

# Gerenciamento de resíduos químicos

## Normas Gerais – revisão 2002

(aprovada pela Congregação do IQ/UNESP em dezembro/2002)

### I. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O Instituto de Química consciente da importância de adotar ações efetivas no sentido do gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios, tanto do ponto de vista de responsabilidade civil quanto da formação de futuros profissionais da Química, resolve instituir as presentes Normas.

Como ponto de partida, institui-se a obrigatoriedade de incluir, em todos os projetos de pesquisa a serem desenvolvidos (no todo ou em parte) nos laboratórios IQ/UNESP, descrição detalhada do tratamento/destinação que será dado aos resíduos químicos gerados em tais projetos, que deverá obedecer, no que couber, os ditames das normas a seguir discriminadas.

### II. DEFINIÇÕES

- **Resíduos** são materiais considerados sem utilidade por seu possuidor.
- **Resíduo perigoso**: material (substância ou mistura de substâncias) com potencial de causar danos a organismos vivos, materiais, estruturas ou ao meio ambiente; ou ainda, que pode tornar-se perigosa por interação com outros materiais
- **Danos**: explosão, fogo, corrosão, toxicidade a organismos ou outros efeitos deletérios.

Em laboratórios químicos os resíduos perigosos mais usuais compreendem:

- . solventes orgânicos
- . resíduos de reações
- . reagentes contaminados, degradados ou fora do prazo de validade

- . soluções-padrão
- . fases móveis de cromatografia

### **III. HIERARQUIA NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS EM LABORATÓRIOS:**

**1. Inventário:** O responsável pelo laboratório deve elaborar um inventário com os resíduos existentes (composição e quantidade) naquele local. Uma lista contendo uma estimativa da geração de resíduos (quantidade/mês ou ano), também é muito importante.

**2. Minimização:**

- Substituição de substâncias perigosas por outras; ou mudança de processos. Devem ser adotadas sempre que possível
- Minimização/redução: procedimentos de re-utilização, recuperação e tratamento. Redução na quantidade/freqüência de utilização de substâncias/materiais perigosos

Ações neste sentido deverão ser adotadas em todas as atividades (graduação e pesquisa) que envolverem substâncias químicas.

**3. Segregação de resíduos perigosos**

Definição de grupos de resíduos: deverão ser definidos considerando-se, além das peculiaridades do inventário, as características físico-químicas, periculosidade, compatibilidade e o destino final dos resíduos

**4. Tratamento e/ou destruição de resíduos no laboratório**

**5. Destinação final efetuada por empresas especializadas**

Neste documento, serão abordados apenas aspectos de segregação, armazenamento e tratamento/destruição de resíduos em laboratório, que são operações que deverão ser efetuadas no IQ.

#### **IV. RESÍDUOS QUE PODEM SER DESCARTADOS DIRETAMENTE NA PIA OU LIXO**

- Em geral, podem ser descartados diretamente na pia (após diluição-100x e sob água corrente) os compostos solúveis em água (pelo menos 0,1g ou 0,1ml/3 ml de água) e com baixa toxicidade. Para os orgânicos é preciso que também sejam facilmente biodegradáveis. Quantidade máxima recomendável: 100 g ou 100 ml, por ponto, por dia.
- Compostos com PE <50°C não devem ser descartados na pia, mesmo que extremamente solúveis em água e pouco tóxicos
- Misturas contendo compostos pouco solúveis em água, em concentrações abaixo de 2% podem ser descartadas na pia

#### **Alguns compostos que podem ser descartados diretamente na pia:**

##### **ATENÇÃO:**

- Considerar sempre a toxicidade (aguda e crônica), inflamabilidade e reatividade, além da quantidade e concentração, obviamente
- Compostos com características ácido-base pronunciadas (pH < 6 ou pH > 8) deverão ser neutralizados antes do descarte
- Compostos com odor forte devem ser neutralizados/destruídos, diluídos pelo menos 1000 vezes com água e depois descartados sob água corrente

##### ***Orgânicos***

- Álcoois com menos de 5 carbonos
- Dióis com menos de 8 carbonos
- Glicerol
- Açúcares

- Aldeídos alifáticos com menos de 7 carbonos
- Amidas : RCONH<sub>2</sub> e RCONHR c/menos de 5 carbonos
- RCONR<sub>2</sub> c/ menos de 11 carbonos
- Aminas alifáticas com menos de 7 carbonos
- Ácidos carboxílicos com menos de 6 carbonos e seus sais de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup>
- Ésteres com menos de 5 carbonos
- Cetonas com menos de 6 carbonos

### ***Inorgânicos***

- Cátions: Al(III), Ca(II), Cu(II), Fe(II), Fe(III), Li(I), Mg(II), Na(I), NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Sn(II), Sr(II), Zn(II), Zr (II)
- Ânions: BO<sub>3</sub><sup>3-</sup>, B<sub>4</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>, Br<sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, HSO<sub>3</sub><sup>-</sup>, I<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, SCN<sup>-</sup>, SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, OCN<sup>-</sup>

OBS: apesar do fosfato (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) não ter toxicidade pronunciada seu descarte na pia deve ser encarado com muito cuidado por seu potencial eutrofizante nos corpos d'água.

### ***Materiais assemelhados a resíduos domésticos***

- Compostos com DL50 > 500 mg/Kg, não inflamáveis ou reativos, toxicidade crônica baixa

### **Alguns compostos que podem ser descartados no lixo**

#### ***Orgânicos:***

- açúcares, amido, aminoácidos e sais de ocorrência natural ácido cítrico e seus sais (Na, K, Mg, Ca, NH<sub>4</sub>); ácido láctico e seus sais (Na, K, Mg, Ca, NH<sub>4</sub>)

#### ***Inorgânicos:***

- Sulfatos, fosfatos, carbonatos: Na, K, Mg, Ca, Sr, Ba, NH<sub>4</sub>
- Óxidos: B, Mg, Ca, Sr, Al, Si, Ti, Mn, Fe, Co, Cu, Zn

- Cloretos: Na, K, Mg
- Fluoretos: Ca
- Boratos: Na, K, Mg, Ca

***Outros materiais de laboratório não contaminados com produtos químicos perigosos:***

- adsorventes cromatográficos: sílica, alumina, etc
- material de vidro
- papel de filtro
- luvas e outros materiais descartáveis

## V. SEGREGAÇÃO DE RESÍDUOS QUÍMICOS

A seguir estão arroladas as categorias mais comuns em que os resíduos devem ser separados. Substâncias que não se enquadram nestas categorias devem ser avaliadas quanto a compatibilidade química e adicionadas a uma delas, ou armazenadas em separado, conforme o caso.

Informações sobre toxicidade, reatividade e compatibilidade de inúmeras substâncias químicas podem ser encontradas em MSDS (*Material Safety Data Sheets*), disponíveis em vários sites da internet (alguns estão listados na Seção de Bibliografia deste documento). Na Biblioteca do IQ também podem ser encontradas monografias da OMS para algumas substâncias. A responsabilidade pela correta segregação dos resíduos é do pesquisador (docente ou aluno PG/IC) que o gerou.

### **CLASSES DE RESÍDUOS QUÍMICOS QUE DEVEM SER ADOTADAS NO IQ:**

#### ***Inorgânicos***

- soluções aquosas de metais pesados
- ácidos

- bases
- sulfetos
- cianetos
- mercúrio metálico (recuperação)
- sais de prata (recuperação)

### **Orgânicos**

Para descarte (incineração/co-processamento):

- solventes não halogenados, < 5% água
- solventes não halogenados, > 5% água
- solventes halogenados
- peróxidos orgânicos
- pesticidas e outros de alta toxicidade aguda ou crônica

Para recuperação (se houver possibilidade de formação de misturas azeotrópicas, avaliar o custo/benefício da recuperação)

- solventes clorados
- acetatos e aldeídos
- hidrocarbonetos
- álcoois e cetonas

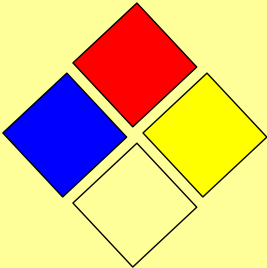
## **VI. ROTULAGEM**

1. Todos os frascos contendo resíduos devem ser identificados adequadamente pelo uso de um rótulo similar ao mostrado na Figuras 1. É imprescindível que todas as informações estejam preenchidas. Instruções sobre a rotulagem adequada serão dadas a seguir.

2. Cada frasco deverá ser acompanhado da respectiva Ficha de Resíduos, que deverá ser preenchida no ato do descarte de resíduos naquele frasco. Exemplos do correto preenchimento desta Ficha pode ser visto na Figura 2.
3. Frascos sem rótulo, desacompanhados das fichas de Resíduos, ou com informações parcial ou inadequadamente preenchidas, não serão aceitos para armazenamento no Depósito de Resíduos.

**FRASCO .....**  
**RESÍDUOS PERIGOSOS**

**COLOCAR SOMENTE RESÍDUOS DE .....**



**MANUSEIE COM CUIDADO**  
**MANTENHA ESTE FRASCO SEMPRE BEM FECHADO**  
**NÃO ENCHA ATÉ A CAPACIDADE MÁXIMA**

pH:  
Data do início do uso desta embalagem:  
Data do término do uso desta embalagem:  
Laboratório/Departamento:

**Figura 1:** Exemplo de preenchimento correto do rótulo para frascos de resíduos

<b>Ficha de resíduos LRSCr/41/2002</b>			
Responsável pelos resíduos: Mary Santiago-Silva			
Departamento: Química Analítica			
<b>Nome do usuário</b>	<b>Composição do resíduo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Data do descarte</b>
Joaquim Nabuco	Antraceno, benzo(a)pireno, fenantreno – 200 ng/mL de cada em isoctano	10 mL	10/03/1999
Ambrósia do Nascimento	Benzeno, tolueno, xilenos, etilbenzeno - 25 ug/mL de cada em isoctano	200 mL	21/04/1999
Anastácio da Silva	Ftalatos – 100 ug/mL em ciclohexano	100 mL	27/07/1999

FIGURA 2: Exemplo de preenchimento correto da ficha de resíduos.

## **INSTRUÇÕES PARA O PREENCHIMENTO DO RÓTULO**

### **1. Identificação do frasco**

Para maior organização do Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos (PGRQ), a numeração dos frascos deverá seguir uma ordem numérica crescente, renovada a cada ano, que incluirá a sigla do grupo de pesquisa e/ou laboratório gerador do resíduo. Para isso, cada Departamento deverá fornecer o nome de seus grupos de pesquisa e/ou laboratórios geradores de resíduos químicos em potencial. A cada um será atribuída uma sigla (por exemplo: Laboratório de Resíduos Sólidos e Cromatografia → LRSCr), pela coordenação do PGRQ, que deverá identificar todos os frascos de resíduos encaminhados para o depósito. Os rótulos e fichas de resíduos serão fornecidos aos Departamentos, na forma de blocos. O gerador dos resíduos preencherá o rótulo, afixará no frasco e também deverá impermeabilizá-lo, com parafina ou *contact*, para melhor preservação durante o armazenamento.

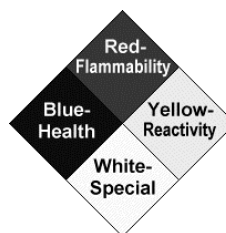


## 2. Diagrama de Hommel

Será adotada a simbologia de risco do NFPA (*National Fire Protection Association*), dos EUA, também conhecida como diagrama de Hommel. Nesta simbologia, cada um dos losangos expressa um tipo de risco, a que será atribuído um grau de risco variando entre 0 e 4, conforme explicitado a seguir.

## Códigos NFPA

Vermelho --> inflamabilidade  
Azul --> toxicidade  
Amarelo --> reatividade  
Branco --> informações especiais



<http://www.orcbs.msu.edu/chemical/nfpa>

## Códigos NFPA

### Azul --> toxicidade

- 4 = pode ser fatal em exposição curta
- 3 = corrosivo ou tóxico. Evitar contato com a pele ou inalação
- 2 = pode ser nocivo se inalado ou absorvido pela pele
- 1 = pode ser irritante
- 0 = nenhum risco específico

### Vermelho --> inflamabilidade

- 4 = extremamente inflamável
- 3 = líquido inflamável, flash point < 38 °C
- 2 = líquido inflamável 38 °C < flash point < 98 °C
- 1 = combustível, se aquecido
- 0 = não inflamável

## Códigos NFPA

### Amarelo --> reatividade

- 4 = material explosivo `a temperatura ambiente
- 3 = sensível a choque, calor ou água
- 2 = instável ou reage violentamente com água
- 1 = pode reagir se aquecido ou misturado com água, mas não violentamente
- 0 = estável

### Branco --> informações especiais

- W ou  $\mathcal{W}$  = reage com água
- Air ou  $\mathcal{A}ir$  = reage com ar
- Oxy = oxidante
- P = polimerizável
- PO = peroxidável

Os códigos NFPA para centenas de substâncias podem ser encontrados nos seguintes sites (em inglês): .

→ [www.itbaker.com](http://www.itbaker.com) . Entrar em MSDS e buscar a substância. Logo no início da MSDS aparecerão os códigos (Figura 3)

→ [www.orcbs.msu.edu/chemical/nfpa](http://www.orcbs.msu.edu/chemical/nfpa) (Figura 4)

Os códigos NFPA nos sites recomendados referem-se a substâncias puras. Na rotulagem dos resíduos deverão ser utilizados os códigos das substâncias com características de danos à saúde (azul), inflamabilidade (vermelho) e reatividade (amarelo) , mais importantes. No rótulo preenchido da figura 1, cuja composição é apresentada na ficha de resíduos da figura 2 foram adotados os códigos do ciclohexano (altamente inflamável- vermelho – 4); do benzeno e HPAs ( cancerígenos – azul – 4) e como todos os componentes são pouco reativos, utilizou-se o número 0 para o losango amarelo.. Para qualquer esclarecimento sobre a utilização correta dos códigos NFPA, consulte o representante do seu Departamento junto à Comissão de Resíduos.

---

---

## METHYLENE CHLORIDE

---

---

### 3. Hazards Identification

#### Emergency Overview

-----

**WARNING! HARMFUL IF SWALLOWED, INHALED OR ABSORBED THROUGH SKIN. AFFECTS CENTRAL NERVOUS SYSTEM, LIVER, CARDIOVASCULAR SYSTEM, AND BLOOD. CAUSES IRRITATION TO SKIN, EYES AND RESPIRATORY TRACT. SUSPECT CANCER HAZARD. MAY CAUSE CANCER. Risk of cancer depends on level and duration of exposure.**

**J.T. Baker SAF-T-DATA<sup>(tm)</sup>** Ratings (Provided here for your convenience)

-----

Health Rating: 3 - Severe (Cancer Causing)

Flammability Rating: 1 - Slight

Reactivity Rating: 1 - Slight

Contact Rating: 2 - Moderate

Lab Protective Equip: GOGGLES & SHIELD; LAB COAT & APRON; VENT HOOD;  
PROPER GLOVES

Storage Color Code: Blue (Health)

-----

**Figura 3:** Exemplo de MSDS da JTBaker ([www.jtbaker.com](http://www.jtbaker.com)) , com destaque para os códigos NFPA. Health → azul; Flamability → vermelho; Reactivity → amarelo

### Exemplos de códigos NFPA

Site da Universidade de Michigan:

<http://www.orcbs.msu.edu/chemical/nfpa>

Compound	H	F	R	S/N
Barium Chlorate	2	0	1	OX
Barium Nitrate	1	0	0	OX
Barium Peroxide	1	0	0	OX
Benzaldehyde	2	2	0	
Benzedrine	0	1	-	
Benzene	2	3	0	
Benzoic Acid	2	1	-	

**Figura 4** : códigos NFPA. Site da Universidade de Michigan (USA). H → health (azul); F → Flamability (vermelho) ; R → Reactivity (amarelo); S/N → branco

## VII. USO DO DEPÓSITO DE RESÍDUOS

1. A responsável pelo recebimento e aceitação dos resíduos para armazenamento no Depósito de Resíduos será a Sra. Edna Samira B. Gobatti, da Seção de Apoio Técnico Químico.
2. Serão aceitos para armazenamento no Depósito de Resíduos, em frascos apropriadamente rotulados:
  - resíduos destinados à incineração;
  - resíduos destinados ao aterramento em aterro industrial
  - resíduos de solventes orgânicos destinados à recuperação
3. Como regra geral os frascos de resíduos cheios não deverão permanecer nos Laboratórios. Deverão ser encaminhados para o Depósito de Resíduos, ou tratados no próprio laboratório, conforme o caso.
4. **NÃO** serão aceitos para armazenamento no Depósito de Resíduos:

- frascos com identificação incompleta ou inexistente
  - resíduos destinados a tratamento/destruição em laboratório (exceto recuperação de solventes)
  - frascos inadequados para o tipo de resíduo
  - frascos que não estejam adequadamente tampados
5. Os resíduos de metais destinados à recuperação deverão ser armazenados e tratados nos próprios Departamentos que os geraram.

***Embalagens apropriadas:***

- cada tipo de resíduo deve ser acondicionado em embalagem adequada às suas características.
- As embalagens plásticas (PE alta densidade) são preferíveis, exceto quando houve incompatibilidade com o resíduo.
- Na falta de embalagem de PE, os frascos vazios de reagentes/solventes, também poderão ser utilizados após tríplice enxágüe com água ou solvente apropriado (atenção às incompatibilidades com o resíduo que se pretende armazenar no frasco)
- Não usar embalagens metálicas

***Armazenamento de resíduos no laboratório***

- Deverão ser armazenados nos laboratórios os resíduos de metais para recuperação e os resíduos passíveis de tratamento/destruição (exceto solventes a recuperar).
- Por questões de segurança, recomenda-se não acumular grandes quantidades de resíduos no laboratório. O ideal é que em cada local exista apenas um frasco, em uso, para cada tipo de resíduo e nenhum frasco cheio esperando ser tratado ou levado ao Depósito de Resíduos.
- Os frascos de resíduos deverão permanecer sempre tampados
- Os frascos para resíduos jamais devem ser rotulados apenas como “Resíduos”. Mesmo para aqueles que não serão destinados ao Depósito de Resíduos, deve ser adotada a rotulagem explicitada anteriormente.

- Ao utilizar frascos de reagentes para os resíduos, tomar o cuidado de retirar completamente a etiqueta antiga, para evitar confusões na identificação precisa do seu conteúdo.
- Frascos destinados a resíduos ácidos e básicos deverão ser armazenados em locais diferentes, para evitar confusões no momento do descarte. O mesmo deve ser feito para resíduos ácidos e orgânicos.
- NUNCA armazenar frascos de resíduos na capela
- NUNCA utilizar embalagens metálicas para resíduos. Mesmo próximo à neutralidade, sólidos e líquidos podem corroer facilmente este tipo de embalagem.
- NÃO armazenar frascos de resíduos próximo a fontes de calor ou água.

#### ***Frascos vazios de reagentes/solventes***

- Deverão passar por tríplice lavagem com água
- Após esta limpeza deverão ser encaminhados ao Setor de Apoio Técnico Químico

## **VIII. TRATAMENTO DE RESÍDUOS EM LABORATÓRIO**

### Utilização do Laboratório de Tratamento de Resíduos

O Laboratório de Tratamento de Resíduos do IQ estará disponível para utilização a partir de novembro/2002.

Este Laboratório é um espaço que conta com a infra-estrutura mínima para a destruição segura de alguns resíduos químicos, como por exemplo capela de exaustão, sistemas para refluxo, algumas vidrarias e pequenos equipamentos, como potenciômetro, mantas aquecedoras, chapas elétricas, agitadores, etc/

A destruição de cada resíduos será de responsabilidade do gerador do mesmo, ou seja, deverá fornecer as instruções de destruição ao funcionário/aluno que irá executar a destruição, além dos reagentes necessários.

Para melhor organização, o uso do Laboratório de Tratamento de Resíduos deverá ser agendada com antecedência mínima de 1 semana, isso poderá ser feito enviando um e-mail para a Profa. Mary ([mssgam@iq.unesp.br](mailto:mssgam@iq.unesp.br)), que deverá conter as seguintes informações: data da utilização, procedimento que será utilizado, volume de resíduo que será tratado, técnico/aluno que irá executar a destruição e docente responsável pelo resíduo.

Regra Geral para o tratamento de resíduos químicos em laboratório

- os resíduos que são passíveis de destruição/ neutralização no próprio laboratório, para posterior descarte na pia, não deverão ser acumulados . É sempre mais fácil e menos perigoso o tratamento de pequenas quantidades dos resíduos. O tratamento destes resíduos deverá ser feito no próprio laboratório que os gerou, sob a responsabilidade de um docente

Colocamos aqui os tratamentos para destruição, neutralização ou inertização das substâncias frequentemente encontradas em resíduos dos laboratórios do IQ. Procedimentos recomendados para outras substâncias, ou alternativas aos procedimentos aqui descritos, poderão ser encontrados nas obras citadas no ítem Bibliografia.

**TODOS OS PROCEDIMENTOS, DESCRITOS A SEGUIR, DEVEM SER EFETUADOS EM CAPELA COM BOA EXAUSTÃO, FAZENDO-SE USO DE EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL COMO AVENTAL, LUVAS E ÓCULOS DE SEGURANÇA. É ACONSELHÁVEL A SUPERVISÃO DE UM DOCENTE.**

1. Ácidos e bases: neutralizar com NaOH ou H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, respectivamente, utilizar papel indicador ou gotas de fenolftaleína, para garantir que o pH da solução resultante situe-se entre 6 e 8. Após a neutralização, descartar lentamente na pia sob água corrente. Para soluções extremamente ácidas, como mistura sulfonítrica, por exemplo, utilizar cal na neutralização.
  2. Metais: tratar com soda cáustica (NaOH + Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) em excesso. Descartar a mistura nos tambores apropriados para este fim que encontram-se no Depósito de Resíduos.
  3. Cianetos: A destruição deve ser feita em capela com boa exaustão. O procedimento relatado a seguir é adequado para cianetos solúveis e insolúveis, não é recomendado para complexos com alta estabilidade.
    - basificar o meio com NaOH não muito concentrado (pH entre 10 e 11)
    - sob agitação adicionar hipoclorito de sódio ou cálcio (50% em excesso em relação ao CN<sup>-</sup> em mol.l<sup>-1</sup>)
    - manter sob agitação, na capela por cerca de 12 horas
    - abaixar o pH com HCl até cerca de 8
    - descartar lentamente na pia da capela, sob água corrente
- 
1. Acetonitrila (sozinha ou em misturas com água)
    - dissolve-se cuidadosamente no resíduo de acetonitrila uma massa de NaOH que resulte numa relação molar 2:1 com a CH<sub>3</sub>CN.  
 $Mol_{NaOH} = 50 \text{ g}$   
 $Mol_{CH_3CN} = 51 \text{ g}$   
 $d_{CH_3CN} = 0,805 \text{ g.cm}^{-3}$   
 $m_{CH_3CN} = d_{CH_3CN} \times V_{resisuo}$



- Após a dissolução do hidróxido, leva-se a mistura a um equipamento de refluxo com captação de amônia (similar ao utilizado na determinação de N amoniacal por Kjeldhal), por 6 horas
- Finalizado o refluxo, neutraliza-se a solução e descarta-se na pia se o resíduo não contiver outras substâncias tóxicas.

#### 1. Agentes oxidantes

- hipocloritos, cloratos, bromatos, iodatos, periodatos, peróxidos e hidroperóxidos inorgânicos, cromatos e dicromatos, molibdatos, manganatos e permanganatos podem ser reduzidos por hipossulfito de sódio.
- O excesso de hipossulfito deve ser destruído com  $H_2O_2$ . Depois disso, diluir a 3% e descartar na pia

#### 1. Sulfetos inorgânicos

- precipitar na forma de sulfeto de Fe(II), decantar,
- o precipitado deve ser descartado nos resíduos de metais,
- o sobrenadante pode ser descartado na pia após diluição, se não contiver metais pesados/tóxicos

#### 1. Metais finamente divididos (Al, Co, Fe, Mg, Mn, Ni, Pd, Pt, Ti, Sn, U, Zn, Zr, e suas ligas)

- suspender o pó em água, até formar uma pasta
- colocar em um recipiente metálico formando uma camada fina
- deixar secar ao ar. Conforme a mistura for secando, formar-se-ão, óxidos que não são pirofóricos
- Descartar como resíduos de metal ou recuperar, dependendo do metal
- Outra alternativa: solubilizar com ácido e depois descartar como resíduo de metais

1. Haleto metálicos que reagem violentamente com água ( $\text{TiCl}_4$ ,  $\text{SnCl}_4$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{ZrCl}_4$ )
  - adicionar os haleto à água em um balão de 3 bocas, com resfriamento (banho de gelo) e agitação constante
  - A solução resultante deve ser tratada com resíduo de metais
  
1. Haleto e haleto ácidos de não-metais ( $\text{BCl}_3$ ,  $\text{PCl}_3$ ,  $\text{SiCl}_4$ ,  $\text{SOCl}_2$ ,  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{PCl}_5$ ). O procedimento descrito abaixo também pode ser utilizado na destruição de:  $\text{RCOX}$ ,  $\text{RSO}_2\text{X}$ ,  $(\text{RCO})_2\text{O}$ 
  - colocar em um balão de 3 bocas, provido de termômetro, balão de adição e agitador mecânico, 600 ml de  $\text{NaOH}$  2,5 mol.l<sup>-1</sup>
  - adicionar lentamente o resíduo sob agitação constante
  - se a temperatura aumentar com a adição do resíduo, deve-se continuar a adição do mesmosem aquecimento. Se isto não ocorrer, aquecer o balão até cerca de 90 oC, antes de continuar a adição do resíduo
  - continuar o aquecimento até que solução seja clara
  - resfriar à temperatura ambiente
  - neutralizar a pH 7 e descartar na pia, lentamente e sob água corrente

OBS:

\*  $\text{PCl}_5$  e outros sólidos, devem ser tratados em um bequer (tendem a endurecer no balão) com gelo pela metade, depois que o gelo derreter, se não solubilizou completamente, aquecer ligeiramente

\*  $\text{S}_2\text{Cl}_2$  forma  $\text{Na}_2\text{S}$ , deve passar pela destruição de sulfetos antes de ser descartado na pia

#### 1. Aminas aromáticas

- Destruição em laboratório: oxidação por  $\text{KMnO}_4$  em meio ácido
- 0,2 mol  $\text{KMnO}_4$  para 0,01 mol de amina, em  $\text{H}_2\text{SO}_4$  2 mol.l<sup>-1</sup>
- temperatura ambiente por 8 horas
- +  $\text{NaHSO}_4$ , para destruir o excesso de  $\text{MnO}_4^-$
- neutralizar com  $\text{NaOH}$ , diluir e descartar na pia sob água corrente

## IX. BIBLIOGRAFIA

1. IUPAC – IPCS. **Chemical Safety Matters**. Cambridge University Press, 1992
2. ACS Task Force on Laboratory Waste Management – **Laboratory Waste Management: a guidebook**, ACS, 1994
3. WHO. International Programme on Chemical Safety (IPCS). **Health and Safety Guides**. WHO, 1996
4. D.A. Pipitone (editor). **Safe Storage of Laboratory Chemicals**. John Wiley & Sons, 1991
5. S.E. Manahan. **Hazardous waste chemistry, toxicology and treatment**. Lewis Pub., 1990
6. R. Purchase (editor). **The laboratory environment**. Royal Society of Chemistry, 1994
7. J.A. Young. **Improving safety in the chemical laboratory: a practical guide**. John Wiley & Sons, 1991
8. J.P.Dux, R.F.Stalzer. **Managing safety in the chemical laboratory**. Van Nostrand, 1988
9. G.Lunn, E.B. Sansone. **Destruction of hazardous chemicals in the laboratory**. John Wiley & Sons, 1994
10. J.A. Kaufman (editor). **Waste disposal in academic institutions**. Lewis Publishers, 1997
11. R.W.Phifer, W.R.McTigue,Jr. **Waste management for small quantity generators**. Lewis Publishers, 1996
12. Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo (INST). **Seguridad y condiciones de trabajo en el laboratorio**. INST, 1992
13. <http://cchas.cehs.siu.edu>
14. <http://rcctt-lac.org.uy/bases/sustanc.htm>
15. <http://www.ehs.utah.edu>
16. <http://ecdin.etomep.net>
17. <http://www.ehs.cornell.edu>
18. <http://keats.admin.virginia.edu>
19. <http://ilpi.com>
20. <http://www.jtbaker.com>