em exposição ao líquido ⁴	Alergia, asma. Promover câncer pulmonar em animais. Há evidências de mutagenicidade ⁴ .
Diclorometano	EPI - avental, óculos, máscara/capela, protetor facial, luvas ⁴	ACGIH/98 TWA 50 ppm, no STEL OSHA/Pel /97 - 25 ppm ⁴ NR-15 - 156 ppm	Irritante de mucosas e pele, cefaléia, tontura, apatia, náusea e vômitos, depressão do SNC pode evoluir até parada respiratória. Aos efeitos do diclorometano somam-se os efeitos do CO (produto de biotransformação), provocando alterações no transporte de O ₂ (COHb) ⁴	Cefaléia, tontura, náusea, alteração do comportamento. Promove adenomas ou carcinoma hepatocelular em camundongos. Estas evidências sugerem sua ação carcinogênica também para o homem ⁴ .
Dietilamina	EPI- avental, óculos/capela, luva de teflon ⁷	ACGIH/98 TWA 5ppm STEL 15 ppm NR-15 - 20 ppm	Tosse, rinite, edema pulmonar, traqueíte, bronquite, pneumonite, dispnéia. Pode ser fatal dependendo da concentração. Irritante de pele e mucosas ⁴ .	Irritação garganta, brônquios e pulmão, edema pulmonar, degeneração parenquimatosa hepática (em ratos). Efeitos sutis ao nível de SNC ⁴ .
Dietilnitrosamina	EPI avental, óculos, máscara, luvas nitrílicas ⁴	ACGIH /NR-15 não listado	Fadiga, dispnéia, taquicardia, vertigens devido à hipóxia, metemoglobinemia ^{4,11}	Comprovadamente carcinogênico para animais (Ca de bexiga). Suspeito de carcinogenicidade para o homem ⁴ .
Difenilamina	EPI avental, óculos, máscara, luvas não especificadas ⁷	ACGIH TWA 10 mg/m ³ NR-15 não listado	Irritante de pele e mucosas, hipertensão, taquicardia, tosse, espirro, anorexia, eczema, metemoglobinemia, anemia ⁴	Evidência limitada de promover câncer de bexiga em animais ⁴
Dimetilformamida	EPI- avental, óculos, máscara luvas de borracha butílica ¹	ACGIH/99 TWA 10 ppm no STEL NR-15 - 8 ppm	Irritante de pele e mucosas, vômito, dor abdominal, vertigem, cefaléia, anorexia, hipertensão, palpitação, trombocitopenia, aumento da atividade das enzimas hepáticas ⁴	Promove dano hepático e renal. Evidências limitadas de carcinoma testicular e de teratogênese - deve ser tratado como tal até que se tenha evidências contrárias ⁴ .

Cont. Tabela A-33

Substância	Cuidados manipulação	Limites de exposição	Efeitos	
			Agudo	Crônico
Dissulfeto de carbono	EPI avental, luva de viton, máscara, óculos, capela ^{1, 4}	ACGIH TWA 10 ppm (pele) NR-15 - 16 ppm (pele)	Irritação dos olhos. Contato com a pele pode formar bolhas. SNC: cefaléia, delírio, tontura, tremor, insônia, fadiga, convulsão, coma, anóxia, degeneração hepática gordurosa, dispnéia e falha respiratória ⁴ .	Arteriosclerose, cefaléia, tontura, fadiga, irritação, distúrbios do sono, anorexia, perda de peso. Microaneurismas de retina, distúrbios de personalidade, tremores, distúrbios extra piramidais. Genotóxico e mutagênico para o homem ⁴
Etanol	EPI- avental, óculos/capela, luva borracha butílica ¹	ACGIH -TWA 1000 ppm NR-15 - 780 ppm	Irritante de mucosas, narcose, coma, parada respiratória, hipotermia, hipoglicemia, acidose, desequilíbrio eletrolítico, distúrbios gastrintestinais ⁴	Amnésia, demência, sonolência, miopatia cardíaca, hepatotoxicidade, varizes esofágicas e pancreatite. Efeitos teratogênicos - Síndrome etanólica fetal ⁴
Éter de petróleo	EPI- avental, óculos/capela, luva PVA, nitrílica, fluorcarbonada ⁷	ACGIH/99 TWA 400 ppm NR-15 não listado	Irritante dos olhos e trato respiratório, cefaléia, fadiga, náusea, incoordenação. A aspiração do líquido promove pneumonite lipóide ⁴ .	Dermatite, neuropatia periférica, encefalopatia. Dano renal só observado em animais de experimentação ⁴ .
Éter etílico	EPI- avental, óculos/capela, luva Teflon ⁷	ACGIH- TWA 400 ppm STEL 500 ppm NR-15 - 310 ppm	Conjuntivite, irritação do trato respiratório, dermatite, cefaléia, tontura, anorexia, vômito, albuminúria ⁴	Anorexia, constipação, tontura, cefaléia, distúrbios psiquiátricos ⁴ .
Fenol	EPI- avental, óculos/capela, luva borracha butílica, nitrílica, neoprene	ACGIH- TWA 5 ppm NR-15 - 4 ppm	Náusea, vômito, diarreia, anemia hemolítica, metemoglobinemia, palidez, hipotensão, arritmia, edema pulmonar, taquicardia, letargia, convulsão, coma, dano renal e hepático ⁴ .	Cefaléia, tosse, fraqueza, fadiga, náusea, vômito, insônia, perda de peso, nervosismo, parestesia, albuminúria ⁴ .

Cont. Tabela A-33

Substância	Cuidados manipulação	Limites de exposição	Efeitos	
			Agudo	Crônico
Formaldeído	EPI- avental, óculos/capela, luva neoprene ou borracha butilica	ACGIH/99 0,3 ppm teto - NR-15 - 1,6 ppm teto	Ingestão - corrosivo, náusea, vômito, dor, sangramento, perfuração esôfago Inalação- (irritante) espirro, laringoespasma, bronquite e pneumonia Olhos e Pele- irritante, lacrimejamento, desconforto. Resinas contendo formaldeído podem provocar necrose epidérmica SNC - depressão coma, acidose metabólica ⁴	Cefaléia, irritabilidade, náusea, perda do apetite, irritação dos olhos e vias aéreas superiores, distúrbio da memória, equilíbrio e da destreza em técnicos de histologia ocupacionalmente expostos. Ainda observado, eritema, lesão ecmatosa, hiperestesia ⁴
Fósforo 32	Anteparo d madeira, plástico, acrílico de 0,61 cm de espessura; avental e luvas, óculos de proteção e monitores individuais para concentrações superiores a 1.0 mCi ⁹	Vide carbono 14	Vide carbono 14	Órgãos críticos: formas solúveis- ossos; formas insolúveis e não transportáveis: pulmão (inalação) e trato gastrointestinal (ingestão) Efeitos estocásticos = ¹⁴ carbono ⁹
Heptano	EPI- avental, óculos/capela, luva borracha nitrilica ou fluorcarbonada ⁴	ACGIH TWA 400 ppm NR-15 não listado	tosse, irritação pulmonar, dermatite, irritação ocular, edema, excitação seguida de depressão, cefaléia e arritmias cardíacas ⁴	Leve dano renal descrito ⁴
Hexano	EPI- avental, óculos/capela, luva neoprene ou borracha nitrilica ⁴	ACGIH/99 TWA 50 ppm NR-15 não listado	Ingestão- náuseas, irritação do trato gastrointestinal, depressão SNC Inalação- euforia, tontura, parestesia das extremidades e depressão SNC ⁴	Neuropatia periférica, dermatites. Podem ocorrer em intoxicações mais graves alterações visuais e perdas da memória ⁴
Hidróxido de amônia	EPI- avental, óculos/capela, luva nitrilica ¹	ACGIH não listado NR-15 não listado	Ulceração da conjuntiva e córnea; irritação e queimaduras da pele e mucosas. Cefaléia, salivação, náusea, vômito, dificuldade respiratória, tosse, bronquite, edema pulmonar ⁸	Não há referência.

Cont. Tabela A-33

Substância	Cuidados manipulação	Limites de exposição	Efeitos	
			Agudo	Crônico
Hidróxido de potássio	EPI- avental, óculos/capela, luva nitrílica ¹	ACGIH TWA 2 mg/m ³ teto NR-15 não listado	Ingestão- queimadura do trato superior, esôfago e ocasionalmente estômago, hipotensão e taquicardia em função da hemorragia gastrointestinal. Inalação dos vapores - edema, falha respiratória, pneumonite ⁴ . Irritação conjuntiva e até perda permanente da visão (contato com o líquido), irritação e queimaduras da pele.	Como consequência da ingestão - câncer esofágico ⁴ .
Hidróxido de sódio	EPI- avental, óculos/capela, luva nitrílica ¹	ACGIH TWA 2 mg/m ³ teto NR-15 não listado	Ingestão - queimadura do trato superior, esôfago e ocasionalmente estômago, hipotensão e taquicardia em função da hemorragia gastrointestinal. Inalação dos vapores - edema, falha respiratória, pneumonite. Irritação/ulceração conjuntiva e até perda permanente da visão (contato com o líquido), irritação e queimaduras da pele.	Como consequência da ingestão - câncer esofágico ⁴ .
Iodo	EPI avental, óculos, máscara luvas de borracha nitrílica ¹	ACGIH TWA 0,1 ppm teto NR-15 não listado	Ingestão- gastroenterite corrosiva, vômito, delírio, cefaléia, hipotensão, convulsão, taquicardia. Inalação- irritação das mucosas, rinite, faringite, blefarite (olhos) ⁴	Conjuntivite, erupção cutânea semelhante à acne, estomatite, rinorréia, anorexia, anemia, irritação ⁵
Isopropanol	EPI- avental, óculos/capela, luva borracha nitrílica	ACGIH /99 TWA 400 ppm STEL 500 ppm	Irritação nariz, garganta e trato respiratório. Em altas concentrações deprime o SNC, taquicardia, cetonúria, oligúria, coma. Ingestão - vômito, cefaléia, tontura, hipotensão ⁴ .	Hipersensibilidade, dermatite, ressecamento da pele, conjuntivite alérgica. Ataxia observado em ratos ⁴ .
Magnésio metálico	EPI avental, óculos, máscara, luvas nitrílicas ¹	ACGIH TWA 10mg/m ³ (fumos de óxido) NR-15 não listado	Partículas de magnésio metálico podem perfurar a pele desencadeando uma severa reação inflamatória. A toxicidade dos compostos de magnésio estão, em geral, associadas ao ânion ⁵ .	Não relatado

Cont. Tabela A-33

Substância	Cuidados manipulação	Limites de exposição	Efeitos	
			Agudo	Crônico
2-mercaptoetanol	EPI avental, óculos, máscara, luvas	ACGIH /NR-15 não listado	Irritante severo de pele e mucosa., tosse, faringite, edema, cefaléia, vertigem, amnésia ⁴ .	Citotóxico. Foram reportados achados de mutagenicidade para o homem ^{4, 5}
Metanol	EPI- avental, óculos/capela, luva borracha butílica , natural e neoprene	ACGIH TWA 200 ppm NR- 15 - 156 ppm	Dermatite, conjuntivite, euforia, incoordenação muscular, cefaléia, tontura, náusea, vômito, dores abdominais, fraqueza, traqueite, bronquite, narcose, delírio, coma, falha respiratória, cianose, alterações visuais, acidose, albuminúria, convulsões. Seqüelas - neuropatia, cegueira, parkinsonismo, encefalopatia tóxica ⁴ .	Os efeitos decorrentes da exposição crônica são menos conhecidos. Exposição aos vapores pode levar a lesões irritativas leve da pele e trato respiratório ¹³
Metiliso butilcetona	EPI- avental, óculos/capela, luva não especificada ⁷	ACGIH 5ppm, STEL 10 ppm NR-15 não listada	Genérico para cetonas - irritação de garganta, náusea, cefaléia, vertigem incoordenação, depressão SNC com narcose e parada cardio-respiratória. Irritação dos olhos ⁴	Neuropatia axonal, parestesia, fraqueza muscular ⁴
Ninhidrina	EPI avental, máscara, luva	Não listado	Irritante de pele	Rinite alérgica ¹⁴ .Promotor da carcinogênese (Ca de pele) em animais de experimentação ¹⁵
o-fenilenodiamina	EPI avental, óculos, máscara, luvas nitrílicas ¹	ACGIH TWA 0,1 ppm NR-15 não listado	Dermatite de contato, hipotensão, edema de laringe, dispnéia, cianose, necrose tubular, necrose hepática, hemólise intravascular, metemoglobinemia ⁴ .	Carcinogênico para animais. mutagênico ⁴
Permanganato de potássio	EPI avental, óculos, máscara, luvas nitrílicas ¹	ACGIH TWA 0,2 mg/m ³ (Mn) NR-15 não listado	Cáustico para o trato gastrointestinal. Em casos severos promove metemoglobinemia, hipotensão, coagulopatia, necrose hepática, pancreatite, dano renal agudo parestesia, desordem extrapiramidal. O contato com a mucosa ocular pode provocar diplopia e queimaduras ⁴ .	Efeitos neurológicos semelhantes ao parkinsonismo (Mn) ⁴ .

Cont. Tabela A-33

Substância	Cuidados manipulação	Limites de exposição	Efeitos	
			Agudo	Crônico
Peróxido de hidrogênio	EPI avental, óculos, máscara luvas de borracha butílica ¹	ACGIH TWA 1 ppm NR-15 não listado	Em concentrações superiores a 10% é um oxidante forte e corrosivo promovendo queimadura das mucosas (ingestão), inflamação, edema, coma e convulsão. A inalação de baixas concentrações leva a leve irritação ocular e respiratória ⁴ .	Bronquite, tosse, muco e respiração curta ⁴ . Mutagênico para o homem. Evidências questionáveis de carcinogenicidade em animais ⁵
Piridina	EPI avental, óculos, máscara, luvas nitrílicas ¹	ACGIH TWA 5 ppm NR-15 - 4 ppm	Enfisema, bronquite, cefaléia, tontura, dor abdominal, náusea, insônia, anorexia, tremor e ataxia. Irritação de pele ⁴	Enfisema e bronquite crônica, cefaléia, náusea, insônia e vertigens temporárias, dano renal e hepático (cirrose e esteatose) ⁴ .
Sais de arsênio	EPI avental, óculos, máscara luvas nitrílicas ⁴	ACGIH TWA 0,01 mg/m ³ NR-15 - 0,04 mg/m ³ (arsina)	Ingestão- dor gástrica, vômito, constrição da garganta, diarreia, câibras, sede, oligúria, albuminúria, hematúria, convulsão, coma e morte. Inalação- irritação das vias respiratórias (dor e tosse), cefaléia, náuseas e vômitos, cianose da face ^{4,16} .	Fraqueza, anorexia, náusea, vômito, diarreia ou constipação, inflamação do nariz, garganta, espirros, rouquidão, conjuntivas congestionadas, perfuração de septo, melanose arsenical, queratose plantar e palmar, edema palpebral, queda de cabelo e unhas, estomatite, salivação, icterícia, cirrose, gangrena, lesão glomerular, nefrite crônica, encefalopatia arsenical (apatia, idiotia, neurite periférica). Evidência de ação carcinogênica para o homem (pele e brônquios) ^{4,16}
Sais de cádmio	EPI avental, óculos, máscara luvas nitrílicas	ACGIH TWA 0,01 mg/m ³ (Cd elementar e compostos) NR-15 não listado	Distúrbios gastrintestinais após a ingestão. Inalação poeiras do metal promovem traqueobronquite, pneumonite e edema pulmonar ¹⁶	Anemia, eosinofilia, rinite, descoloração do esmalte dos dentes, anosmia, microfraturas, enfisema pulmonar e distúrbios renais (excreção de proteínas de baixo peso molecular, seguida de aminoacidúria, glicosúria e distúrbios na depuração do ácido úrico). Promove câncer pulmonar em animais de experimentação ^{5,16}

Cont. Tabela A-33

Substância	Cuidados manipulação	Limites de exposição	Efeitos	
			Agudo	Crônico
Sais de chumbo	EPI avental, óculos, máscara luvas nitrílicas ⁴	ACGIH TWA 0,05 mg/m ³ NR-15 - 0,1 mg/m ³	Gastrintestinal: sabor metálico; dores abdominais, vômitos, diarreias; Renal: albuminúria, cilindrúria, oligúria; SN: parestesia, fraqueza, convulsão, coma e morte ¹⁶	Gastrintestinal: anorexia, dispepsia, dores espasmódicas, constipação persistente, sabor metálico; Renal: triade de Fanconi, nefropatia crônica. Neuromuscular: fraqueza muscular e fadiga; SNC: encefalopatia hipertensiva (irritação, vertigem, cefaléia, insônia, delírio, convulsão, coma). Anemia normocítica e hipocrômica. É promotor na formação do câncer ¹⁶
Sais de cianeto	EPI avental, óculos, máscara, luvas nitrílicas ¹	ACGIH TWA 4,7 ppm teto NR-15 - 8 ppm teto	Contato com pele e mucosas provoca ulceração e irritação. Taquicardia, taquipnéia, cefaléia, edema pulmonar, tontura, agitação, estupor, bradicardia, hipotensão, apnéia, convulsão, morte ⁴	Intoxicação crônica é rara - disfunção subclínica de tireóide, cefaléias, vertigens, palpitação, irritação olhos, dermatite, fadiga, tontura, alteração auditiva, são as queixas mais comuns ⁴ .
Sais de cromo	EPI avental, óculos, máscara luvas nitrílicas ⁴	ACGIH TWA 0,05 mg/m ³ (Cr VI solúveis) NR-15 não listado	Ingestão - corrosão do trato gastrintestinal, dano hepático e renal, hemorragia. Inalação das poeiras e fumos - ulceração da mucosa nasal, perfuração de septo, rinite, epistaxe, edema pulmonar, broncoespasmo, erosão e descoloração dos dentes, dermatite, ulceração de pele ⁴ .	Nefropatia tóxica, alergia, bronquite. Promove câncer pulmonar no homem ⁴
Sais de estanho	EPI avental, óculos, máscara luvas nitrílicas ⁴	ACGIH TWA 2 mg/m ³ (Sn inorgânico) NR-15 não listado	Irritante de pele e mucosas, diarreia, fadiga, cefaléia, pneumoconiose e bronquite ⁴	Afeta a habilidade de absorver ferro da dieta = anemia ferropriva ⁴
Sais de mercúrio	EPI avental, óculos, máscara luvas nitrílicas ⁴	ACGIH TWA 0,025 mg/m ³ (Hg inorgânico) NR-15 - 0,04 mg/m ³ (todas as formas exceto orgânicas)	Ingestão - corrosão da mucosas, náusea, vômito, dores abdominais, diarreia, distúrbios renais. Dermatite e conjuntivite ^{5, 8}	Glomerulonefrite, gengivite, salivação, estomatite, distúrbio psíquico (eretismo), com perda da memória, insônia, irritabilidade, depressão ⁵
Sais de prata	EPI avental, óculos, máscara luvas nitrílicas ¹	ACGIH TWA 0,01 mg/m ³ (compostos solúveis de Ag) NR-15 não listado	Prata - promove gengivite, irritação ocular, bronquite, rinorréia, epistaxe, neuropatia, convulsão e tontura, dermatite, nefrotóxico (nefropatia tóxica, glomerulonefrite) ⁴	Dano renal, ocular, na mucosa nasal, unha apresenta cor azul esverdeada em 2 a 20 anos de exposição. Pode causar mutações em células vivas. ⁴

Cont. Tabela A-33

Substância	Cuidados manipulação	Limites de exposição	Efeitos	
			Agudo	Crônico
Sódio metálico	EPI avental, óculos, máscara, luvas nitrílicas ¹	ACGIH /NR-15 não listado	Cáustico, Reage exotermicamente com a umidade dos corpos promovendo queimaduras. Vapores provocam tosse, dor e edema pulmonar ⁴ .	Inflamação, úlceras labiais e bucais, distúrbios gastrintestinais e brônquicos ⁴ .
Tetracloro de carbono	EPI- avental, óculos, máscara luvas de viton ⁴	ACGIH TWA 5 ppm STEL 10 ppm NR-15 - 8 ppm	Irritante de pele e mucosas. Deprime o SNC em altas concentrações: Tontura, vertigem, cefaléia, confusão mental. Ingestão: vômito, hematoemese, dor abdominal, diarreia ⁴	Severo dano hepático e renal. Promove carcinoma hepático em animais de experimentação. Suspeito de ser carcinogênico para o homem ⁴
Tetrahidro furano	EPI- avental, óculos/capela, luva não especificada ⁷	ACGIH /99 TWA 200 ppm; STEL 250 ppm NR- 15 -156 ppm	náusea, tontura, cefaléia, depressão SNC, edema. Irritante pele e mucosas ⁴	Dano renal e hepático, diminuição das células brancas e vermelhas do sangue ⁴ .
Tioacetamida	Não mencionado	Não listado	Irritante ⁴	Carcinogenicidade comprovada em animais de experimentação. Possível carcinogênico para o homem. Evidências de mutagenicidade ⁵ .
Tolueno	EPI- avental, óculos/capela, luva teflon, viton ⁴	ACGIH/99 TWA 50 ppm NR-15 - 78 ppm	Euforia, tremor, insônia, cefaléia, tontura, fadiga, fraqueza muscular, confusão, vertigem, náusea, pneumonite química, conjuntivite, arritmias. T	Fraqueza muscular devido ao desequilíbrio eletrolítico, acidose tubular renal, hipocalemia, hematuria, proteinúria, oligúria, alucinação auditiva e visual, reflexos hiperativos, labilidade emocional ⁴
Xileno	EPI- avental, óculos/capela, luva borracha nitrílica ¹	ACGIH/99 100 ppm STEL 150 ppm NR-15 - 78 ppm	Euforia, tremor, insônia, cefaléia, tontura, fadiga, fraqueza muscular, confusão, vertigem, náusea, conjuntivite, arritmias. Hepatotóxico ¹³ .	Cefaléia, fadiga, sonolência, vertigens, distúrbios cardiovasculares, dispnéia, náuseas, vômitos, desconforto epigástrico, conjuntivite, epistaxe. Contato prolongado com a pele pode produzir dermatites e eczemas ¹³

Nota: * Dose equivalente= é o produto da dose absorvido no tecido, fator de qualidade e todos os outros fatores modificadores de interesse. É expressa em rem e sievert (1 Sv=100 rem) Deve-se levar em consideração a eficácia biológica de diferentes tipos de radiação. O órgão alvo é importante na avaliação da exposição e os fatores de modificação são usados para corrigir a eficácia biológica relativa. A forma química da radiação é crítica na determinação da dose interna uma vez as substâncias podem se ligar a diferentes células ou órgãos alvo. Além disso, alguns tipos de radiação podem causar mais danos aos tecidos biológicos que outros. Por exemplo, 1 rad de partícula alfa é 20 vezes mais lesivo que 1 rad de raios gama. Para levar em consideração essas diferenças, a unidade fator de qualidade foi utilizada para se determinar a dose equivalente em rem⁹. Referencias: 1= ARMOUR, 1996; 2= ACGIH, 1999; 3= Brasil - NR-15, 1978; 4= TOMES CPS, 1987-1999; 5= LEWIS, 1992, 1996; 6= COGGON e col 7= QUIGLEY, 1994; 8=INTERNATIONAL TECHNICAL INFORMATION INSTITUTE, 1977; 9= MICHIGAN STATE UNIVERSITY, 1999b; 10= CNEN. NE 3.01, 1988; 11 = LEPERA JS, 1996; 13 = LEITE EMA, 1996; 14 = HYTONEN e col, 1996; 15 = SKULA E COL., 1994; 16 = SALGADO PET, 1996.

Tabela A-34- Parâmetros utilizados na extrapolação das doses de referência disponíveis na literatura para algumas das substâncias manipuladas nas Instituições avaliadas.

Substância química	Estudo realizado	Efeito crítico	Doses experimentais	Fator de incerteza	Dose de referência
Acetaldeído	Ratos Wistar, M, 10/gr, 6h/d, 5d/s, 4 sem. Concentrações: 0, 150 e 500 ppm	Degeneração do epitélio olfativo	DNEAO= 150 ppm = 273 mg/m ³ DNEAO (aj) 48.75 mg/m ³ DNEAO (Hec) = 8,7 mg/m ³	1000 ^a	9 x 10 ⁻³ mg/m ³ Inalação
Acetato de etila	Ratos, 4 gr (30 /gr/sexo), 6s, 90 d. Dose 0, 300, 900, 3600 mg/Kg/d	Mortalidade e diminuição do peso	DNEAO: 900 mg/Kg/d	1000	9 x 10 ⁻¹ mg/Kg/d oral
Acetona	Ratos albinos, 30/sexo/gr, 90 d. Doses 0, 100, 500, 2500 mg/Kg/d	Hepato e nefromegalia, degeneração tubular renal	DNEAO: 100 mg/Kg/d	1000	1 x 10 ⁻¹ mg/Kg/d
Acetonitrila	Camundongo B ₆ C ₃ F ₁ , 10M, 10F, 6h/d, 65d exposição/92d estudo. Conc. 0, 25, 50, 100, 200, 400 ppm	Lesões hepáticas, diminuição da contagem de eritrócitos e hematócrito	DNEAO 100 ppm = 168 mg/m ³ DNEAO aj = 19,3 mg/Kg/d (168 x 6h/24dx65d/92dx 0,039/0,03 ^b x 0,5 ^c)	3000 ^d	6 x 10 ⁻³ mg/Kg/d inalação
Ácido clorídrico	100 ratos sprague-dawley, 6 h/d, 5d/s, 10 ppm, <i>life-time</i>	Hiperplasia da mucosa nasal, da laringe e traquéia	MDEAO ^e = 15 mg/m ³ = 10 ppm	300 ^f	2x 10 ⁻² mg/m ³ inalação
Acrilamida	Ratos, 90 dias. Dose : 0; 0,05; 0,2; 1; 5 20 mg/Kg/d	neurotoxicidade	DNEAO = 0,2 mg/Kg/d MDEAO= 1 mg/Kg/d	1000	2 x 10 ⁻⁴ mg/Kg/d oral
Benzidina	Camundongo monohíbridos e híbridos M e C57B1/65 F, 72 a 120/sexo/linhagem, 0 a 160 ppm, 33 meses	Alteração das células hepáticas nas fêmeas e vacuolização das células cerebrais	MDEAO= 20 ppm na água de beber = 2,7 mg/Kg/dia	1000	3 x 10 ⁻³ mg/Kg/d oral
Bromocianogênio	Ratos, 10 M, 10F, oral, 0 a 30 mg/Kg/d de KCN, 11,5 meses	Diminuição do peso, degeneração da bainha de mielina, efeito sobre a tireóide	MDNEAO = 30 mg/Kg/d DNEAO= 10,8 mg/Kg/d CN- convertido a 44 mg/Kg/d cianogênio = 10.8 mg CN ⁻ x PM bromocianogênio/PM CN ⁻ (105.93/26.02)	1000	9 x 10 ⁻² mg/Kg/d oral, crônico
Butanol	Rato, 30/sexo/G, 13 semanas, doses 0, 30, 125, 500 mg/Kg/d	Hipoatividade e ataxia	DNEAO= 125 mg/Kg/d	1000	1 x 10 ⁻¹ mg/Kg/d oral, subcrônico

Cont. Tabela A-34

Substância química	Estudo realizado	Efeito crítico	Doses experimentais	Fator de incerteza	Dose de referência
Cádmio	Homem, exposição crônica, Modelo assume: excreção da carga corpórea de Cd = 0,01%/d, absorção 2,5% através alimento e 5% através da água	Proteinúria significativa	DNEAO(água): 0,005 mg/Kg/d MDEAO (alimento)= 0,01 mg/Kg/d	10	5×10^{-4} mg/Kg/d (água) oral
Cianeto	Ratos, 10/sexo/G, 2 anos, 4,3 e 10,8 mg de CN/Kg	Efeito sobre o crescimento, Lesão histológica, qualquer efeito adverso	DNEAO= 10,8 mg/Kg/d, CN ⁻ convertido a 27,0 mg/Kg/d de KCN	100 e FM = 5	5×10^{-2} mg/Kg/d
Clorofórmio	Cão, 8 animais/sexo, controle 16 M e 16 F, 6d/7,5 anos, 15 a 30 mg clorofórmio/Kg/d	Formação de cisto gorduroso hepático	DNEAO = nenhuma MDEAO= 15 mg/Kg/d convertido a 12,9 mg/Kg/d (15 mg/Kg/d x 6d/7d)	1000	1×10^{-2} mg/Kg/d oral, crônico
Diclorometano	Ratos, 85/sexo, controle 85 e 50/sexo, 2 anos. Dose: 5, 50, 125, 250 mg/Kg/d	hepatotoxicidade	DNEAO= 5,85 a 6,47 mg/Kg/d, respectivamente, M e F	100	6×10^{-2} mg/Kg/d
Dissulfeto de carbono	1. Ratos e coelhos, 20 e 40 ppm durante gestação	Toxicidade fetal/malformações	DNEAO = 20 ppm = 62,3 mg/m ³ convertido a 11,0 mg/Kg/d [(62,3 x 6h/24h x 1,6 m ³ /d (frequência respiratória) x 0,5/1,13 (retenção pulmonar / Kg peso)]	100	1×10^{-1} mg/Kg/d
	2. Estudo ocupacional, 145 trabalhadores fábrica de rayon, controle = 233, tempo de exposição 12,1 ± 6,9 ppm /8h/d, concentrações de CS ₂ = 12,6 a 517,3 ppm	Disfunção do Sistema Nervoso Periférico	Dose <i>Benchmark</i> = 55,1 mg / m ³ x [10 m ³ /d/20m ³ /d(volume de ventilação pulmonar /min na exposição ocupacional , 8 h/d/ volume de ventilação pulmonar/min para o homem) x 5d//7d]	30(intra-espécie x 3 - falta de dados sobre ativação metabólica)	7×10^{-1} mg/m ³
Difenilamina	Cachorro, 2 anos, 8 M, 8F, dieta com 0,01, 0,1 e 1% de difenilamina	Hepato e nefromegalia, diminuição no ganho de peso	DNEAO= 0,01% dieta = 2,5 mg/Kg/d	100	$2,5 \times 10^{-2}$ mg/Kg/d
Éter etílico	Rato, 30/sexo/G, 90 dias, dose: 0, 500, 2000, 3500 mg/Kg/d	Perda de peso	DNEAO= 500 mg/Kg/d	3000 ^h	2×10^{-1} mg/Kg/d
Fenol	Ratos, oral, 6 ao 150. Dia de gestação, 20 a 22 F/G, doses: 0, 30, 60, 120 mg/Kg/d	Diminuição do peso fetal	DNEAO = 60 mg/Kg/d	100	6×10^{-1} mg/Kg/d

Cont. Tabela A-34

Substância química	Estudo realizado	Efeito crítico	Doses experimentais	Fator de incerteza	Dose de referência
Formaldeído	Ratos wistar, 70/sexo/d, 24 meses, dose: 0, 1,2, 15, 82, mg/Kg/d M e 0, 1,8, 21, 109 mg /Kg/d	Lesões histopatológicas e redução no ganho de peso	DNEAO= 15 mg/Kg/d	100	2×10^{-1} mg/Kg/d
Hexano	Estudo epidemiológico, inalação, 14 trabalhadores expostos, 14 controles, tempo de exposição 1 a 2 anos, concentração 58 ± 41 ppm	Neurotoxicidade, alterações eletrofisiológicas	DNEAO= nenhuma MDEAO = 58 ppm ; MDEAO (ajustada) = 73 mg/m^3 ⁱ	300 ^j	2×10^{-1} mg/m ³
Metanol	Ratos Sprague-dawley, 30 /sexo, 90 dias, oral, dose: 0, 100, 500, 2500 mg/Kg/d.	elevação da atividade das transaminases	DNEAO= 500 mg/Kg/d	1000	5×10^{-1} mg/Kg/d
Metiletilcetona	a) Ratos wistar, 30/sexo/G, Dose: F= 0, 538, 1664 e 5089 mg/Kg/d e M= 0, 594, 1771 e 4571 mg/Kg/d. b) Camundongo Swiss, 7 h/d, 6° ao 15° dia de gestação, dose: 0, 398, 1010, 3020 ppm. c)	a) diminuição do desenvolvimento do rato e fetal b) diminuição peso fetal e do desenvolvimento do camundongo	a) DNEAO= 1771 mg/Kg/d b) DNEAO = 1010ppm = 2978 mg/m ³ ,	a) 3000 b) 1000	a) 6×10^{-1} mg/Kg/d b) 1 mg/m ³
Prata	Homem, intravenoso, 2 a 9 anos, 1 g	argiria	DNEAO= nenhuma MDEAO= 1 g convertido a dose oral de 0,014 mg/Kg/d (1g /0,04 (fator de retenção oral)	3	5×10^{-3} mg/Kg/d
Piridina	Ratos Sprague-dawley, 10/sexo/dose, 90 dias, doses: 0, 0,25, 1, 10, 25, 50 mg/Kg/d	hepatomegalia	DNEAO= 10 mg/Kg/d	1000	1×10^{-3} mg/Kg/d
Selênio	40 indivíduos (China), dose : F= 62, 198, 1238 µg e M= 70, 195, 1438 µg	Selenose clínica = perda de cabelo e unha, alteração na morfologia das unhas, disfunção hepática (tempo de coagulação e glutatona sérica).	DNEAO = 0,015 mg/Kg/d (calculada por regressão Log y = $0,767 \log X - 2,248$, onde x= ingestão de selênio e y = selênio no sangue)	3 (intraespécie)	5×10^{-3} mg/Kg/d
Tetracloreto de carbono	Ratos Sprague-dawley, 5d/s, 12s, doses: 1, 10, 33 mg/Kg/d	Lesão hepática - vacuolização centrilobular	DNEAO= 1 mg/Kg/d . DNEAO ajustada= 0,71 mg/Kg/d = $1 \times 5\text{d}/7\text{d}$	1000	7×10^{-4} mg/Kg/d

Cont. Tabela A-34

Substância química	Estudo realizado	Efeito crítico	Doses experimentais	Fator de incerteza	Dose de referência
Tolueno	a) ratos F344, 10/sexo, 5d/s, 13 s, doses: 0, 312, 625, 2500, 5000 mg/Kg/d	a) hepato e nefromegalia	a) DNEAO 312 mg/Kg/d ; DNEAO ajustada = 223 mg/Kg/d (5d/s)	a) 1000	a) 2×10^{-1}
	b) homem exposição ocupacional, 30 M, 8 h/d, 5d/s, concentração 88 ppm; grupo controle 13 ppm ,	b) alterações neurocomportamentais	b) DNEAO = nenhuma; MDEAO= $332 \text{ mg/m}^3 = 88 \text{ ppm}$; MDEAO _{ajustada} = $332 \times 10/20$ (MV_{ho}/MV_h) x 5d/7d = 119 mg/m ³	b) 300	b) 4×10^{-1} mg/m ³
Xileno	Ratos Fischer, 50 M, 50F, 5d/s, 103s, doses: 0, 250, 500 mg/Kg/d	Hiperatividade, diminuição do peso corpóreo e aumento na mortalidade dos machos	DNEAO 250 mg/Kg/d; DNEAO _{ajustada} = 179 mg/Kg/d (5d/s)	100	2 mg/Kg/d

Fonte : U.S.EPA, The Integrated Risk Information System In: TOMES CPS, 1987 - 1999.

Nota: M= macho; F= fêmea; gr = grupo; d= dia; s= semana; ms= meses; h= horas, aj= ajustado pela duração e frequência da exposição; Hec= concentração equivalente para o homem;

a= 1000 (10 interespecie, 100 intraespecie , 10 subcrônico para crônico); b= velocidade inalatória do camundongo m³/d / peso corpóreo do camundongo; c= taxa de absorção ; d= 300 (3 por falta de dados toxicológicos mais adequados, macacos -especie mais adequada); e= menor dose onde se observou um efeito tóxico; f= 3 pela diferença interespecie, 10 pela intraespecie e 10 pela extrapolação de MDEAO para DNEAO; g= FM - fator de modificação, usado para levar em consideração a aparente tolerância ao cianeto quando ingerido com alimentos do que quando ingerido com água e também porque o número de animais foi pequeno ; h= 3000 - 10 interespecie x 10 intraespecie x 10 extrapolação subcrônica para crônica x fator adicional 3 - falta de dados de toxicidade para uma segunda especie e estudos dos efeitos sobre a reprodução e desenvolvimento; i= 58ppm x PM hexano/CNTP (86,18/24,245)x 10/20 (MV_{ho}/MV_h volume de ventilação pulmonar /min na exposição ocupacional , 8 h/d/ volume de ventilação pulmonar/min para o homem) x 5d/7d); j= 300 - 10 interespecie x 10 intraespecie x fator adicional 3 - falta de dados sobre o efeito respiratório crônico e reprodutivo;

Tabela A-35- Níveis de risco mínimo estabelecidos para algumas das substâncias manipuladas pelas Instituições de estudo

Substância	Via de introdução	Duração da exposição	Fator de incerteza	Efeito adverso observado	NRM
Acetona	oral	15-364 dias	300	Distúrbio hepático	0,6 mg/Kg/dia
Ácido sulfídrico	pulmonar	a. 1 -1 4 dias b. 15 - 364 dias	a. 30 b. 30	a. alteração respiratória b. alteração respiratória	a. 0,07 ppm b. 0,03 ppm
Alumínio	oral	15-364 dias	30	Alteração neurológica	2.0 mg/Kg/dia
Amônia	pulmonar	a. 1-14 dias b. > 365 dias	a. 10 b. 100	a. distúrbios respiratórios b. outros	a. 0,5 ppm b. 0,3 ppm
Arsênico	oral	> 365 dias	3	Alterações dérmicas	0,0003 mg/Kg/dia
Benzeno	pulmonar	a. 1-14 dias b. 15-364 dias	a. 300 b. 90	a. alteração imunológica b. alteração neurológica	a. 0,05 ppm b. 0,004 ppm
Cádmio	oral	> 365 dias	10	Alteração renal	0,0002 mg/Kg/dia
Cianeto de sódio	oral	15 - 364 dias	100	Alteração na reprodução	0,05 mg/Kg/dia
Cloreto de mercúrio	oral	a. 1-14 dias b. 15 - 364 dias	a. 100 b. 100	a. alteração renal b. alteração renal	a. 0,007 mg/Kg/dia b. 0,002 mg/Kg/dia
Clorofórmio	a. pulmonar b. oral	a. 1-14 dias / 15-364dias / > 365 dias b. 1-14 dias / 15-364dias / > 365 dias	a. 30/ 100 /100 b. 100/100/ 100	a. alteração hepática b. alteração hepática	a.00,1 ppm / 0,05 ppm/ 0,02 ppm b. 0,3 mg/Kg/dia/ 0,1 mg/Kg/dia/ 0,01 mg/Kg/dia
Cromo hexavalente	pulmonar	15-364 dias	90	alteração respiratória	0,0005 mg/m ³
Diclorometano	a. pulmonar b. oral	a. 1-14 dias / 15-364 dias / > 365 dias b. 1-1 4 dias / > 365 dias	a. 100 / 30 /30 b. 30/ 30	a. alteração neurológica/ hepática / hepática b. alteração neurológica/ hepática	a. 3 ppm / 0.3 ppm / 0.3 ppm b. 05 mg/Kg/dia / 0.2 mg/Kg/dia

Cont. Tabela A-35

Substância	Via de introdução	Duração da exposição	Fator de incerteza	Efeito adverso observado	NRM
Dissulfeto de carbono	a. pulmonar b. oral	a. > 365 dias b. 1-14 dias	a. 30 b. 300	a. alteração neurológica b. alteração hepática	a. 0,3 ppm b. 0,01 mg/Kg/dia
Formaldeído	a. pulmonar b. oral	a. 1-14 dias/ 15- 364 dias /> 365 dias b. 1-14 dias/ 15- 364 dias	a. 9/ 30 /30 b. 100/100	a. alteração respiratória b. alteração gastrointestinal	a. 0,04 ppm/ 0,03 ppm 0,008 ppm b. 0,3 mg/Kg/dia / 0,2 mg/Kg /dia
Hexano	pulmonar	> 365 dias	100	Alteração neurológica	0,6 ppm
Mercúrio metálico	pulmonar	> 365 dias	30	Alteração neurológica	0,0002 mg/m ³
Selênio	oral	> 365 dias	3	Alteração dermatológica	0,005 mg/Kg/dia
Tetracloreto de carbono	a. pulmonar b. oral	a. 1-14 dias/ 15- 365 dias b. 1-14 / 15-364 dias	a. 300 / 100 b. 300 / 100	a. alteração hepática b. alteração hepática	a. 0,2 ppm / 0,05 ppm b. 0,02 mg/Kg/dia / 0,007 mg/Kg /dia
Tolueno	a. pulmonar b. oral	a. 1-14 dias/ > 365 dias b. 1-14 dias/ 15-364 dias	a. 10 / 30 b. 300 / 300	a. alteração neurológica b. alteração neurológica	a. 4 ppm / 0,4 ppm b. 0,8 mg/Kg/dia / 0,02 mg/Kg/dia
Urânio, sais solúveis em água	a. pulmonar b. oral	a. 1-14 dias / > 365 dias b. 1-14 dias	a. 90 / 30 b. 30	a. alteração renal b. alteração renal	a. 0,0004 mg/m ³ / 0,0003 mg/m ³ b. 0,002 mg/Kg/dia
Vanádio	a. pulmonar b. oral	a. 1-14 dias b. 15-364 dias	a. 100 b. 100	a. alteração renal b. alteração renal	a. 0,0002 mg/m ³ b. 0,003 mg/Kg/dia
Xileno	a. pulmonar b. oral	a. 1-14 dias / 15-364 dias / > 365 dias b. 15 - 364 dias	a. 100 / 300 / 100 b. 1000	a. alteração neurológica/ alteração no desenvolvimento/ alteração neurológica b. alteração renal	a. 1 ppm / 0,7 ppm / 0,1 ppm b. 0,2 mg/Kg/dia