

## Segurança no Laboratório

O tópico de segurança em laboratório (como segurança em geral) é dos mais difíceis de ser tratados, pois a maioria das pessoas tem a tendência em pensar que os acidentes não acontecerão com elas. Afinal sempre pensamos que “temos o controle da situação” ou “sabemos perfeitamente o que estamos fazendo”. Ou ainda: “pode deixar, já fiz isto tantas vezes e nada aconteceu”. Quanto a esta última afirmativa é bom lembrar que a ação que representa um risco de acidente, realizada várias vezes com “sucesso”, isto é, sem a ocorrência de um acidente, não fornece créditos para o futuro. No momento em que um acidente ocorrer, as suas conseqüências serão imediatamente sentidas - queimaduras, cortes ou mesmo eventos mais graves. Observe que, até aqui, falamos em ocorrência de acidentes. Cabe ressaltar que

### **Os acidentes não ocorrem. Eles são causados.**

Duas são as causas principais. O ato inseguro e a condição insegura. O *ato inseguro* é o não cumprimento de normas de segurança durante o trabalho, como, por exemplo, fumar no laboratório (especialmente onde haja material inflamável), levantar peso excessivo, não usar o equipamento de proteção individual (EPI), trabalhar com trajes inadequados, cabelos soltos, sandálias ou ainda brincar ou correr no laboratório. A *condição insegura* é uma deficiência ou irregularidade técnica existente no local de trabalho como, por exemplo, iluminação deficiente, ventilação excessiva ou deficiente, armazenamento incorreto, excesso de ruído, instalação elétrica defeituosa, material de trabalho inadequado, falta de ordem e limpeza.

Preste atenção ao que foi dito acima. A preocupação com a segurança no laboratório tem por objetivo minimizar e eliminar o risco de acidente. Portanto, não corra riscos.

## Seção 1

### Recomendações de Segurança

Ao iniciar o trabalho em um laboratório químico, é fundamental que você conheça os procedimentos de segurança que irão permitir-lhe atuar com um mínimo de riscos. Planeje o trabalho, experiência ou análise de modo que possa executá-lo com máxima segurança.

Antes de iniciar qualquer operação, conheça as principais características dos produtos e equipamentos que irá manipular.

Verifique o funcionamento de toda aparelhagem que vai ser utilizada.

Em caso de dúvidas, pergunte, pesquise, consulte. Pois mais vale um trabalho realizado com segurança e sucesso, que um trabalho realizado com riscos e resultados duvidosos.

**O trabalho em laboratório exige concentração.** Não converse desnecessariamente nem distraia seus colegas. Calma e cautela em situações de emergência. Evite atos de heroísmo.

#### Recomendações de ordem geral

- Não fume no laboratório;
- Não pipete nenhum tipo de produto com a boca e trabalhe sempre com o jaleco abotoado;
- Use calçados fechados, de couro ou similar;
- Não use roupas de tecido sintético ou outro facilmente inflamável;
- Não use sandálias, saias, bermudas, camisetas regata e não amarre um casaco na cintura;
- Não deixe de usar óculos de segurança nos laboratórios. Use-os quando for executar uma operação que represente riscos;
- Não coloque materiais de laboratório em roupas ou gavetas de uso pessoal e não leve as mãos à boca ou aos olhos, quando estiver manuseando produtos químicos;
- Lave cuidadosamente, antes de qualquer refeição, as mãos com bastante água e sabão;
- Não coloque alimentos nas bancadas, armários e geladeiras dos laboratórios;
- Não utilize vidraria de laboratório como utensílios domésticos;
- Não se alimente no laboratório;
- Não use lentes de contato. Elas podem ser danificadas por produtos químicos, causando graves lesões;
- Não se exponha a radiações ultravioleta, infravermelho ou luminosidade intensa, sem proteção adequada (óculos com lentes filtrantes);
- Feche todas as gavetas e portas que abrir.

#### Referentes ao local de trabalho

- Mantenha as bancadas sempre limpas e livres de materiais estranhos ao trabalho;
- Ao esvaziar um frasco de reagente, limpe-o com água, antes de colocá-lo para lavagem;

- Rotule imediatamente todo e qualquer preparado, reagente ou solução, e amostras coletadas;
- Retire da bancada e guarde os materiais, amostras e reagentes empregados no trabalho, logo após terminá-lo;
- Utilize pérolas de vidro ou cacos de porcelana ao aquecer líquidos;
- Jogue papéis e materiais usados na lata de lixo, somente quando não representarem riscos;
- Use pinças de tamanho adequado e em perfeito estado de conservação;
- Limpe imediatamente todo e qualquer derramamento de produtos e reagentes. Proteja-se, se necessário, para fazer a limpeza. Use materiais e recursos adequados, tratando-se de ácidos e bases fortes, os produtos devem ser neutralizados, antes de proceder-se a sua limpeza.

### **Em caso de derramamento de líquidos inflamáveis, produtos tóxicos ou corrosivos, tome as seguintes providências:**

- Interrompa o trabalho;
- Avise as pessoas próximas sobre o ocorrido;
- Solicite ou efetue a limpeza imediatamente;
- Alerta o responsável pelo laboratório;
- Verifique e corrija a causa do problema.

### **Manuseio de Produtos Químicos**

- Leia atentamente o rótulo antes de abrir qualquer embalagem.
- Verifique se a substância é realmente aquela desejada.
- Considere o perigo de reações entre substâncias químicas e utilize equipamentos e roupas de proteção apropriadas.
- Abra as embalagens em área bem ventilada na falta de uma capela.
- Tome cuidado durante a manipulação e uso de substâncias químicas perigosas utilizando métodos que reduzam o risco de inalação, ingestão e contato com a pele, olhos e roupas.
- Feche hermeticamente a embalagem após a utilização.
- Evite a utilização de aparelhos e instrumentos contaminados.
- Não coma, beba ou fume enquanto estiver manuseando substâncias químicas.
- Leia atentamente a **Seção 4** deste Manual.

### **Estocagem de Substâncias Químicas**

- Estoque em área bem ventilada protegida de extremos de temperatura e fontes de ignição.
- Assegure-se que as substâncias químicas não serão manipuladas por pessoas não autorizadas.
- Inspeção o estoque de tempos em tempos e retire as substâncias vencidas e em deterioração.
- Subdividir o estoque em classes para reduzir os riscos (ácidos c/ ácidos, bases c/ bases e etc.).
- Não fumar onde substâncias químicas estão estocadas.

- Transportar com cuidado embalagens com resíduos perigosos.
- Identificar toda e qualquer embalagem com produto químico produzido em laboratório.
- Leia atentamente a **Seção 5** deste Manual.

## Uso Sob Aquecimento

### De Ordem Geral

- Trabalhos de evaporação devem ser sempre atentamente observados. Um recipiente de vidro aquecido após o líquido haver sido completamente evaporado pode quebrar.
- Jogue fora recipientes de vidro que foram aquecidos a seco, pois no aquecimento a seco ocorre o destempero do vidro deixando-o muito mais frágil.
- Não coloque vidro quente em superfícies frias ou molhadas e vidro frio em superfícies quentes. Ele poderá se quebrar com a variação de temperatura. Apesar do vidro de boro-silicato suportar temperaturas altas, trabalhe sempre com cuidado.
- Não utilize materiais de vidro que estejam trincados, lascados ou corroídos. Eles estarão mais propensos à quebra.
- Esfrie todo e qualquer material de vidro lentamente para evitar quebras.
- Verifique sempre os manuais de laboratório e os manuais de instrução do fabricante quando utilizar fontes de aquecimento.
- Materiais de vidro com paredes grossas, tais como: jarras, cubas, garrafões, dessecadores, etc., não devem ser aquecidos em chama direta, placa aquecedora ou outras fontes de calor similares.
- Não use resistências elétricas descobertas em contato direto, para aquecer materiais de vidro. A distribuição não uniforme de calor pode causar choque térmico e resultar em quebras.
- Não olhe por cima de qualquer recipiente que esteja sendo aquecido. Uma reação pode fazer com que o conteúdo seja ejetado, atingindo o rosto do observador.
- Ao aquecer tubos de ensaios, segure-o com uma pinça de madeira levemente curvada, não aponte a boca do tubo para lugares que tenham pessoas, pois poderá ocorrer a expulsão do líquido quente.
- Verifique se não há vazamentos, furos, desgaste, corrosão em bicos de gás, mangueiras, conectores e botijões de gás, isto pode causar explosão.
- Não ligue placas aquecedoras elétricas na rede se estiver molhada, isto poderá causar choques elétricos.
- Fornos Elétricos levam a temperaturas muito altas (1200°C). Cuidado no manuseio e utilize equipamento de proteção adequado.
- Ao levar cadinhos ou cápsulas a fornos em altas temperaturas, realize um pré aquecimento em bicos de gás. Isto evita o choque térmico, que pode até estourar o recipiente.
- Sempre que estiver resfriando algum recipiente ou equipamento, deixe uma anotação ao lado ou avise as pessoas que estão por perto. Isto evita queimaduras.
- Verifique sempre se o vidro a ser aquecido foi fabricado para altas temperaturas, vidros comuns não devem ser aquecidos.

### **Utilização de Bico de Gás**

- Ajuste os bicos de Bunsen de maneira a obter uma chama alta e suave. Isto causará um aquecimento mais lento, porém mais uniforme. Aquecimento uniforme é um fator crítico para algumas reações químicas e, além disso, o aquecimento localizado pode causar quebras.
- Procure utilizar sempre uma tela de amianto. Uma tela de amianto central provoca a difusão da chama e uma melhor distribuição do calor.
- Para aquecimento direto ajuste a altura do anel do suporte ou o grampo que segura o vidro, de maneira que a chama toque o recipiente de vidro abaixo do nível do líquido. Colocar a chama acima do nível do líquido dificulta a distribuição uniforme do calor, o que pode causar choque térmico e a consequente quebra do vidro.
- Gire tubos de ensaio para evitar sobreaquecimento em uma área determinada. Aquecimento uniforme além de fundamental para o experimento, evita as quebras causadas pelo aquecimento localizado.
- Aqueça todos os líquidos lentamente. Aquecimento rápido pode causar fervimento que por sua vez pode fazer com que a solução salte fora do recipiente.
- Somente use chama em locais permitidos.
- Regule adequadamente o fluxo de gás.
- Feche a válvula de gás, ao final do expediente.
- Não acenda o "Bico de Gás", sem antes verificar e eliminar os seguintes problemas:
  - Vazamentos;
  - Dobras no tubo de gás;
  - Ajuste inadequado entre o tubo de gás e suas conexões;
  - A existência de Inflamáveis ao redor;
  - Tubos de gás gastos, corroídos ou estragados.

### **Utilização de Placas ou Mantas Aquecedoras**

- Use sempre uma placa aquecedora com área maior que o recipiente a ser aquecido.
- Recipientes de vidro com paredes grossas, tais como: jarras, garrações e frascos de filtragem, nunca devem ser aquecidos em placas aquecedoras.
- Numa placa ou manta aquecedora toda superfície se aquece. Por isso ela se mantém quente por algum tempo após ser desligada. Tenha cuidado com qualquer placa ou manta aquecedora que tenha sido utilizada recentemente.
- Em placas ou mantas aquecedoras, verifique bem os cabos e conectores para ver se não estão estragados. A qualquer sinal de que estejam estragados, passe para outra placa ou manta imediatamente. Não utilize aquela placa ou manta até que ela seja reparada. Um fio desencapado ou um conector estragado pode causar choques elétricos muito perigosos.

### **Utilização de Muflas (Forno)**

- Não evapore líquidos nem queime óleos na mufla.
- Empregue, para calcinação, somente cadinhos ou cápsulas de materiais resistentes altas temperaturas.
- Não abra a porta da mufla de modo súbito, quando estiver aquecida.

- Cuidado ao retirar materiais da mufla em alta temperatura, isto pode causar choque térmico.
- Não coloque a mufla em operação, ou a desligue, quando o pirômetro não estiver indicando a temperatura;
- A temperatura ultrapassar a ajustada.

Não remova ou introduza cadinhos ou cápsulas sem utilizar:

- Pinças adequadas;
- Protetor facial;
- Luvas de amianto,
- Avental e protetores de braço, se necessário.

### **Uso de Vácuo**

- Use proteção facial, para operar sistemas a vácuo. Esta precaução adequada deve ser tomada para proteger as pessoas em tarefas que envolvam essas operações.
- Os únicos produtos de vidro desenhados para aplicações de vácuo são os dessecadores e os frascos de filtração (kitassato).
- Não faça vácuo subitamente em qualquer equipamento de vidro.
- Recubra com fita de amianto ou fita crepe, todo e qualquer equipamento de vidro sobre o qual haja dúvida quanto à sua resistência ao vácuo operacional.
- Use vaso intermediário (kitassato), quando estiver utilizando vácuo. Este vaso protege e conserva a bomba de vácuo.

## Seção 2

### Simbologia de Risco

O risco oferecido por uma substância é indicado no rótulo de sua embalagem por ícones que atendem a padrões internacionais. Estes ícones são os *Símbolos de Risco* e são apresentados em quadrados de fundo laranja ou branco (Figura 1 Página 5).

O tipo de risco também é indicado, de maneira mais específica, pelas chamadas *Frases de Risco*. Elas são indicadas pela letra R seguida de números ou combinação de números. As *Frases de Segurança* indicam as medidas e precauções que devem ser tomadas no manuseio desta mesma substância. Elas são indicadas pela letra S seguida de números ou combinações de números. O seu significado é mostrado na tabela da entre as páginas 7 e 10.

Observe o rótulo de 1-naftilamina fornecido pela Merck e que está reproduzido na figura abaixo. Na parte superior (seta vermelha) podemos ver um desenho em forma de X. Este é o símbolo de risco para esta substância. Veja na página 8 que este é o símbolo para substâncias IRRITANTES. Na parte inferior (seta vermelha) deste mesmo rótulo estão as frases de risco R:22 e R:51/53. Logo ao lado estão as frases de segurança S:24 e S:61. O significado destas frases encontra-se entre as páginas 10 e 15. Verifique que tipo de risco esta substância apresenta e que tipo de providência deve ser tomada para manuseá-la com segurança.

Abaixo podemos ver um extrato de um catálogo da empresa Aldrich, fornecedora de produtos químicos. Identifique o símbolo de risco bem como as frases de risco e de segurança.

|            |   |      |       |
|------------|---|------|-------|
| 11426-77   | Diethyl chlorothiophosphate, 97%  |      |       |
| 11426-0050 | [2524-04-J] FW 188.61 C H ClO SP  | 5g   | 10.10 |
| 11426-1000 | bp 45 (3mm) Fp +97 dl.2000 n 1.4715   | 100g | 18.80 |
| 11426-5000 | RTECS # TD1780000   | 500g | 62.80 |
|            |  R 20/21/22 34 |      |       |
|            | S 24/25   |      |       |
|            | DISP 3  |      |       |

## Símbolos de Risco

|   |          |   |
|---|----------|---|
|    | <b>C</b> | <b>Corrosivo.</b><br>Substâncias capazes de causar danos à pele e demais tecidos vivos. Algumas causam danos aos equipamentos do laboratório.<br>Precaução: Evitar contato direto ou com o vestuário, e inalação dos vapores.   |
|    | <b>X</b> | <b>Irritante (Xi). Nocivo (Xn)</b><br>Substâncias que, além de causar danos à pele, causam danos aos olhos e mucosas.<br>Precaução: Evitar contato direto, incluindo inalação dos vapores.  |
|    | <b>T</b> | <b>Tóxico (T). Muito Tóxico (T+)</b><br>Substâncias que, por inalação ou absorção pela pele, provocam danos à saúde ou mesmo a morte.<br>Precaução: Evitar qualquer contato com o corpo humano e observar cuidados especiais com produtos cancerígenos, teratogênicos ou mutagênicos.                   |
|  | <b>F</b> | <b>Inflamável (F). Extremamente Inflamável (F+)</b><br>Substâncias que se incendiam rapidamente e se queimam rapidamente.<br>Precaução: Manter longe de chamas faíscas e fontes de calor.   |
|  | <b>O</b> | <b>Oxidante.</b><br>São substâncias que desprendem oxigênio e favorecem a combustão. Podem inflamar substâncias combustíveis ou acelerar a propagação de incêndio.<br>Precaução: Evitar qualquer contato com substâncias combustíveis, pois o incêndio pode ser favorecido dificultando a sua extinção. |
|  | <b>E</b> | <b>Explosivo.</b><br>São substâncias que pela ação de choque, percussão e fricção, produzem centelhas ou calor suficiente para iniciar um processo destrutivo através de violenta liberação de energia.<br>Precaução: Evitar atrito, choque, fricção, formação de faísca e ação do calor.               |

|   |  |
|---|--|
|  | <p><b>Nocivo ao Meio Ambiente</b><br/> Substâncias que não podem ser lançadas diretamente no esgoto por causarem danos aos organismos aquáticos.<br/> Precaução: devem ser tratadas (destruídas) convenientemente antes de descartadas</p> |
|  | <p><b>Risco Biológico</b><br/> Este símbolo é usado em laboratórios que trabalham com microorganismos e outros materiais de natureza biológica.</p>  |

Os materiais inflamáveis merecem especial atenção, pois o seu manuseio incorreto pode provocar não só acidentes, mas situações de princípio de incêndio. Existem sólidos e líquidos inflamáveis. Os líquidos além de serem caracterizados por seu ponto de ebulição são também caracterizados por outras três propriedades.

**Ponto de Fulgor:** É a menor temperatura em que um líquido libera suficiente quantidade de vapor para formar uma mistura com o ar passível de inflamação, pela passagem de uma chama piloto. A chama dura no máximo 1 segundo.

**Ponto de Combustão:** É a menor temperatura em que vapores de um líquido, após inflamarem-se pela passagem de uma chama piloto, continuam a arder por 5 segundos, no mínimo.

**Ponto de Auto-Ignição:** É a temperatura mínima em que ocorre uma combustão, independente de uma fonte de calor.

Os líquidos inflamáveis são divididos em *inflamáveis* propriamente ditos e *combustíveis*. Os líquidos inflamáveis são aqueles cujo ponto de fulgor se situa abaixo dos 38°C. São exemplos o acetato de etila (-4,4°C), álcool etílico (12,8°C) e o n-hexano (-21,7°C). Os líquidos combustíveis são aqueles cujo ponto de fulgor se situa acima de 38°C. São exemplos o ácido acético (38,0°C), a anilina (70,0°C) e a dimetilformamida (57,7°C).

Os sólidos inflamáveis são aqueles que queimam vigorosa e persistentemente. Eles se dividem em sólidos *inflamáveis*, sólidos de combustão *espontânea* e sólidos que *reagem com a água*. Os sólidos inflamáveis são aqueles que queimam por ação de fricção ou por ignição, queimando persistentemente. São exemplos o enxofre e o cálcio metálico. Os sólidos de combustão espontânea são aqueles que se oxidam por ação do calor se incendiando. Um exemplo é o NaHS. Finalmente temos os sólidos que reagem com a água para se tornarem inflamáveis ou aqueles que, ao reagir com a água, desprendem gases inflamáveis. Dentre a substâncias com estas características estão o Li, Na e K.

É importante lembrar que uma grande parte dos incêndios é alimentada por líquidos. Tenha em mente que é o vapor do líquido é que inflama. Do ponto de vista de segurança é fundamental saber que a grande maioria dos vapores de líquidos inflamáveis é mais densa do que o ar. Isto significa que à temperatura ambiente os vapores ficam nas partes mais baixas do laboratório, e sua circulação fica, assim, dificultada, favorecendo o acúmulo.

## Frases de Risco

- R 1 Explosivo em estado seco.
- R 2 Risco de explosão por choque, fricção, fogo ou outras fontes de ignição.
- R 3 Grande risco de explosão por choque, fricção, fogo ou outras fontes de ignição.
- R 4 Forma compostos metálicos explosivos muito sensíveis.
- R 5 Perigo de explosão em caso de aquecimento.
- R 6 Explosivo em contato com o ar.
- R 7 Pode provocar incêndios.
- R 8 Perigo de incêndio em caso de contato com materiais combustíveis.
- R 9 Perigo de explosão se misturado com materiais combustíveis.
- R 10 Inflamável
- R 11 Facilmente inflamável
- R 12 Extremamente inflamável
- R 13 Gás liquefeito extremamente inflamável
- R 14 Reage violentamente com a água
- R 15 Reage com a água liberando gases extremamente inflamáveis
- R 16 Explosivo se misturado com substâncias comburentes
- R 17 Inflama-se espontaneamente em contato com o ar
- R 18 Pode formar misturas de ar-vapor explosivas/inflamáveis durante a utilização
- R 19 Pode formar peróxidos explosivos
- R 20 Nocivo por inalação
- R 21 Nocivo em contato com a pele
- R 22 Nocivo por ingestão
- R 23 Tóxico por inalação
- R 24 Tóxico em contato com a pele
- R 25 Tóxico por ingestão
- R 26 Muito tóxico por inalação
- R 27 Muito tóxico em contato com a pele
- R 27 a Muito tóxico em contato com os olhos
- R 28 Muito tóxico por ingestão
- R 29 Em contato com a água libera gases tóxicos
- R 30 Pode inflamar-se facilmente durante o uso
- R 31 Em contato com ácidos libera gases tóxicos
- R 32 Em contato com ácidos libera gases muito tóxicos
- R 33 Perigo de efeitos cumulativos
- R 34 Provoca queimaduras
- R 35 Provoca queimaduras graves
- R 36 Irritante para os olhos
- R 36 a Lacrimogêneo

- R 37 Irritante para as vias respiratórias
- R 38 Irritante para a pele
- R 39 Perigo de efeitos irreversíveis muito graves
- R 40 Possibilidade de efeitos irreversíveis
- R 41 Risco de lesões oculares graves
- R 42 Possibilidade de sensibilização por inalação
- R 43 Possibilidade de sensibilização em contato com a pele
- R 44 Risco de explosão se aquecido em ambiente fechado
- R 45 Pode causar cancro
- R 46 Pode causar alterações genéticas hereditárias
- R 47 Pode causar má formações congênitas
- R 48 Risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada
- R 49 Pode causar cancro por inalação
- R 50 Muito tóxico para os organismo aquáticos
- R 51 Tóxico para os organismo aquáticos
- R 52 Nocivo para os organismo aquáticos
- R 53 A longo prazo pode provocar efeitos negativos no ambiente aquático
- R 54 Tóxico para a flora
- R 55 Tóxico para a fauna
- R 56 Tóxico para os organismos do solo
- R 57 Tóxico para as abelhas
- R 58 A longo prazo pode provocar efeitos negativos no meio ambiente
- R 59 Perigoso para a camada do ozônio
- R 60 Pode comprometer a fertilidade
- R 61 Risco durante a gravidez com efeitos adversos para à descendência
- R 62 Possíveis riscos de comprometer a fertilidade
- R 63 Possíveis riscos, durante a gravidez, de efeitos indesejáveis na descendência
- R 64 Pode causar danos nos recém nascidos alimentados com o leite materno
- R 65 Nocivo: pode causar danos nos pulmões se inalado

### **Combinações das Frases de Risco**

- R 14/15 Reage violentamente com a água, liberando gases extremamente inflamáveis.
- R 15/29 Em contato com a água, libera gases tóxicos e extremamente inflamáveis.
- R 20/21 Nocivo por inalação e contato com a pele.
- R 20/22 Nocivo por inalação e por ingestão.
- R 20/21/22 Nocivo por inalação, por ingestão e em contato com a pele.
- R 21/22 Nocivo em contato com a pele e por ingestão.
- R 23/24 Tóxico por inalação e contato com a pele.
- R 23/25 Tóxico por inalação e por ingestão.
- R 23/24/25 Tóxico por inalação, por ingestão e em contato com a pele.
- R 24/25 Tóxico em contato com a pele e por ingestão.

|               |   |
|---------------|---|
| R 26/27       | Muito tóxico por inalação e contato com a pele.   |
| R 26/28       | Muito tóxico por inalação e por ingestão.   |
| R 26/27/28    | Muito tóxico por inalação, por ingestão e em contato com a pele.  |
| R 27/28       | Muito tóxico em contato com a pele e por ingestão.  |
| R 36/37       | Irrita os olhos e as vias respiratórias.  |
| R 36/38       | Irrita os olhos e a pele.   |
| R 36/37/38    | Irrita os olhos, a pele e as vias respiratórias.  |
| R 37/38       | Irrita as vias respiratórias e a pele.  |
| R 39/23       | Tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação.  |
| R 39/24       | Tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves em contato com a pele.   |
| R 39/25       | Tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por ingestão   |
| R 39/23/24    | Tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação e contato com a pele                                    |
| R 39/23/25    | Tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação e ingestão  |
| R 39/23/24/25 | Tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação, contato com a pele e ingestão                          |
| R 39/26       | Muito tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação   |
| R 39/27       | Muito tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves em contato com a pele  |
| R 39/28       | Muito tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por ingestão   |
| R 39/26/26    | Muito tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação e contato com a pele                              |
| R 39/27/28    | Muito tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação e ingestão  |
| R 39/26/27/28 | Muito tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação, contato com a pele e ingestão                    |
| R 40/20       | Nocivo: possibilidade de efeitos irreversíveis por inalação   |
| R 40/21       | Nocivo: perigo de efeitos irreversíveis em contato com a pele   |
| R 40/22       | Nocivo: perigo de efeitos irreversíveis por ingestão  |
| R 40/20/21    | Nocivo: perigo de efeitos irreversíveis por inalação e contato com a pele   |
| R 40/20/22    | Nocivo: perigo de efeitos irreversíveis por inalação e ingestão   |
| R 40/21/22    | Nocivo: perigo de efeitos irreversíveis em contato com a pele e ingestão  |
| R 40/20/21/22 | Nocivo: perigo de efeitos irreversíveis por inalação, contato com a pele e ingestão                                       |
| R 42/43       | Possibilidade de sensibilização por inalação e contato com a pele   |
| R 48/20       | Nocivo: perigo de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação                                |
| R 48/21       | Nocivo: perigo de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por contato com a pele                      |
| R 48/22       | Nocivo: perigo de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por ingestão                                |
| R 48/20/21    | Nocivo: perigo de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação e em contato com a pele        |
| R 48/20/22    | Nocivo: perigo de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação e por ingestão                 |
| R 48/21/22    | Nocivo: perigo de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada em contato com a pele e por ingestão        |
| R 48/20/21/22 | Nocivo: perigo de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação, contato com a pele e ingestão |
| R 48/23       | Tóxico: perigo de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação                                |
| R 48/24       | Tóxico: perigo de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por contato com a pele                      |
| R 48/25       | Tóxico: perigo de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por ingestão                                |
| R 48/23/24    | Tóxico: perigo de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação e em                           |

- contato com a pele
- R 48/23/25 Tóxico: perigo de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação e por ingestão
- R 48/23/24/25 Tóxico: perigo de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação, em contacto com a pele e ingestão
- R 50/53 Muito tóxico para os organismos aquáticos, pode provocar a longo prazo efeitos negativos no meio ambiente aquático
- R 51/53 Tóxico para os organismos aquáticos, pode provocar a longo prazo efeitos negativos no meio ambiente aquático
- R 52/53 Nocivo para os organismos aquáticos, pode provocar a longo prazo efeitos negativos no meio ambiente aquático

## Frases de Segurança

- S 1 Conservar bem fechado.
- S 2 Manter fora do alcance das crianças.
- S 3 Conservar em lugar fresco.
- S 4 Manter longe de lugares habitados.
- S 5 Conservar em... (líquido apropriado especificados pelo fabricante)
- S 6 Conservar em ... (gás inerte especificados pelo fabricante)
- S 7 Manter o recipiente bem fechado.
- S 8 Manter o recipiente ao abrigo da umidade.
- S 9 Manter o recipiente num lugar bem ventilado
- S 10 Manter o conteúdo úmido
- S 11 Evitar o contato com o ar
- S 12 Não fechar o recipiente hermeticamente
- S 13 Manter longe de comida, bebidas incluindo os dos animais
- S 14 Manter afastado de... (materiais incompatíveis indicados pelo fabricante)
- S 15 Conservar longe do calor
- S 16 Conservar longe de fontes de ignição - Não fumar
- S 17 Manter longe de materiais combustíveis
- S 18 Abrir e manipular o recipiente com cautela
- S 20 Não comer nem beber durante a utilização
- S 21 Não fumar durante a utilização
- S 22 Não respirar o pó
- S 23 Não respirar o vapor/gás/fumo/aerossol
- S 24 Evitar o contato com a pele
- S 25 Evitar o contato com os olhos
- S 26 Em caso de contato com os olhos lavar imediatamente com água em abundância e chamar um médico
- S 27 Retirar imediatamente a roupa contaminada
- S 28 Em caso de contato com a pele lavar imediata e abundantemente com... (produto adequado a indicar pelo fabricante)
- S 29 Não descartar os resíduos para os esgotos
- S 30 Nunca adicionar água ao produto
- S 33 Evitar a acumulação de cargas eletrostáticas
- S 34 Evitar choques e fricções
- S 35 Eliminar os resíduos do produto e os seus recipientes com todas as precauções possíveis
- S 36 Usar vestuário de proteção adequado
- S 37 Usar luvas adequadas
- S 38 Em caso de ventilação insuficiente usar equipamento respiratório adequado
- S 39 Usar proteção adequada para os olhos/face
- S 40 Para limpar os solos e os objetos contaminados com este produto utilizar ...(especificado pelo fabricante)
- S 41 Em caso de incêndio e/ou explosão não respirar os fumos
- S 42 Durante as fumigações/pulverizações, usar equipamento respiratório adequado (denominação(ões) adequada(s) especificadas pelo fabricante)
- S 43 Em caso de incêndio usar... (meios de extinção especificados pelo fabricante. Se a água aumentar os riscos

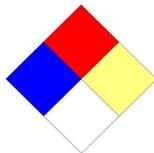
acrescentar "Não utilizar água")

- S 44 Em caso de indisposição consultar um médico (se possível mostrar o rótulo do produto)
- S 45 Em caso de acidente ou indisposição consultar imediatamente um médico (se possível mostrar o rótulo do produto)
- S 46 Em caso de ingestão consultar imediatamente um médico e mostrar o rótulo ou a embalagem
- S 47 Conservar a uma temperatura inferior a ... °C (a especificar pelo fabricante)
- S 48 Conservar úmido com ... (meio apropriado a especificar pelo fabricante)
- S 49 Conservar unicamente no recipiente de origem
- S 50 Não misturar com ... (a especificar pelo fabricante)
- S 51 Usar unicamente em locais bem ventilados
- S 52 Não usar sobre grandes superfícies em lugares habitados
- S 53 Evitar a exposição – obter instruções especiais antes de usar
- S 54 Obter autorização das autoridades de controle de contaminação antes de despejar nas estações de tratamento de águas residuais
- S 55 Utilizar as melhores técnicas de tratamento antes de despejar na rede de esgotos ou no meio aquático
- S 56 Não despejar na rede de esgotos nem no meio aquático. Utilizar para o efeito um local apropriado para o tratamento dos resíduos
- S 57 Utilizar um contentor adequado para evitar a contaminação do meio ambiente
- S 58 Elimina-se como resíduo perigoso
- S 59 Informar-se junto ao fabricante a respeito de como reciclar e recuperar o produto
- S 60 Elimina-se o produto e o recipiente como resíduos perigosos
- S 61 Evitar a sua libertação para o meio ambiente. Ter em atenção as instruções específicas das fichas de dados de Segurança
- S 62 Em caso de ingestão não provocar o vômito: consultar imediatamente um médico e mostrar o rótulo ou a embalagem

### **Combinações das Frases de Segurança**

- S 1/2 Conservar bem trancado e manter fora do alcance das crianças
- S 3/7/9 Conservar o recipiente num lugar fresco, bem ventilado e manter bem fechado
- S 3/9 Conservar o recipiente num lugar fresco e bem ventilado
- S 3/9/14 Conservar num local fresco, bem ventilado e longe de ... (materiais incompatíveis especificados pelo fabricante)
- S 3/9/14/49 Conservar unicamente no recipiente original num local fresco, bem ventilado e longe de ... (materiais incompatíveis a especificar pelo fabricante)
- S 3/9/49 Conservar unicamente no recipiente original, em lugar fresco e bem ventilado
- S 3/14 Conservar em lugar fresco e longe de ... (materiais incompatíveis especificados pelo fabricante)
- S 7/8 Manter o recipiente bem fechado e num local fresco
- S 7/9 Manter o recipiente bem fechado e num local ventilado
- S 20/21 Não comer, beber ou fumar durante a sua utilização
- S 24/25 Evitar o contacto com os olhos e com a pele
- S 36/37 Usar luvas e vestuário de proteção adequados
- S 36/37/39 Usar luvas e vestuário de proteção adequados bem como proteção para os olhos/face
- S 36/39 Usar vestuário adequado e proteção para os olhos/face
- S 37/39 Usar luvas adequadas e proteção para os olhos/face
- S 47/49 Conservar unicamente no recipiente original e à temperatura inferior a ...°C (especificada pelo fabricante)

## Simbologia NFPA



A simbologia que estudamos até aqui é a mais disseminada no mundo. Existe, no entanto, uma simbologia desenvolvida pela *National Fire Protection Agency*. É o sistema adotado pelos americanos e que por vezes encontramos em alguns materiais nos laboratórios. Consiste de um losango (Figura acima) dividido em quatro campos com cores diferentes. Cada um destes campos tem o significado mostrado nas Tabelas abaixo. Os campos azul, vermelho e amarelo têm gradações que vão de 0 a 4 conforme o grau de periculosidade oferecido pela substância.

### Campo Vermelho – Risco de Incêndio

|   |                                 |  |
|---|---------------------------------|--|
| 4 | Ponto de Fulgor abaixo de 23 °C | Indica gases extremamente inflamáveis ou líquidos inflamáveis        |
| 3 | Ponto de Fulgor abaixo de 38 °C | Indica material que pode se queimar sob temperaturas normais         |
| 2 | Ponto de Fulgor abaixo de 93 °C | Indica material que pode ser aquecido moderadamente antes da ignição |
| 1 | Ponto de Fulgor acima de 93 °C  | Indica material que deve ser pré-aquecido antes de se queimar        |
| 0 | Não Queima                      |  |

### Campo Azul – Risco à Saúde

|   |                       |  |
|---|-----------------------|--|
| 4 | Fatal                 | Indica material que apresenta risco de vida          |
| 3 | Extremamente Perigoso | Indica material que apresenta grande risco à saúde   |
| 2 | Danoso                | Indica material que apresenta risco moderado à saúde |
| 1 | Ligeiramente Danoso   | Material que apresenta risco moderado                |
| 0 | Material Normal       | Material que não apresenta risco à saúde             |

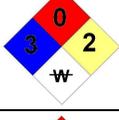
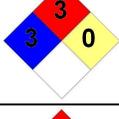
### Campo Amarelo – Reatividade

|   |                            |  |
|---|----------------------------|--|
| 4 | Pode detonar               | Refere-se a material que sofre autodetonação ou decomposição seguida de explosão |
| 3 | Detona com calor ou choque | Material que precisa de uma fonte iniciadora para explodir                       |
| 2 | Reações químicas violentas | Material instável que apresentam reações violentas                               |
| 1 | Instável quando aquecido   | Material normalmente estável mas instáveis a altas temperaturas                  |
| 0 | Estável                    | Material estável mesmo quando exposto ao fogo                                    |

### Campo Branco – Riscos Específicos

|   |  |
|---|--|
| <b>OXY</b>  | Indica material oxidante               |
| <b>ACID</b>   | Indica ácidos                          |
| <b>ALK</b>  | Indica bases ou álcalis                |
| <b>COR</b>  | Indica material corrosivo              |
| <b>W</b>  | Indica substância que reage com a água |
|  | Indica material radioativo             |

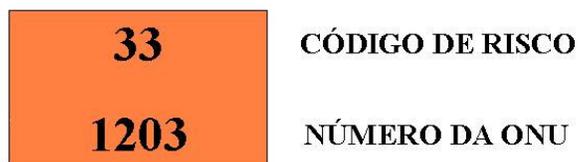
A Tabela abaixo mostra a aplicação deste sistema para algumas substâncias comuns de laboratório

|                    |  |
|--------------------|--|
| Acetona            |    |
| Ácido Clorídrico   |    |
| Ácido Nítrico      |   |
| Ácido Sulfúrico    |  |
| Benzeno            |  |
| Hidróxido de Sódio |  |

As graduações para os mais variados tipos de substâncias podem ser encontradas no endereço [http://www.nmsu.edu/~safety/programs/chem\\_safety/NFPA-ratingA-C.htm](http://www.nmsu.edu/~safety/programs/chem_safety/NFPA-ratingA-C.htm).

## Simbologia de Transporte de Carga Perigosa

As embalagens contendo substâncias químicas, como, por exemplo, caixas de papelão que são usadas para transportar quantidades maiores de reagentes, trazem a simbologia utilizada no seu transporte. O transporte de substâncias químicas (carga perigosa) pelas rodovias e ferrovias nacionais é regulamentado por legislação federal. Esta simbologia obedece à norma NBR 7500 e atende a recomendações da ONU. Os veículos que transportam este material devem ter bem identificado nas laterais e na parte traseira o tipo de substância que ele transporta e o grau de risco que ela representa. Isto é feito com o uso dos Painéis de Segurança. São placas retangulares nas dimensões de 30 cm x 40 cm, na cor laranja com inscrições (números) na cor preta como mostra a figura abaixo.



Na parte superior está registrado o *Código de Risco*. Ele indica o tipo e intensidade do risco oferecido pela substância. Em geral apresenta dois ou três algarismos que são aqueles utilizados para indicar a classe de substâncias de acordo com a tabela da página 19. A importância do risco é indicada da esquerda para a direita. A repetição de um algarismo assinala o aumento da intensidade do risco. Se a substância não apresenta nenhum tipo de risco adicional àquele de sua classe utiliza-se o algarismo 0. No exemplo da figura o número 33 indica uma substância extremamente inflamável. Um X antes do número indica que a substância não pode entrar em contato com a água. Outros exemplos são:

X 338 Líquido extremamente inflamável e corrosivo, além de reagir com a água

80 Material Corrosivo, não apresentando nenhum risco adicional.

Na parte inferior está registrado o *Número da ONU*. O número 1203 se refere à gasolina. Os veículos que transportam carga perigosa devem trazer estes rótulos de risco.

**Explosivos** (classe 1) são substâncias que pela ação de choque, percussão e fricção, produzem centelhas ou calor suficiente para iniciar um processo destrutivo com violenta liberação de energia. Exemplos de compostos que pertencem a esta classe são a nitroglicerina e dinamite. O **Gás Comprimido** (classe 2) é qualquer substância contida em um frasco sob uma pressão superior 276 kPa a 21°C, ou qualquer líquido inflamável que tenha pressão de vapor superior a 276 kPa a 38°C. Estes gases se dividem em inflamáveis (metano, propano, hidrogênio), não-inflamáveis (dióxido de carbono, nitrogênio, hélio) e tóxicos (brometo de etila, dióxido de enxofre, cloro). **Líquido Inflamável** (classe 3) é aquele cujo ponto de fulgor está abaixo de 38°C. Como exemplo temos o acetato de etila, gasolina e o benzeno. **Sólido Inflamável** (classe 4) é aquele que queima persistentemente e vigorosamente. Se dividem em sólidos de inflamáveis propriamente ditos (naftaleno, fósforo, dinitrofenol), sólidos de combustão espontânea (carvão, algodão, ditonito de sódio, dimetilzinco) e sólidos que em contato com a água emitem gases inflamáveis (metais

alcalinos, carbeto de alumínio, hidreto de lítio, alumínio em pó não revestido). Os **Oxidantes** (classe 5) são substâncias capazes de fornecer oxigênio para sustentar um processo de combustão. Esta classe se divide em oxidantes propriamente ditos (peróxido de hidrogênio, pentafluoreto de iodo, nitrato de amônio, clorato de potássio) e peróxidos orgânicos. Os **Tóxicos** (classe 6) são substâncias que podem matar, ferir ou enfraquecer qualquer organismo vivo. Elas se subdividem em venenosas (fenol, etilamina, NN-dimetilanilina, dinitrotolueno, fluoreto de amônio) e infectantes. Estes últimos representam também risco biológico. Os materiais **Radioativos** (classe 7) são aqueles que emitem radiações ionizante espontaneamente e tem uma atividade específica maior que 0,002  $\mu\text{Ci/g}$ . A substâncias **Corrosivas** (classe 8) aquelas que causam destruição irreversível dos tecidos e da pele (ácidos em geral). Finalmente existem aquelas substâncias que não são classificadas em nenhuma categoria acima, mas ainda assim oferecem perigo no seu transporte (gelo seco, acetaldeído, mercúrio metálico, cloreto de cobre, cromato de potássio, fluoreto de ferro).

## **Códigos de Risco**

### **Classe 1 – Explosivos**

- Subclasse 1.1 - Substâncias e artefatos com risco de explosão em massa
- Subclasse 1.2 - Substâncias e artefatos com risco de projeção
- Subclasse 1.3 - Substâncias e artefatos com risco predominante de fogo
- Subclasse 1.4 - Substâncias e artefatos que não apresentam risco significativo
- Subclasse 1.5 - Substâncias pouco sensíveis

### **Classe 2 – Gases comprimidos, liquefeitos, dissolvidos sob pressão ou altamente refrigerados.**

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

### **Classe 3 – Líquidos Inflamáveis**

### **Classe 4 – Sólidos Inflamáveis**

- Subclasse 4.1 - Sólidos inflamáveis;
- Subclasse 4.2 - Substâncias sujeitas a combustão espontânea;
- Subclasse 4.3 - Substâncias que, em contato com a água, emitem gases inflamáveis.

### **Classe 5 - Oxidantes**

- Subclasse 5.1 - Substâncias Oxidantes;
- Subclasse 5.2 - Peróxidos Orgânicos.

### **Classe 6 - Tóxicos**

- Subclasse 6.1 - Substâncias Tóxicas (venenosas);
- Subclasse 6.2 - Substâncias Infectantes.

### **Classe 7 – Substâncias Radioativas**

### **Classe 8 - Corrosivos**

### **Classe 9 – Substâncias Perigosas Diversas**

## Símbolos para o Transporte de Carga Perigosa



## **Seção 3**

### **Equipamentos de Proteção**

O trabalho no laboratório exige o uso de roupas apropriadas, como já vimos na Seção 1 (Normas Gerais de Segurança). Além de sapatos fechados, calças compridas e camisas de material adequado, outros itens se fazem necessários. São os Equipamentos de Proteção Individual (EPI), que são essencialmente o jaleco (avental), luvas, óculos de segurança e máscaras protetoras. Além deles estão presentes no laboratório os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) – capela (exaustão), chuveiro e lava-olhos.

#### **Equipamentos de Proteção Individual**

##### *Jaleco*

O jaleco é item essencial no laboratório. Não se deve, em hipótese alguma, trabalhar sem ele. Sua finalidade é proteger da sujeira do laboratório e eventuais derramamentos de reagentes. Neste caso ele deve ser retirado imediatamente. Deve ser feito de material resistente, em geral algodão que não queima. Tecidos sintéticos devem ser evitados. Deve ter mangas compridas, ir até a altura dos joelhos e ser usado sempre fechado. O jaleco deve sempre estar limpo. Lembre-se que a limpeza e asseio são essenciais ao trabalho organizado e seguro.

##### *Luvas*

Veremos mais adiante que um dos modos mais comuns de penetração das substâncias no organismo é pela absorção cutânea. As luvas têm, portanto, a finalidade de proteger as mãos e manter a integridade da pele. Elas devem ser utilizadas especialmente no manuseio de material corrosivo, tóxico e irritante. As luvas são oferecidas no mercado nos mais variados tipos de material. A escolha adequada da luva tem por base o material que se está manipulando. A Tabela da página 23 mostra adequação de alguns tipos de luvas às substâncias mais comuns nos laboratórios.

##### *Óculos de Segurança*

Os óculos de segurança são proteção para os olhos. Eles devem ser de material transparente (em geral plexiglass) e não devem atrapalhar a visão causando distorções. Eles devem ser sempre usados, especialmente em situações onde a projeção de material é uma possibilidade como, por exemplo, reações em sistemas com alta pressão, montagens para destilação de solventes ou mesmo a utilização de ácidos minerais voláteis (HCl, HF e HNO<sub>3</sub>) na abertura de amostras minerais.

##### *Máscaras*

A máscara é o equipamento de proteção respiratória. São três os tipos de máscaras: bucal, semifacial e facial. Trataremos aqui brevemente das máscaras semifaciais. Elas são utilizadas quando a atmosfera do laboratório apresenta características prejudiciais à saúde, seja pela presença de vapores tóxicos e/ou irritantes, aerossóis e mesmo particulados. Estes últimos são muitos comuns nos procedimentos de moagem. O ideal é que não se tenha que fazer uso das máscaras protetoras, o que significa uma atmosfera limpa no laboratório.

As máscaras podem ser montadas com filtro mecânico, filtro químico ou filtro combinado de acordo com o material contaminante da atmosfera e de acordo com a proteção que se deseja obter. Como elemento filtrante para os filtros químicos utiliza-se o carvão ativo e para os filtros mecânicos utiliza-se um material poroso. O tipo de filtro e sua utilização são indicados nos cartuchos das máscaras por um sistema de letras (europeu) e cores (americano). Este sistema é apresentado na Tabela da página 23.

## **Equipamentos de Proteção Coletiva**

### *Capelas e Exaustores*

Estes dispositivos devem sempre estar disponíveis no laboratório e funcionando adequadamente. Sua função é a de garantir uma atmosfera saudável no ambiente de trabalho. Sempre use a capela para o preparo de soluções de HCl e HNO<sub>3</sub>. Abra (e feche após o uso) os frascos do reagente concentrado, transfira-o para o balão e retire-o da capela após ter diluído o ácido convenientemente. Assim não há o risco de contaminação da atmosfera de trabalho. Abertura de amostras (solubilização) com HCl, HF, HNO<sub>3</sub> e HClO<sub>4</sub> deve sempre ser realizadas dentro da capela. Muitas reações orgânicas em ambiente fechado também devem ser feitas na capela, assim como destilações.

Ao usar a capela mantenha sempre o frasco do reagente na parte de dentro e em hipótese alguma ponha a cabeça dentro da capela para, por exemplo, examinar o andamento de uma reação. Mantenha este local sempre limpo e livre, isto é, não use este local para a estocagem de reagentes, a não ser aqueles que estejam sendo usados.

### *Chuveiro e Lava-olhos*

Estes dispositivos estão em áreas de acesso coletivo (corredor). Eles devem ser usados em caso de respingo de reagente sobre o corpo ou o rosto. Eles devem ser examinados periodicamente e seu acesso nunca deve estar bloqueado.

### Tipos de Luvas e a sua adequação para o manuseio de algumas substâncias mais comuns.

|                              | Látex | Neopreno | PVC | PVA | Buna |
|------------------------------|-------|----------|-----|-----|------|
| Acetona                      | E     | B        | R   | R   | R    |
| Ácido Acético                | E     | E        | R   | R   | B    |
| Ácido Clorídrico             | B     | E        | E   | R   | E    |
| Ácido Fluorídrico            | B     | B        | B   | R   | B    |
| Ácido Nítrico                | R     | B        | B   | R   | R    |
| Ácido Perclórico             | R     | E        | R   | R   | B    |
| Ácido Sulfúrico              | B     | B        | B   | R   | B    |
| Amônia (sol 25% p/p)         | B     | E        | E   | R   | E    |
| Anilina                      | R     | B        | B   | B   | B    |
| Benzeno                      | R     | R        | R   | E   | B    |
| Butanol                      | E     | E        | B   | B   | E    |
| Ciclohexano                  | R     | E        | R   | E   | E    |
| Clorofórmio                  | R     | R        | R   | E   | B    |
| Etanol                       | E     | E        | B   | B   | B    |
| Fenol                        | E     | E        | B   | B   | B    |
| Formaldeído                  | B     | E        | E   | E   | R    |
| Hidróxido de Sódio (50% p/p) | B     | B        | B   | R   | E    |
| Isopropanol                  | E     | E        | B   | R   | E    |
| Metanol                      | E     | E        | B   | R   | B    |
| Naftaleno                    | B     | B        | *   | *   | *    |
| Tetracloro de Carbono        | R     | R        | R   | E   | B    |

\*Não há informação disponível (E) Excelente (B) Bom (R) Ruim ou não recomendado

### Tipos de Máscaras e sua utilização. Sistema Europeu

| Identificação                | Utilização   |
|------------------------------|--|
| A marrom                     | Gases e vapores orgânicos                                    |
| AX marrom                    | Vapores de compostos orgânicos                               |
| B cinza                      | Gases e vapores ácidos (cloro)                               |
| AB marrom e cinza            | Gases e vapores orgânicos junto com solventes e gases ácidos |
| E amarelo                    | Anidrido sulfuroso e gás sulfídrico                          |
| K verde                      | Amônia   |
| ABEK Hg todas as cores acima | Todos os vapores acima e mais vapores de Hg                  |
| P1 branco                    | Partículas inertes   |
| P2 branco                    | Partículas tóxicas   |
| P3 branco                    | Partículas tóxicas finíssimas                                |

### Tipos de Máscaras e sua utilização. Sistema Americano

| Identificação  | Utilização   |
|----------------|--|
| preto          | Gases e vapores orgânicos                                      |
| amarelo        | Vapores de compostos orgânicos junto com gases ácidos          |
| branco         | Gases e vapores ácidos (cloro)                                 |
| marrom escuro  | Vapores de compostos orgânicos junto com gases ácidos e amônia |
| verde claro    | amônia   |
| verde escuro   | pesticidas   |
| laranja        | Hg   |
| F(P1)          | Pós e névoas   |
| Combinado (P2) | Pós fumos e Névoas   |
| H(P3)          | Pós fumos névoas e radionuclídeos e asbestos                   |

## Seção 4

### Manuseio de Substâncias Químicas

Antes da realização de um experimento o laboratorista deve procurar conhecer em detalhes os riscos que representa cada substância manipulada. As normas de manuseio dependem da classificação de risco de material. Aqui são apresentadas algumas regras básicas de manipulação de acordo com a classe de risco das diversas substâncias.

#### Inflamáveis (F)

Já chamamos a atenção para o fato de que uma grande parte dos incêndios é alimentada por produtos inflamáveis. Os incêndios, como veremos em mais detalhe, são causados pela junção de três fatores: a) surgimento de vapor, b) atmosfera oxidante e c) fonte de ignição e calor. A diminuição de qualquer um destes três diminui em muito os riscos de incêndios nos laboratórios. E aqui vem a regra básica para a manipulação deste tipo de material. Com não podemos, por motivos óbvios, remover o ar o que se faz é não permitir a convivência entre os vapores inflamáveis e uma fonte de ignição. Isto significa ter um maior controle sobre interruptores que dão origem a centelhas e nunca utilizar solventes inflamáveis próximo a fontes de calor como os bicos de Bunsen. Certamente a ventilação do laboratório é importante. Deixar janelas sempre abertas é uma prática aconselhável nos laboratórios onde este tipo de substância é sempre manipulado.

#### Explosivos (E)

Vamos considerar aqui o caso das *substâncias pirofóricas*, que são aquelas que reagem com o ar e com a umidade do ar espontaneamente. Estas substâncias, diferentemente dos inflamáveis, não precisam de uma fonte externa para dar início à reação com o ar. Dentre elas podemos citar o  $\text{LiAlH}_4$ , Ca, Ti e Zr. Devem ser guardadas em frascos lacrados e manipuladas em atmosfera inerte. As *misturas hipergólicas* são outra categoria que se encaixam nesta classificação. São misturas de substâncias que reagem violentamente produzindo calor e representando risco de incêndio. Como exemplo de misturas hipergólica temos  $\text{HClO}_4/\text{Mg}$ ,  $\text{HNO}_3/\text{Fenol}$ ,  $\text{HNO}_3/\text{Acetona}$ . Uma norma básica para o manuseio destas misturas é sempre manter a temperatura baixa e sob controle.

Dentre os compostos explosivos, para efeitos de manuseio, podemos considerar as substâncias que reagem com a água, pois elas, em geral, produzem hidrogênio e oxigênio, que podem levar a incêndios. Exemplos são os metais alcalinos (Li, Na e K). Reagem ainda com a água produzindo calor (reações muito exotérmicas) os haletos anidro de alumínio, o óxido de cálcio, o pentacloreto de fósforo e o trióxido de enxofre. A óbvia recomendação para estas substâncias é evitar o contato de grandes quantidades com água. Qualquer reação que faça uso deste material deve ser feita sob controle de temperatura e em pequena escala.

#### Oxidantes (O)

Nesta classe estão não só os peróxidos como as substâncias que podem formar peróxidos, estes por sua vez são compostos explosivos. Exemplos são o éter dietílico (cujo peróxido além de explosivo, por inalação pode ser fatal), tetrahydrofurano, azidas, azocompostos, percloratos e os cloratos. Os peróxidos, a partir destas substâncias, podem se formar pelo contato destas substâncias com o ar. Deve-se ainda mencionar o potássio metálico e a sodamida que formam os superóxidos (que contêm o ânion  $\text{O}_2^-$  em sua

estrutura). Estes compostos devem ser guardados em lugar seco, em frascos lacrados e sob refrigeração. Ao se manusear estes compostos deve-se evitar o uso de espátulas metálicas, dando preferência a espátulas de plástico, madeira ou cerâmica. Nunca se deve moer este tipo de compostos (no caso de peróxidos sólidos).

### **Corrosivos (C) e Irritantes (X)**

Estas duas classes, para efeito de manipulação, podem ser tratadas em conjunto. Como já vimos os compostos corrosivos e os compostos irritantes agem principalmente sobre a pele e os olhos. Ao se manipulá-los deve-se usar luvas e no caso dos compostos corrosivos voláteis deve-se usar obrigatoriamente a capela.

### **Tóxicos (T)**

O uso de luvas e máscaras protetoras para o manuseio deste tipo de substância é obrigatório. Os experimentos que se utilizam destes compostos devem ser conduzidos em áreas especialmente separadas para este fim. Este espaço reservado pode ser uma sala separada ou uma capela. As bancadas utilizadas para o experimento devem estar protegidas com uma cobertura. Após os experimentos estas bancadas devem ser descontaminadas e o laboratorista deve limpar bem as mãos e a parte exterior das luvas. Preferencialmente o avental não deve ser levado para outro ambiente.

## Seção 5

### Acondicionamento de Substâncias

O primeiro passo em um laboratório é fazer um inventário de controle. Este registro pode ser feito em um caderno ou mesmo em uma planilha de banco de dados. A guarda de reagentes deve, então, atender a critérios de segurança. O principal deles é a *compatibilidade*. Reagentes devem ser guardados, e separados, de acordo com sua classe de risco. A Tabela abaixo mostra as compatibilidades possíveis. Para cada classe de risco deve haver um local diferente, com separação física. Preferencialmente os reagentes não devem ser guardados no laboratório e sim em um espaço apropriado para isto – o almoxarifado. Esta prática, muito comum, leva a superlotação e à desordem no ambiente de trabalho, além do risco de se colocar lado a lado substâncias incompatíveis. Mantenha no laboratório apenas a quantidade de uso imediato. Ali os reagentes devem sempre estar à altura dos olhos e nunca devem ser guardados no chão. Preste atenção no prazo de validade dos reagentes. Material “vencido” não deve ser utilizado. Não guarde substâncias com rótulos comprometidos (ilegíveis), frascos com vazamentos ou tampas corroídas.

Tabela de compatibilidade de substâncias para armazenamento. (Carvalho 1999)

|   |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   | P   |   |   |   |   |   |
|  | I   | C   |   |   |   |   |
|  | I   | I   | C   |   |   |   |
|  | I   | I   | I   | C   |   |   |
|  | I   | I   | I   | I   | C   |   |
|  | P   | I   | I   | P   | C   | C   |

C – compatível I- incompatível P-precauções

Dentro desta tabela de compatibilidades algumas ressalvas devem ser feitas.

1.  $\text{HNO}_3$  não deve ser guardado com os demais ácidos e sim com os respectivos compostos de nitrogênio (nitratos e nitritos).
2.  $\text{HClO}_4$  não deve ser guardado com os demais ácidos e sim com os respectivos compostos de cloro (cloratos e percloratos).
3.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  deve ser guardado em separado.
4. Bases e ácidos (classe dos corrosivos) devem ser segregados, pois a proximidade pode levar a reações, especialmente os vapores de  $\text{NH}_3$ .

## Seção 6

### Riscologia e Toxicologia

#### Introdução

Para efeitos de emprego geral e não especializado definimos toxicologia como a ciência que estuda os tóxicos. No entanto seu sentido é bem mais amplo uma vez que toxicologia é a ciência que tem por objetivo os venenos, estudando as propriedades, os modos de ação e os métodos de análise deles. Sua finalidade principal é a proteção contra os efeitos nocivos. Assim sendo, uma definição mais aproximada para toxicologia seria a ciência que define os limites de segurança para os diversos agentes químicos.

A palavra tóxico vem do grego *toxikon* e significa veneno para colocar nas setas. Confundem-se, então, veneno e tóxico. Veneno ou agente tóxico é toda substância que, introduzida no organismo e por ele absorvida, perturba o estado conhecido como saúde, definido pela Organização Mundial de Saúde (OMS) com sendo *o completo bem estar físico, mental e social*.

Por toxicidade entendemos o caráter do que é tóxico. É uma propriedade inerente a toda matéria, manifestando-se sempre em um sistema biológico vivo e produzindo neste um dano.

O grau de toxicidade de uma substância química depende, não somente de sua natureza, mas também da quantidade e da forma pela qual o organismo é exposto a ela. Muitos compostos químicos são inalados como gases, vapores ou poeiras. Outros podem ser ingeridos por engano ou por acidente e outros, ainda, podem penetrar pela pele e adentrar no organismo através de absorção cutânea. A quantidade que pode ser absorvida sem danos à saúde varia grandemente de substância para substância.

A toxicologia está envolvida com relações muito complexas entre a matéria animada e as substâncias tóxicas. O corpo humano representa um sistema aberto, trocando matéria e energia com o ambiente através de numerosas reações, cada uma delas se encontrando em um estado de equilíbrio dinâmico. A penetração de substâncias tóxicas nas complexas e bem balanceadas estruturas de matéria animada pode provocar distúrbios maiores ou menores, reversíveis ou irreversíveis, nos processos e reações fisiológicas, causando desta forma efeitos tóxicos. A penetração de substâncias tóxicas no organismo é, de fato, o influxo de moléculas e íons através de membranas, membranas mucosas e membranas de barreiras representadas pela pele. Similarmente sua distribuição representa o influxo de moléculas e íons através de membranas de vários tipos de células e a eliminação deles representa o influxo destas moléculas e íons através de tais baterias de membranas. De fato o destino de substâncias tóxicas depende de suas propriedades físico-químicas, das propriedades do ambiente vital e daquelas das membranas.

#### Modo de Ação

O entendimento do modo de ação das substâncias tóxicas pode ser feito de acordo com:

- Grau de risco
- Sintomas clínicos (agudo ou crônico)
- Forma de entrada no organismo

Para o tema toxicologia química interessa o último modo. De acordo com ela são três as formas de penetração das substâncias no organismo:

- Inalação
- Absorção Cutânea
- Ingestão

### *Inalação*

A penetração pela via respiratória é a mais freqüente nas intoxicações industriais. Deve-se considerar não somente o caso de tóxicos gasosos, mas também o daquelas substâncias em estado finamente dividido, ou líquidos que possuem uma tensão de vapor apreciável, liberando vapores no ambiente de trabalho. Em razão disto pode-se afirmar que os perigos pela inalação são maiores quanto mais elevada a temperatura do ambiente de trabalho. Os riscos são mais pronunciados durante as estações quentes e no meio da jornada de trabalho.

A inalação de substâncias tóxicas pode também ocorrer com partículas sólidas muito finas, ou líquidos em suspensão no ar. Os aerodispersóides não são retidos mecanicamente nas vias aéreas superiores, e podem penetrar pelas ramificações mais finas da árvore respiratória, mesmo nos alvéolos pulmonares. Neste nível existe uma importante rede de capilares em contato com o epitélio respiratório que é extremamente delgado e que ocupa uma grande área (cerca de 90 m<sup>2</sup>). Assim ocorre uma difusão extremamente rápida dos contaminantes inalados e, de lá, sem intervenção de transformações detoxicantes, são transportados para as veias pulmonares e então para o coração. Deste ponto de vista as substâncias podem seguir para os vários sistemas, particularmente o sistema nervoso central.

Pela via respiratória podemos ter casos agudos e crônicos, estes últimos resultantes da exposição continuada por longos períodos a vapores, gases fumos e poeiras. A absorção pela via respiratória pode ser tão rápida como pela via intravenosa.

### *Absorção Cutânea*

A absorção através da pele é um caminho de entrada muito grande para muitas substâncias tóxicas. A pele pode ser considerada como uma capa multiprotetora com camadas múltiplas para o organismo. Ela inclui uma membrana lipídica que serve como barreira contra substâncias indesejáveis. Esta barreira, no entanto, não é contínua, sendo perfurada pelas raízes dos pelos e folículos que penetram profundamente na derme e no tecido sub-cutâneo. Desta forma há duas maneiras como as substâncias tóxicas podem entrar na pele. Por penetração transepidermal através da membrana lipídica. Isto é conseguido facilmente por substâncias lipossolúveis como os pesticidas e solvente orgânicos. Por penetração transfolicular, via raiz dos pêlos e folículos.

Além do que foi dito acima a penetração cutânea pelos agentes químicos é muito favorecida pelas lesões da epiderme. Tal fato é importante, pois é bem raro que a pele esteja rigorosamente intacta e, mesmo nestes casos, o agente pode, num primeiro estágio, alterar suficientemente a epiderme e mesmo a derme para permitir a absorção de agentes químicos. A absorção pelas feridas e queimaduras profundas é particularmente rápida, estando a barreira epiderme-derme suprimida e as trocas sanguíneas aumentadas.

### *Ingestão*

A ingestão ocorre, em geral, por descumprimento das normas de segurança. Ela é considerada como uma forma de exposição, ocupacional (exceto se ela ocorrer acidentalmente) e se as regras básicas de higiene ocupacional forem seguidas, a exposição devida a ingestão por contaminação das mãos, comida, bebida e cigarro não ocorrerá no ambiente de trabalho.

### **Classificação dos Vapores e Gases Tóxicos**

Uma vez que a inalação é o meio mais comum de ingestão de substâncias tóxicas no ambiente laboratorial, vale a pena examinar mais de perto esta classe de substância e suas classificações. Estão incluídas, neste contexto, o pó de substâncias finamente divididas e que pode se espalhar na atmosfera do laboratório. Este termo engloba ainda um grande número de substâncias químicas cuja característica comum é a ação tóxica que resulta em um processo inflamatório das superfícies tissulares com as quais elas entram em contato. Geralmente afetam o trato respiratório, a pele e os olhos.

Esta classe de substância se divide em:

- Irritantes Primários
- Irritantes Secundários
- Asfixiantes
- Anestésicos

### *Irritantes Primários*

Exemplos deste tipo de substância são os ácidos, a amônia, o cloro, a soda cáustica, dióxido de enxofre (que reage com o oxigênio do ar e com a água produzindo ácido sulfúrico) e os óxidos de nitrogênio em geral (que podem produzir ácido nítrico). Os irritantes primários são aqueles que exercem apenas ação local. Estas substâncias atuam sobre a membrana mucosa do aparelho respiratório e sobre os olhos, levando à inflamação, hiperemia (avermelhamento), desidratação, destruição da parede celular, necrose e ao edema (inchaço). Dentro do aparelho respiratório o local de ação dos irritantes primário dependerá da solubilidade dos mesmos em água. Os mais solúveis são absorvidos pelas vias superiores, dissolvendo-se na água presente nas mucosas, causando irritação. Os menos solúveis serão pouco absorvidos pelas vias aéreas superiores, alcançando o tecido pulmonar onde produzem o seu efeito.

Na exposição imediata ou aguda estes agentes provocam nas vias aéreas superiores rinite, faringite, laringite com quadro clínico de dor, coriza, espirros, tosse e irritação. Nas vias aéreas inferiores, eles provocam bronquite, broncopneumonia e edema, com quadro clínico de tosse e dispnéia (dificuldade de respirar). Na exposição prolongada em baixas concentrações, os gases e vapores irritantes provocam: bronquite crônica, conjuntivite, blefaro-conjuntivite, pterígio e queratite. A intensidade da irritação dessas substâncias depende de:

- Concentração da substância no ar e da duração da exposição.
- Propriedades químicas como a solubilidade em água.
- Frequência das exposições.
- Fatores anatômicos, fisiológicos e genéticos.

Os efeitos irritantes dessas substâncias são atribuídos essencialmente a uma excitação dos receptores neurais na conjuntiva e nas membranas mucosas do sistema respiratório que desencadeiam processos dolorosos e uma série de reflexos que levam à diminuição na frequência respiratória, diminuição na pressão arterial e a espasmos da glote, com sensação de sufocamento e tosse.

Nos pulmões a lesão ao parênquima provoca pneumonite. O edema pulmonar resulta de uma mudança na permeabilidade dos capilares que levam à passagem dos líquidos serosos para dentro dos alvéolos, impedindo as trocas gasosas.

#### *Irritantes Secundários*

Nesta classe de compostos está principalmente o sulfeto de hidrogênio (ácido sulfídrico). Os irritantes secundários são aqueles gases e vapores que, além da irritação local, provocam uma ação geral e sistêmica. São substâncias que além de causarem irritação primária em mucosas de vias respiratórias e conjuntivas, são absorvidas e distribuídas pelo organismo podendo atuar em outros sítios, como o sistema nervoso central.

#### *Asfixiantes Simples*

Dentre estas substâncias estão gases como o etano, propano, butano, acetileno, nitrogênio e o hidrogênio. São substâncias que levam o organismo à deficiência ou provação de oxigênio, sem que haja interferência direta na mecânica da respiração. São fisiologicamente inertes, cujo perigo está ligado à sua alta concentração pela redução da pressão parcial do oxigênio no ar. São substâncias que têm a propriedade comum de deslocar o oxigênio do ar e provocar asfixia pela diminuição da concentração do oxigênio no ar inspirado sem apresentarem outra característica em nível de toxicidade.

#### *Asfixiantes Químicos*

Como asfixiante químico podemos citar o monóxido de carbono. Estas substâncias produzem asfixia mesmo quando presentes em pequenas concentrações porque interferem no transporte do oxigênio pelos tecidos. São substâncias que produzem anoxia tissular (baixa oxigenação dos tecidos), interferindo no aproveitamento do oxigênio pelas células.

#### *Anestésicos*

Em geral os hidrocarbonetos acima do etano (propano, butano etc.) podem ser classificados como anestésicos gerais. Esta classe de substância é capaz de provocar depressão do sistema nervoso central, interferindo com o sistema neurotransmissor. Em consequência ocorrem perda de consciência, parada respiratória e morte. A afinidade dos hidrocarbonetos derivados do petróleo com o sistema nervoso rico em gordura, explica sua ação com anestésico.

**Informações de risco e toxicidade de alguns reagentes mais comuns no laboratório (Chrispino 1994).**

| <b>Substância</b>     | <b>Concentração máxima permitida no ar (mg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Dose letal por ingestão</b> |
|-----------------------|---|--------------------------------|
| Acetona               | 1200  | 50 g                           |
| Ácido Acético         | 12,3  | 0,5 g                          |
| Ácido Clorídrico      | 6,2   | 1,5 g                          |
| Ácido Fluorídrico     | 3,6   | 1 g                            |
| Ácido Nítrico         | 2,4   | 1 g                            |
| Ácido Perclórico      | 1,2   | 4 g                            |
| Ácido Sulfúrico       | 1,0   | 1 g                            |
| Amônia (sol 25% p/p)  | 120   | 30 mL                          |
| Anilina               | 6,1   | 1 mL                           |
| Benzeno               | 3,1   | 1 g                            |
| Butanol               | 120   | 30 g                           |
| Ciclohexano           | 490   | *                              |
| Clorofórmio           | *   | 10 mL                          |
| Etanol                | 1200  | 300 mL                         |
| Fenol                 | *   | 2 g                            |
| Formaldeído           | 6,1   | 60 mL                          |
| Hidróxido de Sódio    | 2,0   | 5 g                            |
| Isopropanol           | 490   | 250 mL                         |
| Metanol               | 245   | 60 mL                          |
| Naftaleno             | 12  | 2 g                            |
| Tetracloro de Carbono | 12  | 3 mL                           |

## Seção 7

### Risco de Incêndio

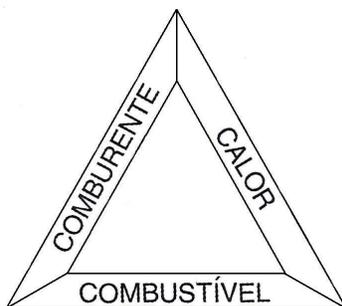
No laboratório a possibilidade de ocorrência de incêndio é um risco real. Portanto é importante ter informação acerca deste risco para podermos minimizá-lo. Neste contexto devemos diferenciar o Incêndio propriamente dito e o Princípio de Incêndio. O **Princípio de Incêndio** é a uma situação de ocorrência de fogo de mínimas proporções, embrionário, e que pode ser facilmente extinto pela utilização de um ou mais aparelhos extintores portáteis. O **Incêndio** é todo o fogo não controlado pelo homem que tenha a tendência de se alastrar e de destruir.

#### Química do Fogo

O fogo é a manifestação de uma reação de combustão violenta com produção de calor e luz. Ele é entendido como o resultado da combinação de três fatores:

- Combustível
- Comburente
- Calor

Na verdade trata-se da reação entre o material combustível e o comburente iniciado pelo calor. Estes três fatores fazem parte do que se chama de **Triângulo do Fogo**. É importante compreender que para que haja a ocorrência de incêndio ou princípio de incêndio é necessário que estes três fatores ocorram em conjunto. Ressalte-se que a ausência de um dos fatores impede o alastramento do fogo.



Triângulo do Fogo

Como material **combustível** temos dentro do laboratório, principalmente, os líquidos inflamáveis. Além deles, mas não com menos importância, temos madeira, algodão e papel, para mencionar alguns materiais. O **comburente** é essencialmente o oxigênio do ar (cerca de 21%). As fontes de **calor** dentro do laboratório são as estufas, chapas elétricas e interruptores que fornecem centelhas. Os laboratórios que trabalham com quantidades consideráveis de líquidos inflamáveis, principalmente os voláteis, devem tomar especial atenção com os interruptores devido às centelhas.

No laboratório devemos ter a preocupação de evitar as situações que levem ao princípio de incêndio e isto pode ser conseguido conhecendo-se as fontes de combustível e calor e evitando que elas entrem em contato, considerando que o oxigênio está sempre presente no ar. Algumas recomendações óbvias são:

1. Não deixar frascos de líquidos inflamáveis próximos a chapas elétricas ou estufas
2. Ventilar sempre bem o laboratório
3. Frascos de líquidos inflamáveis não devem também ser deixados perto dos interruptores

### **Classes de Incêndio e sua Extinção**

Os incêndios podem ser classificados de acordo com o material comburente e disto depende o método de extinção. Os incêndios **Classe A** são aqueles resultantes da queima de materiais comuns como madeira, papel, algodão e tecidos. Queimam em profundidade, deixando resíduos. O método de extinção requer o resfriamento (retirada de calor) que é conseguido com lançamento de jatos de água sobre o material em chamas. Os incêndios **Classe B** são aqueles que envolvem a queima de líquidos inflamáveis como gasolina, óleos e graxas. Queimam só na superfície e não deixam resíduo. O método de extinção é o abafamento (retirada de oxigênio). Para este fim lança-se sobre o material em chamas substâncias que liberam CO<sub>2</sub> na atmosfera em volta do material em chamas, diminuindo, assim, a concentração de oxigênio. Os incêndios **Classe C** são aqueles que envolvem equipamento elétrico energizado. O principal método de extinção é o abafamento. Finalmente devemos considerar os incêndios **Classe D** que são decorrentes da queima de material pirofóricos, especialmente metais como sódio, potássio e magnésio. A sua extinção é também conseguida por abafamento, mas neste caso deve-se usar material que não libere CO<sub>2</sub>, pois estes metais reagem com este gás.

## Seção 8

### Resíduos de Laboratório

Toda atividade laboratorial gera uma quantidade de material indesejável. São os resíduos. O seu descarte requer um tratamento especial, pois eles não podem simplesmente ser lançados à rede de esgoto sem um tratamento prévio adequado. Uma diretriz a ser adotada em todo laboratório em um primeiro momento é a de *reduzir* a escala dos experimentos, diminuindo, assim, a quantidade dos reagentes utilizados. O segundo passo é o de *reutilizar* estes resíduos. Muitos experimentos fazem uso de solventes que podem ser destilados ou de reagentes que permanecem íntegros como, por exemplo, o naftaleno e o ciclohexano utilizados na medição do abaixamento do ponto de fusão do ciclohexano. Outra possibilidade é a de *reciclar* os reagentes. Muitos produtos obtidos durante os experimentos podem ser transformados, por reações químicas, em substâncias que podem ser utilizadas novamente nos experimentos. Um bom exemplo é a determinação de cloretos pelo método de Mohr. Nesta prática gera-se grande quantidade de AgCl. Este material pode ser transformado em AgNO<sub>3</sub> para nova utilização nas titulações.

#### Recolhimento e Classificação

Para que os resíduos de laboratório possam ser eliminados de forma adequada é necessário ter-se à disposição recipientes de tipo e tamanho adequados. Os recipientes coletores devem ter boa vedação, ser confeccionados de material estável e em alguns casos serem combustíveis. Deve-se colocar em local ventilado principalmente quando contiverem solventes. Para se proteger de danos no transporte, ou prevenir vazamentos, é necessário se utilizar material de amortecimento (vermiculita). Os líquidos derramados podem ser absorvidos facilmente com uma mistura de areia, argila e carbonato de cálcio. Os frascos contendo resíduos devem ser claramente rotulados, inclusive com os símbolos de risco, e o seu armazenamento deve seguir as normas de compatibilidade expostas na Seção 5.

#### Armazenagem

Para a estocagem dos resíduos de laboratório recomenda-se que os frascos coletores sejam classificados de acordo com a Tabela abaixo.

|          |   |
|----------|---|
| <b>A</b> | Solventes orgânicos e soluções de substâncias orgânicas que não contenham halogênios.           |
| <b>B</b> | Solventes orgânicos halogenados, ou soluções com estes solventes.                               |
| <b>C</b> | Resíduos sólidos de produtos químicos orgânicos. Devem ser acondicionados em frascos plásticos. |
| <b>D</b> | Soluções salinas. Manter o pH entre 6 e 8.  |
| <b>E</b> | Resíduos inorgânicos tóxicos. Sais de metais pesados e suas soluções.                           |
| <b>F</b> | Compostos combustíveis tóxicos.   |
| <b>G</b> | Mercúrio e resíduos de seus sais inorgânicos.   |
| <b>H</b> | Resíduos de sais metálicos regeneráveis.  |
| <b>I</b> | Sólidos inorgânicos.  |

## Métodos para o Descarte de Algumas Substâncias

A seguir são apresentados alguns procedimentos para a eliminação e destruição de resíduos laboratoriais. Procedimentos mais específicos podem ser encontrados na literatura. Muitos dos procedimentos sugeridos abaixo são perigosos. Portanto faça a avaliação de risco antes de sua realização. Não deixe também de consultar a literatura especializada quando possível.

1. HIDRETOS ALCALINOS, ALCALIMIDAS, DISPERSÕES METÁLICAS. Suspende em dioxano, adicionar etanol ou isopropanol lentamente, agitando, até reação completa. Adicionar então, cuidadosamente, água até solução clara. Neutralizar. Lançar no esgoto.
2. HIDRETO DE ALUMÍNIO E LÍTIO. Suspende em éter, THF ou dioxano. Adicionar acetato de etilo gota a gota até consumo completo eventualmente em banho de gelo. Adicionar uma solução ácida 2 mol/L até clarificação. Lançar no esgoto.
3. BORO-HIDRETOS ALCALINOS. Dissolver em metanol e diluir com água. Adicionar etanol com agitação até solução completa e clara. Neutralizar. Lançar no esgoto.
4. ORGANILÍTIOS, REAGENTES DE GRIGNARD. Dissolver ou suspender num solvente inerte (éter, dioxano, tolueno). Adicionar álcool, depois água, ácido 2 mol/L, até clarificação. Lançar no esgoto.
5. SÓDIO. Adicionar em pedaços pequenos a etanol ou isopropanol, deixar repousar até todo o metal dissolver. Adicionar água cuidadosamente até solução clara. Neutralizar. Lançar no esgoto.
6. POTÁSSIO. Colocar em n-butanol ou terc.-butanol. Dissolver com aquecimento ligeiro, diluir com etanol e, seguidamente, água. Neutralizar. Lançar no esgoto.
7. CATALIZADORES DE HIDROGENAÇÃO. Nunca deitar no lixo (RISCO DE INCÊNDIO!!) Quantidades até 1g lavar bem em água corrente.
8. MERCÚRIO. Recolher para lavagem e recuperação. Todo aquele o que não puder ser recolhido deve ser destruído com pó de enxofre ou zinco.
9. METAIS PESADOS E SEUS SAIS. Precipitar (carbonatos, hidróxidos sulfuretos, etc). Filtar e recolher.
10. CLORO, BROMO, DIÓXIDO DE ENXOFRE. Absorver em NaOH 2 mol/L, ou amônia. Lançar no esgoto.

11. CLORETOS DE ÁCIDO, ANIDRIDOS DE ÁCIDO,  $\text{PCl}_3$ ,  $\text{POCl}_3$ ,  $\text{PCl}_5$ , CLORETO DE TIONILO, CLORETO DE SULFURILO. Adicionar com extremo cuidado  $\text{NaOH}$  2 mol/L ou muita água. Neutralizar. Lançar no esgoto.
12. ÁCIDO CLOROSSULFÔNICO, ÁCIDO SULFÚRICO CONCENTRADO E FUMEGANTE, ÁCIDO NÍTRICO CONCENTRADO. Adicionar à água gelada cuidadosamente com agitação e lentamente. Neutralizar. Lançar no esgoto.
13. SULFATO DE DIMETILO, IODETO DE METILO. Adicionar cuidadosamente à amônia 50%. Neutralizar, Lançar no esgoto. O material sujo deve ser lavado com amônia a 50%.
14. PERÓXIDOS. Reduzir com bissulfito, neutralizar. Lançar no esgoto.
15. ÁCIDO SULFÍDRICO, TIÓIS (MERCAPTANAS), TIOFENÓIS, ÁCIDO CIANÍDRICO, BROMETO E CLORETO DE CIANOGENIO, FOSFINA, SOLUÇÕES CONTENDO CIANETOS OU SULFETOS. Oxidar com Hipoclorito. Por mol de mercaptana utilizar cerca de 2 litros de hipoclorito (17%  $\text{Cl}$ , 9 mol de cloro activo). 0,4 litros por mol de cianeto. Diluir. Lançar no esgoto.
16. HIDROCARBONETOS HALOGENADOS. Este tipo de material é usado como solvente. Eles podem ser recuperados por destilação. Se misturados com solventes não halogenados devem ser incinerados. Quantidades menores (centenas de gramas) podem ser destruídas por hidrólise com solução alcoólica de  $\text{KOH}$ .
17. ÁLCOOIS E FENÓIS. Os álcoois podem ser incinerados. Os mais comuns são solúveis em água e antes do seu lançamento no esgoto podem ser diluídos. Fenóis representam um problema maior, pois são altamente tóxicos. Não devem em hipótese alguma ser lançados na rede de esgoto, pois nas estações de tratamento de água podem reagir com o cloro formando clorofenóis. Pequenas quantidades podem ser destruídas com  $\text{H}_2\text{O}_2$  na presença de um catalisador de ferro.
18. ÉTERES. O Dietileter pode ser misturado a um volume 10 vezes superior de uma solvente com alto ponto de ebulição para ser incinerado. Os demais éteres não devem, em hipótese algumas, ser lançados no esgoto.
19. ALDEÍDOS E CETONAS. Em geral estes compostos podem ser eliminados por incineração. Alguns aldeídos podem ser oxidados aos seus respectivos ácidos como uso de solução de  $\text{KMnO}_4$ . Os ácidos são menos tóxicos e podem ser lançados no esgoto após diluição.
20. AMINAS. Aminas podem ser incineradas. Jamais devem ser misturadas ou acondicionadas juntamente com ácidos. As aminas aromáticas podem ser transformadas nos arenos correspondentes que são menos tóxicos. CUIDADO!! As aminas aromáticas causam muitos efeitos adversos na hemoglobina.

## **Bibliografia**

- Camilo Jr A B (1999) *Manual de Prevenção e Combate a Incêndios*. SENAC. São Paulo.
- Carvalho P R (1999) *Boas Práticas Químicas em Biossegurança*. Editora Interciência. Rio de Janeiro.
- Chripino A (1994) *Manual de Química Experimental*. Ed. Ática. São Paulo. 2 ed. Cap. 2
- Committee on Hazardous Substances in the Laboratory (1983) *Prudent Practices for Disposal of Chemicals from Laboratory*. National Research Council. National Academy Press. Washington DC
- Hall S K (1994) *Chemical Safety in the Laboratory*. Lewis Publishers. Boca Raton.
- Luxon S G (1992) *Hazards in the Chemical Laboratory*. Royal Society of Chemistry. Cambridge.
- Zakrzewski S F (1990) *Principles of Environmental Toxicology*. American Chemical Society Series 190. ACS. Washington. 2 ed.

## **Sites Consultados em 06/03/2005**

- [http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab\\_virtual/riscos\\_quimicos.html](http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/riscos_quimicos.html)
- <http://quimica-na-web.planetaclix.pt/segur/1seg.html>
- <http://quimica-na-web.planetaclix.pt/segur/1risc.html>
- <http://quimica-na-web.planetaclix.pt/segur/1riscseg.html>
- <http://www.fenix-ambiental.com.br/ppcrq4/artigo.htm>
- [http://www.unb.br/ib/manual\\_segur\\_em\\_laboratorios\\_ib.htm](http://www.unb.br/ib/manual_segur_em_laboratorios_ib.htm)
- <http://www.iq.unesp.br/cipa/descscipa.htm>
- <http://www.dq.fct.unl.pt/QOF/TPQO/segura.html>
- <http://www.quimica.ufpr.br/~ssta/elimina.html>
- <https://www.cppse.embrapa.br/residuos/proce.htm>
- <http://www.qca.ibilce.unesp.br/prevencao/protocolo.htm>

<http://quimica-na-web.planetaclix.pt/seguran.html>

[http://www.nmsu.edu/~safety/programs/chem\\_safety/NFPA-ratingA-C.htm](http://www.nmsu.edu/~safety/programs/chem_safety/NFPA-ratingA-C.htm)