Diretrizes para Segurança Química em Laboratórios de Ensino Médio

Sociedade Americana de Química

Publicado por American Chemical Society 1155 Sixteenth Street, NW Washington, DC 20036 COPYRIGHT 2016

SOCIEDADE AMERICANA DE QUÍMICA

### Diretrizes para Segurança Química em Laboratórios de Ensino Médio

**Disclaimer:**

*Acredita-se que a orientação contida nesta publicação seja confiável, mas não se destina a especificar padrões legais mínimos ou representar a política da American Chemical Society. Nenhuma garantia, garantia ou representação é feita à American Chemical Society quanto à precisão ou suficiência das informações aqui contidas, e a American Chemical Society não assume nenhuma responsabilidade em relação a isso. Os usuários dessas diretrizes devem consultar as leis locais, estaduais e federais pertinentes e aconselhamento jurídico antes de iniciar qualquer programa de prevenção de acidentes.*

### ÍNDICE

* CONFIRMAÇÕES
* PREFÁCIO
* **Resultados de Aprendizagem Sugeridos**
* **Reconheça os perigos**
  + Regras Gerais de Segurança
  + Organizações de Saúde e Segurança
  + Perigo versus Risco
  + Sistema Globalmente Harmonizado para Classificação de Produtos Químicos Perigosos
  + Sistema de Identificação de Perigos da Associação Nacional de Proteção contra Incêndios
  + Materiais inflamáveis
  + Sinalização Específica para Laboratório para Inflamáveis
    - *Triângulo de Fogo*
    - *Tetraedro de Fogo*
    - *Classes de Incêndios*
    - *Tipos de Extintores*
  + Etiquetas de Produtos Químicos
  + Fichas de dados de segurança
    - *Números e títulos das secções SDS*
  + Termos que todos os professores de química e outros professores de ciências devem saber
    - *Vias de Exposição*
    - *Tipos de Limites de Exposição*
    - *Exemplos de Tóxicos Agudos*
    - *Exemplos de Tóxicos Crônicos*
  + Produtos químicos incompatíveis
  + Perigos comuns de laboratório
  + Considerações sobre a eliminação de resíduos
  + Plano de Higiene Química
  + Vidraria e Equipamentos Básicos de Laboratório
* **Avaliar os riscos dos perigos**
  + Antes de um experimento
  + Durante um experimento
  + E se ocorrer uma emergência?
  + Depois de um experimento
* **Minimizar os riscos dos perigos**
  + Antes de um experimento
  + Durante um experimento
  + Depois de um experimento
* **Prepare-se para emergências de perigos não controlados**
  + Preparação para emergências
    - *Equipamentos de Segurança Recomendados*
    - *Saídas e Simulados de Emergência*
    - *Resposta a emergências*
  + Considerações Especiais no Laboratório
    - *Artigos de vidro quebrados*
    - *Incêndios*
    - *Derramamentos*
    - *Derramamentos de mercúrio*
    - *Derramamentos de líquidos voláteis*
* APÊNDICE A: GLOSSÁRIO DE ABREVIATURAS E SIGLAS
* APÊNDICE B: DIRECTRIZES DE SEGURANÇA DA AMOSTRA E CONTRATO DE SEGURANÇA

### *Confirmações*

***Este guia foi produzido pela Força-Tarefa de Educação em Segurança Química (CCS) do Comitê de Segurança Química (CCS) da ACS.***

#### MEMBROS DA FORÇA-TAREFA

**CO-PRESIDENTES DA TASK FORCE**

**Kirk Hunter,** *Colégio Técnico do Estado do Texas, Waco, TX*

**W.H. "Jack" Breazeale,** *Universidade Francis Marion, Florença, SC*

##### Ensino secundário

**Jennifer Panther Bishoff** *Southern Garrett High School, Parque Mountain Lake, MD*

**Escola Secundária Regis Goode** *Ridge View, Columbia, SC*

**Karlo Lopez** *Universidade Estadual da Califórnia Bakersfield, Bakersfield, CA*

**Patricia Redden** *Universidade de São Pedro, Jersey City, NJ*

##### Ensino de Graduação de dois e quatro anos

**Universidade Georgia Arbuckle** *Rutgers, Camden, NJ*

**Universidade Edgar Arriaga** *de Minnesota, Minneapolis, MN*

**Colégio Joe Crockett**  *Bridgewater, Bridgewater, VA*

**Julie Ellefson** *Harper College, Palatino, IL*

**Ken Fivizzani** APOSENTADO *Nalco Company, Naperville, IL*

**Steven Fleming** *Temple University, Filadélfia, PA*

**Faculdade Frank Torre**  *Springfield, Springfield, MA*

##### Ensino de Graduação e Pós-Graduação

**Universidade Dom Casadonte** *Texas Tech, Lubbock, TX*

**Universidade Anna Dunn** *de Michigan, Ann Arbor, MI*

**Universidade Scott Goode** *da Carolina do Sul, Columbia, SC*

**Robert H. Hill** EX-PRESIDENTE (2012–2014) COMITÊ DE SEGURANÇA QUÍMICA (CCS) *Battelle Memorial Institute, Atlanta, GA*

**Neal Langerman** *Segurança Química Avançada, Inc., San Diego, CA*

***Além dos membros da Força-Tarefa, as contribuições das seguintes pessoas e grupos para este documento são agradecidas.***

**Universidade David C. Finster** *Wittenberg, Springfield, OH*

**Elizabeth M. Howson** 2015–2017 CCS CHAIR *Morristown, Nova Jérsia*

**Comité de** *Segurança Química (CCS) da ACS*

**Comissão de Formação Profissional da ACS** *(CPT)*

**Divisão de** *Saúde e Segurança Química (CHAS) da ACS*

**Marta U. Gmurczyk** LIGAÇÃO DO PESSOAL DA ACS AO CCS ACS*, Washington, DC*

**Raihanah Rasheed** ACS ASSISTANT STAFF LIGAÇÃO AO CCS ACS*, Washington, DC*

### PREFÁCIO

Todos os professores de ciências devem ter uma base sólida na cultura de segurança científica adequada ao seu nível educacional. Embora essa exigência se aplique a educadores de ciências do ensino fundamental, médio e superior, esta publicação é destinada principalmente ao professor de química do ensino médio.

#### RAMPA

As diretrizes desta publicação foram desenvolvidas utilizando o conceito RAMP para segurança científica.1 RAMP[[1]](#footnote-1) é um acrônimo para ajudar educadores e alunos a manter a segurança científica na vanguarda de seu trabalho em um ambiente de laboratório. Robert H. Hill e David C. Finster cunharam o termo em seu livro *Laboratory Safety for Chemistry Students*.1 RAMP significa:

**R Reconhecer os perigos A Avaliar os riscos dos perigos M Minimizar os riscos dos perigos P Preparar-se para emergências de perigos não controlados**

Os cientistas industriais costumam afirmar que é fácil dizer quando a atenção de um indivíduo à segurança do laboratório começou. Aqueles graduados com bacharelado, mestrado ou doutorado, que realmente entendem a importância da segurança em laboratório, tiveram sua educação em segurança iniciada no nível de ensino médio e continuada ao longo de seus estudos de graduação.

Essas diretrizes foram desenvolvidas para ajudar os professores do ensino médio em todas as disciplinas de ciências a aumentar progressivamente sua compreensão das melhores práticas para garantir a segurança de seus alunos e de si mesmos na experiência de aprendizado científico. Espera-se que essas diretrizes ajudem os professores a nutrir uma cultura de segurança científica no início da carreira acadêmica e profissional dos alunos. Espera-se também que essas diretrizes preparem os professores para lidar com qualquer incidente ou situação de emergência que possa surgir na sala de aula ou laboratório de ciências.

### Resultados de Aprendizagem Sugeridos

Abaixo estão os resultados que os professores devem esperar dos alunos. Os professores que usam essas diretrizes de educação em segurança podem projetar aulas e avaliações para garantir que esses resultados sejam integrados às atividades curriculares.

Os alunos devem ser capazes de definir, explicar e entender os seguintes termos e conceitos em um nível básico.

#### RECONHECER OS PERIGOS

##### Termos para definir ou explicar

* Toxicidade aguda
* Alérgeno
* Asphyxiant
* Temperatura de autoignição
* Carcinógeno
* Toxicidade crônica
* Gás comprimido
* Corrosivo
* Criogênio
* Risco elétrico
* Agência de Proteção Ambiental (EPA)
* Inflamabilidade
* Ponto de fulgor
* Sistema Globalmente Harmonizado (GHS)
* Halogênio
* Perigo
* Produtos químicos incompatíveis
* Agente mutagênico
* Associação Nacional de Proteção contra Incêndios (NFPA)
* Tóxico para órgãos
* Administração de Segurança e Saúde Ocupacional (OSHA)
* Equipamentos de proteção individual (EPIs)
* Pirofórico
* Radioatividade
* Sistema RAMP
* Risco
* Reação descontrolada
* Ficha de Dados de Segurança (SDS)
* Teratógeno
* Toxicidade

##### Terminologia e Conceitos Básicos

1. Diferencie entre perigo e risco.
2. Defina toxicidade aguda e crônica e cite alguns exemplos de cada uma.
3. Indique os efeitos gerais que os corrosivos têm na pele.
4. Indicar os perigos gerais associados à utilização e armazenamento de produtos químicos inflamáveis normalmente utilizados em laboratório.
5. Explique a afirmação "A dose faz o veneno".
6. Explique por que a redução da escala reduz o risco.

##### Etiquetas, SDS e EPIs

1. Explique o significado dos pictogramas de perigo GHS.
2. Interpretar informações dadas em um diamante NFPA.
3. Identificar e descrever o uso de EPIs básicos.

##### Segurança Laboratorial Básica

1. Indique as regras gerais para trabalhar com segurança em um ambiente de laboratório químico.
2. Descreva as possíveis vias de exposição de um material perigoso.
3. Explique por que alimentos e bebidas não são permitidos em um laboratório químico.
4. Liste as considerações gerais para a eliminação adequada dos resíduos.

##### Agências Reguladoras e Regulações

1. Indique a finalidade das agências reguladoras (por exemplo, OSHA, EPA).

#### AVALIAR OS RISCOS DOS PERIGOS

##### Rótulos

1. Interpretar as informações fornecidas no rótulo de uma substância química pelo fabricante.

#### MINIMIZAR OS RISCOS DOS PERIGOS

##### Conceitos Gerais

1. Explique por que o "sistema amigo" é usado em ambientes de laboratório.
2. Explique por que vários materiais inflamáveis e combustíveis devem estar disponíveis em quantidades limitadas em laboratórios.
3. Discuta as precauções de segurança ou as melhores práticas que devem ser seguidas ao transferir materiais inflamáveis de um recipiente para outro.
4. Explicar as razões para seguir protocolos escritos e procedimentos operacionais padrão (POPs) para atividades e experimentos de laboratório.
5. Explique o propósito de uma boa limpeza.
6. Demonstre uma boa limpeza mantendo um espaço de trabalho limpo e ordenado.
7. Identificar e demonstrar o uso adequado de equipamentos de proteção individual (EPIs) para determinada atividade laboratorial.
8. Identificar e demonstrar o uso adequado de equipamentos de segurança comuns de laboratório (por exemplo, chuveiro de segurança, estação de lavagem de olhos, manta de incêndio, extintor de incêndio).
9. Descrever e demonstrar métodos para evitar derramamentos devido à queda de contêineres, ou ao transferir e transportar produtos químicos.
10. Descrever e demonstrar o uso apropriado de equipamentos comuns de laboratório para aquecimento (por exemplo, queimadores de Bunsen, placas quentes, queimadores de álcool, velas, pistolas de calor, fornos de laboratório).
11. Descrever as precauções básicas para as seguintes operações laboratoriais comuns: separações cromatográficas, destilações, refluxo, recristalização, extração, agitação.
12. Explicar os perigos do mercúrio e as formas de minimizar as exposições, incluindo planos para eliminar equipamentos contendo mercúrio dos laboratórios.

##### Planeamento

1. Prepare uma lista de verificação de segurança para todas as atividades do laboratório usando o conceito de RAMP.
2. Preparar e conduzir uma breve apresentação de segurança apropriada ao ambiente e à atividade do laboratório.

##### PPE

1. Descreva os vários tipos de proteção ocular e seus usos apropriados.
2. Descrever e discutir medidas de proteção da pele (por exemplo, roupas, luvas, ferramentas).
3. Explique por que o material e a construção das luvas devem ser considerados ao selecionar o EPI adequado.
4. Dado um gráfico de seleção de luvas, selecione o material e a construção da luva adequados para uma operação de laboratório ou exposição química potencial.
5. Selecione e use EPIs apropriados enquanto estiver no laboratório.

##### Ventilação

1. Descrever o uso e o funcionamento adequados de exaustores químicos e sistemas de ventilação.

##### Farelos

1. Demonstrar o descarte adequado de "materiais perfurocortantes".
2. Descrever métodos de eliminação adequados para vidrarias danificadas. Demonstre os procedimentos adequados para evitar lacerações durante o manuseio de vidraria, intactos ou quebrados.

##### Inventário, armazenamento e segurança

1. Descrever o uso adequado de armários de segurança e procedimentos apropriados para o armazenamento de corrosivos e produtos químicos inflamáveis.
2. Explique por que os produtos químicos incompatíveis devem ser armazenados separadamente.
3. Descreva as etapas necessárias para evitar que produtos químicos incompatíveis entrem em contato uns com os outros.

##### Resíduos Químicos e Destinação

1. Descreva os protocolos apropriados para o manuseio e descarte de sobras de produtos químicos e resíduos químicos.
2. Explique por que o descarte de resíduos químicos despejando-os pelo ralo ou colocando-os na lixeira geralmente não é apropriado.

##### Derramamentos e Prevenção de Derramamentos

1. Demonstrar o uso adequado de carregadores de garrafas.
2. Use técnicas apropriadas para transferir gases, líquidos e sólidos de recipientes de armazenamento para equipamentos de laboratório.
3. Descrever e demonstrar como os derramamentos de sólidos e líquidos podem ser minimizados e contidos durante as operações de pesagem.

#### PREPARE-SE PARA EMERGÊNCIAS DE PERIGOS NÃO CONTROLADOS

##### Preparação Geral

1. Identificar a localização de todas as saídas e equipamentos de segurança do laboratório (por exemplo, chuveiro de segurança, estação de lavagem ocular, extintor de incêndio, kit de primeiros socorros).

##### Resposta a emergências

1. Responder adequadamente por políticas institucionais a situações de emergência no laboratório (por exemplo, derramamentos, incêndios).
2. Participar de um exercício de saída de emergência ou evacuação para o laboratório.

##### Primeiros socorros

1. Demonstrar procedimentos básicos de primeiros socorros para pequenos acidentes de laboratório.
2. Demonstre o uso adequado de um chuveiro de segurança e uma estação de lavagem ocular.

##### Incêndios

1. Descreva os componentes do triângulo de fogo e do tetraedro de fogo.
2. Descreva as classes de incêndios e como usar diferentes tipos de extintores.

##### Derramamentos

1. Demonstre técnicas adequadas para limpar derramamentos acidentais de ácidos, bases, compostos orgânicos e mercúrio.

### R A M P - Reconhecer os perigos

O primeiro princípio da segurança laboratorial é reconhecer os perigos de produtos químicos, equipamentos e procedimentos. Esta seção fornece informações básicas sobre como identificar perigos.

#### Regras Gerais de Segurança

É imprescindível criar uma cultura de segurança na sala de aula de ciências desde o primeiro encontro da turma. Incutir uma compreensão geral da segurança no laboratório é responsabilidade do professor. Existem muitos recursos para orientar o educador na adoção de um conjunto adequado de regras de segurança para um determinado ambiente laboratorial. A lista de regras pode ser extensa. Portanto, recomenda-se que a lista para os alunos seja gerenciável e específica para uma determinada classe e ambiente. Não só um conjunto de orientações deve ser dado e explicado aos alunos; Também é importante providenciar um contrato de segurança para que os alunos e seus pais ou responsáveis assinem o documento.

O contrato de segurança fornece a evidência de que você, o professor, leva a segurança a sério e que você tem um plano para operar um ambiente de laboratório seguro. Em um esforço para garantir que os alunos não apenas tenham lido as diretrizes de segurança, mas também as entendam, recomenda-se que cada aluno demonstre conhecimento em uma avaliação, como um questionário. A avaliação demonstra responsabilidade de que os alunos estão familiarizados com as expectativas de segurança no laboratório e que o professor enfatiza uma cultura de segurança.[[2]](#footnote-2)

#### Organizações de Saúde e Segurança

As seguintes agências estão envolvidas com a saúde e segurança dos indivíduos no laboratório.

| **Agências** |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Acrônimo** | **Nome completo** | **Objetivo e Website** |
| CDC | Centros de Controle e Prevenção de Doenças | Investigação:  Protege a saúde e a segurança públicas por meio do controle e prevenção de doenças, lesões e incapacidades  [**www.cdc.gov**](http://www.cdc.gov/) |
| EPA | Agência de Proteção Ambiental | Regulatório:  Riscos ambientais, de segurança e de saúde  [**www3.epa.gov**](http://www3.epa.gov/) |
| NFPA | Associação Nacional de Proteção contra Incêndios | Códigos de incêndio e construção:  Reduz a carga mundial de incêndio e outros perigos  [**www.nfpa.org**](http://www.nfpa.org/) |
| NIOSH | Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional | Investigação:  Realiza pesquisas e recomenda formas de prevenir lesões e doenças  [**www.cdc.gov/niosh**](http://www.cdc.gov/niosh) |
| OSHA | Administração de Segurança e Saúde Ocupacional | Regulatório:  Riscos para a segurança e a saúde no local de trabalho  [**www.osha.gov**](http://www.osha.gov/) |

#### Perigo versus Risco

Os termos "perigo" e "risco" são frequentemente usados de forma intercambiável, mas há uma diferença distinta. Um ***perigo*** é qualquer fonte de dano potencial ou dano à saúde ou à vida de um indivíduo sob certas condições, seja no trabalho ou em casa.

| **Exemplos de perigos e seus efeitos** |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de Perigo** | **Exemplo** | **Dano potencial** |
| Item | Vidro quebrado | Cortar |
| Substância | Hidróxido de sódio | Bolhas na pele |
| Fonte de energia | Bico de Bunsen | Queimar |
| Condição | Piso molhado | Escorregar e cair |

***Risco*** é a chance ou probabilidade de uma pessoa ser prejudicada ou sofrer um efeito adverso à saúde se exposta a um perigo. Por exemplo, um piso molhado é um perigo, e há uma probabilidade (risco) de que alguém possa ser ferido por escorregar e cair. Os riscos podem ser reduzidos tomando medidas para minimizar ou controlar o perigo. Por exemplo, o risco de queda poderia ser reduzido colocando placas alertando sobre o piso molhado ou bloqueando o acesso à área onde o perigo existe.

***A avaliação de risco*** é o processo de estimar a probabilidade de dano de um perigo (a gravidade do perigo multiplicada pela probabilidade de exposição ao perigo) considerando o processo ou o procedimento laboratorial que será usado com o perigo. A realização de uma avaliação de risco envolve estimar o risco e, em seguida, identificar etapas para minimizar o risco – reduzindo a quantidade do perigo que está sendo manuseado, usando capuzes químicos e barreiras de proteção, elaborando procedimentos seguros para lidar com o perigo e usando equipamentos de proteção individual (EPIs). Todos os professores de química e ciências que trabalham com os alunos no laboratório devem saber como realizar e documentar uma avaliação de risco.

#### Sistema Globalmente Harmonizado para Classificação de Produtos Químicos Perigosos

O Sistema Globalmente Harmonizado (GHS) é um sistema adotado internacionalmente para a classificação e rotulagem de produtos químicos perigosos. Inclui critérios estabelecidos para classificar os perigos e para categorizar (ou classificar) os perigos de acordo com os seus riscos relativos. O GHS fornece linguagem e símbolos estabelecidos para cada classe de perigo e cada categoria dentro de uma classe.

Essa linguagem inclui uma *palavra-sinal* (como "perigo" ou "aviso"), um símbolo *ou* pictograma *(como uma chama dentro de um diamante de borda vermelha), uma* declaração de  *perigo (como "*  causa danos oculares graves") e *declarações de precaução* para o uso seguro do produto químico.

Uma parte importante deste sistema de classificação de perigo é o conjunto de critérios que descrevem uma determinada classe de perigo (por exemplo, líquidos inflamáveis) e as classificações (categorias) dos perigos dentro de cada classe de perigo. As categorias de perigo são numeradas de 1 a talvez até 5. O importante é saber que quanto MENOR o número, MAIOR a gravidade do perigo; assim, os perigos da categoria 1 são os mais perigosos. Você também deve saber que este sistema de numeração GHS  *é o oposto* do sistema de classificação NFPA, sob o sistema NFPA, a classificação mais perigosa é 4 (veja a página 25), enquanto 0 representaria um perigo mínimo.

O GHS foi desenvolvido para identificar ao usuário de um material tanto os perigos quanto os riscos associados aos produtos químicos. A EPA, a OSHA e o Departamento de Transportes dos EUA adotaram o GHS para uso nos Estados Unidos. Espera-se que os professores de ciências compreendam e usem a palavra-sinal, o símbolo, a declaração de perigo e a declaração de precaução do GHS. Esses itens são adequadamente colocados em rótulos comerciais encontrados em embalagens de produtos químicos e em Fichas de Dados de Segurança (SDSs). A prática prudente seria transferir a palavra sinal e o símbolo para os rótulos dos recipientes secundários.

| **Símbolos de perigo GHS e suas definições** |  |
| --- | --- |
| **Símbolo GHS** | **Classe GHS** |
|  | **Explosivo**   * Explosivos * Substâncias auto-reativas * Peróxidos orgânicos |
|  | **Inflamável**   * Gases, aerossóis, líquidos e sólidos inflamáveis * Líquidos ou sólidos pirofóricos * Substâncias auto-aquecedoras * Substâncias auto-reativas * Substâncias que emitem um gás inflamável em contato com a água * Peróxidos orgânicos |
|  | **Corrosivo**   * Corrosão/queimaduras cutâneas * Danos oculares * Corrosivo para metais |
|  | **Oxidante**   * Gases, líquidos e sólidos oxidantes |
|  | **Gás comprimido**   * Gases sob pressão |

| **Símbolo GHS** | **Classe GHS** |
| --- | --- |
|  | **Substância tóxica**   * Substâncias agudamente tóxicas que podem ser fatais ou tóxicas se inaladas, ingeridas ou absorvidas pela pele |
|  | **Irritante**   * Irritante (pele e olhos) * Sensibilizador cutâneo * Toxinas agudas * Efeitos narcóticos * Irritantes do trato respiratório * Perigoso para a camada de ozônio (não obrigatório) |
|  | **Perigo para a saúde**   * Sensibilizantes respiratórios * Agentes cancerígenos * Mutagénicas * Toxinas reprodutivas * Toxinas de órgãos-alvo, exposição única ou exposição repetida * Toxinas de aspiração |
|  | **Perigo Ambiental (não obrigatório)**   * Toxinas aquáticas agudas * Toxinas aquáticas crônicas |

*Fonte:* UNECE. Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos, 2015. [www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs\_welcome\_e.html](http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_welcome_e.html) (acessado em 1º dez. 2015).

#### Sistema de Identificação de Perigos da Associação Nacional de Proteção contra Incêndios

A National Fire Protection Association (NFPA) desenvolveu um sistema de identificação de perigo para equipes de emergência que ainda está em uso hoje. No passado, alguns fabricantes de produtos químicos usavam diamantes NFPA em seus produtos, mas agora os rótulos são obrigados a usar a rotulagem GHS. Esta seção explica brevemente o sistema NFPA.

O diamante NFPA fornece uma representação visual rápida do perigo para a saúde, inflamabilidade, reatividade e perigos especiais que um produto químico pode representar durante um incêndio. O diamante NFPA consiste em quatro campos codificados por cores: azul, vermelho, amarelo e branco. Os campos azul, vermelho e amarelo — que representam perigo à saúde, inflamabilidade e reatividade, respectivamente — usam uma escala de numeração que varia de 0 a 4. Um valor de 0 significa que o material não representa essencialmente nenhum perigo, enquanto uma classificação de 4 indica perigo extremo. O campo branco é usado para transmitir perigos especiais.

*Nota: O sistema de numeração no Sistema de Identificação de Perigos NFPA e o sistema de numeração no GHS são opostos; valores mais altos no sistema NFPA indicam maiores riscos, e o oposto é verdadeiro para o GHS.*

Deve-se entender que o sistema NFPA foi projetado para transmitir informações de segurança aos socorristas de emergência, como os bombeiros. Não foi concebido para notificar o utilizador dos perigos dos produtos químicos no ambiente de laboratório. Informações adicionais devem estar disponíveis, como símbolos GHS e SDSs. O SDS é discutido na seção intitulada "Fichas de dados de segurança".

| **Sistema de Identificação de Perigos NFPA** |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **DIAMANTE AZUL**  *Perigo para a saúde* | **Diamante VERMELHO**  *Perigo de Incêndio* (Pontos de Fulgor) | **DIAMANTE AMARELO**  *Reactividade* | **Diamante BRANCO**  *Perigo especial* |
| **4** Mortais | **4** Abaixo de 73 °F | **4** de maio Detonar | **ÁCIDO** – Ácido |
| **3** Perigo extremo | **3** Abaixo de 100 °F | **3** Choque e calor podem detonar | **ALK** – Álcali |
| **2** Perigoso | **2** Acima de 100 °F  Não superior a 200 °F | **2** Mudança química violenta | **COR** – Corrosivo |
| **1** Ligeiramente perigoso | **1** Acima de 200 °F | **1** instável se aquecido | **OXY** – Oxidante |
| **0** Material Normal | **0** Não vai queimar | **0** Estável | Radioativo |
|  |  |  | ~~W~~ Não Uso de Água |

*Nota: O gráfico é apenas para referência. Consulte a norma NFPA 704 para obter especificações completas.*

#### Materiais inflamáveis

O uso seguro de materiais inflamáveis e combustíveis é de responsabilidade do professor.

Quando esses materiais são usados indevidamente em demonstrações, como a "Demonstração do Arco-Íris",[[3]](#footnote-3) podem ocorrer ferimentos graves em alunos e professores.

Os professores NUNCA devem abrir uma garrafa de líquido inflamável na presença de uma chama ou superfície quente (que é uma fonte de ignição). São os vapores de líquidos inflamáveis que são inflamáveis, então quando se abre uma garrafa e a inclina para despejar o líquido, a primeira coisa que sai da garrafa é uma nuvem de vapor invisível, altamente inflamável, que se inflamará imediatamente após o contato com uma chama ou fonte de ignição (uma superfície quente ou uma faísca). É por isso que esta demonstração não deve ser realizada em uma mesa ou banco aberto.

Por exemplo, foram relatados recentemente numerosos incidentes envolvendo a Manifestação do Arco-íris, onde alunos e professores ficaram gravemente feridos. Esta demonstração ilustra cores de chama metálica usando álcool metílico ou álcool etílico. Ambos os álcoois são líquidos e vapores extremamente inflamáveis. O uso desta demonstração é desencorajado; no entanto, pode ser realizada com segurança SOMENTE por demonstradores treinados e experientes. Veja a referência abaixo para alternativas e precauções para esta demonstração.

#### Sinalização Específica para Laboratório para Inflamáveis

| **Triângulo de Fogo** |  |
| --- | --- |
| **Três ingredientes são essenciais para produzir um fogo**  **Esses ingredientes são representados em cada lado do triângulo de fogo** |  |
|  | **1.** Oxigênio suficiente para sustentar a combustão |
|  | **2.** Calor suficiente para elevar o material à sua temperatura de ignição |
|  | **3.** Algum tipo de combustível ou material combustível |
|  | *Fonte da imagem:* Wikimedia. Triângulo de Fogo. http://upload.wikimedia.org/wi triângulo kipedia/commons/thumb/2/20/Fire\_. [svg/330px-Fire\_triangle.svg.p ng](http://upload.wikimedia.org/w%20ikipedia/commons/thumb/2/20/Fire_%20triangle.svg/330px-Fire_triangle.%20svg.png) (acessado em 19 de junho de 2015). |

| **Tetraedro de Fogo** |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Quando uma reação química em cadeia é adicionada ao triângulo de fogo, ele se torna um tetraedro de fogo Quatro itens são necessários para produzir um incêndio** |  |  |
|  | **1.** Oxigênio |  |
|  | **2.** Calor |  |
|  | **3.** Combustível ou material combustível |  |
|  | **4.** Uma reação química |  |
|  | *Fonte da imagem:* Wikimedia. Tetraedro de fogo. [https://upload.wik imedia.org/wikipedia/ commons/thumb/9/99/Fi re\_tetrahedron.](htt%20ps://upload.wikimedia%20.org/wikipedia/common%20s/thumb/9/99/Fire_tet%20rahedron.svg/220px-Fi%20re_tetrahedron.svg.pn%20g) [svg/220px-Fire\_te traedro.svg.png](ht%20tps://upload.wikimedi%20a.org/wikipedia/commo%20ns/thumb/9/99/Fire_te%20trahedron.svg/220px-F%20ire_tetrahedron.svg.p%20ng) (acessado em 19 de junho de 2015). |  |
| **Uma das quatro partes do tetraedro deve ser endereçada para prevenir ou parar um incêndio.** |  |  |
| Mantenha as fontes de combustível e de ignição separadas | Corte o oxigênio do fogo sufocando | Use um extintor de incêndio apropriado para remover parte do tetraedro de incêndio |

| **Classes de Incêndios** |  |
| --- | --- |
| **Classe** | **Descrição** |
| Um | Incêndios envolvendo combustíveis comuns, como madeira, papel e alguns plásticos |
| B | Incêndios envolvendo líquidos inflamáveis, como álcoois, óleos de lâmpadas ou butano |
| C | Incêndios envolvendo componentes elétricos |
| D | Incêndios envolvendo metais, como alumínio ou sódio |
| K | Incêndios envolvendo óleos de cozinha ou animais, como fritura de alimentos |

*Fonte:* OSHA. Proteção e Prevenção de Incêndios, 2009. [www.osha.gov/dte/grant\_materials/fy09/sh-18796-09/](http://www.osha.gov/dte/grant_materials/fy09/sh-18796-09/fireprotection.pdf)  [proteção contra incêndios.pdf](http://www.osha.gov/dte/grant_materials/fy09/sh-18796-09/fireprotection.pdf) (acessado em 19 de junho de 2015).

| **Tipos de Extintores** |  |
| --- | --- |
| **Tipo** | **Classe de Fogo** |
| Produtos químicos secos (multiuso) | A, B, C |
| Água | A ONLY (não funcionará para outros tipos de incêndios) |
| Espuma | B APENAS (não funcionará para outros tipos de incêndios) |
| Dióxido de carbono (não deve ser utilizado em áreas confinadas) | B, C |
| Halon | B, C |
| Metal | D |
| Acetato de potássio | K |

*Nota: Na maioria dos casos, o laboratório do ensino médio exigirá um extintor químico seco, mas se você possui sódio sólido ou outros metais reativos, um extintor de incêndio de metal também é recomendado.*

*Fonte:* OSHA. Proteção e Prevenção de Incêndios, 2009. [www.osha.gov/dte/grant\_materials/fy09/sh-18796-09/](http://www.osha.gov/dte/grant_materials/fy09/sh-18796-09/fireprotection.pdf)  [proteção contra incêndios.pdf](http://www.osha.gov/dte/grant_materials/fy09/sh-18796-09/fireprotection.pdf) (acessado em 19 de junho de 2015).

29

**Etiquetas de Produtos Químicos**

***Leia sempre o rótulo de um frasco químico para obter e rever informações básicas de segurança sobre as propriedades de um produto químico. É responsabilidade dos professores estarem plenamente conscientes dos perigos e riscos de todos os produtos químicos que estão usando.***

**RÓTULO DE UM FRASCO DE HIDRÓXIDO DE SÓDIO**

© Flinn Científica, Inc. Todos os direitos reservados. Reproduzido para uso único com permissão da Flinn Scientific, Inc., Batavia, Illinois, EUA.

#### Fichas de dados de segurança

A Ficha de Dados de Segurança (SDS), anteriormente conhecida como Ficha de Dados de Segurança do Material (FISPQ), é fornecida pelo fabricante, distribuidor ou importador de um produto químico para fornecer informações sobre a substância e seu uso. A SDS, ao contrário da FISPQ, é obrigada a apresentar as informações de forma uniforme. As informações incluem as propriedades de cada produto químico; os riscos à saúde física, à saúde e ao meio ambiente; Medidas de proteção; e precauções de segurança para manuseio, armazenamento, descarte e transporte do produto químico. O GHS fornece linguagem padrão ou "blocos de construção" para comunicar os perigos dos produtos químicos no SDS, assim como nos rótulos químicos. Esses "blocos de construção" incluem o uso de palavras-sinal específicas, pictogramas, advertências de perigo e declarações de precaução.

| **Números e títulos das secções SDS** |  |
| --- | --- |
| **Secção 1:** Identificação | **Secção 9:** Propriedades físicas e químicas |
| **Secção 2:** Identificação do(s) perigo(s) | **Secção 10:** Estabilidade e reactividade |
| **Secção 3:** Composição/informação sobre os ingredientes | **Secção 11:** Informação toxicológica |
| **Secção 4:** Medidas de primeiros socorros | **Secção 12:** Informação ecológica |
| **Secção 5:** Medidas de combate a incêndios | **Secção 13:** Considerações sobre a eliminação |
| **Secção 6:** Medidas de libertação acidental | **Secção 14:** Informações sobre o transporte |
| **Secção 7:** Manuseamento e armazenagem | **Secção 15**: Informações regulamentares |
| **Secção 8:** Controlo da exposição/protecção individual | **Secção 16:** Outras informações |

*Fonte:* OSHA. Norma de Comunicação de Perigos: Fichas de Dados de Segurança, 2012. [www.osha.gov/Publications/OSHA3514.html](http://www.osha.gov/Publications/OSHA3514.html) (acessado em 19 de junho de 2015).

#### Termos que todos os professores de química e outros professores de ciências devem saber

u **Alérgeno (sensibilizante):** Uma substância química que causa uma reação alérgica – ou seja, evoca uma resposta imunológica adversa (pode ser uma erupção cutânea grave ou desconforto respiratório).

u **Asfixiante:** Um gás ou vapor que pode causar inconsciência ou morte por asfixia devido à falta de oxigênio.

u **Temperatura de autoignição:** A temperatura a ou acima da qual uma substância se inflama espontaneamente ou pega fogo sem faísca ou chama.

u **Carcinógeno:** Substância capaz de causar câncer.

u **Corrosivo:** Substância altamente reativa que causa danos óbvios aos tecidos vivos por ação química. Exemplos de substâncias corrosivas são ácidos fortes, bases fortes e agentes oxidantes.

u **Exposição:** Contato direto com um perigo ou produto químico de forma que cause lesão ou dano.

| **Vias de Exposição** |  |
| --- | --- |
| **Rota** | **Explicação** |
| Inalação | Produtos químicos na forma de gases, vapores, névoas, fumos e poeiras podem entrar pelo nariz ou boca e ser absorvidos pelas membranas mucosas do nariz, traqueia, brônquios e pulmões. |
| Ingestão | Os produtos químicos podem entrar no corpo pela boca e ser engolidos. Eles podem ser absorvidos na corrente sanguínea em qualquer lugar ao longo do comprimento do trato gastrointestinal . |
| Dérmico | Embora a pele seja uma boa barreira para muitas substâncias, alguns produtos químicos podem ser absorvidos através da pele, entrar na corrente sanguínea e ser transportados por todo o corpo. |
| Injecção | Embora incomum na maioria dos locais de trabalho, a exposição a um produto químico pode ocorrer quando um objeto pontiagudo (por exemplo, uma agulha ou vidro quebrado) perfura a pele e injeta um produto químico diretamente na corrente sanguínea. |

u **Limite de exposição:** A concentração estabelecida de um produto químico ao qual a maioria das pessoas poderia ser exposta em um dia típico sem sofrer efeitos adversos. Consulte a tabela abaixo para os vários tipos de limites de exposição. Os limites de exposição ajudam a entender os riscos relativos dos produtos químicos.

| **Tipos de Limites de Exposição** |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Limite de Exposição** | **Acrônimo** | **Explicação** |
| Limite de exposição admissível | PEL | Especifica a quantidade ou concentração máxima de um produto químico a que um trabalhador pode estar exposto. Ele pode ser estabelecido de duas maneiras:  1 . Valores-limite: Em momento algum este limite de exposição deve ser ultrapassado.  2 . Média ponderada pelo tempo (TWA) de 8 horas: um valor médio de exposição ao longo de um turno de trabalho de 8 horas. |
| Valor-limite | TLV | Denota o nível de exposição que quase todos os trabalhadores podem experimentar sem um risco irrazoável de doença ou lesão. Definidos como limites máximos, limites de exposição de curto prazo (STEL) e TWAs. Note-se que estes são apenas limites consultivos e não exequíveis por lei. Estes podem ser os mesmos  como PELs . |
| Perigo imediato para a vida ou a saúde | IDLH | Especifica um nível de exposição que é imediatamente perigoso para a vida e/ou a saúde. |

Os TLVs são produzidos pela Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais (ACGIH).

u **Fetotóxico:** Substância que entra na circulação materna e placentária e causa lesão ou morte ao feto.

u **Inflamável:** Substância que facilmente pega fogo. Tal como definido pelo GHS, uma substância inflamável é aquela que tem um ponto de inflamação igual ou superior a 73 °F (23 °C) e inferior a 140 °F (60 °C).

Uma substância altamente inflamável tem um ponto de inflamação inferior a 23 °C (73 °F) e um ponto de ebulição inicial superior a 35 °C (95 °F). Uma substância extremamente inflamável tem um ponto de inflamação inferior a 23 °C (73 °F) e um ponto de ebulição inicial inferior a 35 °C (95 °F).e

u **Ponto de fulgor:** A temperatura mais baixa a que um líquido ou sólido pode produzir um vapor suficiente para formar uma mistura inflamável no ar. Quanto menor o ponto de fulgor, mais fácil é inflamar o material.

u **Mutagen:** Substância capaz de alterar o material genético de uma célula e, assim, aumentar a frequência de mutações.

u **Reação de fuga:** Um evento inesperado em que a taxa de reação aumenta significativamente, resultando em um aumento significativo da temperatura. O aumento da temperatura faz com que a taxa de reação aumente, aumentando ainda mais a taxa e tendendo a criar uma reação descontrolada, muitas vezes produtora de calor.

u **Teratógeno:** Agente que pode causar mutações genéticas não hereditárias ou malformações de um embrião ou feto. O agente pode ser uma substância química, vírus ou radiação ionizante.

u **Tóxico:** Qualquer substância que tenha a capacidade de produzir ferimentos pessoais ou doenças aos seres humanos através da ingestão, inalação ou absorção através de qualquer superfície corporal, conforme definido pelo regulamento da Lei Federal de Substâncias Perigosas (FHSA).

u **Toxicidade aguda:** Os efeitos adversos de uma substância resultantes de uma única exposição ou de múltiplas exposições durante um período de tempo muito curto (menos de 24 horas). A toxicidade aguda é geralmente determinada pela exposição dos animais a um determinado produto químico para determinar a dose letal, 50% (DL50). Trata-se de uma medida experimental determinada pela administração de doses variadas de um produto químico por alguma via aos animais, observando o percentual de letalidade nessas doses e extrapolando para estimar a dose que mataria 50% dos animais.

e *Fonte:* UNECE. Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos, 2015. [www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/GHS\_presentations/English/phys\_haz\_e.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/GHS_presentations/English/phys_haz_e.pdf) (acessado em 1º dez. 2015).

| **Exemplos de Tóxicos Agudos** |  |
| --- | --- |
| **Tipo de Tóxico Agudo** | **Exemplos** |
| **Asfixiante:** Um gás ou vapor que pode causar inconsciência ou morte por asfixia devido à falta de oxigênio. | Monóxido de carbono, metano, sulfeto de hidrogénio |
| **Irritante:** Produto químico não corrosivo que causa inflamação reversível no ponto de contato com a pele. | Acetona, heptano, acetato de etila, carbonato de sódio |
| **Neurotóxico:** Substância química que interfere nos sistemas nervoso periférico e central. | Mercúrio, chumbo, acetona, dissulfeto de carbono |
| **Tóxico para órgãos:** Produto químico que afeta negativamente um ou mais órgãos ou sistemas do corpo. | Tolueno, tetracloreto de carbono, arsênio, cloro |
| **Sensibilizante/alérgeno:** Produto químico que produz seus efeitos ao evocar uma resposta adversa no sistema imunológico do organismo. | Formaldeído, látex |
| **Teratógeno ou fetotóxico:** substância química que afeta negativamente o embrião ou feto. | Etanol, óxido de etileno, compostos de mercúrio |

u **Toxicidade crónica:** Efeitos adversos resultantes da exposição a longo prazo, geralmente a níveis mais baixos, a uma substância.

| **Exemplos de Tóxicos Crônicos** |  |
| --- | --- |
| **Tipo de Tóxico Crônico** | **Exemplos** |
| Carcinógeno | Óxido de etileno, Cr(VI) formaldeído, arsénio |
| Neurotóxico | Dissulfeto de carbono, hexano, chumbo, nicotina, arsênio |
| Tóxico para órgãos | Mercúrio, etanol, berílio, clorofórmio |

*Fonte:* Hill, R. H.; Oliveira, D. C.; *Segurança laboratorial para estudantes de química;* John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, NJ, 2010; pp. 4-1 a 4-34.

#### Produtos químicos incompatíveis

Muitos produtos químicos são incompatíveis entre si. De acordo com o *Laboratory Safety for Chemistry Students, de* Robert H. Hill e David C. Finster, "Produtos químicos incompatíveis são combinações de substâncias, geralmente na forma concentrada, que reagem entre si para produzir reações muito exotérmicas que podem ser violentas e explosivas e/ou podem

liberam substâncias tóxicas, geralmente como gases". Deve-se tomar cuidado ao manusear, armazenar ou descartar produtos químicos em combinação. Abaixo está uma pequena lista de produtos químicos comuns de laboratório e as substâncias com as quais eles são incompatíveis.

| **Produtos químicos incompatíveis** |  |
| --- | --- |
| **Químico** | **Incompatível com** |
| Ácido acético | Ácido nítrico, peróxidos, permanganatos |
| Anidrido acético | Etilenoglicol, compostos contendo grupo hidroxila |
| Acetona | Peróxido de hidrogénio |
| Nitrato de amônio | Ácidos, líquidos inflamáveis, metais em pó, materiais orgânicos ou combustíveis finamente divididos |
| Sais de clorato, tais como clorato de sódio ou potássio | Ácidos, sais de amónio, pós metálicos, matérias orgânicas ou combustíveis finamente divididas |
| Cloro | Amônia, butano, hidrogênio, terebintina, metais finamente divididos |
| Cobre | Peróxido de hidrogénio |
| Hidrocarbonetos | Bromo, cloro, peróxidos |
| Peróxido de hidrogénio | Materiais combustíveis, cobre, ferro, a maioria dos metais e seus sais, qualquer líquido inflamável |
| Iodo | Amoníaco |

| **Químico** | **Incompatível com** |
| --- | --- |
| Ácido nítrico concentrado  *Nota: Houve muitas explosões de mistura inadequada ou inadvertida de ácido nítrico com produtos químicos orgânicos em recipientes de resíduos.* | Ácido acético, acetona, álcool, substâncias inflamáveis, tais como produtos químicos orgânicos |
| Ácido oxálico | Prata, mercúrio |
| Oxigénio | Materiais inflamáveis, hidrogénio, óleos |
| Fósforo branco | Ar, oxigênio |
| Permanganato de potássio | Etilenoglicol, glicerol, ácido sulfúrico |
| Sódio  (Metais alcalinos: lítio, sódio e potássio) | Dióxido de carbono, água, álcoois |
| Nitrito de sódio | Sais de amônio |
| Ácido sulfúrico | Cloratos, percloratos, permanganatos |

*Fonte:* Comissão de Segurança de Produtos de Consumo dos EUA; Departamento de Saúde e Serviços Humanos. *Guia de Segurança do Laboratório de Química Escolar*, outubro de 2006, pp. 44–46.

[www.cpsc.gov//PageFiles/122344/NIOSH2007107.pdf](http://www.cpsc.gov//PageFiles/122344/NIOSH2007107.pdf) (acessado em 19 de junho de 2015).

#### Perigos comuns de laboratório

| **Perigos comuns de laboratório** |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Perigos** | **Cuidados** | **Exemplos** |
| Ácidos e bases | Devido à sua natureza corrosiva, eles podem irritar ou até mesmo queimar os olhos, irritar a pele e causar desconforto respiratório. O risco é maior quando eles estão concentrados, mas mesmo quando diluídos podem ser perigosos. Equipamentos de proteção, incluindo óculos químicos, aventais e luvas, são essenciais. O professor deve pesquisar o manuseio de ácidos ou bases específicos, estudando os SDSs antes de usá-los. | *Ácidos:* ácido clorídrico, ácido nítrico, ácido sulfúrico, ácido acético, ácido fosfórico  *Bases:* hidróxido de sódio, hidróxido de potássio, amônia |
| Agentes biológicos | Estes são produtos químicos ou organismos que aumentam a taxa em que ocorre a biodegradação natural. Eles têm a capacidade de afetar adversamente a saúde humana de várias maneiras, variando de reações alérgicas relativamente leves a condições médicas graves, até a morte. Eles devem ser manuseados apenas por professores com conhecimento e habilidades para trabalhar com eles com segurança. Eles não são recomendados para uso no ambiente pré-universitário. | Bactérias, fungos |
| Gases comprimidos | Estes não são comuns no ambiente pré-universitário. Os cilindros de gás comprimido vêm em todos os tamanhos. Os laboratórios do ensino médio geralmente usam garrafas de aula em vez de grandes cilindros de gás, que exigem o uso de reguladores de pressão e válvulas especiais. O cilindro deve ser sempre mantido fixo. A tampa deve estar sempre ligada quando não estiver em uso. As válvulas e reguladores devem ser rotineiramente verificados quanto a vazamentos. | Hélio, nitrogênio, dióxido de carbono, hidrogênio, oxigênio |
| Corrosivos | Estes podem causar queimaduras graves no contato. É importante minimizar a exposição a eles usando óculos químicos, aventais e luvas para evitar danos à pele ou aos olhos. | *Ácidos:* HCl, H2SO4, HNO3  *Bases:* NaOH, KOH, NH4OH |
|  |  | *Gases:* NO2, NH3 |
|  |  | *Agentes oxidantes:* H2O2, KMnO4, HNO3 |
| Criogenia | Estes são produtos químicos armazenados a temperaturas muito baixas. Devem ser manuseados com luvas criogênicas especiais. Apenas os professores devem manusear essas substâncias. | Gelo seco (CO2 sólido), azoto líquido |

| **Perigos** | **Cuidados** | **Exemplos** |
| --- | --- | --- |
| Riscos elétricos | A eletricidade há muito é reconhecida como perigosa. Pode causar choque elétrico, eletrocussão, queimaduras, incêndios e até explosões. Idealmente, todos os circuitos elétricos em um laboratório de ciências devem incluir interruptores de circuito de falha de terra (GFCIs), que são projetados para proteger as pessoas de riscos elétricos. Quaisquer circuitos eléctricos utilizados para medir a condutividade, ou circuitos semelhantes, a menos que sejam alimentados por bateria, devem conter um interruptor momentâneo . O professor deve garantir que todos os dispositivos elétricos estão funcionando corretamente e que os cabos elétricos estão em boas condições. | Placas quentes, agitadores magnéticos, qualquer equipamento ligado a uma tomada eléctrica |
| Inflamáveis | Estes são mais comumente usados no laboratório como solventes. Nunca use qualquer tipo de chama aberta ou qualquer fonte de ignição em torno de produtos químicos inflamáveis.  *Nota: São os vapores de líquidos inflamáveis que são inflamáveis, e quando se abre uma garrafa de líquido inflamável, a primeira coisa que sai da garrafa é o vapor (parte inflamável) do topo da garrafa.* | Acetona, etanol, acetato de etila, hexano, metanol |
| Halogênios | Esses elementos são altamente reativos, tóxicos, corrosivos e capazes de irritar a pele. No ambiente pré-escolar, eles só devem ser usados em pequenas quantidades pelo professor em uma capa bem ventilada, usando EPI apropriado e com um agente redutor apropriado (tiossulfato de sódio) presente para limpar os derramamentos. | Flúor, cloro, bromo, iodo  *Nota: O flúor é extremamente venenoso e requer especial*  *equipamentos e manuseio.* |
| Hidrocarbonetos e compostos orgânicos voláteis | Estes compostos são combustíveis ou inflamáveis e podem irritar a pele. Usados em um espaço confinado, eles podem causar asfixia. Eles devem ser sempre usados em uma área bem ventilada ou exaustor, e longe de quaisquer chamas abertas. Inflamáveis e combustíveis nunca devem ser aquecidos em uma placa quente. | Hexano, pentano, éter de petróleo, acetona, metanol, etanol |
| Mercúrio | O mercúrio é um sério perigo crônico para a saúde. Embora não seja facilmente absorvido pela pele, seu maior risco à saúde é devido à inalação de seus vapores, geralmente como resultado de um derramamento. Todos os dispositivos que contenham mercúrio ou mercúrio devem ser removidos do laboratório pré-universitário. Os compostos de mercúrio (por exemplo, alquilmercúrio) são extremamente tóxicos e devem ser manuseados com extremo cuidado. | Termómetros e barómetros de mercúrio em vidro |

| **Perigos** | **Cuidados** | **Exemplos** |
| --- | --- | --- |
| Agentes oxidantes/oxidantes e redutores | Um agente oxidante é uma substância que causa oxidação, ou a perda de elétrons de um átomo, composto ou molécula. Um agente redutor é uma substância que causa redução, ou o ganho de elétrons. Oxidação e redução ocorrem sempre juntas. Oxidação – as reações de redução tendem a liberar calor, de modo que oxidantes e agentes redutores podem fazer com que outros materiais entrem em combustão mais facilmente.  Armazene sempre os agentes oxidantes e redutores longe uns dos outros e de materiais inflamáveis. Procure quais substâncias são incompatíveis nos SDSs.  *Nota: A mistura de agentes oxidantes (ácido nítrico) com materiais orgânicos em garrafas de resíduos resultou em muitas explosões.* | *Agentes oxidantes:* cloratos, cromatos, dicromatos, hipocloritos, nitratos, ácido nítrico, nitritos, percloratos, permanganatos, peróxidos  *Agentes redutores: metais*  alcalinos, metais alcalino-terrosos, gás hidrogênio, monóxido de carbono |
| Peróxidos | Estes são um grupo de produtos químicos que têm uma ligação oxigênio-oxigênio (R-O-O-R) . Deve-se ter cuidado ao manusear peróxidos inorgânicos ou orgânicos, pois eles tendem a ser instáveis e podem, dependendo do composto, se decompor violentamente. Alguns peróxidos são usados como reagentes, mas peróxidos como contaminantes  em outros produtos químicos também são uma preocupação. Os peróxidos que contaminam solventes orgânicos são particularmente preocupantes. Os peróxidos formam-se lentamente em alguns solventes orgânicos e, à medida que suas concentrações aumentam, apresentam um risco maior. No nível pré-universitário, é melhor evitar o uso ou armazenamento desses solventes orgânicos. Caso estes compostos sejam necessários, apenas a quantidade necessária para os experimentos deve ser solicitada para que não haja necessidade de armazenamento. | *Peróxidos comuns usados no ambiente pré-universitário:* peróxido de hidrogênio, H2O2  *Substâncias formadoras de peróxido a evitar:* éteres, alcenos, álcoois secundários, cetonas, metais alcalinos |
| Pirofóricos | São substâncias que facilmente se inflamam e queimam no ar espontaneamente. Essas substâncias não têm lugar no ambiente pré-universitário. Eles devem ser manuseados apenas por químicos com conhecimento e habilidades para trabalhar com eles com segurança. | Fósforo branco, metais alcalinos e seus compostos |

**Considerações sobre a eliminação de resíduos**

O descarte de resíduos é uma parte normal de qualquer laboratório de ciências. À medida que professores ou alunos realizam demonstrações ou experimentos de laboratório, resíduos químicos são gerados. Esses resíduos devem ser coletados em recipientes apropriados e descartados de acordo com as regulamentações locais, estaduais e federais. Os resíduos químicos são regidos pela EPA, bem como por regulamentos estaduais e locais. Todos os distritos escolares devem ter uma pessoa com a responsabilidade de estar familiarizada com esses regulamentos. Para minimizar a quantidade de resíduos gerados e manuseá-los com segurança, existem várias etapas a serem consideradas.

1. Gaste tempo planejando e se preparando para a atividade.
2. Selecione atividades de laboratório adaptadas aos seus padrões científicos:
   1. Revise as propriedades dos produtos químicos necessários e os produtos gerados usando recursos como o SDS. Se os reagentes ou produtos exigirem descarte especial ou criarem riscos únicos, modifique o experimento para usar materiais mais seguros.
   2. Use procedimentos em pequena escala ou em microescala. Isso reduz o desperdício, economiza recursos e reduz o tempo de preparação. Conhecer e revisar as regulamentações federais, estaduais e municipais para descarte dos produtos químicos envolvidos.
3. Incorpore instruções de descarte em sua atividade laboratorial. Ao tornar o descarte de resíduos uma rotina em todas as atividades, os alunos desenvolverão uma cultura de preocupação com o meio ambiente e a aceitarão como parte de sua responsabilidade.

*Nota: Muitas explosões de laboratório ocorreram devido à mistura inadequada de resíduos, tais como a mistura de resíduos de ácido nítrico com resíduos orgânicos, por isso certifique-se de que os materiais residuais são compatíveis. A mistura de ácido nítrico com quaisquer materiais orgânicos pode resultar em uma sobrepressurização do recipiente de resíduos e liberação do produto químico no espaço de trabalho.*

1. Colete todas as soluções de resíduos compatíveis com propriedades semelhantes em um contêiner localizado centralmente e bem rotulado.
2. Descarte os resíduos imediatamente, seguindo as normas adequadas para sua região. O descarte de pequenas quantidades de resíduos é mais fácil e rápido do que o descarte de quantidades maiores e estocadas.

#### Plano de Higiene Química

Toda escola deve ter um Plano de Higiene Química (PCH). Este é o plano para ajudar a proteger as pessoas que trabalham em um ambiente de laboratório. Você deve estar familiarizado com o CHP da sua escola, e ele deve estar prontamente disponível para todos. O CHP está descrito no documento da OSHA 29 CFR 1910.1450, Laboratory Standard. Os componentes de uma CHP estão listados abaixo.

u Procedimentos operacionais padrão envolvendo o uso de produtos químicos perigosos;

u Critérios para determinar e implementar medidas de controle para reduzir a exposição dos funcionários a produtos químicos perigosos;

u Requisitos para garantir que as medidas de controlo funcionam correctamente;

u Informação e formação dos colaboradores;

u Identificação de operações que necessitem de aprovação prévia do empregador;

u Consultas e exames médicos;

u Designação de oficiais de higiene química;

u Requisitos para o manuseamento de produtos químicos particularmente perigosos;

u Identificação de áreas designadas (por exemplo, laboratórios, almoxarifados, áreas de descarte);

u Equipamentos de contenção;

u Procedimentos para remoção segura de resíduos contaminados; e

u Procedimentos de descontaminação.

f Fonte: Hill, R. H.; Oliveira, D. C.; *Segurança laboratorial para estudantes de química*; John Wiley & Filhos, Inc.: Hoboken, NJ, 2010; p 3-48.

#### Vidraria e Equipamentos Básicos de Laboratório

Abaixo está uma tabela de equipamentos de laboratório comuns e o uso apropriado. Conhecer o uso adequado ajudará a garantir práticas laboratoriais seguras.

| **Vidraria e Equipamentos Básicos** |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de Equipamento** | **Descrição de Uso** | **Imagem Representativa** |
| Equilíbrio | Usado para medir massa |  |
| Béquer | Usado para segurar, misturar e aquecer líquidos |  |
| Pinças de béquer | Usado para pegar copos |  |
| Bico de Bunsen | Frequentemente usado como fonte de calor na ausência de materiais inflamáveis |  |

| **Tipo de Equipamento** | **Descrição de Uso** | **Imagem Representativa** |
| --- | --- | --- |
| Buret | Usado para dispensar um volume preciso de um líquido |  |
| Triângulo de argila | Usado para suportar um cadinho durante o aquecimento |  |
| Crisol | Usado para reter produtos químicos durante o aquecimento a temperaturas muito altas |  |
| Pinças de cadinho | Usado para segurar cadinhos |  |
| Frasco de Erlenmeyer | Usado para segurar e misturar produtos químicos. O pescoço pequeno é para facilitar a mistura sem derramar |  |

| **Tipo de Equipamento** | **Descrição de Uso** | **Imagem Representativa** |
| --- | --- | --- |
| Evaporação do prato | Usado para aquecer líquidos para evaporação |  |
| Fórceps | Usado para pegar ou segurar pequenos objetos |  |
| Funil | Utilizado para transferir líquidos ou materiais de grão fino para recipientes com pequenas aberturas. Também usado para filtragem |  |
| Cilindro graduado | Usado para medir um volume preciso de um líquido |  |
| Argamassa e pilão | Usado para triturar e moer materiais |  |

| **Tipo de Equipamento** | **Descrição de Uso** | **Imagem Representativa** |
| --- | --- | --- |
| Lâmpada de pipeta | Usado para extrair líquidos em uma pipeta |  |
| Braçadeira de anel | Usado com um suporte de anel para segurar utensílios de vidro, como um copo ou um funil |  |
| Suporte de anel | Usado para segurar ou prender vidraria de laboratório e outros equipamentos no lugar, para que não caia ou se desfaça |  |
| Escópula | Usado para transferir sólidos |  |
| Vareta de agitação | Usado para mexer e misturar |  |

| **Tipo de Equipamento** | **Descrição de Uso** | **Imagem Representativa** |
| --- | --- | --- |
| Grevista | Usado para acender um queimador de Bunsen |  |
| Tubo de ensaio | Usado para segurar e misturar líquidos |  |
| Abraçadeira do tubo de ensaio | Usado para segurar um tubo de ensaio, particularmente quando quente |  |
| Cremalheira para tubo de ensaio | Usado para segurar vários tubos de ensaio ao mesmo tempo |  |
| Termômetro (digital ou álcool, *não* mercúrio) | Usado para medir a temperatura em Celsius |  |

| **Tipo de Equipamento** | **Descrição de Uso** | **Imagem Representativa** |
| --- | --- | --- |
| Braçadeira utilitária | Usado para fixar vidraria a um suporte de anel |  |
| Balão volumétrico | Usado para preparar soluções para um volume preciso |  |
| Pipeta volumétrica | Usado para medir pequenas quantidades de líquido com muita precisão. Nunca pipete pela boca! Use auxiliares de pipetagem |  |
| Frasco de lavagem | Usado para enxaguar pedaços de vidro e para adicionar pequenas quantidades de água |  |

| **Tipo de Equipamento** | **Descrição de Uso** | **Imagem Representativa** |
| --- | --- | --- |
| Vidro para relógio | Usado para segurar sólidos enquanto eles estão sendo pesados ou para cobrir um copo |  |
| Gaze de arame | Usado para apoiar um recipiente, como um copo, em um suporte de anel enquanto ele está sendo aquecido. Pode ter um centro de fibra de vidro ou cerâmica |  |

## R A M P

**Avaliar os riscos dos perigos**

Quando você está trabalhando em um laboratório de química, há um certo nível de risco associado a cada produto químico que você vai usar. Avaliação dos riscos de

perigos significa pensar em como você pode ser exposto ao perigo e quais seriam os resultados prováveis dessa exposição, caso ocorra; Assim, a avaliação de risco envolve determinar (estimar) a probabilidade de ocorrência de algum evento adverso. Isso significa que você precisará estar pensando no próximo trabalho com este produto químico

em termos de como você pode ser exposto durante as preparações antes do experimento, use durante o experimento e após o experimento. Depois de avaliar os riscos, o próximo passo será pensar em como você pode minimizar os riscos de exposições (a partir da avaliação) usando equipamentos ou técnicas ou procedimentos para limitar as exposições. O exemplo de caso apresentado abaixo é para hidróxido de sódio (NaOH); No entanto, você deve abordar o uso de qualquer produto químico de maneira semelhante.

#### Antes de um experimento

1. *Saiba com o que você está trabalhando.* Você deve sempre identificar a substância com a qual está trabalhando e pensar em como você pode minimizar a exposição a isso no

experimentar. Por exemplo, hidróxido de sódio é comumente conhecido como soda cáustica ou soda cáustica. Se você não tiver certeza, procure o número de registro do Chemical Abstracts Service (CAS) no rótulo do produto químico e procure-o on-line usando fontes confiáveis.

1. *Encontre e avalie informações sobre perigos.* Essas informações geralmente são encontradas no SDS, que os fornecedores são obrigados a fornecer ao usuário final. O rótulo do recipiente original também contém informações de segurança valiosas. Para o hidróxido de sódio (NaOH), por exemplo, as informações de perigo incluiriam:
   1. Os níveis corrosivos para o sólido e para as soluções. No caso do NaOH, corrosivo significa "capaz de queimar ou corroer o tecido orgânico por ação química".
   2. Os efeitos da exposição em concentrações variáveis; por exemplo, 0,05 pintas por litro (M) ou menos (pode causar queimaduras nos olhos ou feridas abertas), 0,05 M a 0,5 M (irritante para os olhos e pele) e 0,5 M ou mais (queimaduras graves e pode causar cegueira se entrar em contato com os olhos). O SDS, como acontece com qualquer produto químico, fornece informações sobre os perigos.
2. *Certifique-se de que as concentrações adequadas são preparadas.* Os alunos de um laboratório típico do ensino médio não devem trabalhar rotineiramente com soluções básicas (NaOH) ou ácidas (HCl) em concentrações superiores a 1 M.
3. *Certifique-se de que todos os frascos químicos estão devidamente rotulados.* Em um ambiente de ensino médio, usando hidróxido de sódio como exemplo novamente, a garrafa deve ter o nome químico ("hidróxido de sódio") escrito, não apenas a fórmula ("NaOH"), e a concentração da solução também deve ser listada. Informações adicionais, tais como palavras-sinal e palavras que descrevam os perigos específicos, devem constar do rótulo do recipiente químico original. Também é recomendável adicionar quaisquer rótulos de pictograma GHS a recipientes secundários, conforme necessário.
   1. As palavras-sinal "Perigo", "Aviso" e "Cuidado" são usadas para descrever o nível do perigo.
   2. Palavras como "Cáustico", "Corrosivo" e "Inflamável" são usadas para descrever perigos específicos.

53

**Durante um experimento**

1. Use as menores concentrações e os menores volumes possíveis para todos os produtos químicos.

Não permita que os alunos manuseiem sólidos que são classificados como fatais ou tóxicos se ingeridos.

1. Use proteção ocular apropriada que ofereça proteção contra impactos e respingos. Isso não é apenas para sua segurança, mas também como precaução no caso de um acidente ser causado por *outra pessoa* no laboratório.
2. Use roupas de proteção apropriadas (avental, jaleco e luvas de laboratório).
3. Depois de transferir um produto químico (sólido ou líquido) de um frasco de reagente para um recipiente secundário, certifique-se de que o frasco de reagente e o recipiente estão devidamente fechados.

#### E se ocorrer uma emergência?

Os professores devem receber toda a formação necessária em caso de incidente ou emergência. Normalmente, os professores não devem fornecer tratamento médico para os alunos. No entanto, em alguns casos, o professor pode ter que agir antes da chegada da equipe médica. O treinamento de emergência deve incluir como usar uma estação de lavagem ocular e chuveiro de segurança, por exemplo:

1. *Se o produto químico estiver no olho:* Lave a água usando uma estação de lavagem ocular por pelo menos 15 minutos. O atendimento médico deve ser convocado o mais rápido possível.
2. *Se o produto químico for ingerido ou ingerido:* Não induza vômitos, a menos que o SDS recomende vômitos. O atendimento médico deve ser convocado o mais rápido possível.
3. *Se o produto químico entrar em contato com a pele:* Lave a área afetada por 15 minutos com água da torneira. Pode ser necessário usar um chuveiro de segurança. Se o chuveiro de segurança for usado, todas as roupas contaminadas devem ser removidas enquanto a pessoa estiver sob o chuveiro de segurança, e o atendimento médico deve ser convocado o mais rápido possível.

#### Depois de um experimento

1. *Certifique-se de que todos os produtos químicos estão devidamente armazenados.* Certifique-se de que as tampas dos frascos de reagente estão bem presas.
2. *Certifique-se de que os bancos estejam limpos antes da próxima aula entrar.* Uma das principais causas de acidentes é o descuido por parte de outra pessoa.

55

**R A M P**

**Minimizar os riscos dos perigos**

A identificação dos riscos de perigos requer uma avaliação de todo um experimento e uma revisão dos produtos químicos usados e produzidos, bem como dos equipamentos, procedimentos e EPIs.

Enquanto outras seções dessas diretrizes de segurança fornecem informações específicas sobre os tipos de perigos que devem ser avaliados, esta seção fornece um procedimento passo a passo para incorporar essas informações e revisar um experimento.

#### Antes de um experimento

Este é, sem dúvida, o passo mais importante que você pode tomar para minimizar os riscos em qualquer ambiente de laboratório. Os incidentes podem acontecer mesmo no cenário mais bem preparado, mas a atenção cuidadosa aos detalhes pode minimizar os riscos.

1. Desenvolva cuidadosamente uma lista de todos os produtos químicos usados e as quantidades necessárias em um experimento:
   1. Analise o SDS para cada produto químico e avalie qualquer risco, tendo em mente a inexperiência de seus alunos.
   2. Determinar a quantidade mínima de cada produto químico ou solução que será necessária para a conclusão de um experimento. Construa em um pequeno excesso, mas evite ter grandes excessos que exigirão descarte.
   3. Revise os avisos dados no material impresso que será dado aos seus alunos para garantir que todas as informações de perigo sejam claras e corretas. Se necessário, adicione informações adicionais.
   4. Identifique as advertências que devem ser reforçadas na instrução pré-laboratorial.
   5. Certifique-se de explicar e demonstrar completamente quaisquer novos procedimentos ou técnicas que serão introduzidos no experimento.
2. Utilizar recipientes apropriados para distribuição de produtos químicos no laboratório:
   1. Certifique-se de que todos os recipientes usados para distribuição estejam clara e completamente rotulados com o nome, a fórmula e a concentração do produto químico. Informações de segurança, como palavras-sinal e símbolos GHS, também devem ser incluídas. Fórmulas químicas podem ser confundidas por alunos inexperientes, ou mesmo por alunos experientes que estão correndo para concluir uma tarefa.
   2. Use frascos dosadores para soluções, se possível. Os alunos, então, levarão apenas a quantidade necessária e não ficarão com excesso de reagente. Este procedimento também minimiza o risco de contaminação de um frasco inteiro de reagente.
   3. Use vários frascos pequenos em vez de um frasco grande para soluções, se os frascos de distribuição não estiverem disponíveis. Isso minimizará o risco de derramamento, e as pequenas garrafas também são mais fáceis de manusear e despejar. Além disso, se um aluno despejar o excesso de reagente de volta em uma garrafa pequena — o que, claro, é uma técnica ruim por causa do risco de despejar na garrafa errada

ou adicionar produtos químicos adulterados – há menos risco de contaminar todo o estoque.

1. Use frascos com conta-gotas ou prenda um tubo de ensaio com um conta-gotas, se estiver usando soluções que exijam gotas em vez de volumes maiores, como indicadores de pH. Conta-gotas descartáveis podem ser usados, mas devem ser cuidadosamente descartados após o uso para evitar contaminação cruzada.
2. Forneça uma colher ou colher para remover o conteúdo de materiais sólidos, novamente tomando cuidado para evitar a contaminação cruzada.
3. Saliente a importância de fechar ou tampar todos os recipientes depois que os produtos químicos forem removidos.
4. Revisão dos procedimentos de descarte do excesso de reagente pelos alunos.
5. Considere o arranjo físico e as instalações disponíveis em seu laboratório:
   1. Se um experimento envolver a produção de materiais voláteis, ou se você estiver usando solventes inflamáveis, certifique-se de que haja exaustores e ventilação adequados para fornecer um ambiente seguro.
   2. Determine se o reagente de estoque requer o uso de um exaustor ou pode ser colocado em um local central.
6. A fonte de calor para um experimento é uma consideração importante, particularmente se algum solvente inflamável for usado. As placas quentes comuns de laboratório NÃO são projetadas para o aquecimento de produtos químicos inflamáveis ou combustíveis. Em nenhum caso deve ser utilizado um queimador para aquecer um produto químico inflamável ou combustível. Se materiais inflamáveis precisarem ser aquecidos, isso deve

ser feito em pequenas quantidades em banho de água quente e em exaustor. Nunca use um queimador perto de uma substância inflamável. Se não houver materiais inflamáveis e os queimadores forem usados, eles devem ser verificados para garantir que as mangueiras e as partes mecânicas estejam em boas condições.

1. Se for necessário montar um aparelho de vidro (por exemplo, como numa filtração ou destilação), deve ser segurado de forma segura para evitar a quebra. Qualquer aparelho montado pelos alunos deve ser verificado quanto à segurança pelo professor antes do uso.
2. Verifique se extintores, estações de lavagem ocular e chuveiros de segurança estão funcionando e desbloqueados.
3. Remova fezes ou outros equipamentos que possam bloquear os corredores.
4. É possível que um ou mais de seus alunos tenham sido identificados como necessitando de acomodação por causa de necessidades especiais, sejam físicas ou de desenvolvimento. Ao planejar o experimento, tome especial nota desses pedidos de acomodação razoável e da melhor e mais segura maneira de atender a quaisquer necessidades especiais de seus alunos.

#### Durante um experimento

Os alunos devem ser supervisionados de perto e cuidadosamente no laboratório em todos os momentos. O professor deve estar fisicamente presente durante todo o experimento, concentrando-se nos alunos o tempo todo. Mesmo uma falta momentânea de atenção ou ausência pode resultar na escalada de um incidente ou situação de emergência. Os professores precisam ter toda a sua atenção em todos os aspectos do trabalho de laboratório em todos os momentos.

1. Durante a instrução pré-laboratório, certifique-se de apontar:
   1. Perigos potenciais dos produtos químicos utilizados;
   2. Considerações de segurança no uso de produtos químicos;
   3. Uso adequado dos EPIs;
   4. Etapas do procedimento que são novas para os alunos ou que requerem atenção especial;
   5. Métodos de eliminação do excesso de reagente ou dos produtos de uma reação; e
   6. Procedimentos de emergência específicos para o experimento e materiais.
2. Alunos e professores devem usar os equipamentos de proteção individual (EPIs) e roupas adequados. Os requisitos básicos estão listados aqui:
   1. Óculos químicos são uma exigência absoluta em todos os laboratórios de química e devem ser usados em todos os momentos.
   2. Aventais, casacos e luvas de laboratório devem ser usados para proteger roupas e pele.
   3. As luvas devem ser trocadas assim que estiverem contaminadas. Luvas contaminadas, bem como aventais e jalecos devem ser descartados corretamente.
   4. Os cabelos longos devem ser puxados para trás e as roupas devem ser enfiadas.
   5. As joias devem ser removidas.
   6. Sapatos de bico aberto ou sandálias não são permitidos no laboratório.
3. Fique atento ao manuseio de produtos químicos, uso de equipamentos e bons procedimentos de limpeza:
   1. No centro de dispensação de um reagente, monitore o derramamento e a contaminação. Limpe qualquer derramamento imediatamente, usando procedimentos e materiais corretos.
   2. Os alunos devem levar apenas a quantidade necessária de cada reagente. Se houver excesso, ele deve ser descartado corretamente e não devolvido ao recipiente reagente.
   3. Produtos químicos secos nunca devem ser colocados diretamente nas panelas de equilíbrio. Papel de pesagem, pratos de pesagem ou copos pequenos podem ser usados para armazenar produtos químicos secos.
   4. Certifique-se de que todos os aparelhos estejam devidamente configurados antes que os alunos possam prosseguir com um experimento.
   5. Não deve ser permitida qualquer mistura de produtos químicos, para além da especificada num procedimento experimental.
   6. Os produtos químicos devem ser entregues ou descartados corretamente.

#### Depois de um experimento

É claro que o trabalho não é concluído quando os alunos terminam o procedimento experimental.

1. Antes de os alunos saírem do laboratório, devem:
   1. Devolver quaisquer produtos químicos (excesso de reagente, produto ou resíduo) para o local apropriado, ou descartá-los conforme instruído;
   2. Limpe todos os utensílios de vidro usados e devolva os itens ao local apropriado; e
   3. Limpe as superfícies de trabalho.
2. O professor também deve garantir o seguinte:
   1. Os vidros e equipamentos devolvidos estão limpos e em condições utilizáveis, sem danos;
   2. Os recipientes de reagentes estão limpos, fechados e devidamente armazenados;
   3. Os produtos químicos que necessitam de eliminação são manuseados corretamente;
   4. Imprevistos são completamente documentados para evitar a repetição;
   5. As superfícies de trabalho são deixadas limpas e secas; e
   6. Todas as saídas de gás são fechadas, especialmente (mas não só) se queimadores foram usados durante o experimento.

## R A M P

**Prepare-se para emergências de perigos não controlados**

É vital se preparar para emergências e saber como responder a acidentes, derramamentos e incêndios. Esta seção se concentra na preparação e resposta a emergências.

#### Preparação para emergências

EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA RECOMENDADOS

* *Estação de lavagem ocular encanada:* Esteja avisado do risco de possível contaminação bacteriana com estações de lavagem ocular portáteis, onde as garrafas podem ter ficado sem uso por longos períodos de tempo. Note também que estas garrafas não fornecem uma quantidade suficiente de água para lavar os olhos durante os 15 minutos recomendados.
* *Ducha de segurança:* O funcionamento deve ser verificado regularmente. Isso inclui garantir o fluxo adequado de água limpa.
* *Óculos de proteção química armazenados em um armário de óculos de limpeza UV:* algumas escolas podem exigir que os alunos comprem óculos em vez de compartilhá-los.
* *Aventais e deventes de laboratório resistentes a produtos químicos e à chama:* Devem existir procedimentos escritos para o manuseio, armazenamento, limpeza e descarte de aventais e jalecos.
* *Luvas sem látex*
* *Extintor de incêndio:*  Analise as informações fornecidas nas páginas 28 e 29 sobre os diferentes tipos de extintores para várias classes de incêndio. Os professores autorizados a usar um extintor de incêndio devem ser treinados sobre o seu uso adequado.
* *Kit de primeiros socorros:*  Como regra geral, os professores não devem prestar primeiros socorros aos alunos. Chame a enfermeira da escola ou o pessoal médico de emergência se algum aluno precisar de assistência médica. Siga o protocolo da sua escola sobre solicitar que a enfermeira da escola compareça ao local do acidente. Certifique-se também de notificar os pais ou responsáveis do aluno sobre o incidente.
* *Recipiente de descarte de vidro quebrado*
* *Mantas de incêndio:* não são mais recomendadas para o laboratório do ensino médio. Pratique "Parar, soltar e rolar".

SAÍDAS E SIMULADOS DE EMERGÊNCIA

* As saídas devem ser claramente marcadas e exercícios devem ser realizados para praticar a resposta de emergência.
* No início de cada semestre, os alunos devem aprender a usar todos os equipamentos de segurança. O professor deve demonstrar o uso adequado da estação de lavagem ocular e do chuveiro de segurança, e explicar como os derramamentos e vidros quebrados são manuseados.

RESPOSTA A EMERGÊNCIAS

Em um ambiente escolar, a equipe de manutenção ou custódia estará lidando com grande parte dos resíduos laboratoriais e derramamentos. É vital que qualquer pessoa que tenha acesso ao laboratório esteja ciente de derramamentos, vidros quebrados ou qualquer outra informação química relevante no local de trabalho.

#### Considerações Especiais no Laboratório

VIDRARIA QUEBRADA

* Manuseie vidros quebrados com luvas e não permita que os alunos os limpem. Uma panela e uma escova, reservadas para esse fim, podem ser úteis para limpar vidros quebrados. Se um produto químico perigoso estiver no vidro, trate-o como contaminado e elimine-o em conformidade.
* Os objectos de vidro partidos e não contaminados devem ser eliminados em recipientes apropriados (ou seja, caixas de eliminação de vidro partido). Além disso, se forem usadas caixas de descarte de vidro quebrado, toda a caixa deve ser descartada, não apenas o saco plástico interno de vidro quebrado. Não tente reutilizar as caixas!

INCÊNDIOS

* Os incêndios são uma consideração especial no laboratório, devido aos vários tipos de incêndios que podem ocorrer e às diferentes respostas necessárias (ver páginas 28 e 29).

SPILLSg

Evite a propagação de poeira e vapores fechando a porta do laboratório e aumentando a ventilação.

1. Controle a propagação do líquido e absorva-o com vermiculita, material absorvente especial (por exemplo, Oil-Dri), cama de gato ou travesseiros de derramamento.

*Nota: O ácido fluorídrico e o ácido sulfúrico concentrado requerem materiais especiais para absorção. O ácido fluorídrico e o ácido perclórico nunca devem estar presentes em um laboratório de ensino médio.*

1. Neutralizar ácidos e bases:
   1. Neutralizar ácidos com carbonato de sódio (carbonato de sódio) ou bicarbonato de sódio (bicarbonato de sódio);
   2. As bases podem ser neutralizadas com ácido cítrico ou ácido ascórbico; e
   3. Use papel pH para determinar quando derramamentos de ácido ou base foram neutralizados.
2. Recolher e conter resíduos e colocá-los em um saco plástico ou balde.
3. Descarte os resíduos de acordo com a SDS e portarias locais.
4. Descontaminar a área e os equipamentos afetados usando materiais de limpeza padrão (para a maioria dos derramamentos) ou de acordo com o SDS.

g Fonte: American Chemical Society. *Guia para Planejamento de Resposta a Derramamentos Químicos em Laboratórios, 1995*. [www.acs.org/content/acs/en/](http://www.acs.org/content/acs/en/about/governance/committees/chemicalsafety/publications/guide-for-chemical-spill-response.html)  [about/governance/committees/chemicalsafety/publications/guide-for-chemical-spill-response.html](http://www.acs.org/content/acs/en/about/governance/committees/chemicalsafety/publications/guide-for-chemical-spill-response.html) (acessado em 19 de junho de 2015).

SOLEIRAS DE MERCÚRIO

A EPA recomenda os seguintes passos para limpar pequenos derramamentos de mercúrio do tamanho de gotículas, como aqueles resultantes de um termômetro quebrado. Note, no entanto, que a maioria dos estados proibiu o uso ou a presença de termômetros de mercúrio nas escolas por causa do perigo de mercúrio derramado em caso de quebra. Entre em contato com o conselho estadual de educação para obter informações específicas relacionadas ao uso de mercúrio em sua escola.

*Nota: Os kits de limpeza de mercúrio estão disponíveis em catálogos de suprimentos químicos, e recomenda-se que qualquer escola que use equipamentos contendo mercúrio obtenha um kit de derramamento.*

* Evacue os alunos da área imediata e certifique-se de que nenhum tecido ou estofado entrou em contato com o mercúrio.
* Coloque luvas de nitrilo.
* Inspecione toda a área do derramamento em busca de contas de mercúrio e reúna-as em uma área com um rodo ou pedaço de papelão.
* Pegue cuidadosamente o vidro quebrado do termômetro e coloque-o em um papel toalha. Dobre o papel toalha e lacre-o em um saco ziplock. Prenda e rotule a bolsa.
* Use o kit de limpeza de mercúrio para coletar as contas de mercúrio. Deposite o material de limpeza no recipiente fornecido com o kit.
* Depois que as esferas de mercúrio maiores tiverem sido removidas usando esse método, fita adesiva, como fita adesiva, pode ser usada para realizar a limpeza final. Coloque todos os materiais de limpeza contendo mercúrio em um saco ziplock. Prenda e rotule a bolsa.
* Não use um aspirador de pó para pegar o mercúrio derramado, pois isso pode vaporizar e espalhar o mercúrio.
* Entre em contato com os funcionários apropriados para o descarte adequado.
* Mantenha a área imediata bem ventilada para o exterior por pelo menos 24 horas.
* Ter caixas de descarte de vidro quebrado disponíveis. Certifique-se de que sua escola e os funcionários de manutenção locais estejam cientes da designação.

DERRAMAMENTOS DE LÍQUIDOS VOLÁTEIS

1. Tenha especial cuidado para extinguir quaisquer fontes de ignição e vedar resíduos em um recipiente.
2. Ventile a área antes de prosseguir com a limpeza.
3. Compostos tóxicos voláteis:
   1. Absorver o derramamento, lacrá-lo em um saco ou balde e submetê-lo ao descarte de material perigoso; e
   2. Evite riscos de contato direto.
4. Selecione o EPI com cuidado, certificando-se de que o material de construção é apropriado para os produtos químicos que estão sendo manuseados, e considere usar dois pares de

luvas para proteção extra.

71

| **ACGIH** | Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais |
| --- | --- |
| **ATFSEG** | Uma força-tarefa para diretrizes de educação em segurança |
| **ANSI** | Instituto Nacional de Padrões Americano |
| **CAS** | Serviço de Resumos Químicos |
| **CDC** | Centros de Controle e Prevenção de Doenças |
| **CHP** | Plano de Higiene Química |
| **EPA** | Agência de Proteção Ambiental |
| **BRASSF** | Lei Federal de Substâncias Perigosas |
| **GFCI** | Disjuntor de falha de terra |
| **GHS** | Sistema Globalmente Harmonizado |
| **IDLH** | Perigo imediato para a vida ou a saúde |
| **DL50** | Dose letal, 50% |
| **M** | Molaridade (concentração em moles por litro) |
| **FISPQ** | Ficha de dados de segurança do material |
| **NFPA** | Associação Nacional de Proteção contra Incêndios |
| **NIOSH** | Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional |

**OSHA** Administração de Segurança e Saúde Ocupacional

**Limite de exposição admissível** PEL

**EPI** Equipamento de proteção individual

**RAMP** Reconhecer os perigos, avaliar os riscos dos perigos, minimizar os riscos dos perigos, preparar-se para emergências de perigos não controlados;

**Ficha de dados de segurança** SDS

**Valor limite do limiar** TLV

**TWA** Média ponderada pelo tempo

**UNECE** Comissão Económica das Nações Unidas para a Europa

®

Sociedade Americana de Química

**Apêndice B: Diretrizes de segurança de amostra e contrato de segurança**

CÓDIGO DE CONDUTA DO LABORATÓRIO ESTUDANTIL PARA O PROGRAMA DE CIÊNCIAS SECUNDÁRIAS

As aulas de laboratório químico incluem investigações práticas e baseadas em inquéritos. Algumas atividades laboratoriais de nível médio envolvem o uso de produtos químicos ou equipamentos que podem representar um perigo para a saúde ou segurança de alunos e professores se não forem manuseados corretamente.

Para garantir um ambiente seguro e saudável em nossas salas de aula e laboratórios, foi desenvolvido o seguinte Código de Conduta do Laboratório do Aluno. Os alunos receberão duas cópias deste Código de Conduta durante a primeira reunião da turma. Os alunos e seus pais ou responsáveis devem assinar o Código e devolver uma cópia assinada ao professor antes que os alunos possam participar de qualquer trabalho de laboratório ou manusear produtos químicos. Os alunos devem guardar a segunda via em seu caderno de aula como lembrete de comportamento adequado.

DIRETRIZES GERAIS

1. Os alunos devem se comportar de maneira madura e responsável em todos os momentos no laboratório ou onde quer que os produtos químicos sejam armazenados ou manuseados. Todo comportamento inadequado é especialmente proibido.
2. Os alunos devem seguir cuidadosamente todas as instruções verbais e escritas. Se você não tiver certeza do procedimento, peça ajuda ao seu professor antes de prosseguir.
3. Os alunos não devem tocar em nenhum equipamento ou produtos químicos, a menos que especificamente instruídos a fazê-lo.
4. Os alunos não devem comer, beber, aplicar cosméticos ou mascar chicletes no laboratório. Lave bem as mãos após participar de qualquer atividade laboratorial.
5. Os alunos devem realizar apenas os experimentos autorizados pelo professor.
6. Os alunos receberão treinamento relacionado aos locais e procedimentos operacionais de todos os equipamentos de segurança laboratorial e equipamentos de proteção individual (EPIs) aplicáveis.

MANUSEIO DE PRODUTOS QUÍMICOS E EQUIPAMENTOS

1. Os alunos devem descartar corretamente todos os resíduos químicos, conforme orientado.
2. Os alunos nunca devem entrar ou permanecer nas salas de armazenamento do laboratório de ciências ou áreas de preparação, a menos que acompanhados por um professor ou um funcionário designado da escola.
3. Os alunos devem usar proteção ocular aprovada pelo American National Standards Institute (ANSI) sempre que produtos químicos, calor ou utensílios de vidro forem usados pelo professor ou pelos alunos no laboratório. Os alunos devem usar roupas pessoais apropriadas em todos os momentos no laboratório e também evitar usar roupas largas ou inflamáveis; cabelos longos devem ser amarrados para trás.
4. Os alunos devem relatar qualquer incidente (incluindo todos os derramamentos, quebras ou outras liberações de materiais perigosos) ao professor imediatamente, não importa o quão insignificante possa parecer. Isso deve incluir todas as lesões, como cortes, queimaduras, problemas respiratórios ou outros sinais de danos físicos. Incentiva-se que os alunos também relatem incidentes que não resultem em danos físicos, para que lições possam ser aprendidas com esses "quase erros".
5. Os alunos nunca devem remover produtos químicos, equipamentos ou suprimentos da área do laboratório.
6. Os alunos devem examinar cuidadosamente todos os equipamentos antes de cada uso e relatar qualquer equipamento quebrado ou defeituoso ao professor imediatamente.

SUBSTÂNCIAS DE AQUECIMENTO

1. Os alunos nunca devem alcançar uma chama exposta ou placa quente, ou deixar uma chama ou placa quente desacompanhada.
2. Os alunos nunca devem apontar um tubo de ensaio ou vaso de reação de qualquer tipo para outra pessoa.

RESPOSTA A VIOLAÇÕES DO CÓDIGO DE CONDUTA DO LABORATÓRIO ESTUDANTIL

**1ª Ofensa:** Repreensão verbal do professor, com registro escrito da infração mantido. O professor vai rever a regra com o aluno. Se se tratar de uma infração grave, que possa ter causado danos à saúde humana ou ao meio ambiente, os pais ou responsáveis também serão notificados.

**2ª Infração:** O aluno será suspenso do trabalho laboratorial imediatamente e encaminhado à secretaria competente de nível superior, com encaminhamento disciplinar do professor. Uma notificação por escrito sobre as consequências para o aluno também será enviada aos pais ou responsáveis. O aluno não poderá retornar ao trabalho laboratorial por uma semana, com atribuições de trabalho alternativas a serem fornecidas em um ambiente supervisionado, conforme determinado pela administração do prédio.

**3ª Infração:** O aluno será suspenso dos trabalhos laboratoriais imediatamente e encaminhado à secretaria administrativa competente, com encaminhamento disciplinar do professor. Também será enviada notificação por escrito aos pais ou responsáveis, e será agendada uma conferência obrigatória com os pais ou responsáveis, professor e administrador do prédio. Dependendo do resultado dessa conferência, o aluno pode ser suspenso das operações laboratoriais pelo restante do ano letivo. Se isso ocorrer, o aluno receberá atribuições de trabalho alternativas a serem fornecidas em um ambiente supervisionado, conforme determinado pela administração do prédio. Além disso, o aluno pode ser obrigado a agendar um curso alternativo de ciências laboratoriais para satisfazer quaisquer requisitos de graduação do estado.

#### Contrato de Segurança

ACORDO DE ESTUDANTE

Eu, (nome do aluno), li e subscrevo o Código de Conduta do Laboratório do Estudante estabelecido acima. Percebo que devo obedecer a essas regras para garantir a minha própria segurança e a dos meus colegas alunos e professores. Vou cooperar ao máximo com meus professores e colegas para manter um ambiente de trabalho seguro no laboratório. Estou ciente de que as violações deste código de segurança resultarão em ações disciplinares conforme especificado no Código.

DATA DE ASSINATURA DO ALUNO

RECONHECIMENTO DOS PAIS/RESPONSÁVEIS

*Nota aos pais/responsáveis: Acreditamos que você deve ser informado sobre os esforços de nossa escola para criar e manter um ambiente seguro de sala de aula e laboratório de ciências. A conscientização sobre segurança envolve a cooperação de pais ou responsáveis, alunos e professores. Por favor, leia o Código de Conduta do Laboratório do Aluno, que detalha as preocupações de segurança e os comportamentos esperados dos alunos no laboratório. Nenhum aluno poderá realizar atividades laboratoriais a menos que o aluno e pelo menos um dos pais ou responsável assinem o Código e devolvam uma cópia assinada ao professor.*

Ao assinar abaixo você indica que leu este Código de Conduta, está ciente das medidas tomadas para garantir a segurança de seu filho no laboratório de ciências, e incentivará seu filho a manter o acordo para seguir essas regras e procedimentos.

DATA DE ASSINATURA DOS PAIS OU RESPONSÁVEIS

**Referências**

Exemplos adicionais de regras e expectativas de segurança laboratorial podem ser encontrados nos seguintes locais:

Flinn Scientific regras de segurança e contrato.

www .flinnsci .com/media/396468/safety\_contract\_hs .pdf (acessado em 19 de junho de 2015) .

Flinn Quiz de segurança científica para estudantes.

www .flinnsci .com/media/396492/safety\_exam\_hs .pdf (acessado em 19 de junho de 2015) .

U . S . Comissão de Segurança de Produtos de Consumo; Departamento de Saúde e Serviços Humanos . *Guia de Segurança do Laboratório de Química Escolar*, outubro de 2006, p. 6.

www .cpsc .gov//PageFiles/122344/NIOSH2007107 .pdf (acessado em 19 de junho de 2015) .

**ANOTAÇÕES**

**ANOTAÇÕES**

**TELEFONES DE EMERGÊNCIA**

Corpo de Bombeiros/Ambulância/Polícia: **911**

Enfermeira Escolar:

Centro de Controle de Intoxicações:

Gabinete de Segurança:

Secretaria da Escola:

[^1]:

1 Morro RH, Finster DC. *Segurança laboratorial para estudantes de química*. Segunda edição. John Wiley & Filhos: Hoboken, Nova Jérsei, 2016.

1. Consulte o Apêndice A para obter um glossário de abreviaturas e siglas usadas nestas diretrizes. [↑](#footnote-ref-1)
2. Consulte o Apêndice B para obter as diretrizes de segurança da amostra para o laboratório e um contrato de segurança da American Chemical Society. [↑](#footnote-ref-2)
3. Sociedade Americana de Química. Demonstração do arco-íris de alerta de segurança. [www.acs.org/content/acs/en/about/governance/committees/chemicalsafety/safety-alert-rainbow-demonstration.html](http://www.acs.org/content/acs/en/about/governance/committees/chemicalsafety/safety-alert-rainbow-demonstration.html) (acessado em 22 de maio de 2016). [↑](#footnote-ref-3)