



## *Parte III*

O trabalho seguro com  
substâncias químicas

# *Segurança Química*

- Uso, armazenamento, transporte e descarte de substâncias químicas
- Preocupação recente:
  - 1990: Programa Internacional de Segurança Química (IPCS)/OMS
  - 1998: Normativas CE sobre SQ
  - 2000/2001 – Workshops Resíduos Químicos/SBQ
    - 2001: Infra FAPESP - RQ
  - 2000: III Forum Intergovernamental SQ
    - MMA ponto focal no Brasil
  - 2001: Comissão do MMA (COPASQ)
    - Sub-comissão “Segurança Química em Universidades e Instituições de Pesquisa”

- Principais recomendações da Sub-Comissão:
  - Em nível Federal: MEC e CAPES deverão incluir Segurança Química como uns dos parâmetros de avaliação de cursos de Graduação e pós
  - Em nível local:
    - Elaboração de Mapas de Risco e PPRAs
    - Controle rigoroso do fluxo de insumos químicos
    - Disciplinas obrigatórias de SQ (grad e pg)
    - Formação continuada em SQ
    - Banco de resíduos
  - COPASQ
    - Home page com informação em SQ

# *Os problemas de SQ em instituições de ensino e pesquisa*

- Número e quantidade cada vez maior de substâncias utilizadas
- Procedimentos quase sempre incorretos de uso, armazenamento e disposição de resíduos
- Procedimentos de aquisição descontrolados
- Carência de profissionais com conhecimentos para equacionar estes problemas
- Falta de cobrança de uma “atuação responsável” dos pesquisadores e de suas instituições

# *Fatores de risco em Laboratórios*

- Físicos
  - Ruído, temperaturas extremas, radiações ionizantes e não-ionizantes, vibração
- Biológicos
  - Agentes patogênicos e infectantes
- Químicos
  - Aerodispersóides, gases e vapores
- Ergonômicos
  - Fatores de stress físico e/ou mental no trabalho

# *Risco inerente vs Risco efetivo*

- Risco inerente: característico da substância. Está relacionado com as propriedades químicas e físicas da mesma.
- Risco efetivo: probabilidade de contato com a substância. Está diretamente relacionado com as condições de trabalho com o *agente de risco*
- Dano: consequência da concretização do risco

# *Danos*

- À integridade física (morte ou incapacitação para o trabalho)
  - Acidentes → quedas, incêndio, explosão, etc.
- À saúde do indivíduo exposto
  - Efeitos agudos
  - Efeitos crônicos
- À saúde e integridade das gerações futuras (descendentes dos indivíduos expostos)
  - Efeitos mutagênicos
  - Efeitos teratogênicos
  - Efeitos sobre o poder reprodutivo



# Riscos inerentes às substâncias químicas



# *Os produtos químicos como fatores de risco*

- As substâncias químicas podem ser agrupadas, segundo suas características de periculosidade, em:

asfixiantes  
explosivos  
comburentes  
inflamáveis

tóxicos  
corrosivos  
irritantes  
danosos ao  
meio ambiente

carcinogênicos  
mutagênicos  
teratogênicos  
alergênicos

# Asfixiantes

- Simples: sua presença diminui a concentração de oxigênio do ar. Por isso são perigosos em concentrações muito elevadas. Exemplos:  $N_2$ , He e outros gases nobres,  $CO_2$ , etc.
- Químicos: impedem a chegada de  $O_2$  aos tecidos. Sua atuação pode ocorrer de diferentes maneiras, por exemplo: o CO fixa-se na hemoglobina no lugar do  $O_2$ ; o HCN fixa-se na citocromooxidase; e, o  $H_2S$  além de bloquear a citocromooxidase, afeta o centro regulador do sistema respiratório.

# Explosivos



- Substâncias que podem explodir sob efeito de calor, choque ou fricção. As temperaturas de detonação são muito variáveis: nitroglicerina, 117 °C; isocianato de mercúrio, 180 °C; trinitrotolueno (TNT), 470 °C.
- Certas substâncias formam misturas explosivas com outras. Por exemplo: cloratos com certos materiais combustíveis, tetrahidroresorcinol com metais
- Outras tornam-se explosivas em determinadas concentrações. Ex: ácido perclórico a 50%

# *Comburentes (oxidantes)*

- Substâncias que em contato com outras produzem reação fortemente exotérmica. Ex: sulfonítrica, sulfocrômica, nitritos de sódio e potássio, percloratos, permanganato de potássio, peróxidos e hidroperóxidos.

# Inflamáveis

- A inflamabilidade depende de uma série de parâmetros:
  - Flash point (ponto de ignição): temperatura acima da qual uma substância desprende suficiente vapor para produzir fogo quando em contato com o ar e uma fonte de ignição
  - ponto de autoignição: temperatura acima da qual uma substância desprende vapor suficiente para produzir fogo espontaneamente quando em contato com o ar
  - pressão de vapor
  - ponto de ebulição

# Inflamáveis

## ● Extremamente inflamáveis

- flash point  $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$  , PE  $< 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ex: gases combustíveis ( $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ , etc),  $\text{CO}$ ,  $\text{HCN}$ ,
- flash point  $< 23\text{ }^{\circ}\text{C}$ , PE  $< 38\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ex: acetaldeído, éter dietílico, dissulfeto de carbono

## ● Facilmente inflamáveis

- ponto de autoignição  $<$  temperatura ambiente. Ex: Mg, Al, Zn, Zr em pó e seus derivados orgânicos, fósforo branco, propano, butano,  $\text{H}_2\text{S}$
- $23\text{ }^{\circ}\text{C} <$  flash point  $< 38\text{ }^{\circ}\text{C}$ , PE  $< 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Maioria dos solventes orgânicos
- substâncias sólidas que em contato com a umidade do ar ou água desprendam gases facilmente inflamáveis em quantidades perigosas. Ex: hidretos metálicos

## ● Inflamáveis

- $38\text{ }^{\circ}\text{C} <$  flash point  $< 94\text{ }^{\circ}\text{C}$



# Tóxicos

	DL <sub>50</sub> oral ratos, mg/Kg	DL <sub>50</sub> cutânea ratos/coelhos, mg/Kg	CL <sub>50</sub> inalação ratos, mg/m <sup>3</sup>
Muito tóxico	< 25	< 50	< 0,5
Tóxicos	25 – 200	50 – 400	0,5 2,0
Nocivos	200 – 2000	400 – 2000	2 - 20

- efeito agudo: dose única ou exposição < 24 horas
- efeito sub-agudo: 2 semanas a 3 meses de exposição
- efeito crônico: exposição > 3 meses
- outros fatores: órgão afetado, efeito direto ou indireto, sinergismos, efeitos cruzados

# *Corrosivos*

- Substâncias que quando em contato com tecidos vivos ou materiais podem exercer sobre eles efeitos destrutivos.
  - Exemplos: metais alcalinos, ácidos e bases, desidratantes e oxidantes



# *Irritantes*

- Substâncias não corrosivas que por contato com a pele ou mucosas pode provocar reação inflamatória.
  - substâncias corrosivas a baixas concentrações são irritantes
  - quanto mais solúvel em água, mais irritante para o trato respiratório
  - solventes orgânicos são irritantes por dissolução da camada lipídica protetora da pele. Ordem decrescente: HC saturados, HC aromáticos, halogenados, álcoois, ésteres, cetonas, aldeídos

# *Danosos ao meio ambiente*

- Substâncias que apesar da baixa toxicidade ao homem pode causar efeitos danosos ao meio ambiente. Importante ser considerado principalmente quando presente nos resíduos (sólidos, líquidos ou gasosos) de laboratório.

# *Carcinogênicos*

- Classe I: substâncias cujo efeito carcinogênico para o homem foi demonstrado através de estudos epidemiológicos de causa-efeito
- Classe II: substâncias provavelmente carcinogênicas para o homem. Estudos de toxicidade a longo prazo efetuados em animais
- Classe III: substâncias suspeitas de causar câncer no organismo humano, para as quais não se dispõe de dados suficientes para provar sua atividade carcinogênica e os estudos com animais não fornecem provas suficientes para classificá-las na classe II

# *Carcinogênicos*

- Lista das substâncias e materiais carcinogênicos (classe I) da IARC (*International Agency for Research on Cancer*)
  - <http://physchem.ox.ac.uk/MSDS/carcinogens.html>
- Lista dos carcinogênicos classes II e III (inclui relatório que apoiou a classificação da substância)
  - [http://ntp-server.niehs.nih.gov/htdocs/8\\_RoC/](http://ntp-server.niehs.nih.gov/htdocs/8_RoC/)

# *Mutagênicos*

- Substâncias que podem alterar o material genético de células somáticas ou reprodutivas. Dividem-se em 3 categorias, como os carcinogênicos.
- O número de substâncias reconhecidamente mutagênicas é muito maior do que o de carcinogênicas
- Considera-se que alguns tipos de câncer são resultado da evolução de processos mutagênicos.

# *Teratogênicos*

- Substâncias que podem produzir alterações no feto durante seu desenvolvimento intra-uterino (malformações)
- Estão divididas em duas classes:
  - I: substâncias para as quais o efeito teratogênico foi demonstrado por estudos de causa-efeito
  - II: substâncias provavelmente teratogênicas ao homem

# *Estabilidade de substâncias químicas*

- Facilidade de degradação exotérmica
- Reatividade com água
- Reatividade com oxigênio (ar)
- Incompatibilidades



# Reações químicas perigosas

## Substâncias incompatíveis

- Uma grande variedade de substâncias reagem perigosamente quando em contato com outras. Por isso antes de misturar quaisquer substâncias deve-se buscar informações sobre a compatibilidade das mesmas.

Nenhuma lista é exaustiva, mas algumas relativamente abrangentes podem ser encontradas:

→ na internet:

<http://physchem.ox.ac.uk/MSDS/incompatibles.html>

→ na Biblioteca do IQ:

IUPAC - *Chemical Safety Matters*, 1992, Appendix E.



# *Reações químicas perigosas*

## *Algumas substâncias incompatíveis*

- Oxidantes com:
  - nitratos, halogenatos, óxidos, peróxidos, flúor
- Redutores com:
  - materiais inflamáveis, carbetos, nitritos, hidretos, sulfetos, alquilmetais, alumínio, magnésio e zircônio em pó
- Ácidos fortes com:
  - bases fortes
- Ácido sulfúrico com:
  - açúcar, celulose, ácido perclórico, permanganato de potássio, cloratos, tiocianatos

# *Reações químicas perigosas*

## *algumas combinações explosivas*

- Acetona com clorofórmio na presença de base forte
- Acetileno com Cu, Ag, Hg ou seus sais
- Amônia com  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$  ou  $\text{I}_2$
- $\text{CS}_2$  com azida de sódio
- $\text{Cl}_2$  com etanol
- Clorofórmio ou  $\text{CCl}_4$  com Al ou Mg em pó
- Éter etílico com  $\text{Cl}_2$
- etanol com  $\text{CaClO}_3$  ou  $\text{AgNO}_3$
- $\text{HNO}_3$  com HAc ou anidrido acético

# *Substâncias Peroxidáveis*

As substâncias peroxidáveis contêm um átomo de hidrogênio autoionizável que é ativado pela própria característica estrutural da molécula e/ou pela presença de luz, reagindo lentamente com o oxigênio do ar, nas CNTP, para formar inicialmente um hidroperóxido:



Através de reações (também lentas) envolvendo adição, rearranjo ou desproporcionamento, formam-se os peróxidos, que são mais perigosos sob aquecimento ou concentração por evaporação

# *Substâncias Peroxidáveis*

- São peroxidáveis de uso comum em laboratórios:
  - Éter etílico ou sulfúrico
  - Tetrahydrofurano
  - Dioxano
  - Cumeno
  - Tetrahidronaftaleno
  - Estireno
  - Aldeídos

Review sobre peroxidáveis: JACKSON, H.L. et al. *J.Chem.Ed.*  
47, A175 (1970)

# *Algumas fontes de informação sobre produtos químicos*

## 1. Rótulo do produto

Merck, Baker, Aldrich, Mallinkrodt: frases de segurança CE

Fisher e alguns Aldrich: códigos NFPA

## 2. The Merck index

## 3. Internet: vários sites com MSDS (*Material Safety Data Sheets*)

<http://ecdin.etomep.net/>

<http://msds.pdc.cornell.edu/msds/hazcom/>

<http://www.ilpi.com/msds/index.shtml/>

# *Parte II*



## **Minimização do risco efetivo**

# *Construção/ reforma de laboratórios*

- Localização, tipo e tamanho do laboratório
- Materiais de construção
- Elementos arquitetônicos: fachadas, paredes, pisos, janelas e portas



# *O projeto*

- Segurança, funcionalidade e custo
- Fatores a considerar:
  - Quantos labs serão necessários
  - Função de cada espaço
  - Número de pessoas em cada espaço
  - Quantidade de produtos químicos que serão utilizados e/ou armazenados e seus riscos e incompatibilidades
  - Necessidades específicas de cada espaço em termos de ventilação, iluminação, eletricidade, gases, água, vácuo, etc.
  - Previsão de modificações das necessidades em um período de 5-10 anos



# *Localização*

- Deve considerar:
  - Separação entre áreas de risco de diferentes magnitudes
  - Restrição de acesso às áreas de maior risco
  - Centralização das instalações elétrica, hidráulica e de gases, para facilitar a detecção, ação e fuga em caso de emergência
  - Dificultar a propagação de incêndios

# *Prédios de laboratórios*

- 2 ou 3 andares, com acesso por diferentes pontos e isolados de outras construções com menor risco. Os depósitos de produtos químicos devem estar em local separado.
- É importante que os bombeiros possam chegar ao laboratório em menos de 15 minutos, em caso de incêndio

# *Tamanho dos laboratórios*

- Recomendável: pelo menos 10 m<sup>2</sup>/pessoa
- Laboratórios grandes são necessários para aulas práticas. Os mais importantes inconvenientes são: os acidentes podem afetar uma grande área, dificultando as ações necessárias, o que é agravado pelo grande número de pessoas geralmente presente
- Os laboratórios pequenos devem ter idealmente entre 40-50m<sup>2</sup>, recomendando-se que não sejam menores do que 15 m<sup>2</sup>

# *Mínima resistência ao fogo (RF)*

- Cada prédio de laboratório deve configurar um setor de incêndio independente. O ideal é que cada setor seja o menor possível, respeitando a compatibilidade com as atividades que ali serão executadas

# Mínima resistência ao fogo recomendada para paredes externas de prédios de laboratório (Norma NFPA-45)

Risco alto	< 190 m <sup>2</sup>	RF - 60
	190-460 m <sup>2</sup>	RF-120
	> 460 m <sup>2</sup>	não permitido
Risco médio	< 1900 m <sup>2</sup>	RF-60
	> 1900 m <sup>2</sup>	não permitido
Risco baixo		RF-60

# *Fachadas*

- Devem dispor de aberturas que facilitem o acesso externo a cada um dos andares/laboratórios. Devem ter uma altura mínima de 1,20 m e largura superior a 80 cm e não devem ser obstruídas por cartazes, faixas, etc.
- A distância entre as janelas, de um para outro andar, deve ser de no mínimo de 1,80 m para evitar a propagação de incêndio

# *Paredes divisórias*

- RF > 120 para edifícios com laboratórios de pesquisa e RF > 180 para edifícios com laboratórios didáticos
- Deve-se evitar divisórias parcialmente ou totalmente envidraçadas, já que a resistência ao fogo deste material (vidro comum) é mínima, rompendo-se facilmente pelo aumento de temperatura



# *Tetos*

- É recomendável pé direito de 3 metros
- O teto deve ser construído com materiais de elevada resistência mecânica e pintados ou revestidos de material que possa ser facilmente limpo.
- Deve ser pintado preferencialmente de branco, para melhorar o desempenho do sistema de iluminação



# *Pisos*

- Deve ter resistência mínima de  $300 \text{ Kg/m}^2$ , se houver possibilidade de utilização de equipamentos pesados o piso deverá estar adequadamente preparado para suportar os mesmos.
- Devem ter base rígida e pouco elástica para evitar vibrações
- O adequado revestimento do solo varia de acordo com as atividades que serão desenvolvidas no laboratório

## *Fatores a considerar na escolha do revestimento do piso*

- Resistência a produtos químicos
- Resistência mecânica
- Capacidade anti-derrapante, mesmo molhado
- Facilidade de limpeza e descontaminação
- Condutividade elétrica
- Facilidade de manutenção
- Durabilidade
- Preço
- Estética

# Características de alguns revestimentos para piso

	Madeira	Emborrachado	PVC	Cerâmica vitrif.	Pedra	Cimento
acetona, éter	M	M	R	B	B	B
solventes clorados	R	M	R	B	B	M
água	M	B	B	B	B	B
álcool	M	B	B	B	B	B
ácidos fortes	R	R	B	B	R	R
bases fortes	R	R	B	B	R	R
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 10%	R	B	B	M	B	R
óleos	R	B	B	B	M	M
facilidade de descontaminação	R	R	M	B	R	R

B = bom ; M = médio ; R = ruim

# *Janelas*

- Diminuem a sensação de claustrofobia e permitem a visão ao longe o que diminui a fadiga visual
- Devem permitir a saída de emergência e a entrada dos bombeiros e equipamentos para combate a incêndio
- As esquadrias devem ser construídas em material incombustível
- Cortinas devem ser evitadas, se forem imprescindíveis devem ser confeccionadas em material incombustível, como fibra de vidro, por exemplo

# Portas

- Pelo menos 2 para laboratórios com risco médio/alto; com risco baixo e mais de 100 m<sup>2</sup>; ou onde se trabalha com gases sob pressão
- Dimensões mínimas: altura 2,0 m e largura 90 cm.
- As portas que abrem para corredores não devem ser tipo vai-e-vem, nem corrediças
- Todas as portas de laboratório devem ter um visor na altura dos olhos, de pelo menos 40 x 20 cm

# Portas

- Não devem ter maçanetas. Para facilitar a entrada e saída com as mãos ocupadas, deve ser possível abri-las com o cotovelo ou o pé. Idealmente devem ser providas com sistema anti-pânico
- RF 30, no mínimo, para laboratórios de baixo risco. As portas comuns têm RF de 5-8 minutos
- Todas as portas externas do prédio devem abrir para fora. Para laboratórios onde não sejam utilizados produtos inflamáveis, explosivos ou tóxicos as portas poderão abrir para dentro.

# Bancadas

- Características recomendadas:
  - Altura entre 80 e 90 cm
  - Deve prever pelo menos 90 cm de bancada por pessoa
  - “espaço para pernas”
  - Tampo resistente aos produtos químicos que serão utilizados e resistente ao calor se estiver previsto o uso de bicos de gas. Materiais indicados na maioria dos casos: granito e inox
  - As bancadas de uso bilateral devem estar desencostadas da parede nas duas extremidades, com espaço de pelo menos 1 metro
- Cadeiras ergonômicas, banquinhos podem ser indicados para uso esporádico



# *Cores no laboratório*

- Teto, paredes e mobiliário devem ser pintados de cores claras, preferencialmente branco e creme, para facilitar a visualização de cartazes com indicações de segurança e não promover fadiga visual.

# *Condicionamento ambiental*

- O controle de temperatura e umidade deve ser individual, ou seja, cada laboratório deverá ter o seu sistema, para evitar a “socialização do risco” por todo o prédio
- Este sistema deverá considerar as fontes de calor, a movimentação de pessoas no local e a existência de sistemas extratores, como coifas e capelas
- Devem ser instalados longe das capelas e o fluxo de ar não deve incidir diretamente sobre as superfícies de trabalho
- Considerar a possibilidade de correntes de ar e o ruído que o equipamento possa gerar

# *Sistema elétrico*

- No projeto do laboratório, a parte elétrica deve estar dimensionada para as necessidades imediatas e futuras, para um horizonte de 5-10 anos
- No laboratório pronto não devem ser negligenciados os procedimentos de manutenção preventiva. Deve-se atentar para alguns pontos fundamentais:
  - Freqüência de desarme de disjuntores
  - Aquecimento de tomadas e plugs
  - Existência de fio terra em todos os equipamentos e monitoramento de sua medição.
  - Estado de conservação de tomadas e plugs
  - Uso de extensões deve ser esporádico

# *Gases sob pressão*



**Capacete**

**Calota**

**Corpo**

# *Classificação dos gases quanto a seu estado físico*

## ● **Comprimidos**

- Gases cuja temperatura crítica ( $T_c$ ) seja menor que  $-10^\circ\text{C}$ . O conteúdo do cilindro será sempre gasoso. Exemplos: Ar comprimido, Ar, etileno, He,  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ , CO, metano, etc.

## ● **Liquefeitos**

- Gas ou mistura de gases com  $T_c > -10^\circ\text{C}$ . No cilindro existem duas fases: líquido e gasosa. Exemplos:  $\text{NH}_3$ , Butano,  $\text{Cl}_2$ , HCl,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , propano,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , etc.

## ● **Dissolvidos - acetileno**

- Este gas se comprimido ou liquefeito puro polimeriza-se. Esta reação é extremamente exotérmica e pode levar à explosão do cilindro. Por isso o acetileno é fornecido dissolvido em acetona (ou dimetilformamida) embedida em um material poroso que impede a propagação da reação.

# *Classificação dos gases quanto às suas propriedades*

## ● **Inflamável**

- Inflamabilidade ao ar inferior a 13%. Ex: H<sub>2</sub>, etileno, CH<sub>4</sub>, liquefeitos de petróleo,

## ● **Tóxico**

- Máxima concentração tolerável (TLV) inferior a 50 ppm. Ex: NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>

## ● **Corrosivo**

- Produz corrosão superior a 6 mm/ano em aço A-37 a 55 °C (ASTM). Ex: Cl<sub>2</sub>, HCl, F<sub>2</sub>, HF, HBr

## ● **Oxidante**

- Potencial redox superior ao ar. Ex: ar sintético, O<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, F<sub>2</sub>

## ● **Criogênico**

- PE < -40 °C (fornecido liquefeito). Ex: CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, Ar, He

# *Armazenamento dos cilindros*

- Acondicione os cilindros por tipo de gas
- Mantenha-os com seus capacetes, em posição compacta , dispostos verticalmente e amarrados com correntes
- Separe os cilindros contendo combustíveis (ex.: hidrogênio, acetileno) dos cilindros contendo oxidantes (ex.: oxigênio) à distância mínima de oito metros
- Mantenha os cilindros cheios separados dos vazios
- Não remova os sinais de identificação dos cilindros (rótulos, adesivos, etiquetas, marcas de fabricação e testes).



- Não fume na área de armazenamento de cilindros
- Não permita o manuseio dos cilindros por pessoal sem prática
- Em áreas externas, mantenha os cilindros em local arejado, coberto e seco, longe de fontes de calor e ignição. Em situações excepcionais e temporárias os cilindros poderão ser instalados no interior do laboratório. Neste caso, mantenha-os longe de fontes de calor e ignição, passagens ou aparelhos de ar-condicionado. Evite guardá-los no subsolo
- Mantenha equipamentos de segurança próximos da área de estocagem

# *Instalação de gases*

- Idealmente deverá ser feita por uma empresa especializada.
- Conexões
  - Os reguladores de pressão são construídos de forma a serem compatíveis apenas com um grupo de gases, com propriedades semelhante, para evitar acidentes causados por incompatibilidades. Além disso alguns cuidados devem ser tomados:
    - Limpar perfeitamente as conexões antes do uso
    - Não utilizar graxas ou azeites nas junções ou conexões
    - Não se deve forçar ou golpear ao efetuar-se uma conexão.

## ● Tubulação

- Construída em material que não seja atacado pelo gás ou pelas condições ambientais (umidade e calor, especialmente). Materiais mais utilizados: cobre e aço inox
- Devem ser testadas em uma condição de pressão pelo menos 1,5 x maior que a pressão máxima de trabalho.
- Serão utilizadas apenas para os gases para os quais foram testadas

## ● Instalações para acetileno e hidrogênio devem merecer cuidados especiais

# *Manuseio dos cilindros*

- Use luvas protetoras, calçados de segurança com biqueiras de aço e óculos de segurança.
- Mantenha o capacete protetor da válvula atarraxado quando não estiver em operação.
- Não movimente um cilindro sem seu capacete
- Utilize carrinhos com correntes que permitam prender os cilindros durante o transporte
- Não jogue um cilindro contra outro(s).
- Não transfira gás de um cilindro para outro.
- Não derrube o cilindro no chão ou permita que tal ocorra
- Não permita contato da válvula do cilindro com óleo, graxa ou agentes químicos, principalmente se o cilindro contiver oxigênio ou outros gases oxidantes
- Não abra a válvula do cilindro sem antes identificar o gás que contém

# *Utilização de gases sob pressão*

- Mantenha o cilindro acorrentado durante sua utilização.
- Utilize regulador automático de pressão compatível com as características físico-químicas do produto.
- Abra a válvula devagar até o fim do curso.
- Não sobreaperte conexões: em caso de persistir o vazamento, é melhor desatarraxar a conexão limpando as roscas antes do reaperto.
- Use equipamento de proteção individual, como óculos e viseiras.
- Não aumente a pressão interna do cilindro por aquecimento.
- Mantenha a válvula do cilindro fechada quando não estiver em uso.

# *Prevenção de incêndio*

Para que ocorra combustão são imprescindíveis 3 elementos: combustível, comburente e calor, em proporções adequadas.

De 0 a 8% de O <sub>2</sub>	não ocorre
De 8 a 13% de O <sub>2</sub>	lenta
De 13 a 21% de O <sub>2</sub>	viva



## *Fatores que afetam a combustão*

- Composição do material: os que conté C, S e H são mais combustíveis
- Agregação do material sólido: material finamente dividido é mais combustível
- Para os combustíveis líquidos são determinantes da combustão: a pressão de vapor, a temperatura e a superfície exposta ao comburente



# *Combate a incêndio*

## ● Pequeno porte:

- Desligar quadro de energia; fechar os gases
- Evacuar o local
- Usar o extintor, se souber exatamente como. Caso contrário chamar a brigada de incêndio

## ● Grande porte:

- Desligar o quadro de energia, fechar os gases
- Evacuar o local, se houver fumaça mover-se o mais próximo do solo
- Chamar os bombeiros

# *Uso de extintores*

- Para que seja eficiente na extinção de incêndio é imprescindível:
  - Número, distribuição e manutenção adequados
  - Pessoal treinado no uso. Ideal: formação de brigada de incêndio

Classes de Incêndio	Agentes Extintores			
	Água	Espuma	Pó Químico	Gás Carbônico (CO <sub>2</sub> )
<b>A</b> Madeira, papel, tecidos etc.	SIM	SIM	SIM*	SIM*
<b>B</b> Gasolina, álcool, ceras, tintas etc.	NÃO	SIM	SIM	SIM
<b>C</b> Equipamentos e Instalações elétricas energizadas.	NÃO	NÃO	SIM	SIM

**\* => Com restrição, pois há risco de reignição. (se possível utilizar outro agente)**

*Programa de*  
 *Segurança Química*  
*nos Laboratórios*

# *Reconhecimento e antecipação de riscos*

- Mapas de risco
  - Quem faz?
    - CIPA + os q trabalham naquele local
  - Para q serve?
    - Subsidiar a proposição de um plano de metas de melhoria das condições de trabalho

- Como é feito?
  - Levantamento dos riscos existentes
    - Cores: físico (verde); químico (vermelho); biológico (marron); ergonômico (amarelo); mecânicos (azul)
  - Atribuição de graus de risco
    - Círculos : pequenos, médios e grandes
  - Checklists podem auxiliar
    - Livro INSHT/ Barcelona
    - <http://www.orcbs.msu.edu/chemical/chemical.html>
- O “Mapa de Risco” deverá ficar afixado em lugar visível no laboratório
- Deverá ser revisto sempre que houver alguma modificação de procedimentos, materiais, layout, equipamentos, etc

# *Nomeação de responsáveis pelo Programa*

- Direção da unidade
- Chefia de Departamento
- Um responsável em cada laboratório/  
grupo de pesquisa



# *Treinamento*

- Em todos os níveis
  - Docentes/Pesquisadores
  - Alunos graduação/pós
  - Funcionários técnicos
- Pelo menos uma atividade de reciclagem por semestre

# *Procedimentos operacionais padronizados*

- Para todas as atividades desenvolvidas no laboratório
- Para situações de emergência

# *Sistemas de segurança*

- Planos de emergência
- Sistema de detecção e combate a incêndio/explosão
- Chuveiros/ lava-olhos

- Programa de proteção ocular
- Plano de proteção auditiva
- Plano de proteção respiratória
- Luvas e outros materiais de proteção (aventais, calçados, etc)
  - Diretrizes para orientar a escolha do equipamento de proteção adequado
  - Política de aquisição definida

- Controle da aquisição/armazenamento de insumos químicos
- Gerenciamento de resíduos químicos
  - Definição de responsáveis
  - Definição do *modus operandi*

# *Programa de monitorização da saúde*

- SESMT → Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho
  - Portaria 413/UNESP, DOU 13/09/2001 → PGST (Programa Geral de Saúde do Trabalhador)
    - Região NE: Araraquara, Rio Claro, Jaboticabal, Franca
    - Região SE: S.Paulo, S.Vicente, S.J.Campos, Guaratinguetá
    - Região OE: P.Prudente, Marília, Assis
    - Região NO: Araçatuba, Ilha Solteira, S.J.Rio Preto
    - Região Central: Bauru, Botucatu

Para contatos futuros:

Profa. Dra. Mary Rosa Santiago Silva

Departamento de Química Analítica

IQ/UNESP - Araraquara

(16) 201-6610

E-mail: [mssqam@iq.unesp.br](mailto:mssqam@iq.unesp.br)