



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA - CFM**

**PARTE 1
MANUAL DE REGRAS BÁSICAS DE SEGURANÇA
PARA LABORATÓRIOS DE QUÍMICA**

**PARTE 2
RESÍDUOS QUÍMICOS:
GERENCIAMENTO E PROCEDIMENTOS PARA
DISPOSIÇÃO FINAL**

Florianópolis, 2008

**Prof. Nito A Debacher
Prof. Almir Spinelli
Prof^a. Maria da Graça Nascimento**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA - CFM
Chefe do Departamento: Prof. José Carlos Gesser**

**PARTE 1: MANUAL DE REGRAS BÁSICAS DE SEGURANÇA
PARA LABORATÓRIOS DE QUÍMICA**

**PARTE 2: RESÍDUOS QUÍMICOS:
GERENCIAMENTO E PROCEDIMENTOS PARA DISPOSIÇÃO FINAL**

**Prof. Nito Angelo Debacher
Prof. Almir Spinelli
Prof^a. Maria da Graça Nascimento**

Florianópolis, 2008

Prezado Professor supervisor de laboratório

Este manual contendo Regras básicas de segurança de laboratório e gerenciamento e procedimento para a disposição final de resíduos químicos, deve ser distribuído gratuitamente a todos os alunos que cursarem disciplinas experimentais de laboratório no Departamento de Química.

É importante que o Professor enfatize que o manual servirá de guia durante todo o curso nas diferentes disciplinas e deverá servir como informação básica para a sua formação profissional.

Telefones de emergência;

Bombeiros: 193

Polícia Militar: 190

Central de Segurança do Campus –UFSC 3721-9555 e 3721-9442

Hospital Universitário:

Telefonista: 3721-9140 e 3721-9100

Centro de Informações Toxicológicas – CIT: 3721-1520; 3721-9553

Emergência: 3721-9189

INTRODUÇÃO

Laboratórios de química não são locais de trabalho necessariamente perigosos, desde que certas precauções sejam tomadas. Acidentes em laboratórios ocorrem freqüentemente em virtude da pressa na obtenção de resultados.

O trabalho em laboratório deve ser responsável, evitando atitudes que possam acarretar acidentes e possíveis danos para si e para os demais. Deve-se prestar atenção ao entorno para se prevenir contra perigos que possam surgir de atividades de outros e de suas tarefas.

Em laboratório deve-se adotar sempre uma atitude cuidadosa e metódica, concentrar-se no trabalho. Da mesma forma não se deve distrair os demais enquanto desenvolvem suas tarefas.

Nenhum trabalho é tão importante e tão urgente que não possa ser planejado e executado com segurança.

LABORATÓRIOS DO DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

Normas de Funcionamento

01. Os laboratórios devem ter um responsável (supervisor) designado pelo Colegiado do Departamento. O telefone do supervisor deverá ser fixado na parte externa do laboratório, de preferência na porta.
02. Todo funcionário, professor ou aluno deve conhecer a apostila com as normas de segurança, a ser lida e seguidas.
03. Os laboratórios devem ter EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA - EPC, do tipo para combate e prevenção de incêndio, tais como: caixas de areia, extintores de incêndio dos tipos: CO₂ e pó químico, que deverão ficar em lugar de livre acesso.
04. O laboratório ou unidade deverá possuir EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL – EPI, tais como: óculos de segurança, máscara contra gases, chuveiro e lava olhos em funcionamento e caixas de primeiros socorros.
05. O laboratório deve possuir uma lista com telefones de emergência.
Bombeiros 193; Polícia 190; Central de Segurança do Campus (UFSC) 3721-9555 e 9442; Hospital Universitário - Telefonista 3721-9140 e 9100, Emergência 3721-9189 e Centro de Informações Toxicológicas - CIT, 3721-1520; 3721-9553.
06. Trabalho em laboratório fora do expediente normal deve ter autorização do responsável.

07. É expressamente **PROIBIDO FUMAR** nos laboratórios e demais áreas do prédio.
08. Qualquer dano ou defeito em equipamentos de segurança deverá ser comunicado ao responsável imediatamente.
09. Todo experimento, que não tiver o acompanhamento do interessado, deverá ter uma ficha ao lado, com nome, horário de experimentação, reagentes envolvidos e medidas a serem adotadas em casos de acidentes.
10. Todo experimento que envolver certo grau de periculosidade exigirá a obrigatoriedade de utilização de EPI adequado (luvas, óculos, máscaras, pinças, aventais, extintores de incêndio, Shield).
11. A realização de tarefas perigosas ou que causem incômodo aos demais usuários, deverá ser programada com o responsável do laboratório, para autorização do evento sob certas condições com avisos, precauções, horários, etc.
12. A quantidade de reagentes (inflamáveis, corrosivos, explosivos) armazenados em cada laboratório deverá ser limitada às necessidades imediatas a critério dos responsáveis pelo laboratório.
13. Cilindros de gases em uso ou estocados devem estar sempre presos à paredes ou bancadas.
14. As aulas práticas de laboratório deverão ter o acompanhamento contínuo de um supervisor durante todo o seu desenvolvimento.
15. O número máximo de alunos nas aulas experimentais é definido pelo Departamento.
16. É de responsabilidade do supervisor do laboratório fazer cumprir as normas de gerenciamento de resíduos da instituição, conhecer e observar a legislação vigente, sistematizar e padronizar o gerenciamento dos resíduos.

PARTE 1

Normas de Segurança para Trabalhos em Laboratório de Química

1. Ao realizar atividades de laboratório use sempre EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL – EPI, guarda-pó de algodão com mangas compridas, óculos de proteção para olhos e roupa adequada que proteja o corpo, como calça e sapatos fechados.
2. Familiarize-se com o local e localize as saídas de emergência
3. Localize os extintores de incêndio e familiarize-se com o seu uso.
4. Evite trabalhar sozinho e fora da hora de trabalho convencional.
5. Nunca deixe frascos contendo solventes orgânicos próximos à chama, por exemplo álcool, acetona, éter, etc.
6. Evite contato de qualquer substância com a pele. Leia o rótulo antes de usá-los.
7. Seja cuidadoso ao manusear substâncias corrosivas como ácidos e bases.
8. Mantenha seu local de trabalho limpo, não coloque materiais nas extremidades da bancada.
9. Não entre em locais de acidentes sem EPI adequado, como máscara contra gases.
10. Ao sair do laboratório, verifique se tudo está em ordem. Caso for o último ao sair desligue os equipamentos e as luzes, exceto quando indicado pelas normas do Laboratório.
11. Atividades que liberam vapores e gases devem ser realizadas dentro de capelas - exaustores ou locais bem ventilados.
12. Trabalhando com reações perigosas, explosivas, tóxicas, etc., use a capela e um EPI protetor acrílico para o rosto (Shield) e tenha um extintor por perto.
13. Em caso de acidente com produtos químicos por contato na pele ou olhos, ou ingestão, procure um médico imediatamente indicando o produto utilizado.
14. Se atingir os olhos, abra bem as pálpebras e lave com bastante água.
15. Se atingir outras partes do corpo, retire a roupa impregnada e lave a pele com bastante água. Use o chuveiro.
16. Não jogue nas pias, materiais sólidos ou líquidos que possam contaminar o meio ambiente. Use o sistema de gerenciamento de resíduos químicos, veja item sistema de gerenciamento de resíduos químicos.

Incêndio no Laboratório.

01. Mantenha a calma.
02. Comece o combate imediatamente com os extintores de CO₂ (gás carbônico). Afaste os inflamáveis de perto.
03. Caso o fogo fuja ao seu controle, evacue o local imediatamente.
04. Acione o alarme que fica no corredor (uma pequena caixa vermelha). Quebre o vidro para acioná-lo.
05. Evacue o prédio.
06. Desligue a chave geral de eletricidade.
07. Vá até o telefone direto, na secretaria ou use o orelhão na entrada do prédio.

Bombeiro 193.

07. Dê a exata localização do fogo (mostre como chegar ao local).
08. Informe que este é um laboratório químico e que os bombeiros não poderão usar água para combater incêndio em substância química. *Solicite um caminhão com CO₂ ou pó químico.*

***OBS: Se a situação estiver fora de controle abandone imediatamente a área e acione o alarme contra incêndio localizado no corredor
“NÃO TENHA SER HERÓI”***

Outros Procedimentos - caso de incêndio

01. Quando o fogo irromper em um béquer ou balão de reação, basta tapar o frasco com uma rolha, toalha ou vidro de relógio, de modo a impedir a entrada de ar.
02. Quando o fogo atingir a roupa de uma pessoa algumas técnicas são possíveis:
 - a) levá-la para debaixo do chuveiro;
 - b) há uma tendência da pessoa correr, aumentando a combustão, neste caso, deve derrubá-la e rolá-la no chão até o fogo ser exterminado;
 - c) melhor no entanto é embrulhá-la rapidamente em um cobertor para este fim;
 - d) pode-se também usar o extintor de CO₂, se este for o meio mais rápido.
03. Jamais use água para apagar o fogo em um laboratório. Use extintor de CO₂ ou de pó químico.



04. Fogo em sódio, potássio ou lítio. Use extintor de pó químico (não use o gás carbônico, CO₂). Também pode-se usar os reagentes carbonato de sódio (Na₂CO₃) ou cloreto de sódio (NaCl- sal de cozinha).

P.S. - Areia não funciona para Na, K e Li.

- água reage violentamente com estes metais

Técnicas de Aquecimento de Substâncias no Laboratório

Ao se aquecerem substâncias voláteis e inflamáveis no laboratório, deve-se sempre levar em conta o perigo de incêndio.

Para temperaturas inferiores a 100 °C use preferencialmente banho maria ou banho a vapor.

Para temperaturas superiores a 100 °C use banhos de óleos. Parafina aquecida funciona bem para temperaturas de até 220 °C; glicerina pode ser aquecida até 150 °C sem desprendimento apreciável de vapores desagradáveis. Banhos de silicone são os melhores, mas são também os mais caros.

Uma alternativa quase tão segura quanto os banhos são as mantas de aquecimento. O aquecimento é rápido e eficiente, mas o controle da temperatura não é tão conveniente como em banhos. Mantas de aquecimento não são recomendadas para a destilação de produtos muito voláteis e inflamáveis como: éter de petróleo, éter etílico e CS₂.

Para altas temperaturas (>200 °C) pode-se empregar um banho de areia. O aquecimento e o resfriamento do banho devem ser lentos.

Chapas de aquecimento podem ser empregadas para solventes menos voláteis e inflamáveis. Nunca aqueça solventes voláteis em chapas de aquecimento (éter, CS₂, etc.). Ao aquecer solventes como etanol ou metanol em chapas, use um sistema munido de condensador.

Aquecimento direto com chama sobre tela de amianto é recomendado para líquidos não inflamáveis (por ex. água).

Manuseio de Produtos Químicos

Regras de segurança para manuseio de produtos químicos;

01. Nunca manusear produtos sem estar usando EPI, equipamento de segurança adequado para cada caso.
02. Usar sempre material adequado. Não faça improvisações.
03. Esteja sempre consciente do que estiver fazendo.
04. Comunicar qualquer acidente ou irregularidade ao seu superior e à Central de Segurança do Campus.
05. Não pipetar, principalmente, líquidos cáusticos ou venenosos com a boca. Use os aparelhos apropriados.

06. Procurar conhecer a localização do chuveiro de emergência e do lava-olhos e saber como usá-lo corretamente.
07. Nunca armazenar produtos químicos em locais impróprios.
08. Não fumar nos locais de estocagem e no manuseio de produtos químicos.
09. Não transportar produtos químicos de maneira insegura, principalmente em recipientes de vidro e entre aglomerações de pessoas.

Manuseio de gases

Regras no manuseio de gases:

01. Armazenar em locais bem ventilados, secos e resistentes ao fogo.
02. Proteger os cilindros do calor e da irradiação direta.
03. Manter os cilindros presos à parede de modo a não caírem.
04. Separar e sinalizar os recipientes cheios e vazios.
05. Utilizar sempre válvula reguladora de pressão.
06. Manter válvula fechada após o uso.
07. Limpar imediatamente equipamentos e acessórios após o uso de gases corrosivos.
08. Somente transportar cilindros com capacete (tampa de proteção da válvula) e em veículo apropriado.
09. Não utilizar óleos e graxas nas válvulas de gases oxidantes.
10. Manipular gases tóxicos e corrosivos dentro de capelas.
11. Utilizar os gases até uma pressão mínima de 2 bar, para evitar a entrada de substâncias estranhas.

OBS: Solventes com ponto de inflamabilidade menor 0 °C, necessariamente precisam ser manuseados em banho-maria quando aquecidos.

	Ponto de Inflamabilidade (°C)
Éter etílico	-40
n-hexano	-23
Acetona	-18
Dimetilformamida	+62

VAZAMENTO/DERRAMAMENTO – PRIMEIRAS PROVIDÊNCIAS

Sólidos inflamáveis - tóxicos - corrosivos

Vazamento/Derramamento

- Use EPI adequado
- Evite caminhar sobre o produto derramado
- Elimine todas as fontes de ignição
- Aterre os equipamentos usados

- Afaste materiais combustíveis
- Pequenos derramamentos
- Recolha o material com pá.
- Grandes derramamentos:
- Umedeça o produto com água e confine-o para posterior descarte.

Gases inflamáveis - Corrosivos - Oxidantes

Vazamento/Derramamento

- Use EPI adequado;
- Isole a área até que o gás tenha se dissipado (Pare o vazamento se possível);
- Elimine todas as fontes de ignição;
- Aterre os equipamentos usados;
- Não jogue água diretamente no ponto de vazamento;
- Se possível, vire o recipiente de forma a permitir apenas a saída do gás;
- Use neblina de água para desativar/reduzir ou desviar a nuvem de gás de tubulações, etc.;
- Gás altamente refrigerado/criogênico pode tornar quebradiços vários materiais.

Líquidos inflamáveis – Miscíveis ou não em água - Tóxicos - Corrosivos

Vazamento/Derramamento

- Isole a área (Pare o vazamento se possível);
- Elimine todas as fontes de ignição;
- Aterre os equipamentos usados;
- Evite o espalhamento
- Use espuma para supressão de vapores
- Absorva o material com areia ou material não combustível
- Recolha o material absorvido para descarte.

Substâncias oxidantes - Peróxidos orgânicos

Vazamento/Derramamento

- Use EPI adequado;
- Isole a área (Pare o vazamento se possível);
- Evite o espalhamento;
- Absorva o material com areia seca ou material não combustível;
- Recolha o material absorvido para descarte;

Substâncias que reagem com a água

Vazamento/Derramamento

- Use EPI adequado totalmente encapsulado;
- Isole a área (Pare o vazamento se possível);
- Evite o espalhamento;

- Absorva o material com areia seca ou material não combustível;
- Recolha o material absorvido para descarte;
- Não jogue água no material derramado.

Mercúrio

Vazamento/Derramamento

- Use EPI adequado;
- Isole a área (Pare o vazamento se possível);
- Evite o espalhamento;
- Não utilize ferramentas de aço ou alumínio;
- Cubra o material com areia seca ou material não combustível;
- Recolha o material absorvido para descarte;
- As áreas de derramamento devem ser lavadas com uma solução de sulfeto de cálcio ou tiosulfato de sódio.

Ácidos

Ácido sulfúrico: derramado sobre o chão ou bancada pode ser rapidamente neutralizado com carbonato ou bicarbonato de sódio em pó.

Ácido clorídrico: derramado será neutralizado com amônia, que produz cloreto de amônio, em forma de névoa branca.

Ácido nítrico: reage violentamente com álcool.

Risco radioativo

1. Uso de EPI's e EPC's.
2. Atendimento à vítima, se houver;
3. Contenção da fonte na área do acidente;
4. Descontaminação da área atingida;
5. Notificação do acidente ao setor responsável pela segurança e saúde do trabalhador.
6. Em caso de contato lave o local com água pelo menos por 20 min.
7. Certifique-se que a equipe médica está ciente dos riscos.

Se não houver domínio da situação, Consultar a **CNEN**. (Comissão Nacional de Energia Nuclear). Telefones de plantão 24 horas são: 021- 9982-7886 e 021- 2750545.

E-mail: sinaer@cnen.gov.br

Responsável - UFSC

Prof. Washington P. Souza, portela@mbox1.ufsc.br

Departamento de Ciências Fisiológicas, CCB, Fone 3721-6915

ROTULAGEM - SÍMBOLOS DE RISCO

Facilmente Inflamável (F)

Classificação: Determinados peróxidos orgânicos; líquidos com pontos de inflamabilidade inferior a 21 °C, substâncias sólidas que são fáceis de inflamar, de continuar queimando por si só; liberam substâncias facilmente inflamáveis por ação de umidade.

Precaução: Evitar contato com o ar, formação de misturas inflamáveis gás-ar e manter afastadas de fontes de ignição.



Extremamente inflamável (F+)

Classificação: Líquidos com ponto de inflamabilidade inferior a 0° C e o ponto máximo de ebulição 35°C; gases, misturas de gases (que estão presentes em forma líquida) que com o ar e a pressão normal podem se inflamar facilmente.

Precauções: Manter longe de chamas abertas e fontes de ignição.



Tóxicos (T)

Classificação: A inalação, ingestão ou absorção através da pele, provoca danos à saúde na maior parte das vezes, muito graves ou mesmo a morte.

Precaução: Evitar qualquer contato com o corpo humano e observar cuidados especiais com produtos carcinogênicos, teratogênicos ou mutagênicos.



Muito Tóxico (T+)

Classificação: A inalação, ingestão ou absorção através da pele, provoca danos à saúde na maior parte das vezes, muito graves ou mesmo a morte.

Precaução: Evitar qualquer contato com o corpo humano e observar cuidados especiais com produtos carcinogênicos, teratogênicos ou mutagênicos.



Corrosivo (C)

Classificação: por contato, estes produtos químicos destroem o tecido vivo, bem como vestuário.

Precaução: Não inalar os vapores e evitar o contato com a pele, os olhos e vestuário.



Oxidante (O)

Classificação: Substâncias comburentes podem inflamar substâncias combustíveis ou acelerar a propagação de incêndio.

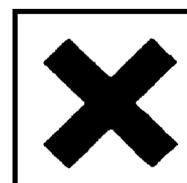
Precaução: Evitar qualquer contato com substâncias combustíveis. Perigo de incêndio. O incêndio pode ser favorecido dificultando a sua extinção.



Nocivo (Xn)

Classificação: Em casos de intoxicação aguda (oral, dermal ou por inalação), pode causar danos irreversíveis à saúde.

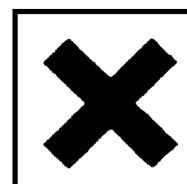
Precaução: Evitar qualquer contato com o corpo humano, e observar cuidados especiais com produtos carcinogênicos, teratogênicos ou mutagênicos.



Irritante (Xi)

Classificação: Este símbolo indica substâncias que podem desenvolver uma ação irritante sobre a pele, os olhos e as vias respiratórias.

Precaução: Não inalar os vapores e evitar o contato com a pele e os olhos.



Explosivo (E)

Classificação: Este símbolo indica substâncias que podem explodir sob determinadas condições.

Precaução: Evitar atrito, choque, fricção, formação de faísca e ação do calor.



Compostos Voláteis de Enxofre

01. Enxofre: tipo mercaptanas, resíduos de reação com DMSO são capturados em “trap” contendo solução à 10% de KMnO_4 alcalino.
02. H_2S : que desprende-se de reações pode ser devidamente capturado em “trap” contendo solução à 2% de acetato de chumbo aquoso.

Compostos Tóxicos

Um grande número de compostos orgânicos e inorgânicos são tóxicos. Manipule-os com cuidado. Evitando a inalação ou contato direto. Muitos produtos que eram manipulados pelos químicos sem receio, hoje são considerados nocivos à saúde e não há dúvidas de que a lista de produtos tóxicos deve aumentar.

A relação abaixo compreende alguns produtos tóxicos de uso comum em laboratório:

Compostos Altamente Tóxicos

São aqueles que podem provocar rapidamente graves lesões ou até mesmo a morte.

- Compostos arsênicos
- Cianetos inorgânicos
- Compostos de mercúrio
- Ácido oxálico e seus sais
- Selênio e seus complexos
- Pentóxido de vanádio
- Monóxido de carbono
- Cloro, flúor, bromo, iodo

Líquidos Tóxicos e Irritantes aos Olhos e Sistema Respiratório.

- | | |
|--------------------------------|-------------------------|
| - Cloreto de acetila | - Bromo |
| - Alquil e arilnitrilas | - Bromometano |
| - Benzeno | - Dissulfito de carbono |
| - Brometo e cloreto de benzila | - Sulfato de metila |
| - Ácido fluorbórico | - Sulfato de dietila |
| - Cloridrina etilênica | - Acroleína. |

Compostos Potencialmente Nocivos por Exposição Prolongada

- a) Brometos e cloretos de alquila: bromometano, bromofórmio, tetracloreto de carbono, diclorometano, iodometano.

- b) Aminas alifáticas e aromáticas: anilinas substituídas ou não, dimetilamina, trietilamina, diisopropilamina.
- c) Fenóis e composto aromáticos nitrados: Fenóis substituídos ou não, cresóis, catecol, resorcinol, nitrobenzeno, nitrotolueno.

Substâncias Carcinogênicas

Muitos composto causam tumores cancerosos no ser humano. Deve-se ter todo o cuidado no manuseio de compostos suspeitos de causarem câncer, evitando-se a todo custo a inalação de vapores e o contato com a pele. Devem ser manipulados exclusivamente em capelas e com uso de luvas protetoras. Os grupos de compostos comuns em laboratório incluem:

- a) Aminas aromáticas e seus derivados: anilinas N-substituídas ou não, naftilaminas, benzidinas, 2-naftilamina e azoderivados.
- b) Compostos N-nitroso, nitrosoaminas ($R'-N(NO)-R$) e nitrozoamidas.
- c) Agentes alquilantes: diazometano, sulfato de dimetila, iodeto de metila, propiolactona, óxido de etileno.
- d) Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos: benzopireno, dibenzoantraceno.
- e) Compostos que contêm enxofre: tioacetamida, tiouréia.
- f) Benzeno: É um composto carcinogênico cuja concentração mínima tolerável é inferior àquela normalmente percebida pelo olfato humano. Se você sente cheiro de benzeno é porque a sua concentração no ambiente é superior ao mínimo tolerável. Evite usá-lo como solvente e sempre que possível substitua por outro solvente semelhante e menos tóxico (por ex. tolueno).
- g) Amianto: A inalação por via respiratória de amianto pode conduzir a uma doença de pulmão, a asbesto, uma moléstia dos pulmões que aleija e eventualmente mata. Em estágios mais adiantados geralmente se transforma em câncer dos pulmões.

REAGENTES INCOMPATÍVEIS – Exemplos

As substâncias da coluna da esquerda da tabela abaixo são incompatíveis com as correspondentes substâncias da coluna da direita.

Estas substâncias reagem violentamente entre si em caso de mistura, podendo produzir gases tóxicos e ou inflamáveis e ou resultar em explosão.

No entanto, deve-se lembrar que esta lista não é de maneira nenhuma completa, mas serve unicamente como um guia para os reagentes mais comumente usados.

OBS: Solicitamos aos colegas que nos comuniquem por escrito no caso de incorreções e nos ajudem para aumentarmos a lista.

Reagente	Incompatível com:
Ácido acético	<ul style="list-style-type: none"> - Etileno glicol - Compostos contendo hidroxilas - Ácido nítrico - Ácido perclórico - Permanganatos e peróxidos - Óxido de cromo VI
Ácido cianídrico	<ul style="list-style-type: none"> - Ácido nítrico - Álcalis
Ácido crômico [Cr(VI)]	<ul style="list-style-type: none"> - Ácido acético glacial - Matéria combustível - Anidrido acético - Éter de petróleo - Álcoois - Glicerina - Naftaleno - Ácido nítrico - Hidrazina
Ácido fluorídrico	<ul style="list-style-type: none"> - Amônia (anidro ou aquosa)
Ácido fórmico	<ul style="list-style-type: none"> - Agentes oxidantes - Metais em pó
Ácido nítrico (concentrado)	<ul style="list-style-type: none"> - Substâncias nitráveis - Gases inflamáveis - Gás cianídrico - Ácido acético - Anilina - Ácido crômico
Ácido nítrico	<ul style="list-style-type: none"> - Álcoois e outras substâncias orgânicas oxidáveis - Magnésio e outros metais - Ácido iodídrico - Fósforo e etileno - Ácido acético - Ácido cianídrico
Ácido oxálico	<ul style="list-style-type: none"> - Mercúrio ou prata - Agentes oxidantes
Ácido pícrico	<ul style="list-style-type: none"> - Amônia aquecida com óxidos ou sais de metais pesados - Fricção com agentes oxidantes
Ácido perclórico	<ul style="list-style-type: none"> - Anidrido acético - Álcoois - Bismuto e suas ligas - Graxas - Óleos ou qualquer matéria orgânica - Agentes redutores.
Ácido sulfídrico	<ul style="list-style-type: none"> - Ácido nítrico fumegante - Ácidos oxidantes
Ácido sulfúrico	<ul style="list-style-type: none"> - Cloratos - Percloratos - Permanganato de potássio
Acetona	<ul style="list-style-type: none"> - Bromo - Cloro - Ácido nítrico - Ácido sulfúrico
Acetileno	<ul style="list-style-type: none"> - Bromo - Cloro - Cobre

	<ul style="list-style-type: none"> - Mercúrio - Prata
Água	<ul style="list-style-type: none"> - Metais alcalinos terrosos seus hidretos e óxidos - Pentacloreto de fósforo - Oxicloreto de fósforo - Pentóxido de fósforo - Trióxido de enxofre - Cloreto de acetila - Peróxido de bário - Ácido crômico - Ácido sulfúrico - Carbonetos - Outros
Alumínio e suas ligas (principalmente em pó)	<ul style="list-style-type: none"> - Persulfato de amônio e água - Compostos clorados - Hipoclorito de cálcio - Ácido fluorídrico - Soluções ácidas - Soluções alcalinas - Cloratos - Nitratos - Mercúrio - Cloro - Iodo - Bromo
Amônia (anidra)	<ul style="list-style-type: none"> - Hipoclorito de cálcio - Ácido fluorídrico - Metais em pó - Mercúrio - Iodo - Bromo - Prata - Cloro
Anilina	<ul style="list-style-type: none"> - Peróxido de hidrogênio - Ácido nítrico - Nitrometano e agentes oxidantes
Bismuto e suas ligas	<ul style="list-style-type: none"> - Ácido perclórico
Bromo	<ul style="list-style-type: none"> - Butano e outros gases de petróleo - Metais finamente divididos - Carbetos de sódio - Acetona - Acetileno - Amônia - Butadieno - Hidrogênio - Terebentina
Carbeto de cálcio ou de sódio	<ul style="list-style-type: none"> - Umidade (no ar ou água)
Cloro	<ul style="list-style-type: none"> - - Butano e outros gases de petróleo - Carboneto de sódio - Metais em pó - Acetona - Acetileno - Amônia - Benzeno - Butadieno - Hidrogênio - Terebentina
Cloratos e percloratos	<ul style="list-style-type: none"> - Substâncias orgânicas oxidáveis ou

	<ul style="list-style-type: none"> combustíveis - Sais de amônio - Metais em pó - Ácidos - Alumínio - Cianetos - Fósforo - Açúcar - Sulfetos - Enxofre
Cianetos	<ul style="list-style-type: none"> - Ácidos e álcalis - Agentes oxidantes - Nitritos - Nitratos - Mercúrio (espécie ionizada)
Cloratos ou percloratos de potássio	<ul style="list-style-type: none"> - Ácidos ou seus vapores - Matéria combustível, especialmente solventes orgânicos - Fósforo - Enxofre
Cloratos de sódio	<ul style="list-style-type: none"> - Pentóxido de fósforo - Sais de amônio - Matéria oxidável - Anidrido acético - Metais em pó - Ácidos - Bismuto - Álcool - Papel - Madeira
Cloreto de zinco	<ul style="list-style-type: none"> - Ácidos ou matéria orgânica
Carvão ativo	<ul style="list-style-type: none"> - Hipoclorito de cálcio - Oxidantes
Cobre	<ul style="list-style-type: none"> - Peróxido de hidrogênio - Acetileno
Dióxido de cloro	<ul style="list-style-type: none"> - Sulfeto de hidrogênio - Amônia - Metano - Fosfina
Enxofre	<ul style="list-style-type: none"> - Qualquer matéria oxidante
Flúor	<ul style="list-style-type: none"> - Maioria das substâncias (armazenar separado)
Fósforo	<ul style="list-style-type: none"> - Cloratos e percloratos - Ácido nítrico - Nitratos - Enxofre
Fósforo vermelho	<ul style="list-style-type: none"> - Matéria oxidante
Fósforo branco	<ul style="list-style-type: none"> - Oxigênio (ar) ou qualquer matéria oxidante
Hipoclorito de cálcio	<ul style="list-style-type: none"> - Amônia ou carvão ativo
Hidroperóxido de cumeno	<ul style="list-style-type: none"> - Ácidos (minerais ou orgânicos)
Hidreto de lítio e alumínio	<ul style="list-style-type: none"> - Hidrocarbonetos clorados - Dióxido de carbono - Acetato de etila - Água - Ar
Hidrocarbonetos (benzeno, butano, propano, terebetina, etc)	<ul style="list-style-type: none"> - Peróxido da hidrogênio - Peróxido de sódio - Bromo - Cloro

	<ul style="list-style-type: none"> - Ácido crômico - Flúor
Iodo	<ul style="list-style-type: none"> - Amônia (anidra ou aquosa) - Acetileno - Hidrogênio
Lítio	<ul style="list-style-type: none"> - Umidade no ar e água - Ácidos
Metais alcalinos e alcalinos terrosos	<ul style="list-style-type: none"> - Dióxido de carbono - Hidrocarbonetos clorados - Água
Magnésio (principalmente em pó)	<ul style="list-style-type: none"> - Carbonatos - Cloratos - Óxidos ou oxalatos de metais pesados (nitratos, percloratos, peróxidos fosfatos e sulfatos)
Merúrio	<ul style="list-style-type: none"> - Ácido nítrico com etanol - Metais alcalinos - Ácido oxálico - Acetileno
Nitrato de amônio	<ul style="list-style-type: none"> - Compostos orgânicos combustíveis finamente divididos - Compostos orgânicos - Nitratos metálicos - Metais em pó - Ácidos - Cloratos - Cloretos - Chumbo - Enxofre - Zinco
Nitrato	<ul style="list-style-type: none"> - Matéria combustível - Acetato de sódio - Cloreto estanhoso - Zinco em pó - Ésteres - Fósforo - Água
Nitrito	<ul style="list-style-type: none"> - Cianeto de sódio ou potássio
Nitro-parafinas	<ul style="list-style-type: none"> - Álcoois inorgânicos
Nitrito de sódio	<ul style="list-style-type: none"> - Compostos de amônio - Nitratos de amônio ou outros sais de amônio
Óxido de mercúrio	<ul style="list-style-type: none"> - Enxofre
Oxigênio (líquido ou ar enriquecido)	<ul style="list-style-type: none"> - Gases inflamáveis - Líquidos ou sólidos como acetona, acetileno, graxas, hidrogênio, óleos, fósforo
Peróxidos	<ul style="list-style-type: none"> - Metais pesados - Substâncias oxidáveis - Carvão ativado - Amoníaco - Aminas - Hidrazina - Metais alcalinos
Perclorato de amônio, permanganato ou persulfato	<ul style="list-style-type: none"> - Materiais oxidantes tais como ácidos, cloratos e nitratos - Materiais combustíveis
Peróxido de bário	<ul style="list-style-type: none"> - Compostos orgânicos combustíveis - Matéria oxidável - Água

Peróxido de hidrogênio 3% (v/v)	<ul style="list-style-type: none"> - Maioria dos metais ou seus sais - Substâncias orgânicas - Acetona - Crômio - Ferro - Cobre - Álcoois
Peróxidos (orgânicos)	<ul style="list-style-type: none"> - Ácido (mineral e orgânico)
Pentóxido de fósforo	<ul style="list-style-type: none"> - Compostos orgânicos - Água
Potássio	<ul style="list-style-type: none"> - Oxigênio (ar) - Água
Permanganato de potássio	<ul style="list-style-type: none"> - Substâncias oxidáveis - Dimetilformamida - Ácido clorídrico - Ácido sulfúrico - Benzaldeído - Etilenoglicol - Glicerina - Enxofre - Piridina
Prata	<ul style="list-style-type: none"> - Ácido nítrico com etanol - Compostos de amônio - Ácido oxálico - Acetileno - Ácido tartárico
Peróxido de sódio	<ul style="list-style-type: none"> - Acetato de etila e outras substâncias oxidáveis - Dissulfeto de carbono - Ácido acético glacial - Anidrido acético - Acetato de etila - Benzaldeído - Etileno glicol - Furfural - Glicerina - Álcoois - Metanol - Etanol
Zinco em pó	<ul style="list-style-type: none"> - Ácidos - Água
Zircônio (principalmente em pó)	<ul style="list-style-type: none"> - Tetracloreto de carbono e carbeto de cálcio e potássio - Bicarbonato de sódio - Poli halogenados - Peróxidos - Água

Quadro Resumo de Incompatibilidade de Produtos Químicos

1	Ácidos minerais (oxidantes)	1												
2	Bases cáusticas	C	2											
3	Hidrocarbonetos aromáticos	C F		3										
4	Compostos orgânicos halogenados	C F GT	C		4									
5	Metais (geral)	GI C F				C	5							
6	Metais (pesados)	S	S					6						
7	Hidrocarbonetos alifáticos	C F									7			
8	Fenóis e cresóis	C F										8		
9	Agentes oxidantes fortes		C	C	F		C	F	C				9	
10	Agentes redutores fortes	C F GT				C					GI	C F E	10	
11	Água e soluções aquosas	C				C E		S					GI GT	11
12	Substâncias que reagem com a água	Extremamente reativos: (sódio, potássio, hidretos, pentóxido de fósforo)										12		

LEGENDA	
E	- Explosivo
F	- Fogo
GI	- Gás Inflamável
GT	- Gás Tóxico
C	- Geração de Calor
S	- Solubilização de Toxinas

PARTE 2

RESÍDUOS QUÍMICOS

Gerenciamento de Resíduos Químicos



Sistema de Gerenciamento

1. Todos os laboratórios de ensino e pesquisa da UFSC possuem um sistema de gerenciamento de resíduos químicos normatizado pela portaria do Gabinete do Reitor – UFSC, nº 0320/GR/97.
2. Os laboratórios devem seguir as normas e disponibilizar recipientes e rótulos adequados para a armazenagem e classificação dos resíduos químicos, para posterior tratamento. Os recipientes para os resíduos podem ser obtidos diretamente na Coordenadoria de Gestão Ambiental CGA - UFSC. Outras informações no site, <http://www.reitoria.ufsc.br/cga/>.
3. Ao final de cada experiência o aluno deverá verificar quais os resíduos gerados, e qual o destino adequado. As informações necessárias para esta finalidade podem ser obtidas com o professor ou na literatura. Estas informações deverão satisfazer os seguintes questionamentos:
 - a. os resíduos podem ser reciclados, é possível reciclá-los no laboratório ou devem ser reciclados por técnicos?
 - b. os resíduos podem ser reutilizados, como armazená-los?
 - c. os resíduos podem ser tratados no laboratório, qual o procedimento?
 - d. os resíduos devem ser desativados antes do armazenamento, qual o procedimento?
 - e. os resíduos devem ser armazenados para tratamento por técnicos especializados, como classificá-los e armazená-los corretamente?
4. Lembre-se, os resíduos químicos são de responsabilidade de quem os gera. Portanto é extremamente importante seguir corretamente todas as etapas para que o destino final dos resíduos químicos seja adequado.

Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos da UFSC

1. A CGA mantém um Sistema de Gerenciamento de Resíduos Químicos, implantado em 1997 pela Portaria do Reitor (0320/GR/97), que visa à preservação do sistema hídrico local e a preparação dos acadêmicos envolvidos nos processos de produção e manipulação dos reagentes químicos para as boas práticas preservacionistas.
2. A CGA oferece apoio técnico para a classificação dos resíduos, fornece recipientes para o armazenamento, devidamente etiquetados, além do controle dos resíduos recolhidos. A coleta e destinação final desses resíduos são realizadas por uma empresa especializada. Para apoiar o gerenciamento, foi construído um banco de dados com o levantamento dos laboratórios geradores de resíduos químicos.

Ações em andamento:

1. Operacionalização das coletas mensais, com acompanhamento sistemático do material coletado e orientação aos funcionários da empresa responsável;
2. Aquisição e fornecimento de bombonas aos laboratórios para armazenamento dos resíduos;

3. Cadastro de unidades e identificação dos responsáveis pelo gerenciamento do sistema, com aumento da interação entre a CGA e os laboratórios e a melhor capacitação dos funcionários envolvidos;
4. Coleta de informações do material gerado e coletado para a criação de um “banco de resíduos” que visa diminuir os custos de coleta e a possível reutilização ou melhor destinação dos resíduos;

Classificação e Tratamento de Resíduos

Como classificar os resíduos químicos para serem tratados

A classificação deve começar com a análise do destino de cada componente:

- a) Poderá ser reciclado, recuperado ou reutilizado?
- b) Poderá ser incinerado ?
- c) Poderá ser descartado em aterro licenciado ?
- d) Qual a técnica empregada no tratamento?
- e) Quem irá tratar os resíduos ?.

Classificação dos resíduos na UFSC

1. Solventes e soluções de substâncias orgânicas que não contenham halogênios; (flúor, cloro, bromo, iodo);
2. Solventes e soluções que contenham halogênios;
3. Resíduos sólidos orgânicos;
4. Soluções salinas não tóxicas (pH entre 6 e 8);
5. Inorgânicos tóxicos, (metais pesados, cátions, ânions), ex: mercúrio, chumbo, cádmio, cromo e seus sais;
6. Metais nobres: ouro, prata, platina;
7. Resíduos sólidos inorgânicos.
8. Sólidos combustíveis tóxicos;
9. Soluções contendo cianetos e derivados.

Rotulagem

1. Os rótulos deverão ser preenchidos com caneta esferográfica, nunca usar caneta hidrocor ou pincel atômico;
2. Deverão conter todas as informações sobre os componentes das misturas existentes no frasco;
3. Sempre que necessário, indicar possíveis riscos na operação de transporte e tratamento;
4. Deverão ser fixados nos frascos com a aplicação de cola plástica, e nunca com uso de fita adesiva.

Modelo de rótulo

Universidade Federal de Santa Catarina	
<u>Resíduos Químicos</u>	
Solv. Org. Clorados (Puros Ou Misturas)	
Solv. Org. não Clorados (Puros Ou Misturas)	
Ácidos: _____	
Bases: _____	
Sais (Aquosos): _____	
Metais Pesados: _____	
Outros: _____	
Lab.: _____	Dpto: _____
Responsável: _____	Tel: _____
Data: ___/___/___	

Solventes orgânicos halogenados e não halogenados

1. Estas duas classes de resíduos químicos devem ser armazenadas separadamente. Exemplos:
2. Solventes halogenados; clorofórmio, tetracloreto de carbono, diclorometano, dibromometano, etc.
3. Solventes não halogenados; álcoois, cetonas, éteres, hexano, benzeno, tolueno, etc.
4. Solventes como acetonitrila podem formar HCN ao serem incinerados, devem ser armazenados separadamente.

Tratamento de resíduos orgânicos

1. Quando possível, estes resíduos deverão ser recuperados por destilação fracionada no laboratório;
2. Quando sua recuperação for difícil deverão ser incinerados em fornos especialmente construídos para esta finalidade com sistema lavador de gases.
3. Solventes como acetonitrila podem formar HCN ao serem incinerados, portanto é necessário fazer a degradação por hidrólise básica antes da queima.
4. Solventes halogenados poderão formar toxinas tipo PCB's (polychlorinated biphenyls), bifenilas policloradas $C_{12}H_{10-n}Cl_n$.

Metais pesados, cátions, ânions, em meio aquoso

1. Todos os resíduos desta natureza devem ser armazenados no laboratório em bombonas de 20 litros;
2. Nunca se deve misturar substâncias que possam reagir entre si. Sempre se deve desativar substâncias ativas.

Tratamento.

1. Sobre a mistura, adicionar excesso de soda cáustica e cal virgem. Deixar decantar o precipitado;
2. Por sifonagem, separar o precipitado do sobrenadante;
3. Repetir a etapa 2 até não mais formar nenhum precipitado;
4. O precipitado deve ser armazenado em caixas adequadas e disposto em aterros licenciados;
5. Pode ser enviado para co-processamento em cimenteiras;
6. Obs: Estas etapas deverão ser realizadas por técnicos.

Ácidos e bases

1. Soluções aquosas diluídas de ácidos e bases deverão ser colocadas em recipientes tipo béquer e neutralizadas dentro do laboratório onde foram geradas;
2. Soluções concentradas devem ser tratadas por pessoas capacitadas;
3. Depois de neutralizado o material poderá ser descartado na rede de esgoto. Quando a neutralização formar sais tóxicos estes deverão ser armazenados junto com os resíduos inorgânicos, metais pesados, cátions, ânions, etc.
4. O pH dos resíduos não deve ser inferior a 5 e superior a 9.

Soluções aquosas de substâncias inertes

1. Soluções com cloretos, nitratos, acetatos, sulfatos de sódio, potássio, cálcio, magnésio, etc.
2. Soluções de carboidratos. Extratos vegetais.
3. Quando em quantidades pequenas e concentrações baixas podem ser descartadas no sistema de esgoto.

Resíduos com cianeto

1. Soluções e sólidos com sais de cianeto sólidos ou pastas: misturar com o mesmo volume de água. Adicionar 1g de NaOH para 100 mL de solução. Adicionar água sanitária (hipoclorito de sódio 5%).
2. Soluções concentradas: diluir até obtenção de uma solução com 50% de água. Adicionar 1 g de NaOH por 50 - 100 mL de solução. Adicionar água sanitária.
3. Sol. aquosas diluídas: adicionar 1 g de NaOH para 50-100 mL de solução. Adicionar água sanitária.
4. Obs: este tratamento deve ser feito por pessoas treinadas e em local adequado.

Resíduos com substâncias hidrolisáveis

1. Como desativar?
2. Sódio, potássio, cloretos de acila, pentóxido de fósforo, hidretos de sódio, pentacloreto de fósforo, anidridos ácidos, cloreto de alumínio anidro;

3. Reagir cuidadosamente com água. Ajustar o pH entre 5 e 9.
4. Obs: este tratamento deve ser feito por pessoas treinadas e em local adequado.

Resíduos fortemente oxidantes

1. Soluções de sais de dicromato, permanganato, hipoclorito, iodato, persulfato, bismuto(III);
2. Soluções de bromo, iodo, peróxido de hidrogênio;
3. Sólidos: bismutato de sódio, dióxido de chumbo, ácido crômico;
4. Misturar com o mesmo volume de água;
5. Neutralizar c/ sulfito de sódio. Ajustar o pH entre 5 a 9;
6. Soluções concentradas: diluir até obtenção de uma solução com 50% de H₂O. Ajustar o pH entre 6 a 9;
7. Soluções diluídas: neutralizar com H₂O₂ 30% e ajustar o pH ente 5 a 9.

Resíduos contendo metais ou ligas, exceto as hidrolisáveis.

1. Ferro, estanho, bronze, latão, zinco, solda, papel alumínio;
2. Lavar com água, secar e guardar como sólido seco. Pode ser reciclado;
3. A água de lavagem deve ser tratada de acordo com sua classe de resíduos.

Frascos de solventes vazios

1. Frascos de hidrocarbonetos, organoclorados, aminas, álcoois, cetonas, etc.;
2. Lavar o interior do frasco com etanol e depois com água;
3. Os frascos limpos podem ser reutilizados ou reciclados;
4. Recolher as lavagens como resíduo de solvente;
5. Os frascos vazios contaminados devem ser armazenados junto aos resíduos de laboratório e enviados para processamento adequado.

Materiais de vidro ou plástico contaminados com resíduos químicos

1. Frascos de reagentes e solventes com depósitos de sólidos, vidraria de laboratório quebrada, placas de microscópio, materiais plásticos de laboratório, etc.;
2. Neutralizar o resíduo impregnado no material, conforme sua classe;
3. Descartar no resíduo de vidro e plástico de laboratório ou no resíduo sólido seco.

Filtros contaminados, papel alumínio, sólidos inertes

1. Papel de filtro usado, filtros de gás, de líquidos e de poeira;
2. Cloretos de sódio, de cálcio, sulfato de cálcio, fluoreto de sódio, alumina, sílica gel;
3. Descartar no resíduo sólido seco.

Resíduos de metais preciosos

1. Sais ou soluções contendo prata, ósmio, ouro, platina e rutênio;
2. Recolher os resíduos em separado para futura recuperação.

Materiais não contaminados

- Recolher e dispor como resíduos recicláveis.

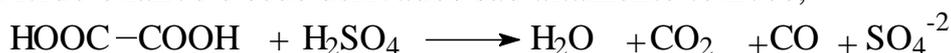
Resíduos químicos não-identificados

1. Solubilidade e reatividade com água: Adicionar 1 gota de água em 3 gotas do resíduo. Observar;
2. Presença de cianetos: Adicionar 1 gota de cloramina-T e 1 gota de ácido barbitúrico/piridina em 3 gotas do resíduo. A cor vermelha indica teste positivo;
3. Presença de sulfetos: teste com acetato de chumbo. O papel fica enegrecido;
4. Teste de pH: papel indicador ou pHmetro;
5. Resíduo oxidante: oxidação de sal de Mn(II) (rosa clara para rosa escuro);
6. Resíduo redutor: descoloração de papel umedecido em 2,6-dicloro-indofenol ou azul de metileno;
7. Inflamabilidade: coloque um palito de cerâmica umedecido na chama;
8. Presença de halogênios: coloque um fio de cobre umedecido na chama. A cor verde indica halogênios;
9. OBS: Estes procedimentos devem ser feitos por técnicos.

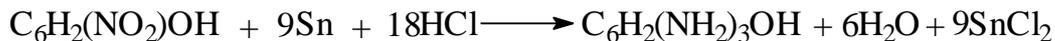
Tabela resumo reações de desativação

Substância	Reagente desativante
Nitrilas	KOH em etanol
Cianetos	Cloração alcalina (NaOH + Cl ₂)
Dicloro metano	Hidróxido de sódio
N-bromo/N-clorosuccinimida	Sulfito de sódio
Aminas aromáticas	Nitrito de sódio/ácido hipofosforoso
Iodo	Tiosulfato e carbonato de sódio
Bromo	Bissulfito de sódio
Hg, Pb, Cd, Tl	Sulfeto de sódio + NaOH
Dicromato	Tiosulfato de sódio
Sulfocrômica	Cloreto férrico + NaOH
Niquel de Raney	HCl (1M) + NaOH 5%

Ácido oxálico e seus derivados são altamente tóxicos;



Ácido pícrico (2,4,6 trinitrofenol) é explosivo na forma sólida



Azidas orgânicas são explosivas quando aquecidas



Brometo de etídio (C₂₁H₂₀BrN₃): Substância mutagênica

(400 mL de 1 mg/L) EtBr, reagir com (80 mL a 5%)H₃PO₄ + (48 mL 0,5 molL⁻¹) NaNO₂ por 24h degrada 99%

•Agrotóxicos

1. Resíduos de agrotóxicos e suas embalagens serão coletados e armazenados de forma adequada pela CGA e encaminhados para o tratamento.
2. Verificar a legislação catarinense sobre agrotóxicos.

•Lâmpadas fluorescentes

1. As lâmpadas fluorescentes usadas deverão ser armazenadas em suas caixas em locais adequados e encaminhadas à Prefeitura do Campus onde serão armazenadas e posteriormente enviadas para descontaminação e reciclagem.

Pilhas e baterias

Conforme resolução CONAMA 257 as Pilhas e Baterias que tiverem sua composição até os níveis abaixo relacionados poderão ser dispostas em aterros sanitários. Os demais deverão ser encaminhados para descontaminação e reciclagem por empresas especializadas.

- a) Com até 0,010% em peso de Hg quando forem dos tipos Zn-Mn ou alcalinas-Mn;
- b) Com até 0,015% em peso de Cd quando forem dos tipos alcalino-Mn ou Zn-Mn;
- c) Com até 0,200% em peso de Pb quando forem dos tipos alcalino-Mn ou Zn-Mn;

Materiais Infecto-contagiosos

2. Devem ser esterilizados, quando for o caso, ex. autoclavagem;
3. Devem ser acondicionados em saco de lixo branco próprio para esse uso ou caixas com paredes rígidas adequadas para materiais perfurocortantes.
4. Devem ser mantidos em ambiente refrigerado até a coleta.
5. A coleta é realizada por empresa especializada, diariamente e o material disposto em aterros especiais ou incinerado.

REFERÊNCIAS:

1. Manual de segurança para o laboratório de química - IQ – UNICAMP CIPA/CPI, 1982.
2. Code of safety regulations - School of Chemical Sciences - UEA, 1996.
3. Manual de prevenção de acidentes em laboratórios - Departamento de Química - UFSM, 1986.
4. Normas de segurança da Merck (posters), 1997.
5. Segurança com produtos químicos. Manual da Merck.
6. Safety Code of Practice, Chemistry Department University College London (1996).
7. Tabelas Auxiliares para Laboratório Químico; Reagentes Merck.
8. Schvartsman, S. Produtos químicos de uso domiciliar. Segurança e riscos tóxicos. 2ª Ed. Almed, SP, 1988.
9. Carvalho, P. R. Boas práticas químicas em biossegurança. Interciência, RJ, 1999.
10. Hirata, M. H., Mancini filho, J. Manual de biossegurança. Manole, SP, 2002.
11. Armour, M.A. Hazardous chemicals: Information and disposal guide, Lewis publishers, Inc.; ISBN: 1566705673; 2nd edition 1999.
12. Reinhardt, P.A., Leonard, K.L. and Ashbrook, P.C. Pollution prevention and waste minimization in laboratories. Lewis Publishers, Boca Raton, 1995.
13. Jardim, W de F. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. Química Nova, vol. 21, 5, p 671-673, 1998.
14. <http://environmentalchemistry.com/yogi/chemicals/>
15. <http://www.utexas.edu/safety/ehs/disposal/hazwaste/appendix3.html>