

## 1. Cenário Atual e Conceito

### INDÚSTRIA QUÍMICA NO BRASIL

- Evolução do faturamento líquido (1995 – 2018): aumento positivo de 20,2% em reais e 5,4% em dólares
- Fábricas cadastradas no Guia da Indústria Química Brasileira: total de 976, com cerca de 500 no estado de São Paulo representando ainda um dos maiores parques industriais da América Latina.
- Produtos químicos de uso industrial: somam mais da metade do faturamento líquido de 2019 (US\$ 55,5 bi).
- Grande potencial de crescimento, ao lado da China e da Rússia.
- O pré-sal brasileiro, fonte de petróleo e gás natural, dispõe de recursos naturais para a indústria química.
- Brasil tem acesso privilegiado a recursos naturais para desenvolver a química renovável e desenvolvimento sustentável dispondo de: ampla disponibilidade de biomassa não alimentar; produtividade elevada e forte o que lhe dá competitividade global; grande potencial para o desenvolvimento da biotecnologia de possuir a maior biodiversidade do planeta; pioneirismo na produção do plástico verde em escala industrial.

### PRODUÇÃO MUNDIAL

Substâncias refinadas e produtos para o consumidor (milhares):  
plásticos, farmacêuticos, pigmentos, solventes, fertilizantes, fibras, dispersões, cosméticos, etc

Intermediários (cerca de 300):  
metanol, cloreto de vinila, estireno, uréia, formaldeído, óxido de etileno, ácido acético, acrilonitrila, ciclohexano, ácido acrílico

Produtos básicos (cerca de 20):  
Nafta, etileno, propeno, butadieno, benzeno, gás sintético, acetileno, amônia, ácido sulfúrico, hidróxido de sódio, cloro

Matérias Primas (cerca de 10):  
petróleo, gás natural, carvão, biomassa, minerais, sal, fosfato, enxofre, ar, água

## CONFERÊNCIAS INTERNACIONAIS

1972	A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, reunida em Estocolmo de 5 a 16 de junho de 1972, e, atenta à necessidade de um critério e de princípios comuns que ofereçam aos povos do mundo inspiração e guia para preservar e melhorar o meio ambiente humano, proclamou 26 princípios que deveriam ser seguidos por todos os países signatários, incluindo o Brasil.
1990	77ª Conferência Internacional do Trabalho (OIT), com aprovação do texto da Convenção nº 170 da OIT "Segurança na Utilização de Produtos Químicos no Trabalho". Base para a edição do Decreto nº 2.657, de 3 de julho de 1998, atualmente revogado pelo Decreto nº 10.088, de 5 de novembro de 2019, com a promulgação da convenção em sua íntegra, conforme art. 2º, item LX - Anexo LX - Convenção nº 170 da OIT relativa à Segurança na Utilização de Produtos Químicos no Trabalho.
1992	"Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente" (CNUMAD), também conhecida como ECO92 ou RIO92 ou Cúpula da Terra. Assinada a Agenda 21, que traz na alínea de do item 19.4 do capítulo 19 a proposta da implantação de Programas de REDUÇÃO DE RISCO.
1994	"Conferência Internacional sobre Segurança Química", realizada em Estocolmo, Suécia, em abril de 1994. Estabeleceu o "Fórum Intergovernamental de Segurança Química" (FISQ, ou IFCS em inglês). Segurança Química: "Conjunto de estratégias para o controle e a prevenção dos efeitos adversos para o ser humano e o meio ambiente decorrentes da extração, produção, armazenagem, transporte, manuseio e descarte de substâncias químicas"

## AÇÕES DA FUNDACENTRO

Participação na Comissão Nacional de Segurança Química (CONASQ);

Conferências Nacionais de Internacionais sobre a Gestão Segura e Saudável dos Produtos Químicos;

Workshop de Informações Segurança Química;

Cursos de Segurança Química (<https://www.gov.br/fundacentro>);

## COMPETÊNCIAS DA FUNDACENTRO

Política Nacional de Segurança Saúde do Trabalho (PNSST) – Decreto nº 7.602, DE 7 DE NOVEMBRO DE 2011:

"g) por intermédio da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho - FUNDACENTRO: 1.elaborar estudos e pesquisas pertinentes aos problemas que afetam a segurança e saúde do trabalhador; 2.produzir análises, avaliações e testes de medidas e métodos que visem à eliminação ou redução de riscos no trabalho, incluindo equipamentos de proteção coletiva e individual; 3.desenvolver e executar ações educativas sobre temas relacionados com a melhoria das condições de trabalho nos aspectos de saúde, segurança e meio ambiente do trabalho; 4.difundir informações que contribuam para a proteção e promoção da saúde do trabalhador;"

## 2. Agentes Químicos

### POR QUE CONHECER?

No mínimo, 200 milhões de substâncias químicas e misturas no mundo, de acordo com o CAS. Esse número está em constante crescimento, à medida que novos produtos são desenvolvidos.

Presença constante e diversificada no nosso cotidiano.

A depender das condições e circunstâncias, podem ser caracterizados com potencial de causar dano (perigoso) ou ser considerado essencial (inofensivo).

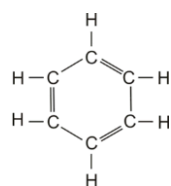
### CLASSIFICAÇÃO DOS AGENTES QUÍMICOS

Permitir rápida identificação e caracterização dos agentes agrupados nas diferentes classes.

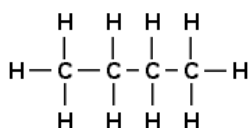
Auxiliar a prevenir os efeitos nocivos adversos que possam causar, ou nortear as ações e medidas caso ocorra alguma exposição nociva.

### ESTRUTURAS QUÍMICAS ORGÂNICAS

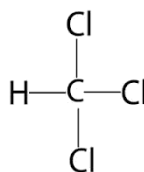
Contêm átomos de carbono e, normalmente, de hidrogênio na sua estrutura.



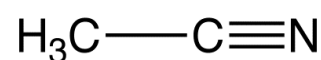
BENZENO



BUTANO



CLOROFÓRMIO



ACETONITRILA

### ESTRUTURAS QUÍMICAS INORGÂNICAS

Em geral, não contêm átomos de carbono como principal característica. Ácidos, bases, sais, óxidos, metais.

Soda  
Cáustica  
(NaOH)

Sal de  
Cozinha  
(NaCl)

Ácido  
Sulfúrico  
(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

Metais  
(Ag, Pb,  
Fe)

Cal  
(CaO)

### OXIDANTES

# MÓDULO 1

Causam ou contribuem para combustão de outro material, normalmente fornecendo oxigênio. Peróxidos (água oxigenada -  $H_2O_2$ ), ácido nítrico ( $HNO_3$ ).

## PERÓXIDOS ORGÂNICOS

Líquidos ou sólidos orgânicos que contém -O-O- em sua estrutura.

Termicamente instáveis; podem sofrer decomposição exotérmica auto-acelerada. Têm uma ou mais das seguintes características:

*Sujeitos a decomposição explosiva;*

*Queimam rapidamente;*

*Sensíveis a impactos ou fricções;*

*Reagem perigosamente com outras substâncias.*

Água oxigenada ( $H_2O_2$ )

Ácido Nítrico ( $HNO_3$ )

## PIROFÓRICOS

Sólidos ou líquidos que, mesmo em pequenas quantidades, são capazes de se inflamar após um contato de cinco minutos com o ar.

PÓ FINAMENTE DIVIDIDO

Magnésio

Titânio

Urânio



## EXPLOSIVOS

Sólidos ou líquidos que, por si só e por reação química, podem desprender gases a T, P e v tais que podem ocasionar danos a seu entorno.

Nitrato de Amônio (de Fertilizante a EXPLOSIVO  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )



## CORROSIVOS

Podem provocar lesões na pele; olhos e mucosas, destruição de tecidos ou queimaduras. Podem atacar a madeira, metais e plásticos.

Produtos de limpeza, ácidos fortes ou álcalis, soda cáustica.



## LIQUIDOS INFLAMÁVEIS

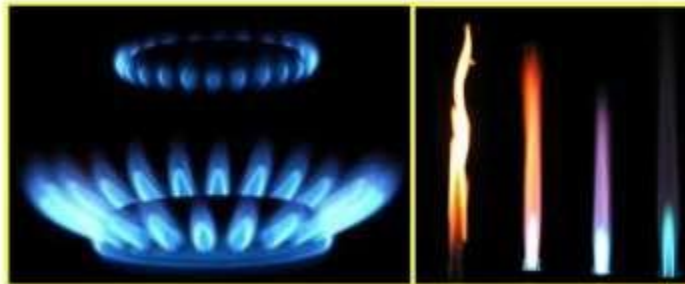
Com Ponto de Fulgor de até  $93^\circ\text{C}$ .



## GASES INFLAMÁVEIS

Gases que a 20°C e na pressão padrão de 101,3kPa possuem alguma capacidade de se inflamar quando misturados com o ar e com uma fonte de calor.

Hidrogênio, Metano, Butano, Outros.



## SÓLIDOS INFLAMÁVEIS

Substâncias em pó, granulares ou pastosas facilmente combustíveis. Propagam as chamas. Por atrito, podem provocar ou contribuir para o fogo.



## EMISSÃO DE GASES INFLAMÁVEIS EM CONTATO COM A ÁGUA

Líquidos ou sólidos que após interação com água podem se tornar espontaneamente inflamáveis ou gerar gases inflamáveis (carbeto de cálcio –  $\text{CaC}_2$ ; hidretos metálicos).

## AUTO-REATIVOS

Líquidos ou sólidos não explosivos; oxidantes ou peróxidos orgânicos que são instáveis ou sujeitos a decomposição exotérmica, mesmo sem oxigênio (azidas; azo-compostos; etc).

## AUTO-AQUECÍVEIS

Líquidos ou sólidos não pirofóricos que em contato com o ar e sem fornecimento de energia estão sujeitos a auto-aquecer. Reação gradual com  $\text{O}_2$  (oxidação), pode levar a auto-ignição ou combustão (alguns óleos minerais, como óleo de linhaça).

## GÁS X VAPOR

O vapor é a matéria no estado gasoso quando é capaz de existir em equilíbrio com o estado líquido ou sólido, e o gás é o estado fluido da matéria.

## TEMPERATURA CRÍTICA

Temperatura acima da qual a substância só pode existir na forma de gás, pois é impossível mudar seu estado gasoso para o líquido apenas com o aumento da pressão.

## ESTADO DE AGREGAÇÃO

Aerodispersóides: dispersão de partículas sólidas ou líquidas, de tamanho reduzido, no ar. Podem manter-se em suspensão por um longo período de tempo. 0,001 – 100µm.

Classificação por forma, tamanho, origem e modo como a partícula é formada. Auxilia a prever o risco envolvido na exposição a um agente químico em particular.



**Poeiras:** partículas sólidas dispersas no ar, obtidas por ruptura mecânica de sólidos. *Madeira, amianto, granito.*



**Neblinas:** partículas líquidas obtidas pela condensação de vapores de substâncias líquidas à temperatura ambiente.



**Fumos:** partículas sólidas obtidas pela condensação / oxidação de vapores de substâncias sólidas à temperatura ambiente. *Soldagem, PbO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>*



**Névoas:** partículas líquidas obtidas pela ruptura mecânica de líquidos. *Aplicação de pesticidas líquidos, pinturas em spray.*



**Fumaças:** partículas originadas de combustão incompleta, menores do que 0,1 µm. *Queima de combustíveis.*

## 3. Propriedades Físico Químicas

### PROPRIEDADES FÍSICOS QUÍMICAS

Auxílio na determinação da forma em que o agente químico estará presente no ambiente;

A forma está relacionada com as possíveis vias de penetração da substância no organismo;

Prever o risco envolvido na exposição e efeitos nocivos adversos relacionados à exposição.

### PONTO DE EBULIÇÃO

Temperatura à qual a aplicação de mais calor a um líquido não provoca qualquer aumento de temperatura e o mesmo se converte em vapor.



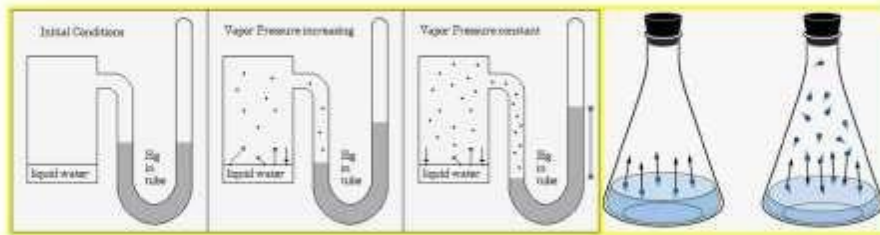
### VELOCIDADE DE EVAPORAÇÃO

Taxa de Evaporação é a massa evaporada em uma unidade de tempo. Geralmente determinada tomando-se como referência a taxa de evaporação do éter etílico, cujo valor é igual a 1.

### PRESSÃO DE VAPOR

Pressão exercida pelo vapor de uma substância em equilíbrio com sua forma sólida ou líquida.





## PONTO DE FUSÃO

Temperatura na qual ocorre a mudança do estado sólido para o estado líquido.



## PONTO DE FULGOR (FLASH POINT)

Menor temperatura (à pressão de 101,3 kPa) em que uma fonte de ignição leva vapores a se inflamar.

Substância	Ponto de fulgor
Acetona	-18°C
Etanol	13°C
Gasolina	42,8°C
Óleo de terebintina	30-46°C

## CAPACIDADE EXPLOSIVA OU INFLAMÁVEL DE UM GÁS OU VAPOR

Determinada pelo limite de explosividade ou inflamabilidade. Valores em (% Vol).

## LIMITE INFERIOR DE INFLAMABILIDADE

Mínima concentração para que uma mistura de ar + gás/vapor se inflame.

## LIMITE SUPERIOR DE INFLAMABILIDADE

Ponto máximo onde ainda existe uma concentração de mistura de ar + gás/vapor capaz de se inflamar.

## TEMPERATURA DE AUTOIGNIÇÃO

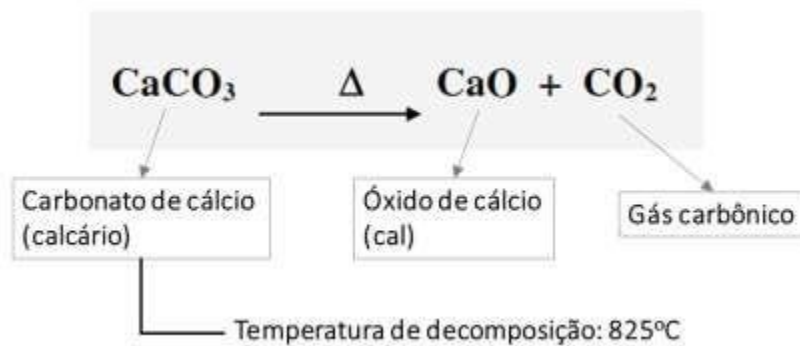
Temperatura mínima em que ocorre uma combustão, independente de fonte de ignição. Contato do combustível com oxigênio é suficiente.



Substância	T auto-ignição
Acetona	465°C
Pentaborano	90°C
Diborano	45-50°C
Tolueno	480°C

## TEMPERATURA DE DECOMPOSIÇÃO

Temperatura na qual as ligações químicas de uma molécula são rompidas e a substancia se decompõe em moléculas menores.



## 4. RISCOS QUÍMICOS

Seguramente mais de 80% dos acidentes poderiam ter sido evitados se os equipamentos utilizados no lar, no trabalho e no trânsito, fossem adequadamente seguros e se todos recebessem “treinamento” para as questões de segurança.

O Brasil é um dos recordistas mundiais de acidentes no trabalho, o que acarreta grandes prejuízos para nossa economia. Em função disso, órgãos competentes do governo, sindicatos e empresas mais conscientes do problema têm desenvolvido programas de treinamento. Neste sentido, o Decreto nº 2.657 de 03/07/1998, no artigo 15º informa que é dever do empregador informar aos trabalhadores os perigos e os riscos que os produtos químicos oferecem.

Os benefícios de se trabalhar em condições de segurança não podem ser vistos apenas pelo lado das empresas, pois os dias perdidos de trabalho, mutilações e muitos acidentes fatais deixam marcas profundas em pessoas e famílias.

Para os trabalhadores, que atuam nos laboratórios de indústrias e academias, é necessário informar que os acidentes podem causar não apenas mutilações, mas sérios problemas à saúde devido à exposição aos produtos químicos provenientes dos reagentes nos processos analíticos, inclusive com o uso de digestores e reatores frequentemente encontrados em laboratórios, bem como nas áreas de fabricação.

As atividades antropogênicas nos expõem a elevadas cargas de agentes químicos contidos no ar que respira, na água, nos alimentos “in natura”, que são tratados com inseticidas e herbicidas, nos alimentos industrializados com seus corantes e aditivos, nos alimentos artificiais tais como refrigerantes, guloseimas etc., nos medicamentos e, finalmente, nos próprios cosméticos que entram em contato direto com a pele.

Uma pessoa que trabalha num laboratório 8 horas por dia, que representa quase 1/3 de sua vida profissional, recebe uma carga contaminantes químicos muito maior que a média dos que trabalham em outras atividades.

Portanto, é fundamental que profissionais que exercem funções em laboratórios, busquem as melhores condições de trabalho, por ações de capacitação e medidas de proteção fundamentas é informações técnicas.

## ACIDENTES E INTOXICAÇÕES NO LABORATÓRIO

Por ordem decrescente de frequência os riscos aos quais está sujeito quem trabalha em laboratório, são:

- *Exposição a agentes agressivos ou tóxicos.*
- *Lesões com produtos cáusticos e corrosivos.*
- *Queimaduras com produtos inflamáveis.*
- *Acidentes com vidrarias e materiais cortantes e contundentes*
- *Acidentes com equipamentos elétricos.*
- *Problemas de exposição a radiações.*

A exposição a agentes agressivos ou tóxicos, por ser a mais freqüente e a que muitas vezes causa sérias conseqüências após longos períodos de exposição aparentemente inofensiva, é de que primeiramente iremos tratar.

No laboratório, sempre que se abre um frasco de um reagente químico, este, por sua pressão de vapor maior ou menor, emitirá vapores em níveis prejudiciais, dependendo da natureza do produto.

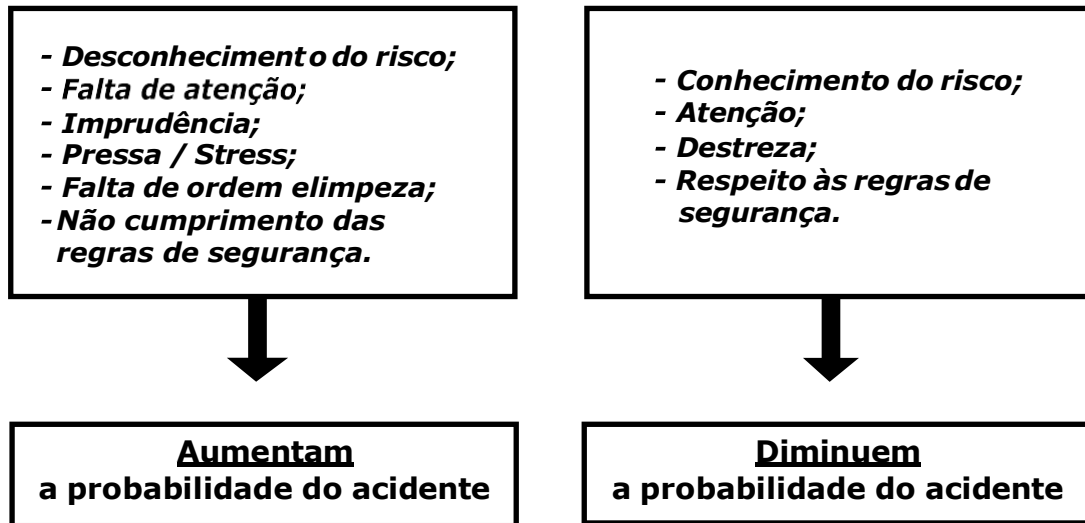
Nos laboratórios de indústrias agroquímicas, de tintas, petroquímicas e diversas outras, apesar das medidas de controle, a exposição aos agentes químicos é, de fato, potencializada. Sendo assim, os trabalhadores que manipulam produtos químicos poderão se contaminar lentamente por meio das vias de exposição tais como: inalação, contato com a pele ou via oral.

Embora o operador não sinta a gravidade do problema num período inicial, após algum tempo poderá sofrer uma intoxicação crônica, que é a que se dá num longoperíodo de exposição. Diversos serão os sintomas que poderão se apresentar e difícilserá fazer um diagnóstico de qual ou quais agentes químicos estão causando o problema, para cada indivíduo.

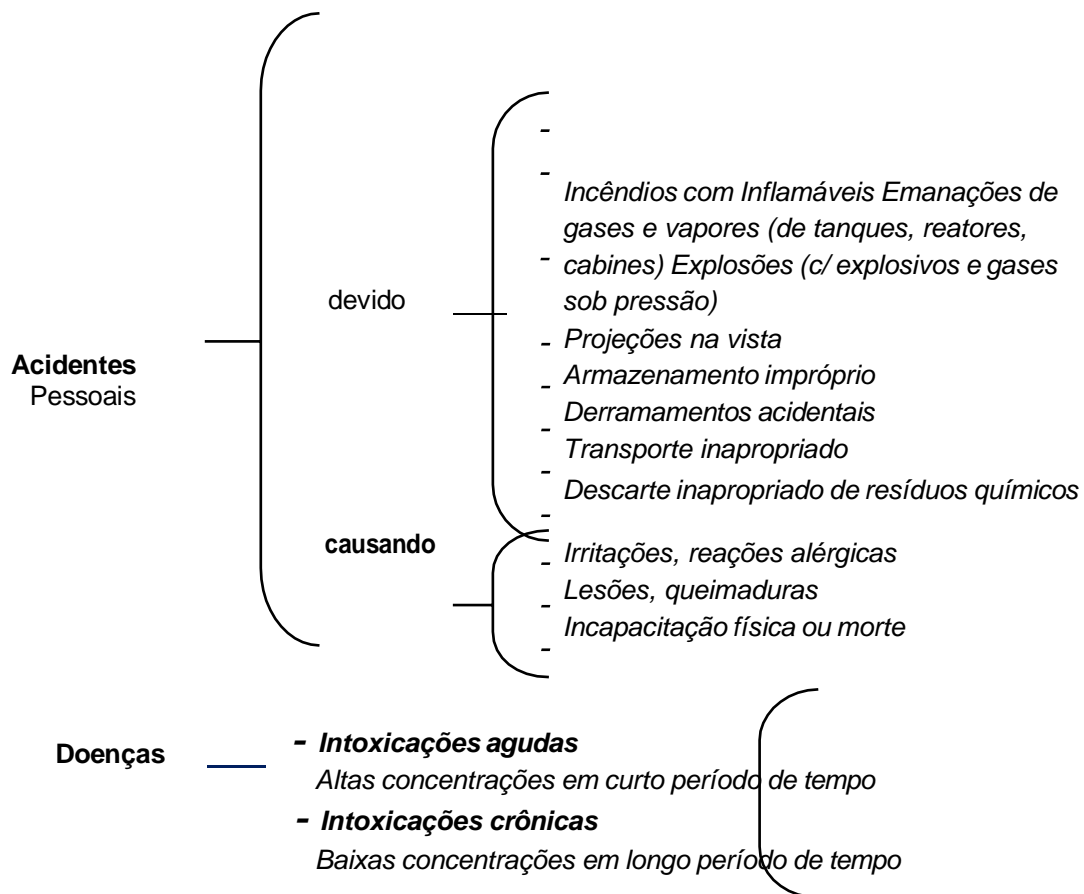
Existem outros casos que, por um acidente no laboratório, ou uma operação realizada sem os devidos cuidados ou sem o uso dos equipamentos de proteção, estão expostos a uma concentração elevada de um agente químico tóxico por curto período, a intoxicação aguda.



**RISCO** - É a *Possibilidade* ou a *Probabilidade* de ocorrer um acidente ou doença profissional.



### O MANUSEIO INADEQUADO DE PRODUTOS QUÍMICOS PODE LEVAR A:



## VIAS DE INTRODUÇÃO DE AGENTES QUÍMICOS NO ORGANISMO

Sem dúvida alguma, a assimilação via respiratória é a mais freqüente no laboratório, visto que os vapores ou partículas emitidas por amostras, frascos de reagentes, soluções, etc., são usuais no manuseio e não temos como impedir.

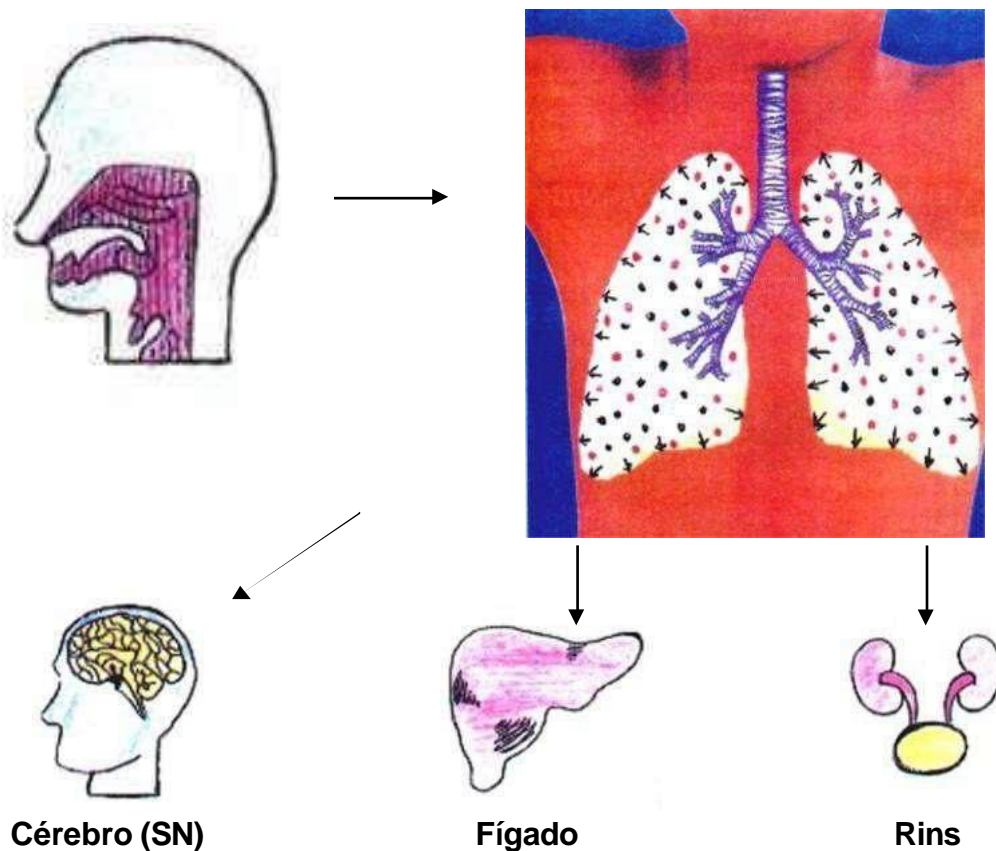
Assim sendo, faz-se necessária a interferência dos analistas e supervisores para reduzir ao máximo estas emissões operando corretamente em capelas e com o uso dos Equipamentos de Proteção Individual, quando necessário. Na tabela abaixo temos as principais formas de introdução via respiratória e a ação no organismo dos principais agentes químicos presentes em laboratórios.

Forma dos agentes químicos:

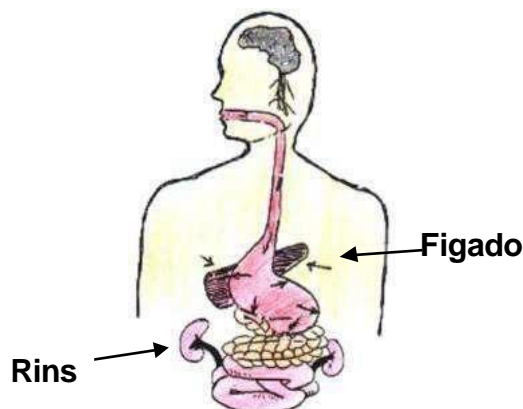
- Gases;
- Pó e poeiras dispersas no ar;
- Vapores ácidos e alcalinos;
- Vapores de solventes orgânicos.

### Via Respiratória

#### Pulmões



## Via Digestiva (oral)



A introdução via oral, muito freqüente por pipetagem com a boca ou pela ingestão de alimentos no laboratório.

Os alimentos no laboratório, por absorção dos contaminantes do ar ou por contato direto, são facilmente contaminados e, por conseguinte, passam para o organismo de quem os ingere.

Outra forma freqüente de contaminação dos alimentos é o uso de estufas de laboratório para aquecê-los.

Ele se dá com o uso de refrigeradores onde se armazenam padrões e amostras juntamente com alimentos. Assim sendo, deve ser terminantemente proibido manter alimentos no ambiente do laboratório, de maneira geral e, especialmente, nos refrigeradores com produtos químicos.

## Via Cutânea

Outra via freqüente de introdução de agentes tóxicos no organismo é pelo contato com a pele.



Tanto em operações rotineiras de extrações ou titulações, como no manuseio de vidrarias ou montagem de aparelhagens, temos o risco de derramamentos sobre a pele, além do contato dos vapores com outras partes do corpo.

**Ocorre por:**

Contato de mãos, braços, rosto ou partes do corpo com produtos químicos sem a devida proteção com os Equipamentos de Proteção Individual.

**Sugere-se:**

- *Lavar muito bem as mãos após o trabalho com produtos químicos.*
- *Tomar um bom banho, após o expediente de trabalho.*

**Olhos**

- São uma porta aberta!
- A maior parte das substâncias são irritantes ou corrosivas aos olhos.

**FORMAS DE CONTROLE DA EXPOSIÇÃO A AGENTES QUÍMICOS OU FÍSICOS NO AMBIENTE DE TRABALHO****Limites de Tolerância**

É definido em caráter não absoluto como a concentração dos “agentes químicos” ou a intensidade dos “agentes físicos” presentes no ambiente de trabalho, sob as quais os trabalhadores podem ficar expostos durante toda a sua vida laboral, sem sofrer efeitos adversos à sua saúde.

No Brasil, adotam-se os Limites publicados pela ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists – Ohio – USA) adaptado para a nossa jornada de trabalho (48 horas semanais).

TLV – Threshold Limit Value (Limiar do Valor Limite) ou no Brasil: Limite de Tolerância (L.T.).

TLV – TWA (Time Weighted Average). Definido para exposições de até 8 hs/dia.

TLV – STEL (Short Term Exposure Limit).

Definido para exposições de curto período de tempo (até no máximo 15 minutos).



## AVALIAÇÃO DE AGENTES QUÍMICOS NO AR

Já falamos dos Limites de Tolerância para diversos produtos químicos na forma de gases ou vapores a que os trabalhadores poderão ficar expostos.

Uma monitoração – que deve ser feita periodicamente ou quando houver alteração no Layout das instalações do laboratório – permite avaliar se as concentrações estão sob controle ou se há necessidade de medidas preventivas ou emergenciais.

Comitês internacionais de saúde e segurança ocupacional, tais como NIOSH e Comunidade Européia, definem monitorização como uma “atividade sistemática, contínua e repetitiva, relacionada à saúde e desenvolvimento, para implantar medidas corretivas sempre que se façam necessárias”.

Esta determinação deve ser feita de maneira a não incorrer em erros que poderão levar a graves conseqüências futuras.

A estratégia para a elaboração de amostragem, com a finalidade de determinar a concentração representativa da exposição ocupacional do trabalhador a agentes químicos presentes na atmosfera do ambiente de trabalho está sendo proposta pela Norma da ABTN.

Nesta Norma encontra-se as definições pertinentes ao assunto, desde as formas como se apresentam os agentes químicos tais como gases, vapores, fumos, névoas, neblinas e até locais, técnicas de avaliação e expressão dos resultados.

Trata também das considerações que se deve levar em conta, para se fazer o reconhecimento de risco. Antes de ser executada uma amostragem da exposição ocupacional a um determinado agente, deve ser desenvolvida uma estratégia de amostragem, a qual, conforme a finalidade do estudo, levará em consideração os seguintes fatores:

- *Definição do local da avaliação e layout.*
- *Tecnologia, processos e demais características operacionais de trabalho, tipos de equipamentos etc.*
- *Fontes potenciais de liberação do agente, propagação e interferências das áreas vizinhas.*
- *Fatores ligados aos agentes químicos presentes nos locais de trabalho tais como:*
  - propriedades físicas, químicas e toxicológicas
  - metodologia e equipamentos de coleta e análise
  - resultado das avaliações preliminares
  - dados de avaliações anteriores
- *Fatores ligados aos trabalhadores, tais como:*
  - número de trabalhadores em cada grupo de risco selecionado
  - descrição de jornada da função e tempo de exposição.
  - duração da jornada e turnos de trabalho.
  - atividade física e aspectos ergonômicos.

Após estas considerações, estabelece-se a estratégia de amostragem onde se definem os locais ou postos de trabalho específicos para coletas, tipos de coleta, duração e o número de amostras, bem como quando proceder estas coletas e, no caso de coleta individual, quantos e quais trabalhadores deverão ser amostrados.

Quanto às técnicas de coleta, que são escolhidas de acordo com a estratégia definida, tem-se:

- coleta de um volume total de ar.
- coleta do contaminante através de captação por concentração do agente, fazendo o ar atravessar o leito de coleta onde o agente é retido.
- instrumentos de coleta/análise instantânea com instrumentos de leitura direta.

Definida a técnica de coleta, parte-se para a definição da duração da coleta, período de coleta na jornada de trabalho, número de amostras e seleção dos trabalhadores a serem amostrados.

## **Monitoração Ambiental**

Após as avaliações da exposição dos trabalhadores integrantes de um grupo homogêneo e, conforme os resultados obtidos, deve ser realizada a monitoração ambiental através da estimativa periódica da exposição ocupacional, para efeito de acompanhamento da exposição e das medidas de controle.

A monitoração ambiental deve ser completada pela monitoração biológica, que consiste na avaliação de agentes químicos, ou seus metabólicos, em fluídos biológicos (urina, sangue etc.) do trabalhador. Serve para indicar a exposição ou efeito de um agente químico, em particular de um trabalhador, num grupo ao qual pertence.

As diferenças existentes para cada indivíduo (idade, sexo e hábitos alimentares) assim como a intensidade, a duração e a frequência de exposição influem nos resultados obtidos.

Parte-se então, para a interpretação dos resultados e tomada de decisões no que se refere à alteração dos processos para minimizar a exposição, com o afastamento temporário ou permanente de trabalhadores.

## **TOXICIDADE DE PRODUTOS QUÍMICOS - METAIS PESADOS**

**Mercúrio (Hg).** *Assimilação via respiratória (alvéolos), atuando no Sistema Nervoso Central(SNC). Causa perda de memória, hipertensões e depressões que podem levar ao suicídio. Muito volátil. Armazenar sob água. Evitar o uso de termômetros de Hg em estufas.*

**Cádmio (Cd).** *Entrada no organismo por vias respiratórias. É extremamente tóxico. Pós de óxidos no ar podem causar pneumonites, fibrose, edemas pulmonares e doenças renais. Inalação de 40 mg. com retenção de 04 mg. nos pulmões pode ser fatal. Partículas muito finas no ar formam mistura inflamável.*

**Chumbo (Pb).** *Na forma metálica ou óxidos. Provoca alterações no sistema nervoso central. Interfere na rota metabólica, provocando anemias. É teratogênico para a mulher na fase de gestação.*

**Cromo (Cr).** *A forma Cromo VI no organismo humano reage com a Metionina (da proteína), reduzindo a Cromo III. Provoca irritação das conjuntivas e vias aéreas superiores. Contato com a pele provoca ulcerações crônicas, perfuração do septo nasal. Pode produzir coloração marron da língua e dentes e carcinoma broncogênico.*

## AERODISPERSÓIDES

São dispersões de partículas *Sólidas ou Líquidas no ar*, de tamanho extremamente reduzido de forma que conseguem permanecer em suspensão por longo tempo.

Classificados em: - **Poeiras**  
- **Fumos**  
- **Névoas**  
- **Neblinas**

**Poeiras:** são partículas sólidas geradas por ação mecânica de ruptura de sólidos. Geralmente são maiores que  $0,5 \mu$  (micras) e são geradas através de operações como: lixamentos, triturações, perfurações, explosões etc.

### **Sílica**

*Partículas de 0,5 a 7 micrômetros, insolúveis no organismo. Provoca “Silicose”. Lesões na pleura com enrijecimento do tecido. Doença progressiva. Morte por asfixia.*

### **Amianto**

*Provoca “Asbestose”, fibras pontiagudas que se alojam nos pulmões, perfurando a pleura. Causam fibroses e câncer no pulmão.*

## ÁCIDOS

Características, toxicidade e perigos ao manusear:

- Ação corrosiva sobre a pele, mucosas, olhos, tecidos do trato respiratório e digestivo. A intensidade depende de:
  - natureza do ácido
  - concentração
  - tempo de contato
- Muito perigoso no contato com os olhos
- Reatividade: com metais, produtos alcalinos tipo cimento, cal etc.

### **Ácido Clorídrico (nome comercial: ácidomuriático)**

- Gás clorídrico borbulhado em água destilada.
- Vapores são irritantes das vias respiratórias.

### **Ácido Sulfúrico**

- Vapores irritantes das mucosas, provocam corrosão dos dentes, dificuldade para respirar, bronquite, edema na laringe e pulmões, perda dos sentidos.
- Na pele soluções diluídas causam dermatites irritativas.
- Soluções concentradas causam alterações e destruição dos tecidos. Muito corrosivo.

### **Ácido Nítrico**

- Vapores são irritantes das vias respiratórias.
- Ação sobre os pulmões pode até causar edemapulmonar.
- Na pele causa queimaduras graves
- Em vazamento, quando muito aquecido produz gases tóxicos e inflamáveis.

### **Ácido Perclórico**

- Contatos com a pele, olhos e mucosas causa queimaduras.
- Tomar cuidados especiais pois forma Percloratos em contato com vários produtos orgânicos, inclusive madeira (das capelas), materiais combustíveis e oxidantes (exemplo HNO<sub>3</sub>) formando compostos explosivos ao choque.
- Manusear em capelas especiais (revestidas de aço inox).
- Muito explosivo quando anidro. Em condições de uso a concentração não deve exceder a 72%.

### **Ácido Fluorídrico**

- Corrói vidros e metais.
- É extremamente corrosivo para a pele, olhos e mucosas.
- Causa queimaduras graves que podem ser indolores ou invisíveis nas primeiras horas.
- Irritação severa dos olhos e pálpebras. Pode resultar em lesões prolongadas ou permanentes e perda total da visão.
- Efeito crônico: fluorose, perda de peso, anemia, Leucopenia e descoloração dos dentes.
- Em contato com a roupa, retirar imediatamente. Contato com a pele: lavar com muita água, durante 15 minutos, e procurar um médico.
- Para testar vazamentos, usar luvas pré-testadas com água.

### **Ácido Fosfórico**

- Geralmente solução em água.
- Corrosivo para pele, olhos e mucosas.
- Com aquecimento, libera vapores tóxicos.

### **Ácido Acético**

- Quando concentrado, causa irritação, queimaduras, lacrimação, conjuntivites e corrosão dos dentes.
- Inalação causa irritação das mucosas.
- Exposição elevada pode causar quadro de morte por edema pulmonar.
- Pode formar misturas explosivas com ar, produzindo incêndios.

## **BASES**

### **Hidróxido de Sódio**

- Inalação provoca danos no trato respiratório inclusive pneumonite grave.
- Corrosivo de todos os tecidos.
- Nos olhos causa opacidade da córnea, edema pronunciado, ulcerações e até cegueira.



### **Hidróxido de Amônio**

- Inalação produz irritações das vias respiratórias.
- Exposição intensa produz broncopneumopatias e morte.
- Em contato com a pele, produz irritação e queimaduras.
- Nos olhos produz opacidade da córnea e cristalino.

### **SOLVENTES**

#### **Álcool Metílico**

- Ação do nervo ótico.
- Exposição crônica oral pode causar cegueira.

#### **Benzeno**



- Intoxicação Crônica:
  - Lesões na medula óssea - órgão produtor do sangue.
  - Anemia (glóbulos vermelhos).
  - Leucopenia (glóbulos brancos).
  - Tempo de coagulação (plaquetas ou trombócitos).
- Efeito tardio:
  - Anemia aplástica / Leucemia / Outros tipos de câncer.

#### **Dissulfeto de Carbono**

- Solvente extremamente volátil e inflamável.
- Temperatura de altoignição: 100°C em contato com superfícies catalíticas.
- Larga faixa de inflamabilidade do vapor: pega fogo em contato com chapa quente.
- Intoxicação crônica.
- Efeitos adversos múltiplos sobre diferentes órgãos e sistemas.
- Encefalopatia crônica: transtornos psicológicos e neurológicos.
- Lesões vasculares, arteriosclerose precoce.
- Transtornos na espermatogênese, menstruação irregular abortos prematuros.

#### **Estireno**

- Pode formar peróxidos explosivos; intoxicação crônica.
- Irritante do sistema respiratório.
- Irritação da pele: secura, formação de bolhas.
- Irritante para os olhos.

#### **N-Hexano**

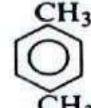
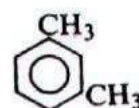
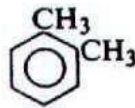
- Inalação aguda: aparecimento de sinais nervosos que começam com euforia, levando à vertigem, paralisia das extremidades e perda de consciência.
- Inalação Crônica:
  - Alterações cutâneas
  - Neuropatia periférica, principalmente nos membros inferiores.
- Está presente nas colas de sapateiro.
- É um dos principais constituintes de Benzina.

## Tolueno



- Intoxicação crônica. Ação maior que benzeno, enxaqueca, debilidade generalizada, falta de coordenação e memória, náuseas, falta de apetite, lesões no SNC e SNP.
- Disfunção menstrual na mulher.
- Danos no canal auditivo.

## Xilenos (dimetilbenzenos)



- Intoxicação crônica.
- Cefaléia (dor de cabeça), irritabilidade, fadiga, sonolência durante o dia, do sono à noite, sinais de deterioração do S.N.

## Solventes Clorados

### Tetracloroeto de Carbono

- Inibição do S.N.
- Lesões de fígado e rins - mesmo com uma exposição aguda.
- Efeito tardio: carcinogênese.
- Efeito prolongado com a pele: dermatite.

### Tricloroetileno

- Ação sobre SNC (fadiga, transtorno do sono, mudança de caráter perda de memória, etc.).
- Pequena alteração hepática.
- Dermatite.
- Efeito tardio: suspeita de carcinogênese.
- Características de exposição aguda:
- Após algumas horas: náuseas e vômitos.
- Dia seguinte: formigamento de boca e nariz.
- Após alguns dias: sintomas pelo rosto todo, perda de reflexos da córnea.

**Obs: SN** - Sistema Nervoso

**SNC** - Sistema Nervoso Central

**SNP** - Sistema Nervoso Periférico

## Resumindo Exposição a Solventes:

- Atuam no sistema nervoso central.
- Causam perda de memória de curto tempo.
- Produzem efeito narcótico, podendo chegar a provocar alucinações.
- Efeitos tóxicos generalizados em diversos órgãos tais como vista, pele, fígado etc.

### **Solventes Clorados**

- Anestésicos e de efeito sobre as vísceras.
- Podem causar câncer hepático (fígado).
- Quando queimados produzem “fosgênio” que é um gás tóxico que causa edema pulmonar como efeito retardado. Exemplos: clorofórmio, cloreto de metileno, percloroetileno etc.

### **Álcoois**

- Efeitos anestésicos sobre o sistema nervoso.
- *Álcool metílico* – ação tóxica primeiramente, dirigida sobre o nervo ótico. Muito lentamente eliminado pelo organismo.
- *Álcoois superiores* – tipos propílicos, butílicos, amílicos. Ação tóxica no fígado.

### **Sintomas de Intoxicação aguda provocada por Solventes**

- tonturas
- descoordenação dos movimentos
- dores de cabeça
- cansaço
- náuseas
- anorexia (falta de apetite)
- diarreia
- perda de consciência
- morte

### **Sintomas de Intoxicação crônica provocada por Solventes**

- cansaço
- tonturas
- dores de cabeça
- apatia
- perda de memória e capacidade de concentração
- impotência e redução da libido
- ansiedade
- depressão
- intolerância ao álcool

## 5. Boas Práticas Laboratoriais

### OBJETIVOS

Apresentar algumas informações básicas de conduta em laboratórios, com vistas à realização de experimentos em conformidade com padrões de segurança.

Orientar à comunidade acadêmica, sobre a postura e principais procedimentos em laboratórios, visando proteger alunos, pesquisadores, técnicos e professores sobre os perigos e os riscos.

Promover a facilitação e integração dos trabalhos que envolva a manipulação de substâncias químicas.

### É FUNDAMENTAL SABER / CONHECER

- Quais produtos químicos se tem, sua quantidade e para que servem;
- As propriedades das substâncias de forma aprofundada;
- Possíveis perigos envolvidos (Perigos Físicos).

### NO LABORATÓRIO É FUNDAMENTAL

- Evitar perturbar ou distrair quem esteja realizando algum trabalho no laboratório;
- Assegurar-se de que todos os Produtos Químicos que ofereçam algum risco estejam rotulados e estocados corretamente;
- Seguir os procedimentos de descarte adequados para cada reagente ou material de laboratório.

### É FUNDAMENTAL PLANEJAR O EXPERIMENTO

- Pesquisar as propriedades químicas, físicas, toxicológicas/ecotoxicológicas das substâncias;
- Verificar estabilidade, reatividade, aspectos relacionados à segurança e ao descarte de cada substância.

### OUTRAS RECOMENDAÇÕES

- Nunca trabalhar sozinho no laboratório;
- Acesso ao laboratório somente para pessoal autorizado;
- Nunca provar produtos químicos;
- Promover o transporte adequado de vidrarias e reagentes;
- No preparo de soluções, nunca despejar água em ácido;



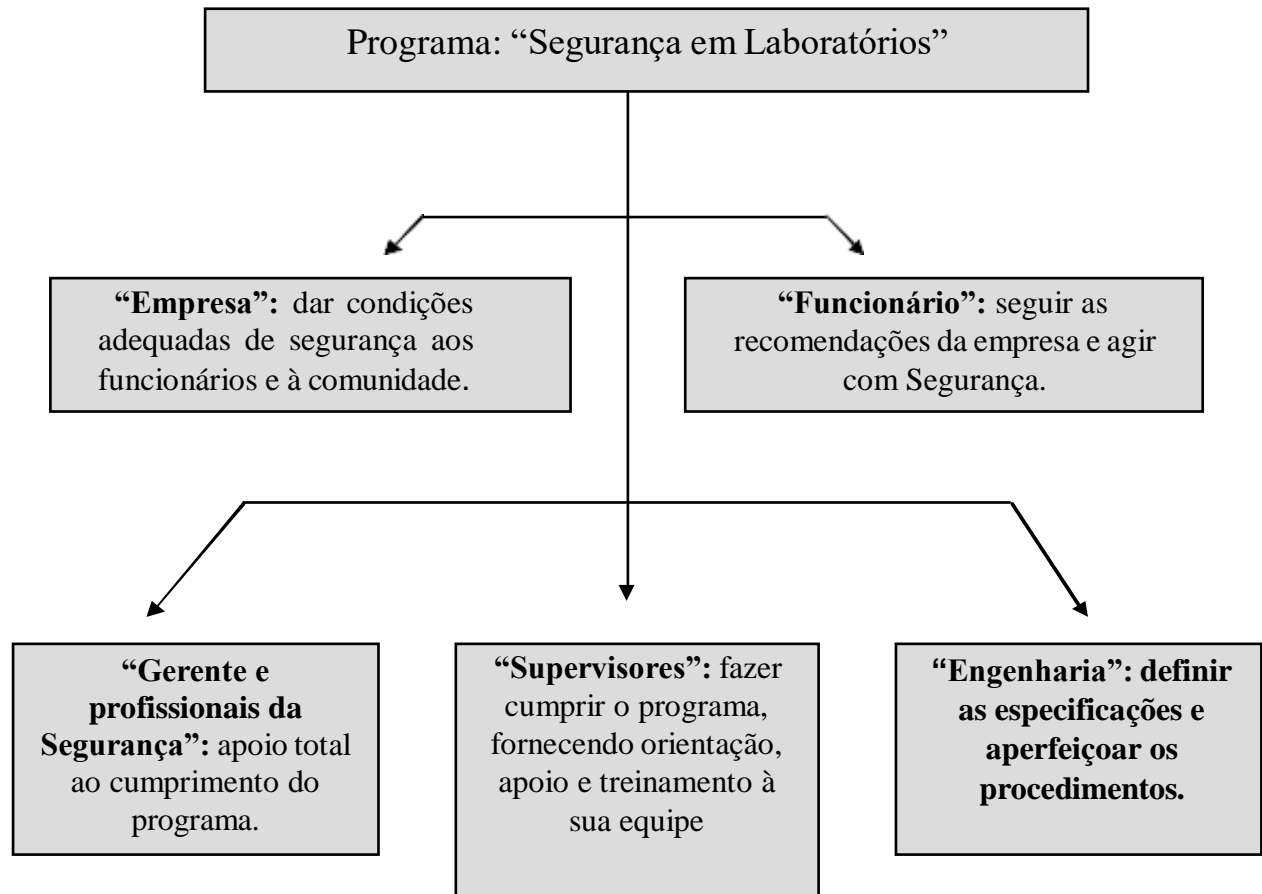
## MÓDULO 1

- Ao manusear frascos contendo líquidos perigosos, verificar se a tampa está bem rosqueada, não utilizar as mãos molhadas e, ao segurar, apoiar com uma das mãos;
- Garantir a proteção coletiva: capela com exaustão, extintores de incêndio, lava-olhos, chuveiros de emergência, piso antiderrapante;
- Manter a higiene do laboratório.

### **NUNCA FAÇA NO LABORATÓRIO**

- Comer, beber ou fumar no laboratório;
- Manter alimentos ou bebidas em ambientes que tenham produtos químicos;
- Beber água de qualquer fonte dentro do laboratório;
- Cheirar ou experimentar produtos químicos;
- Usar lentes de contato no laboratório;
- Beber água ou qualquer outro líquido usando vidraria do laboratório.

## ORGANOGRAMA DE RESPONSABILIDADES



## PROJETO E LAYOUT DE UM LABORATÓRIO SEGURO

Ao tratarmos do assunto projeto de layout de um laboratório muitos aspectos poderiam ser discutidos, mas que fogem ao nosso objetivo principal que é segurança. Assim sendo, iremos nos ater aos pontos pertinentes a este aspecto, visando termos um laboratório seguro e confortável para todos que nele trabalham.

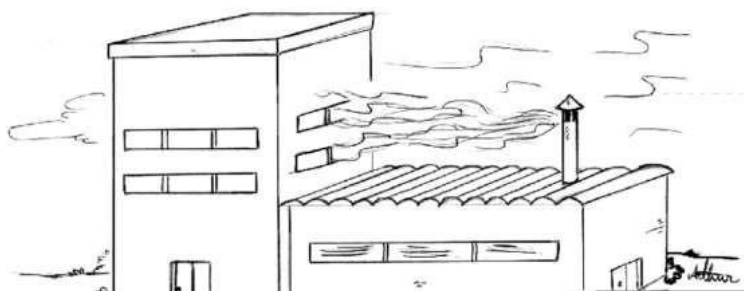
Atualmente, o laboratório torna-se cada vez mais importante na política de “Qualidade Total”, tão almejada pela maioria das empresas, pois é um fator de sobrevivência, uma vez que as empresas que não cuidarem do controle de qualidade das matérias primas e do seu produto final, com o mesmo empenho que a produção, estarão fadadas ao insucesso.

Há necessidade de enquadrar-se nas normas internacionais do tipo estabelecidas pela Organização Internacional de Padronização, série ISO-9000, que requerem procedimentos de fabricação e de controle perfeitamente definidos, elaborados em manuais sujeitos a auditorias e utilizando métodos oficiais em que a segurança e a higiene do trabalho são de grande importância.

Desta forma, o laboratório deixa de ser local improvisado, sem as condições ideais para se desenvolver o trabalho a contento.

### PROJETO CIVIL

Numa unidade industrial moderna, a localização do laboratório é estudada levando-se em conta o seu posicionamento em relação à produção, para facilitar o recebimento de amostras e o envio de resultados.



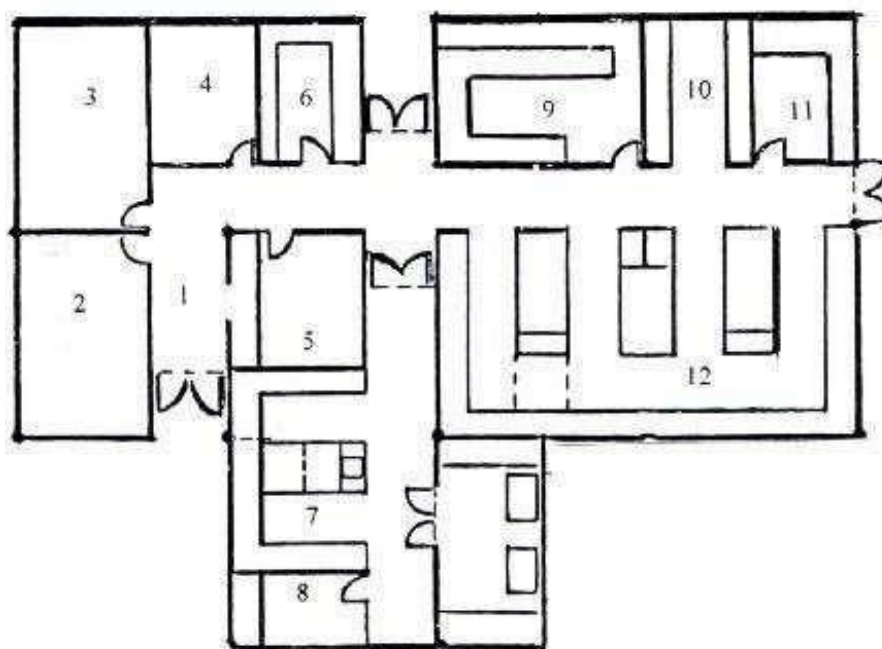
Deve-se levar em conta também o posicionamento da exaustão dos gases das capelas no telhado, pois as correntes de ar poderão conduzi-los para as janelas de outros prédios administrativos ou de produção, ou ainda em direção ao ponto de captação do sistema de ar condicionado do próprio laboratório.

## MÓDULO 1

Levadas em conta estas considerações iniciais para projetar um laboratório, parte-se para definir as dimensões requeridas para as atividades. Para isto, deve-se fazer um estudo quanto aos tipos e número de análises que serão executadas, para se definir os equipamentos que serão utilizados e o número de funcionários necessários. A partir destes dados, pode-se estimar os metros lineares de bancadas, o número de capelas, cubas, sala de lavagem de vidrarias, sala de instrumentos analíticos, almoxarifado de reagentes, sala de supervisão, refeição (quando for o caso) e local para fumantes.

Com estes dados define-se a área necessária e pode-se pensar no layout. Neste, residem aspectos fundamentais para a segurança dos trabalhadores:

- As capelas não devem ficar posicionadas em rotas de circulação, pois são locais passíveis de acidentes.
- Corredores com um mínimo de 1,5 de largura para evitar colisões com pessoas levando vidrarias e amostras.
- Ausência de áreas de aprisionamento de trabalhadores visando situações de incêndios.
- Duas ou mais saídas com portas, abrindo para o lado de fora, dotadas de visor.



- Recepção
- Reuniões
- Supervisão
- WC masculino
- WC feminino
- Almoxarifado
- Laboratório Microbiológico
- Sala Asséptica
- Instrumental
- Sala de Lavagem
- Sala quente
- Laboratório Químico

O projeto civil deve levar em conta fatores primordiais em um ambiente de laboratório. Por maior rigor que se tenha nas operações, haverá exalação de vapores, névoas, partículas etc. Portanto, no projeto, o sistema de exaustão, as capelas e o sistema de ar condicionado devem ser projetados com muito conhecimento técnico.

O ar no laboratório deve sofrer entre 10 a 60 trocas por hora, dependendo de os produtos manuseados serem mais ou menos voláteis, e de sua toxicidade.



# MÓDULO 1

Outro aspecto do projeto civil pertinente à segurança é o tipo de revestimento do piso. Este deve ser antiderrapante, lavável, com o mínimo de juntas possíveis e não sofrer ataque dos produtos que serão manuseados.

Em laboratório não é recomendável o uso de cortinas de tecido ou de material inflamável.

A iluminação também é um fator muito importante. Deve-se ter no laboratório iluminação entre 500 e 1000 LUX, natural ou artificial. Deve-se evitar a incidência de luz do sol direta nos equipamentos, recorrendo ao uso de breezes, se necessário.

Finalmente, define-se a localização dos extintores de incêndio, chave geral elétrica, bem como dos equipamentos de emergência tais como: chuveiros, lava-olhos, mantas de proteção etc. Todos devem ser de fácil acesso e com sinalização perfeitamente visível.

## PROJETOS HIDRÁULICO E ELÉTRICO

Definido o layout básico parte-se para o projeto hidráulico, que deve levar em conta os produtos que serão manuseados visando principalmente o projeto de esgoto. O consumo de água, vapor e GLP dependerá da instrumentação que será utilizada.

O projeto elétrico levará em conta o consumo de energia requerido para os equipamentos, aquecedores, fornos, etc, bem como ar condicionado e sistema de exaustão. Deve-se prever chaves elétricas para desligamento parcial de bancadas, sem desligar totalmente o sistema de iluminação do laboratório.

Os laboratórios mais sofisticados prevêem instalação de sistemas de detecção/alarme para temperatura, fumaça, pressão etc.

Levados em conta todos os pontos vistos anteriormente, certamente teremos um laboratório em condições seguras de trabalho. Pela alta responsabilidade do projeto e montagem de um laboratório, recomendamos trabalhar com empresas de confiança que poderão apresentar outras sugestões em função de necessidades específicas.

## EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA (EPCs)

São denominados EPCs os equipamentos de uso no laboratório que, quando bem especificados para as finalidades a que se destinam, permitem executar operações em ótimas condições de salubridade para o operador e as demais pessoas no laboratório. Estes equipamentos permitem também eliminar ou reduzir o uso de alguns Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) como será visto mais adiante. As capelas são o melhor exemplo destes equipamentos. Temos diversos tipos de capelas de laboratório dependendo de trabalho a que se destinam:

- Capelas de uso geral
- Capelas tipos "Walk in"
- Capelas de ácido perclórico
- Capelas de fluxo laminar

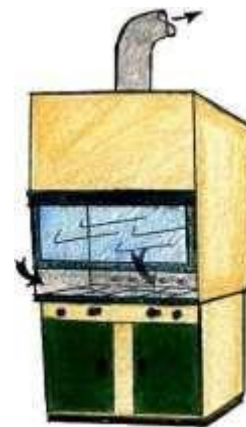
## MÓDULO 1

### CAPELAS DE USO GERAL

São equipamentos imprescindíveis em todo laboratório onde se manuseiam produtos químicos ou produtos particulados. Devem obedecer a critérios de construção levando-se em conta o tipo de trabalho e a quantidade de operadores que irão usá-las.

Principais características:

- Construção robusta com revestimento interno resistente aos produtos com os quais se vai operar.
- Sistema de exaustão com potência suficiente para promover a exaustão dos gases leves que rapidamente ocupam as camadas superiores, e dos gases pesados tipo gases de enxofre, e alguns solventes, que tendem a permanecer nas partes baixas da capela. O ruído não deve exceder aproximadamente 64 decibéis.
- Sistema de iluminação adequado para uma perfeita utilização (é sugerido mínimo de 400 LUX).
- Dimensões adequadas com todas as utilidades necessárias (gases, energia, água, esgoto etc) a fim de evitar-se improvisações, e comandos na parte externa.
- Equipamentos elétricos e interruptores à prova de explosão, quando para trabalho com produtos inflamáveis ou explosivos.
- Tipos de revestimento interno:



- tampo de cerâmica antiácida
- tampo de granito e outros



- tampo e paredes de aço inox 304 ou 316
- resinas especiais (fiberglass c/poliester)

## MÓDULO 1

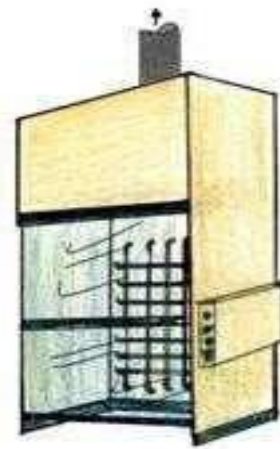
A exaustão da capela é um dos itens mais importantes a serem verificados periodicamente pela medida de Velocidade Facial, feita por meio de um anemômetro e expressa em metros/segundo (m/s).

Segundo normas sugeridas pela ACGIH (American Conference of Governmental and Industrial Hygienists), a velocidade do ar deve ser em torno de 0,5 m/s com a janela da capela totalmente aberta. Pode-se fazer um teste qualitativo para visualizar a trajetória dos gases em exaustão aproximando-se dois pequenos beakers contendo hidróxido de amônio concentrado e ácido clorídrico concentrado.

Observa-se a formação de névoas brancas.

### Capelas tipo "Walk In"

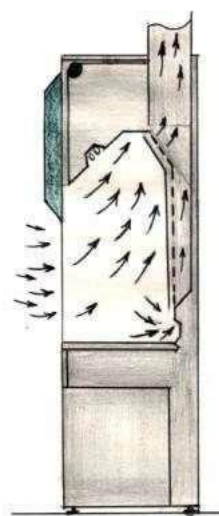
São capelas especiais sem bancada tradicional. Sua base de trabalho é rebaixada até quase ao nível do piso. Nessas capelas é possível o operador entrar, tomando os devidos cuidados com gases residuais, para efetuar montagem de aparelhagens de grandes dimensões, em alturas impossíveis de atingir em capelas normais.



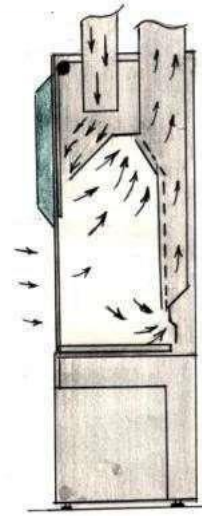
### Capelas para Ácido Perclórico

São capelas especialmente projetadas para o trabalho envolvendo ácido perclórico, produto este que forma produtos explosivos ao entrar em contato com produtos orgânicos tais como a madeira, plásticos etc.

Captação também próxima ao tempo



Capela com Insulflação



# MÓDULO 1

Essas capelas devem ser revestidas de aço inoxidável (internamente) e dotadas de um sistema hidráulico em que gases exauridos passam por uma nova cortina de água, promovendo a dissolução/remoção de vapores de ácido perclórico, evitando assim o contato com os dutos (em geral de PVC) e a dispersão na atmosfera. As paredes da capela devem ser lavadas internamente após cada dia de uso.

## Testes de eficiência de Capelas

- Exaustão, medindo a velocidade do ar
- Iluminação
- Nível de ruído



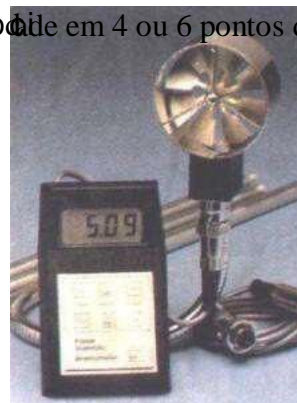
### Teste Qualitativo da Exaustão

- Aproximar os vapores de dois beakers contendo separadamente ácido clorídrico concentrado e hidróxido de amônio concentrado.

### Teste Quantitativo da Exaustão

- Medir com um anemômetro a velocidade em 4 ou 6 pontos diferentes e tirar a média.

**Anemômetro:**



- A velocidade facial deverá ser em torno de 0,5 m/s. (Norma da ACGIH)



## Operação em capelas de Laboratório



- Só operar com os sistemas de exaustão e iluminação ligados e em perfeito funcionamento.
- Remover vidrarias e frascos desnecessários ao trabalho.
- Manter a janela (guilhotina) com a menor abertura possível.
- Ao terminar o trabalho, deixar o exaustor funcionando de 10 a 15 minutos, depois, então, desocupar e limpar a capela, se necessário.

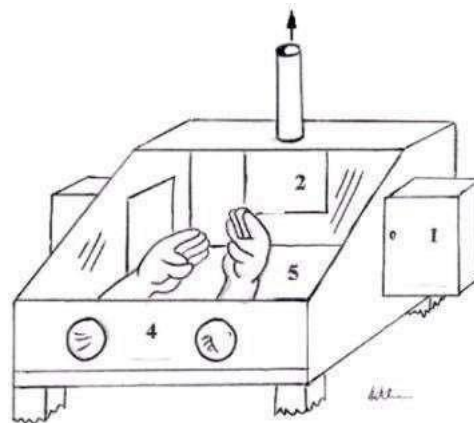
### Em caso de pane no sistema de exaustão ou iluminação:

- fechar a janela da capela.
- comunicar a todos que usam a capela e colocar um aviso por escrito.
- comunicar a manutenção e esta deverá tomar cuidados com a possibilidade de haver gases tóxicos residuais.

### Câmaras fechadas (glove-box):

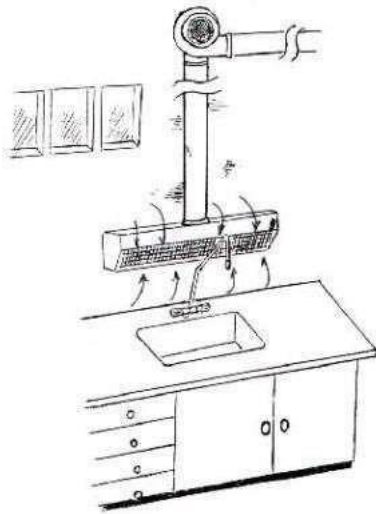
para operação com produtos altamente tóxicos.

1. caixas de alimentação com portas automáticas e filtros de entrada.
2. filtro primário na entrada do duto de exaustão.
3. equipamento de tratamento dos gases exauridos.
4. abertura para encaixe das luvas.
5. visor com vedação perfeita.

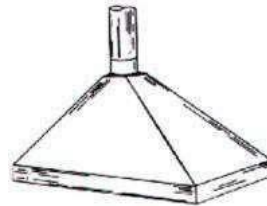


## COIFAS DE CAPTAÇÃO:

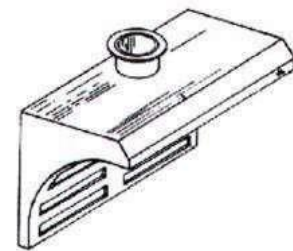
destinadas a captar vapores, névoas, fumos ou pós.



Coifa de captação direta



Coifa PVC, FIBER, INOX



Coifa Conjugada

## Sistemas Portáteis de Exaustão

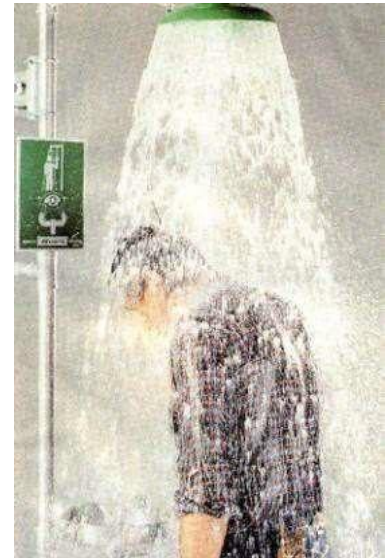
- Dotados de filtros especiais para solventes e partículas.
- Peso total de aproximadamente 14 kg.



**Nota:** Fotos cedidas por AB Ph. Nede rma n & Co.

## Chuveiros de Emergência

- Devem ser construídos com materiais de boa qualidade para evitar corrosão.
- Devem ser instalados em locais de fácil acesso.
- Distância máxima de aproximadamente 8 a 10 m do local de trabalho.
- O local deve ser dotado de saída de esgoto.
- Devem ser inspecionados e testados periodicamente.
- Devem ser alimentados com água de boa qualidade e de fonte ininterrupta.



## Sistema Conjugado

### Lava-olhos de Emergência

- Duchinhas devem ser dotadas de filtro para reter partículas.
- Devem ser alimentados com água de boa qualidade.
- Devem ser limpos e testados periodicamente.



No caso de queimaduras na vista com agente corrosivo, lavar o olho durante 10 a 15 minutos e consultar um médico.



## MÓDULO 1

### Mantas corta-fogo

As mantas corta-fogo são fabricadas com tecidos especiais não combustíveis e são empregadas em casos de incêndios, em que um líquido em chama é espirrado nas vestimentas do trabalhador. A extinção do fogo se dá por abafamento.

Da mesma forma que os outros Equipamentos de Emergência, devem estar disponíveis em local de fácil acesso e todos devem ser treinados para a sua utilização.

A figura ao lado mostra o tipo de manta que é montada num suporte vertical que facilita o acesso na hora da utilização.



### Sinalização de Segurança



“Um Laboratório será mais seguro se for bem sinalizado!”  
*Obs: Exemplos de sinalizações fornecidas pela empresa Fixart.*



# MÓDULO 1

## EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPIs)



Os equipamentos de Proteção Individual destinam-se a proteger o trabalhador ou o analista em operações em que a Proteção Coletiva não é suficiente para garantir a saúde e integridade física da pessoa. Por exemplo quando há riscos de exposição em emanções de vapores, névoas, pós etc. fora da capela, ou risco de quebras ou explosões de aparelhos de vidro, cortes com vidrarias, lâminas, ferramentas perfurantes, cortantes etc.

É importante frisar que devemos procurar obter as melhores condições possíveis no laboratório no que diz respeito às instalações (iluminação, ventilação, uso de capelas etc.), para se ter que recorrer ao uso de EPIs em último caso. Por outro lado, os EPIs quando necessários, devem ser de boa qualidade e proporcionar o máximo conforto possível. A seleção dos EPIs deve ser feita em trabalho conjunto do laboratório com o departamento de Segurança da empresa.

### PROTEÇÃO DE MÃOS E BRAÇOS

Uma das principais fontes de acidentes em laboratórios são as operações manuais, que muitas vezes, em virtude da aparente familiaridade, despreparo e negligência, incorrem em sérios acidentes, causando graves ferimentos em operadores. É injustificável não uso de luvas adequadas, já que são equipamentos de baixo custo e estão disponíveis no mercado os mais variados tipos, adequados a cada uso.

Principais operações que requerem o uso de luvas de proteção:

- Operações com vidrarias
- Montagem de equipamentos
- Manuseio de produtos químicos
- Operações em forno mufla etc.
- Operações criogênicas
- Manuseio de materiais biológicos, sangue, tecidos infectados etc.
- Manuseio de animais
- Manuseio de ferramentas, lâminas metálicas, etc

# MÓDULO 1

Veremos abaixo materiais utilizados para diversos tipos de luvas, porém em casos de dúvidas ou operações de alto risco, sempre é sugerido obter o aconselhamento de técnicos das firmas fornecedoras.

## **Materiais de confecção de luvas**

### ***Couro***

Material natural, com tratamento especial, adquire alta resistência mecânica, permite bom tato e é absorvente. Ideal para operações de montagem, manutenções, manuseio de equipamentos pesados etc.

### ***Borracha Natural (Látex)***

Material de boa elasticidade que rapidamente retorna à condição inicial, boa resistência a sais, álcalis, ácidos e cetonas.

Pode ser misturada a outras borrachas melhorando algumas propriedades. Por exemplo: a borracha de látex, quando misturada com a borracha nitrílica, aumenta a resistência à abrasão aliando-se à elasticidade do látex. Muito usada em laboratórios químicos e de eletrônica, indústrias alimentícias, produtos farmacêuticos etc.

### ***Borracha Nitrílica***

Material sintético de alta resistência à abrasão; boa resistência a agentes químicos. Possui larga aplicação em laboratórios químicos e clínicos.

### ***PVC ou Cloreto de Polivinila***

Material sintético, resistente a álcool e a ácidos, porém com pouca resistência a solventes orgânicos derivados de petróleo.

Indicadas para processamento de alimentos, manufatura de produtos farmacêuticos etc.

### ***Borracha Neoprene***

Material sintético de boa resistência a óleos minerais, óleos graxos e uma gama de produtos químicos.

Luvas de neoprene comum são resistentes a ácidos, álcalis, álcoois, solventes derivados de petróleo etc.

### ***Tipos de Acabamento***

O mercado oferece uma variedade de modelos e tamanhos com acabamento interno e externo que melhoram o desempenho do operador com relação ao tato, para manusear os materiais e equipamentos.

Os revestimentos externos aumentam a aderência, enquanto os internos absorvem a transpiração e mantêm uma temperatura mais confortável para o operador.

# MÓDULO 1

## Cuidados e Manutenção de Luvas

Diversos tipos de luvas permitem ser lavadas e secadas entre os usos, oferecendo maior conforto ao operador.

Para retirar luvas de borracha de fina espessura, tipo látex, puxar pelo punho. Se o operador manuseou produtos contaminados ou tóxicos, deverá lavá-las antes de retirá-las, evitando o risco de se contaminar.

Antes de reutilizar, examinar as luvas para verificar se há perfurações, rachaduras e áreas sujeitas a rompimento. Fazer o teste, após limpar e desinfetar, inflando-as de ar. Luvas utilizadas para exames médicos ou coletas não devem ser reutilizadas.

## Resistências de materiais para confecção de luvas

A tabela apresentada a seguir serve como orientação para a seleção dos materiais de luvas, não absolutamente rigorosa para todos os materiais pois estes, sendo de diferentes empresas, são fabricados por processos diferentes.

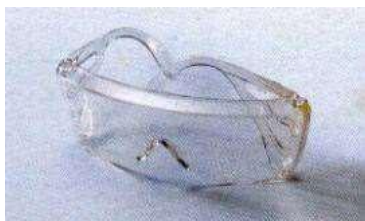
É recomendável, em casos de trabalhos com produtos perigosos, fazer testes no laboratório ou consultar o fabricante ou fornecedor para uma orientação técnica mais específica na escolha correta.

## PROTEÇÃO DOS OLHOS E FACE

A proteção dos olhos e face é imprescindível em operações que envolvam emanções de vapores ou névoas, fumos ou espirros de produtos químicos em digestões, refluxos, transferências de líquidos, reações ou metais fundidos; fragmentação de vidrarias, com disparo de projéteis e operações com aparelhagens que emitem radiações perigosas.

Os equipamentos de proteção devem fornecer proteção total ao objetivo a que se destinam, quer seja a impactos de projéteis, quer seja a espirros de produtos químicos.

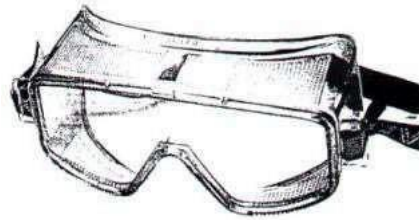
### Óculos de Segurança



Ser de boa anatomia para oferecer o conforto necessário para o operador, que poderá utilizá-los por horas a fio. Caso contrário, o equipamento corre o risco de ser colocado em segundo plano. Detalhe importante é que não deverá interferir no campo de visão do operador.

## MÓDULO 1

### Óculos de Proteção



**Prefira modelos com película anti-transpirante**

Finalmente, esses equipamentos devem ser de uso individual, ser de fácil acesso, ser mantidos limpos e em perfeito estado de conservação. No Brasil felizmente a cada dia mais encontramos empresas em que o uso de óculos de proteção é permanentemente obrigatório no laboratório.

Existem disponíveis no mercado diversos tipos de óculos de proteção e protetores faciais, cada um para um determinado fim:

- óculos de proteção contra projéteis.
- óculos de proteção contra espirros de produtos químicos.
- óculos para proteção contra radiações tipo ultra-violeta e infravermelho provenientes de telas de computadores, lasers etc.
- protetores faciais.

Dezenas de modelos são oferecidos pelas empresas de segurança, diferindo dos mais tradicionais aos modelos com proteção lateral, detalhe que é recomendado em praticamente todos os casos, pois oferecem melhor proteção contra poeira e partículas.

As estruturas podem ser em plásticos especiais, como policarbonato, mais recomendadas por serem leves, duráveis e permitirem operações em que o operador se expõe a altas temperaturas.

### Óculos de Proteção contra Radiações

Operadores em indústrias, centros de pesquisa, laboratórios médicos, ou em aferição de equipamentos a laser devem utilizar óculos especiais que protejam contra radiações.

Encontram-se disponíveis lentes fabricadas com polímeros resistentes a impactos e que absorvem radiações de comprimentos de onda específicos, de acordo com a potência das radiações. É imprescindível, nestes casos, a orientação de técnicos das empresas fornecedoras dos aparelhos e/ou fornecedores dos óculos de proteção.

As lentes de policarbonato absorvem a maior parte da radiação UV, podendo esta proteção ser incrementada para casos especiais.

A radiação de Ultra-Violeta é definida como a região do espectro entre 180nm e aproximadamente 390nm. As lentes de policarbonato absorvem radiações de até 380nm.

Para situações de calor ou intensa radiação como em operações com metais fundidos, soldas etc., são produzidas lentes do tipo espelhado com metais, tais como cobalto e protetores revestidos de uma camada de ouro sobre o policarbonato, especialmente desenvolvidos para operações com altas emissões de calor.



# MÓDULO 1

## Protetores Faciais

Oferecem uma proteção adicional à face do operador sem prescindir do uso dos óculos de proteção. São disponíveis em plásticos tipo propionatos, acetatos epolicarbonatos simples assim como revestidos com metais para absorção de radiações infravermelho.

Para as seguintes operações são recomendados o uso de protetor acompanhado de óculos: em processos de dissoluções de sólidos ou produtos químicos gerando reações exotérmicas, moagem de produtos químicos sólidos, digestões, fusões, calcinações em fornos muflas, manuseio de soros, sangue e outros materiais biológicos.

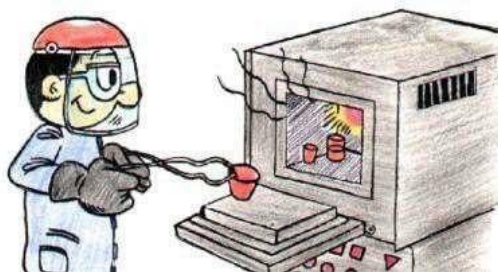
### Protetores faciais com lente de policarbonato



Da mesma forma que protetores com lente de policarbonato puro são para proteção contra projéteis ou espirros, os policarbonatos adicionados de uma camada de metal, depositada na superfície, são mais adequados para proteção contra UV, calor, infravermelho etc.

### Uso adequado dos EPIs

Operações com cadinhos e fornos-muflas:



- EPIs: luvas de cano longo, óculos, protetor facial e pinça adequada para cadinhos.
- Retirar o cadinho e deixar em resfriamento prévio, evitando superfícies frias tais como mármore, granito etc. e evitar madeira ou plástico.
- Transferir para estufa de secagem a 105 graus Celsius.
- Transfira para o dessecador para esfriar até à temperatura ambiente.

# MÓDULO 1

## PROTEÇÃO AURICULAR

Nos laboratórios não é muito freqüente a intensidade de ruídos ultrapassar os limites recomendados.

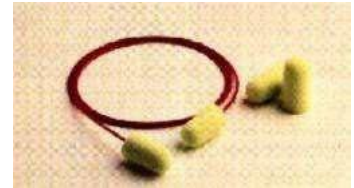
Os controles dos níveis de ruídos em laboratório são regidos pela norma NBR - 10152/ABNT que estabelece limite de 60 decibéis para uma condição de conforto durante a jornada de trabalho.

### Protetores Auriculares:

**Tipo Concha**



**Descartável**



# MÓDULO 1

Capelas mal projetadas, em que o sistema de exaustão provoca um ruído acima do normal, freqüentemente em virtude de problemas com dimensões de dutos provocando uma velocidade de ar excessiva.

É freqüente os laboratoristas desligarem o sistema de exaustão, com graves prejuízos para todos que usam a capela. O correto é redimensionar o sistema de exaustão da capela. Porém isto requer um investimento maior, enquanto não é feito recomenda-se o uso de protetor auricular.

Outros casos em que ocorre a ultrapassagem dos níveis de ruído é em laboratórios que manuseiam amostras sólidas que requerem moagens e/ou peneiração como laboratórios de minérios. Quando a quantidade de amostras é muito grande e o uso dos moinhos ou peneradores/vibradores é muito freqüente, será necessário o uso de protetores auriculares. Sempre que possível enclausurar o aparelho para diminuir o ruído.

Abaixo apresentamos tabela que estabelece limites de tolerância em decibéis relacionados com o tempo de exposição diário (Norma regulamentadora 15, Anexos 1 e 2 da Portaria 3214 de 08/07/1978).

## Limites de Tolerância para ruído contínuo ou intermitente

Nível de ruído permissível	Máxima exposição diária dB (A)
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos

A **Norma Fundacentro - NHO-01 (Avaliação da exposição ocupacional ao ruído)** é mais prudente e recomenda que para cada incremento de 03 dB se tenha uma redução do tempo de exposição, para a metade.

## PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA

Da mesma forma que outros tipos de EPIs, os equipamentos de proteção respiratória devem ser selecionados pelo Departamento de Segurança do Trabalho e adquiridos com a orientação técnica das empresas fornecedoras ou de um órgão oficial com os devidos Certificados de Aprovação (C.A.).

Essa preocupação permitirá não só a seleção de produtos testados e devidamente homologados, como garantirá a empresa evitar possíveis ações trabalhistas ou indenizatórias.



**Semi-facial**



**Proteção total da face**

Algumas recomendações importantes para o uso de proteção respiratória:

- Pessoas a serem designadas para trabalhar com máscaras e respiradores, devem ser habilitadas fisicamente para realizar este tipo de trabalho.
- A seleção dos equipamentos deve ser de acordo com os produtos químicos e a concentração a que o operador estará exposto.
- Deve-se ter por escrito os procedimentos de operações que regem a seleção e uso dos equipamentos de proteção respiratória.
- Deve-se dar o devido treinamento para os operadores no uso, manutenção e limpeza dos equipamentos.
- Equipamentos usados por mais de um operador, estes devem ser limpos e desinfetados após cada uso.
- A manutenção deve ser regular e periódica com datas fixadas no que se refere à limpeza, desinfecção, troca de filtros e substituição das partes danificadas.

É importante fazer constantes observações das condições de operação para que, se notada alguma alteração, possa se fazer a troca necessária do sistema de proteção.

Assim sendo, no laboratório as operações com exalações de produtos tóxicos fora da capela devem ser feitas com uso de máscara de proteção com filtro adequado.

Há dois tipos de máscaras para uso em condições de concentrações diferente a saber: máscaras semi-faciais e máscaras de proteção total.

As máscaras semi-faciais são recomendadas para casos em que a concentração dos vapores tóxicos não ultrapassar a dez vezes o Limite de Exposição. Devem ser acompanhadas do uso de óculos de proteção.



## MÓDULO 1

As máscaras de proteção total da face são utilizadas para ambientes em que a concentração pode atingir até cinquenta vezes o Limite de Exposição. Nestas máscaras o fator anatomia, leveza e baixa resistência à respiração são preponderantes para o conforto do operador. O ideal é utilizar máscaras de proteção total da face com sistema de ar autônomo.

---

No laboratório existem trabalhos envolvendo reações a altas temperaturas com vidrarias, em que há risco de quebras e explosões. Nesses casos o protetor deve apresentar não só estrutura com resistência química adequada como também oferecer proteção contra respingos e impactos de partículas.

### Seleção de filtros



Temos no Brasil fornecedores de máscaras que fornecem filtros de reposição para particulados e produtos químicos.

Os filtros são geralmente recipientes feitos de plástico ou alumínio contendo um recheio de material filtrante.

A fabricação dos filtros, para reter particulados, utiliza material fibroso com propriedades eletrostáticas que aumentam a eficiência, atraindo eletrostaticamente as partículas em suspensão no ar que passa por eles. A saturação desses filtros é observada pelo aumento excessivo da resistência à respiração, momento este em que o filtro deverá ser substituído.

### Cartuchos Filtrantes

O recheio destes filtros é feito com material adsorvente sólido granulado que deve reter na sua superfície determinados produtos químicos, quando estes entram em contato com o filtro. A retenção se dá devido a forças moleculares de atração que ocorrem entre a superfície do adsorvente e a estrutura molecular do adsorbato, isto é, do produto que é retido. Podem ocorrer casos de reações químicas. Um dos adsorventes mais empregados na fabricação de cartuchos é o carvão ativo submetido a tratamentos especiais.



# MÓDULO 1

## Máscaras semi-faciais descartáveis

Esse tipo de máscara é bastante empregado em operações em áreas contaminadas com pós químicos, pós metálicos, névoas, gases e vapores. Quando atende aos contaminantes específicos é prático, pois dispensa a limpeza diária e manutenção das máscaras tradicionais.

As máscaras semifaciais descartáveis são extremamente leves e confortáveis, podendo ser, num balanço final, uma opção bastante econômica e bem aceita pelos trabalhadores.



Uma desvantagem destas máscaras é que, às vezes, podem ser descartadas antes do tempo pelos operadores não bem treinados, devido a aparentarem estar “sujas” quando saturadas de umidade proveniente da respiração. Existem máscaras descartáveis com válvula para exalação do ar que eliminam esse problema. Os tipos de máscaras mais simples se destinam exclusivamente a reter poeiras e são despojadas de qualquer outro dispositivo, além do próprio material de confecção.

Nem todas as máscaras descartáveis retêm partículas finamente divididas (abaixo de 7 micras). Por isso não são recomendadas para poeiras que podem provocar doenças pneumoconióticas, como a sílica e o amianto. São disponíveis no mercado máscaras apropriadas para sólidos em suspensão, fumos metálicos como chumbo, vapores de mercúrio, etc. Deve-se solicitar a orientação de profissionais habilitados para selecionar a melhor máscara para cada caso. Os materiais filtrantes são divididos em classes, de acordo com a porcentagem de pó que se deseja reter.

### CLASSIFICAÇÃO DOS FILTROS MECÂNICOS:

Classe do filtro	Penetração máxima permitida	Resistência máxima à respiração	
		30 l/min.	95 l/min.
PFF1	20%	6	21
PFF2	6%	7	24
PFF3	0,05%	12	42

## BOAS PRÁTICAS LABORATORIAIS

- Vestimentas e hábitos
- Manuseio de vidrarias e produtos químicos
- Transporte de reagentes e amostras



- Avental de trabalho deve permanecer no local de trabalho.
- O manuseio de grandes volumes líquidos corrosivos deve ser com aventais apropriados (emborrachados e resistentes aos líquidos corrosivos)

## OPERAÇÕES COM VIDRARIAS

Podemos dizer que praticamente todas as análises de laboratório envolvem manuseio de vidrarias, tanto em análises de controle de qualidade, como em pesquisa, assim como na montagem de sistemas para destilações, reatores, etc. Conseqüentemente acidentes com vidrarias são freqüentes em laboratórios e devem ser eliminados.

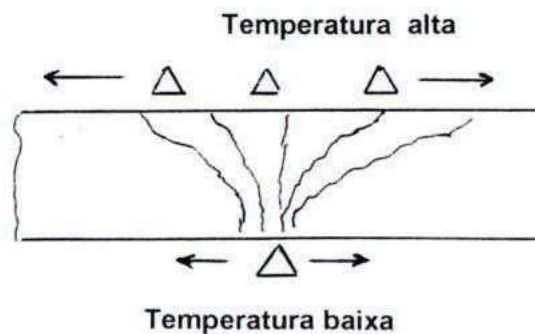
O vidro comum constitui-se de uma mistura de cerca de 70% de sílica e o restante são diversos tipos de óxidos de sódio, alumínio, potássio, magnésio, ferro, etc. Esse vidro, tem pouca resistência térmica e mecânica, sendo usado com restrições apenas em armazenagem de reagentes e amostras.

As vidrarias de laboratório em geral são de vidro borossilicato, que é uma mistura sintética de óxido de silício com baixo teor de óxido de sódio e adicionado cerca de 12% de óxido de boro, ( $B_2O_3$ ). Esse vidro adquire boa resistência química, mecânica e térmica, tolerando mudanças bruscas de temperatura de maneira muito superior ao vidro comum.

## Por que os vidros quebram?

- ▢ defeitos de fabricação (bolhas, trincas etc.)
- ▢ choques térmicos
- ▢ fadiga seguida de mudanças bruscas de temperatura
- ▢ riscos (vidraria riscada)
- ▢ impactos mecânicos em superfícies rígidas
- ▢ falhas e tensões em montagens de aparelhos

### Choque térmico:



## Montagens de aparelhagens de vidro

### Introdução de tubos em rolhas

Nas operações de montagens de vidrarias, nunca devemos submeter o vidro a forças excessivas, pois esse diferentemente de outros materiais como madeira ou plásticos, não tem flexibilidade e conseqüentemente não avisa quando vai se quebrar.



Ao montar aparelhos de vidro ou inserir tubos em rolhas, usar os devidos equipamentos de proteção tais como luvas, óculos, além de envolver o tubo num tecido para maior proteção. Outra providência importante é previamente abrandar os cantos vivos do tubo de vidro em chama de bico de Bunsen, na parte mais quente da chama (superior). Lubrificar com óleo mineral ou de silicone antes de introduzir na rolha.



## MÓDULO 1

Detalhe importante para evitar tensões na montagem de vidrarias é manter o alinhamento dos tubos de conexão entre os diversos frascos de reação, refrigeração etc., utilizando garras ou pinças com os dedos revestidos de PVC ou similar, em bom estado de conservação, e não submeter a vidraria a apertos excessivos, pois isso poderá provocar quebras após o aquecimento.

### Choques térmicos em vidrarias

Os choques térmicos ocorrem quando um recipiente de vidro é submetido a duas temperaturas muito diferentes entre o líquido contido internamente e a temperatura externa, que poderá ser de um líquido ou de uma superfície fria como mármore etc. Assimsendo, o vidro que tem um coeficiente de dilatação definido, submetido ao mesmo tempo a duas temperaturas muito diferentes, ficará sujeito a uma tensão no interior da parede que irá provocar a sua ruptura.

Nestas situações os vidros borossilicatos são bem mais resistentes e recomendados.

Para aquecer líquidos em bico de Bunsen e recipiente de vidro, sempre que possível usar placa de vitrocerâmica.

No caso de aquecimento direto, não permitir que a chama aqueça o vidro acima do nível do líquido, pois quando o líquido entrar em contato com esta superfície superaquecida poderá se quebrar.

Temos por exemplo, aquecimento de líquidos em tubos de ensaio. É uma operação que exige muito cuidado para não haver espirros de líquidos quentes e às vezes corrosivos no operador ou nos colegas.

Usar óculos de proteção, avental, luvas e pegador de tubos de ensaio.

Aquecer brandamente com a boca do tubo em direção oposta ao operador, fazendo com que a chama mantenha contato com o vidro apenas onde há líquido, pois caso a chama aqueça o vidro seco a uma temperatura muito alta, quando o líquido entrar em contato com o mesmo haverá ebulição violenta e expulsão de líquidos e vapores para fora do tubo ou mesmo, podendo quebrar o tubo por choque térmico.

### Aquecimento de Líquidos

É recomendável aquecer líquidos em chapas de aquecimento elétrico ou em banho- maria.

O aquecimento em banho-maria é uma operação tranqüila porque há aquecimento brando, porém em análises em que não podemos ter presença de água, usamos banho seco de areia ou em chapas elétricas.

As chapas elétricas já requerem um maior cuidado para não ultrapassar a temperatura recomendada e o recipiente de vidro, a ser aquecido, deve ter sempre superfície menor que a da chapa de aquecimento.

As operações de evaporação devem ser feitas em capelas com acompanhamento constante para quando chegar ao final ser retirado o recipiente da chapa elétrica, pois se não poderá haver crepitação e se perder a análise ou mesmo trincar o recipiente.



## MÓDULO 1

A agitação de líquidos em frascos grandes deve ser feita com cuidado, longe de bancadas com todos os equipamentos de proteção individual tais como avental, luvas, óculos de proteção.

Não se deve agitar simultaneamente com as mãos, dois frascos pequenos como, por exemplo, balões volumétricos.

### Resistência ao Impacto Choques Mecânicos

O vidro não é material de boa resistência a choques mecânicos. Um frasco, quanto maior o seu volume, maior quantidade de líquido comporta, maior peso, mais cuidado requer para se colocar o recipiente pesado sobre superfícies rígidas como o mármore, granito, etc. Para operações freqüentes com **frascos grandes, isto é, acima de 3 litros**, usar um revestimento de borracha de neoprene sobre abancada.



frasco de Segurança  
com revestimento de  
opolímero

Algumas vidrarias são fornecidas com base em plásticos para evitar este tipo de problema como, por exemplo, as provetas.

### Transporte de vidrarias e reagentes no laboratório

Errado



Certo



O transporte de frascos de produtos químicos deve ser feito com critério, pois pode ser fonte de acidentes no laboratório. Temos o caso de transporte de frascos de grande dimensões ou um grande número de frascos ou vidrarias.

## MÓDULO 1

A maneira mais correta é com o uso de carrinhos de transporte, principalmente para grandes frascos que nunca devem ser transportados em contato com o corpo do operador. Vidrarias de pequenas dimensões podem ser transportadas em bandejas adequadas, tomando o cuidado para não ocorrerem colisões.

Frascos de reagentes ou amostras de dimensões intermediárias podem ser transportados em recipientes conforme figura ao lado.



### PREPARO DE SOLUÇÕES

Operação comum em quase todos os laboratórios é o preparo de soluções de ácidos ou bases para titulações.

A diluição de diversos ácidos e bases com água produz uma reação fortemente exotérmica.

Portanto o procedimento correto é operar com os devidos EPIs, avental, luvas, protetor facial e em capela. Promover a dissolução do **Ácido** em **Água** com resfriamento simultâneo para facilitar a dissipação de calor.

**Nunca despejar água em ácido.**

**Errado**



**Certo**

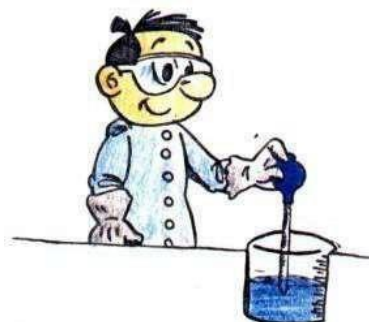


## PIPETAGEM DE SOLUÇÕES E AMOSTRAS

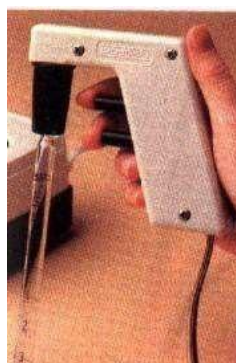
Errado



Certo



É uma operação muito comum nos laboratórios químicos e clínicos e, por conseguinte, são freqüentes os acidentes de queimaduras e contaminações. **NUNCA PIPETAR SOLUÇÕES OU AMOSTRAS COM A BOCA.** Usar pêras de sucção, pipetadores elétricos ou automáticos.



# MÓDULO 1

## LAVAGEM DE VIDRARIAS

A lavagem de vidrarias produz vapores tóxicos quando os diversos produtos químicos entram em contato com a água.

Portanto, faz-se necessário que o local seja bastante ventilado e a pia de lavagem seja dotada de captor de vapores, além do uso, pelo operador, de luvas antiderrapantes, óculos e/ou máscara de proteção semifacial, caso os gases sejam nocivos à saúde.

## MANUSEIO DE REAGENTES E AMOSTRAS



Erro freqüente em laboratórios é o operador iniciar novas tarefas com produtos químicos que ele desconhece, sem tomar as precauções necessárias. Assim sendo, sempre que iniciar uma nova tarefa, conhecer as características dos produtos tais como: inflamabilidade, reatividade (ver simbologia internacional de classificação de produtos químicos a seguir). Conhecendo essas informações, planejar as operações quanto ao(s) local(is) adequado(s) e eventual uso de EPIs. Verificar também formas de armazenagem, descarte e ações em caso de derrame acidental. Em caso de dúvida obter informações com seus superiores.



## MÓDULO 1

### Manuseio de frascos contendo líquidos perigosos

- cuidado com a tampa mal rosqueada
- não pegar em frascos com a mão molhada
- apoiar sempre o frasco com a outra mão

Errado



Certo



### ARMAZENAGEM DE PRODUTOS QUÍMICOS



Critérios rígidos devem ser seguidos para armazenagem de produtos químicos variados em grandes quantidades. Deve-se levar em conta que produtos químicos podem ser: voláteis, tóxicos, corrosivos, inflamáveis, explosivos e peroxidáveis. Assim sendo, o local de armazenagem de produtos químicos deve ser amplo, bem ventilado, preferencialmente com exaustão, com duas saídas, dotado de prateleiras largas e seguras. Instalação elétrica à prova de explosões. Não permitir estocar produtos não identificados. Promover verificação dos prazos de validade dos produtos e descartar os vencidos. Não armazenar vidrarias junto com reagentes. Não fumar no local de armazenagem. Estocar os líquidos mais perigosos nas partes mais baixas das prateleiras. Estocar os produtos separados por famílias. Em caso de dúvidas, consultar seus superiores.



## MÓDULO 1

### Cuidados especiais com produtos corrosivos, explosivos e peroxidáveis.

Os líquidos corrosivos (ácidos e bases) devem ficar em armários e prateleiras próximos do chão. Para os inflamáveis e explosivos, que devem manter grande distância (metros) de produtos oxidantes. Para líquidos voláteis, que requeiram armazenagem a baixas temperaturas, devem-se utilizar refrigeradores à prova de explosão. (Ver tabela a seguir).

Reagente	Incompatível com:
Acetileno	Cloro, Bromo, Flúor, Cobre, Prata e Mercúrio.
Acetonitrila	Ácido Sulfúrico, oxidantes fortes (percloratos / nitratos) e redutores (Na e Mg (metálicos)).
Ácido Acético	Ácido Nítrico conc., Ácido Perclórico, Ac. Sulfúrico conc., Ácido Crômico, Peróxidos, Permanganatos e Nitratos.
Ácido Fosfórico	Bases fortes, Cloratos, Nitratos e Carbetto de Cálcio.
Ácido Nítrico concentrado	Bases fortes, anilinas, compostos nitro-aromáticos, Sulfeto de Hidrogênio, Ácido Acético, Eter Etílico, líquido e gases inflamáveis.
Ácido Perclórico	Enxofre, Bismuto e suas ligas, Álcoois, Anidrido ou ácido Acético, solventes e combustíveis, papel / madeira.
Ácido Sulfúrico	Cloratos, Percloratos, Permanganatos de Potássio (e de Lítio e Sódio), Bases, Picratos, Nitratos, pós metálicos e solventes.
Anilina	Ácido nítrico, Peróxido de Hidrogênio.
Bromo	Hidróxido de Amônio, Benzeno, benzina de petróleo, propano, butadienos, acetileno, Hidrogênio e pós metálicos.
Carvão ativo	Dicromatos, permanganatos, Hipoclorito de Cálcio, Ácido nítrico e sulfúrico.
Cianetos	Ácidos
Cloratos e Percloratos	Sais de amônio, metais em pó, matérias orgânicas particuladas, enxofre, ácidos fortes, álcoois e combustíveis.
Cloreto Mercúrico (Hg-II)	Sulfitos, Hidrazina, aminas, ácidos fortes, bases fortes, fosfatos e carbonatos.
Cloro	Idem Bromo.
Cobre (metálico)	Peróxido de Hidrogênio, Acetileno.
Dicromato de Potássio	Alumínio, materiais orgânicos inflamáveis, Acetona, Hidrazina, Enxofre e Hidroxilamina.
Éter etílico	Ácidos (nítrico e perclórico), Peróxido de Sódio, Cloro e Bromo.
Etileno glicol	Ácido Perclórico, Ácido Crômico, Permanganato de Potássio, Nitratos, Bases fortes e Peróxido de Sódio.
Formaldeído	Peróxidos e oxidantes fortes, Bases fortes e ácidos.
Fósforo	Enxofre, Compostos Oxigenados (Nitratos, Permanganatos, Cloratos e Percloratos).

## MÓDULO 1

Reagente	Incompatível com:
Hidrocarbonetos (Hexano, Tolueno, GLP etc.)	Ácido Crômico, Peróxidos, Flúor, Cloro, Bromo, Percloratos e outros oxidantes fortes.
Hidróxido de Amônio	Ácidos, Oxidantes fortes, Peróxidos, Cloro e Bromo.
Hidróxido de Sódio	Ácidos, Solventes Clorados, Oxidantes fortes.
Hidróxido de Potássio	Ácidos, Solventes Clorados, anidrido maleico e acetaldeído.
Iodeto de Potássio	Clorato de Potássio, Bromo, Oxidantes fortes, Sais de diazônio.
Iodo	Acetileno, Hidróxido de Amônio e Hidrogênio.
Líquidos Inflamáveis (álcoois, cetonas etc.)	Ácido Nítrico, Nitrato de Amônio, Peróxidos, Hidrogênio, Fluor, Cloro, Bromo e Óxido de Cromo (VI)
Metais Alcalinos (Na, K, Li)	Água, Halogênios, Tetracloreto de Carbono.
Nitrato de Amônio	Ácidos, pós metálicos e pós orgânicos, cloretos, Enxofre, Hipoclorito e Perclorato de Sódio, Dicromato de Potássio.
Óxido de Cromo (VI)	Ácido Acético, Glicerina, Líquidos Inflamáveis e Naftaleno.
Prata Metálica	Acetileno, Ácido Oxálico e Ácido Tartárico.
Peróxido de Hidrogênio	Álcoois, Anilina, Cloreto Estanhoso, Cobre, Cromo, Ferro, sais metálicos, Nitrometano e líquidos inflamáveis.
Peróxido de Sódio	Ácido ou Anidrido Acético, Etanol, Metanol, Etileno glicol, Acetatos orgânicos, Benzaldeído e Furfural.
Permanganato de Potássio	Glicerina, Etileno glicol, Benzaldeído, Ácido Sulfúrico e solventes orgânicos.
Tetracloreto e Carbono	Metais (Al, Be, Mg, Na, K e Zn), Hipoclorito de Cálcio, Álcool Alílico, Dimetilformamida e Água (forma gases tóxicos).

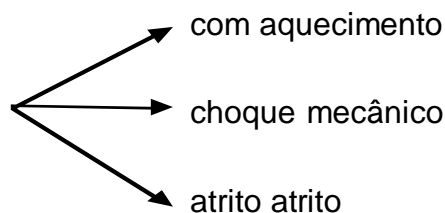
### PRODUTOS QUÍMICOS PEROXIDÁVEIS

Produtos desta classe podem reagir com o oxigênio do ar, tornando-se explosivos. Sua presença é denunciada por alterações nas características do líquido.

Composto Peroxidável + O<sub>2</sub> (ar)



Peróxido explosivo



Grupo Peróxido

Ex.: -Éter etílico isopropílico

R-O-O-R'

-Tetrahidrofurano  
-Dioxano  
-Ciclohexeno  
-Metilisobutilcetona

# MÓDULO 1

## Precauções com Produtos Químicos “Peroxidáveis”

- adquirir frascos pequenos para consumo rápido
- ao receber, anotar a data no frasco e respeitar a validade
- manter em local fresco e escuro
- em caso de aparecerem alterações no líquido (sólidos em suspensão ou separação de fases com líquido mais viscoso), descartar com auxílio de pessoal habilitado (brigada de incêndio, segurança etc.)
- Não descartar juntamente com outros produtos químicos.

## Compostos Químicos que podem formar Peróxidos (explosivos), durante o armazenamento

Lista A – Tarja vermelha Tempo máximo: 3 meses de armazenagem	Lista B – Tarja amarela Tempo máximo: 12 meses de armazenagem	Lista C – Tarja amarela Risco de polimerização iniciada pela formação de peróxidos
Amida potássica Amida sódica Cloro to de vinilideno * Divinilacetileno Éter isopropílico Potássio metálico	Acetal Ciclohexen o Cumeno Decahidronaftaleno (decalina) Diacetileno Diciclopentadien o Dioxano Éter dimetílico Éter etílico Éteres vinílicos * Furano Monoéteres do etileno glicol (Celosolve) metilacetileno metilisobutilcetona metilciclopentano tetrahydrofurano tetrahydro-naftaleno(tetralina)	Lista C-1 Normalmente líquidos Tempo máximo: 6 meses  Acetato de vinila Cloroprene (2-cloro - 1,3 butadieno)  Estireno Vinilpiridina  Lista C-2 Normalmente gases Tempo máximo: 12 meses  Butadieno ** Cloro to de vinila Tetrafluoretileno Vinilacetileno **

**Notas:** \* o monômero pode polimerizar e deve ser estocado com um inibidor de polimerização.

\*\* o risco de formação de peróxidos nestes compostos é aumentado quando são estocados na forma líquida.

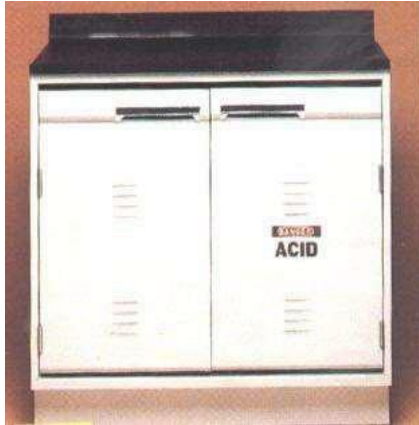
Quando estocados nesta forma e sem inibidor, devem ser classificados na lista-A.

**Obs.:** Embora os monômeros acrílicos tais como: acrilonitrila, ácido acrílico, acrilato de etila e metilmetacrilato possam formar peróxidos, não tem sido registrado o desenvolvimento de níveis perigosos em condições de estocagem e uso normais.



# MÓDULO 1

## ARMAZENAGEM DE ÁCIDOS E LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS

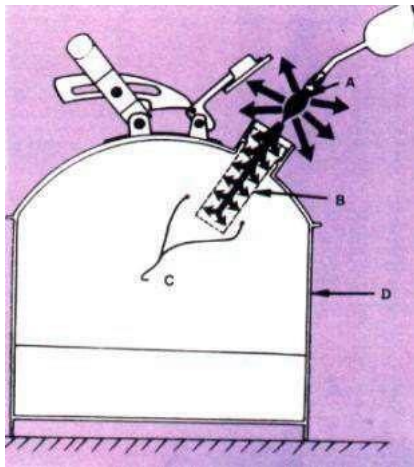


Gabinetes para armazenagem de ácidos



Gabinetes para armazenagem de líquidos inflamáveis

Containers com sistema (bocal ) corta chama:



A- fonte calor;  
B- sistema corta chama absorve calor; C- região resfriada;  
D- container de segurança.

Não permite a pressão interna se elevar muito.

Muito importantes no manuseio de solventes em laboratórios (inclusive para os solventes usados/ sujos !)



Fisher Scientific

Container em aço inox (Tekin-10155)



## MÓDULO 1

### DERRAMAMENTOS DE PRODUTOS QUÍMICOS

Embora os derramamentos involuntários de produtos químicos não sejam freqüentes no laboratório, algumas precauções se fazem necessárias, principalmente quando se trabalha com produtos de alta periculosidade.

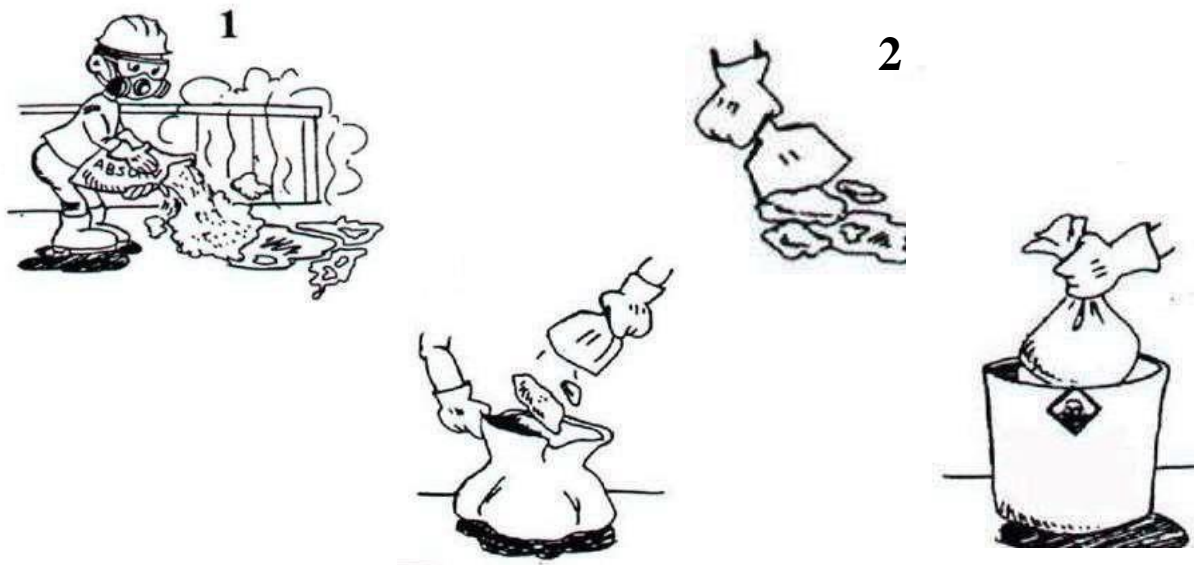


Em caso de um derrame, recomenda-se:

- Procurar identificar o produto derramado, saber se é tóxico, inflamável, corrosivo etc.
- Isolar a área e comunicar a todos no setor, bem como o Departamento de Segurança. Acionar alarme dependendo da gravidade da situação ou recomendações da empresa.
- *Proteger-se com os devidos EPIs* antes de entrar na área do sinistro.
- Caso seja líquido inflamável, não acender luz ou outras fontes de ignição.
- Tomar providências para cessar o vazamento ou o derramamento (fechando válvula, colocando vasilhame de pé, etc.).
- Desligar ar condicionado, equipamentos, aquecedores, motores, bicos de Bunsen etc., que possam produzir faíscas ou ignição e iniciar um incêndio.
- Adicionar o absorvente adequado para o produto químico derramado

## MÓDULO 1

- Com o auxílio de uma vassoura e pá convenientes recolher o material em recipiente adequado e encaminhar para descarte



Promover a limpeza da área e ventilação/exaustão do local. Se o produto for muito nocivo, só voltar a usar a área após liberação pelo Departamento de Segurança.

Recomenda-se ter no laboratório um ou mais *kits emergência*, contendo absorventes adequados, conforme os tipos de produtos químicos que são utilizados no setor.

Existem diversos *absorventes disponíveis no mercado*, na forma de pós, granulados e em meias ou mantas. Abaixo apresentamos alguns dos mais utilizados conforme o tipo de líquido derramado:

- Para “**Ácidos**”:
  - Vermiculita
  - Mantas de polipropileno (tratadas)
  - Terras diatomáceas tipo Celite, etc.
- Para “**Álcalis**” ou hidróxido de amônio:
  - Vermiculita
  - Terras diatomáceas
- Para **produtos orgânicos**: solventes, óleos:
  - Mantas de polipropileno
  - Vermiculita
  - Terras diatomáceas
  - Turfas tipo Peat Sorb



**Mantas absorventes** de polipropileno. Ref. Polisorb(Alpina)

Na escolha do melhor absorvente deve-se considerar, além da sua eficiência na absorção, também aquele que gerar menor resíduo final, levando a uma redução de custos.



## DESCARTE DE RESÍDUOS DO LABORATÓRIO

Assim como a produção industrial, o laboratório gera resíduos provenientes dos restos de amostras analisadas, como líquidos (aquosos e orgânicos) ou sólidos, além de gases e vapores das reações, digestões, etc.

Em princípio devemos procurar reduzir ao mínimo a geração de resíduos, requisitando apenas o necessário e suficiente de amostra para análise, e sempre que possível adotar métodos analíticos que utilizem o mínimo de amostras. Neste aspecto, os métodos de análises instrumentais mais modernos avançam nesta direção, utilizando instrumentos cada vez mais sensíveis requerendo quantidades mínimas de amostras.

Deve-se proibir o descarte de resíduos tóxicos no esgoto.

### Princípios a serem observados:

- reduzir ao mínimo o consumo de amostras e reagentes (microanálises e análise instrumental)
- Não jogar resíduos tóxicos no esgoto.

### IMPORTANTE !

Nunca misturar resíduos de produtos químicos *diferentes* sem conhecimento, pois podem gerar gases nocivos ou reações violentas. Consulte seu Supervisor.

### Descarte de gases ou vapores

Trabalhando corretamente, os gases, vapores e névoas devem ser gerados dentro de capelas ou sob coifas de captação. Sobre cubas de lavagem recomenda-se instalar coifas de captação. Captados pelo sistema, os gases e vapores são conduzidos pelos dutos até a atmosfera externa do laboratório.

Dentro dos limites que a legislação permite, lançam-se os gases na atmosfera, porém empresas e instituições mais preocupadas com o meio ambiente instalam lavadores para gases ácidos ou básicos, ou filtros de leito de adsorção para reter vapores orgânicos.

### Emissão de gases das capelas e sistemas de exaustão

Material Poluente	Tratamento
Gases e vapores ácidos: SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> etc.	Lavagem
Gases e vapores de caráter básico: NH <sub>3</sub> , Aminas etc.	Lavagem
Vapores de produtos e solvente orgânicos	Filtragem
Materiais particulados e fumos metálicos	Filtragem



## MÓDULO 1

### DESCARTE DE LÍQUIDOS - Propriedades dos Resíduos Perigosos

**Inflamabilidade** – entram facilmente em combustão, causando explosões e incêndios.

Ex: solventes (hexano, tolueno, álcoois, etc.)

**Corrosividade** – causam corrosão em metais. Geralmente são armazenados em recipientes de plástico ou vidro. Ex: banhos galvânicos, soluções ácidas, alcalinas, etc.

**Reatividade** – são resíduos que podem reagir com outros resíduos, gerando gases tóxicos (ex: cianeto) ou causando explosões e incêndios.

**Toxicidade** – são resíduos que causam contaminações no solo, rios, lagoas, lençóis freáticos, etc., podendo causar intoxicações em seres humanos e animais, danos à flora, etc.

Ex: cianeto, mercúrio, banhos galvânicos, etc.

- Não misture resíduos diferentes que você não conhece.
- O manuseio errado de resíduos químicos pode trazer graves consequências.
- Em caso de dúvida, consulte seu supervisor.

Considerando os laboratórios químicos, clínicos e microbiológicos em geral temos:

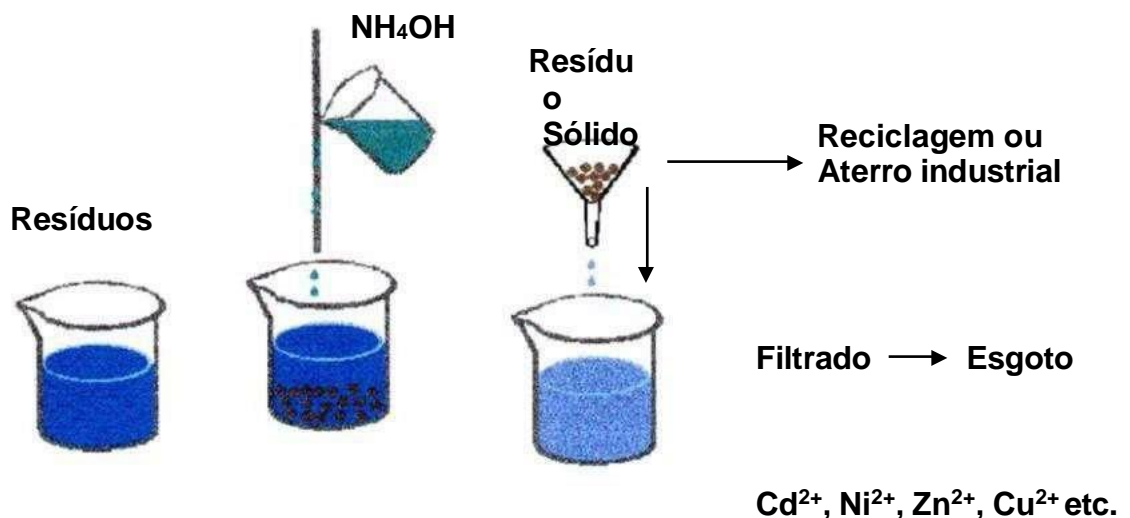
#### **Líquidos aquosos sem metais pesados e sem fluoretos**

São soluções geradas em análises titulométricas ácido/base, de precipitação, determinações de metais alcalinos terrosos com EDTA etc. Acertar o pH entre 5 e 9, diluir e descartar no esgoto.

#### **Líquidos contendo fluoretos**

Precipitar com cálcio, filtrar. O sólido deve ser acumulado e, posteriormente, enviado para aterro sanitário. O filtrado vai para o esgoto.

#### **Líquidos contendo metais pesados**



## MÓDULO 1

Requerem tratamento especial pela alta toxidez e rigidez da legislação vigente.

Em princípio, devemos removê-los da solução precipitando, com acerto de pH conveniente, ou fazendo co-precipitação com  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , ou adsorção em carvão ativo. Na tabela abaixo temos para metais pesados mais comuns, como precipitar e a concentração que se consegue atingir.

### Remoção de metais pesados de líquidos de descarte

<i>Metal</i>	<i>Processo de Remoção</i>	<i>Conc. Final</i>
Arsênio	- Precipitar com $\text{S}^{2-}$ entre pH 6,0 e 7,0 - Adsorção com carvão qdo. em baixas concentrações - Coprecipitação c/ $\text{Fe}(\text{OH})_3$	0,05 ppm 0,06 ppm 0,05 ppm
Bário	- Precipitar com $\text{SO}_4^{4-}$	0,5 ppm
Cádmio	- Precipitar em pH 10,0 como $\text{Cd}(\text{OH})_2$ - Coprecipitar com $\text{Fe}(\text{OH})_3$ em pH 8,5	0,1 ppm
Cd complexo de $\text{CN}^-$	- Oxidação com $\text{H}_2\text{O}_2$ , o Cádmi o vai a óxido e o $\text{CN}^-$ oxida-se.	-----
Cobre	- Precipitar como $\text{Cu}(\text{OH})_2$ - Coprecipitar com $\text{Fe}(\text{OH})_3$	0,2 ppm 0,3 ppm
Chumbo	- Precipitar como $\text{Pb}(\text{OH})_2$ - Precipitar como $\text{Pb}(\text{OH})_3$ - Precipitar como $\text{PbS}$	0,5 ppm 0,001 ppm
Mercúrio	- Coprecipitar com $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ou $\text{Al}(\text{OH})_3$	0,1 ppm
Níquel	- Precipitar como $\text{Ni}(\text{OH})_2$	0,15 ppm
Selenio	- Precipitar com $\text{S}^{2-}$	0,05 ppm
Zinco	- Precipitar como $\text{Zn}(\text{OH})_2$	-----

Mais detalhes vide – *Patterson, J. (1977) Waste Water Treatment Technology, Ann Arbor Press Michigan pg. 65 a 72.*

O Mercúrio, de uso em praticamente todos os laboratórios e presente nos termômetros, barômetros etc., merece comentário à parte.

É prática usual utilizar um termômetro de mercúrio para indicar a temperatura em estufas e incubadoras. Ocorre que, com grande facilidade, pode-se quebrar o bulbo, gerando alta concentração de vapores de mercúrio, no interior da estufa e causando acidentes com a primeira pessoa que vai abrir a estufa.

Portanto, recomenda-se substituir os termômetros por indicadores elétricos digitais de temperatura, em equipamentos tipo fornos, estufas e incubadoras.

Em caso de derramamento de mercúrio, deve-se providenciar ventilação exaustiva na sala, usar EPIs (máscara respiratória adequada, óculos de proteção e luvas), remover o mercúrio fazendo mistura (amálgama) com enxofre elementar ou cobre, na forma de limalha ou fio de cobre, e encaminhar para descarte.

Mercúrio elementar deve ser mantido com água para evitar a evaporação no ambiente.

# MÓDULO 1

## Destino de borras de metais pesados

Com relação a borra contendo metais pesados, dependendo do seu valor comercial, poderá destinar-se a:

A - Reciclagem

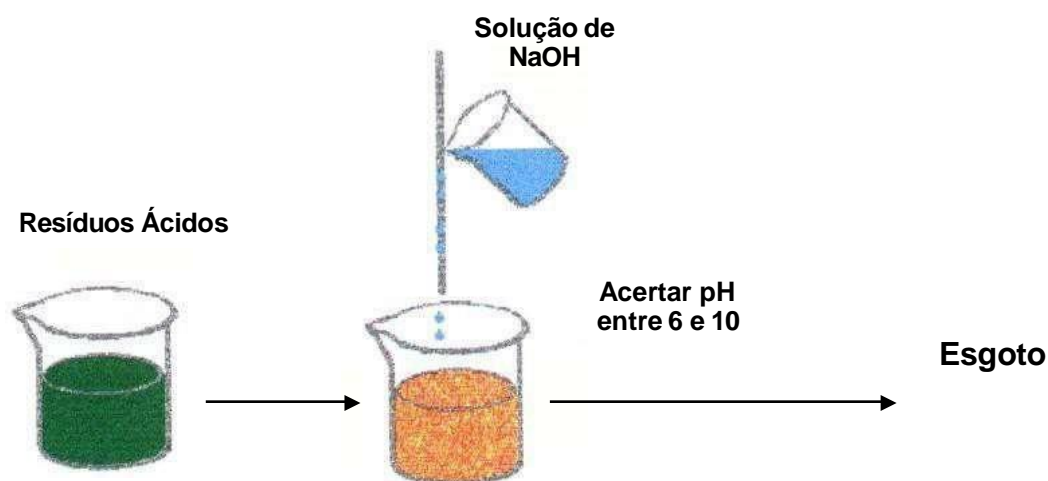
B - Dispor para reciclagem, com terceiros ou na bolsa de resíduos da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo ou da Abiquim.

C - Aterro industrial.

É importante notar que alguns catálogos internacionais de reagentes indicam procedimentos de como descartar resíduos do produtos.

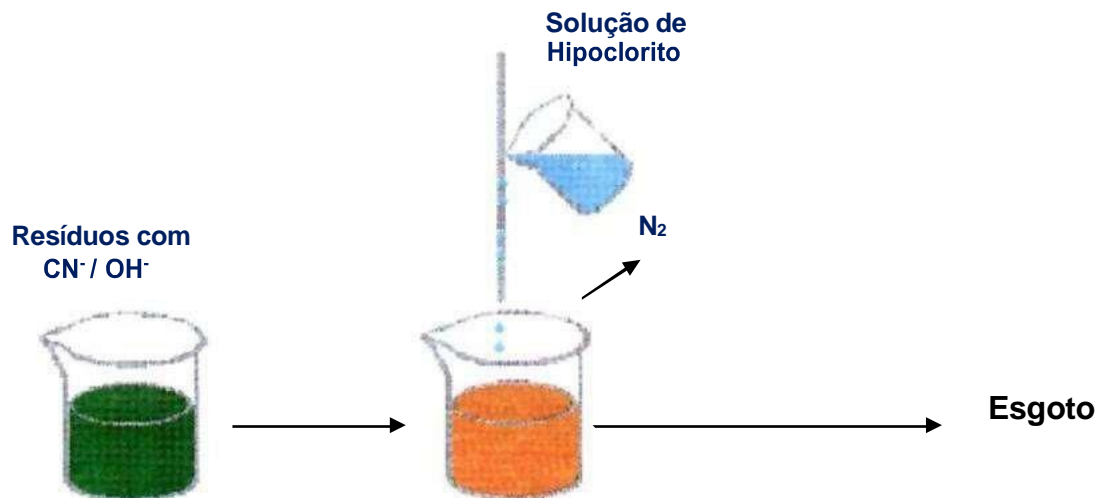
A tabela com limites de concentração em efluentes no Estado de São Paulo consta da Legislação vigente no Decreto 8468 de 8 de Setembro de 1976, Cap.II, Título II dos Padrões de Emissão.

## Descarte de Ácidos ou Álcalis



## Remoção de Cianetos

Certificar-se de que o meio está alcalino



## Resíduos biológicos

As soluções e líquidos de laboratórios de análises clínicas ou microbiológicas, quando patogênicos, devem passar por autoclavagem ou esterilização com solução 1,0 a 2,5% de hipoclorito sendo, em seguida, destinados ao esgoto.

Para materiais perfuro-cortantes como agulhas, seringas bem como placas de Petri descartáveis deve-se solicitar uma coleta seletiva.

## Solventes orgânicos clorados e não clorados

Os laboratórios que trabalham com solventes orgânicos não clorados, tais como ésteres, álcoois, aldeídos e hidrocarbonetos, devem armazenar esses líquidos em containers com dispositivo tipo corta-fogo, apropriados para líquidos inflamáveis. Esses resíduos podem ser destinados para reciclagem ou incineração por empresas que executam este tipo de trabalho.

**Solventes clorados**



**Solventes não clorados**



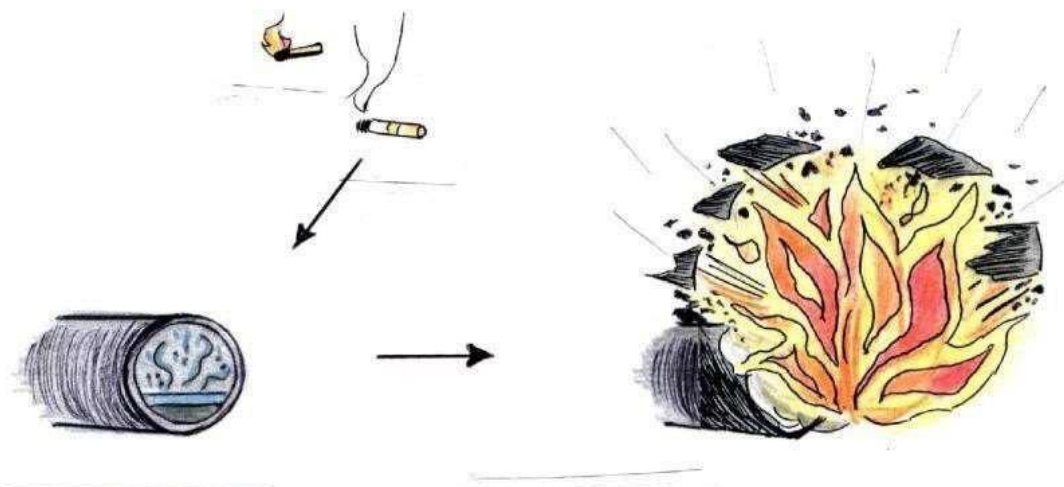
Os solventes clorados devem ser armazenados separadamente, também em containers especiais, pois em caso de queima, produzem Fosgênio, que é um gás altamente tóxico, podendo causar edema pulmonar, como efeito retardado após algumas horas da aspiração pelo trabalhador.



## MÓDULO 1

### Resíduos de solventes em tubulações de esgoto:

O solvente, menos denso que a água, permanece na camada superior evaporando e formando uma mistura *explosiva com o Oxigênio* do ar.



**Nunca jogar solventes ou resíduos inflamáveis no esgoto!**

### RESÍDUOS SÓLIDOS NO LABORATÓRIO

São provenientes de:

- Vidrarias quebradas e frascos de reagentes ou amostras.
- Restos de amostras ou análises.

Deve-se ter um recipiente forrado com saco plástico para armazenagem de vidros destinados à reciclagem.

Os frascos de reagentes ou produtos tóxicos devem ser lavados para evitar acidentes em depósitos de lixo, com pessoas desavisadas. Os resíduos sólidos podem ser:

- Sólidos de baixa toxicidade que devem se destinar a reciclagem ou aterros sanitários.
- Sólidos não biodegradáveis, tipo plásticos, que devem se destinar a reciclagem ou incineração.
- Sólidos perigosos de acordo com a norma NBR/ABNT. São considerados perigosos com alguma das seguintes propriedades: inflamabilidade, corrosividade, toxicidade, patogenicidade ou reatividade.

Esses resíduos sólidos, desde que não explosivos, inflamáveis ou patogênicos, podem ser destinados a aterros sanitários e os demais para incineração. É importante frisar que, de acordo com a Legislação, deverão ser embalados e transportados com cuidados especiais e dentro das normas com autorização dos órgãos de meio ambiente.

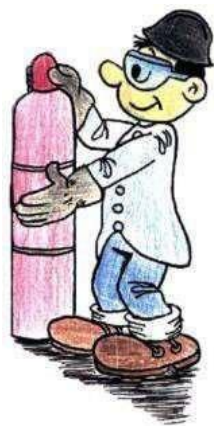
## MÓDULO 1

O manuseio e armazenagem de cilindros devem ser feitos com bastante cuidado e critério. Devemos levar em conta que um cilindro de gás pressurizado, caso haja um acidente de tombamento, por exemplo, com rompimento da válvula da cabeça de cilindro, o mesmo ficará sujeito a uma força de empuxo extremamente alta pelo princípio da ação e reação, assemelhando-se a um foguete, podendo causar acidentes de grandes proporções.



Portanto é fundamental manusear os cilindros de gás sempre com o seu respectivo capacete, colocado com a rosca fixada até o final.

O transporte de cilindros deve ser feito com o auxílio de um carrinho apropriado. Todos os cilindros devem ser fixados separando-se por paredes os cilindros de gases inflamáveis dos cilindros de gases oxidantes e comburentes. A fixação na parede deverá ser firme, com correntes ou cintas metálicas. Os cilindros devem ficar em local protegido das intempéries pois o sol e a chuva irão danificar as válvulas de redução de pressão.



**Movimentar os cilindros sempre com o respectivo capacete**



**Transportar em carrinhos próprios e acorrentados**

Não utilizar tubulações ou conexões sujas de óleo ou graxas pois podem formar misturas explosivas com alguns gases (p/ex. Óxido nitroso e Oxigênio), além de acarretar outros problemas nos instrumentos analíticos. Lavar e desengratar as tubulações previamente.

Ao abrir um cilindro de gás inflamável, verificar para que não haja fogo ou faíscas elétricas num raio de pelo menos dez metros.

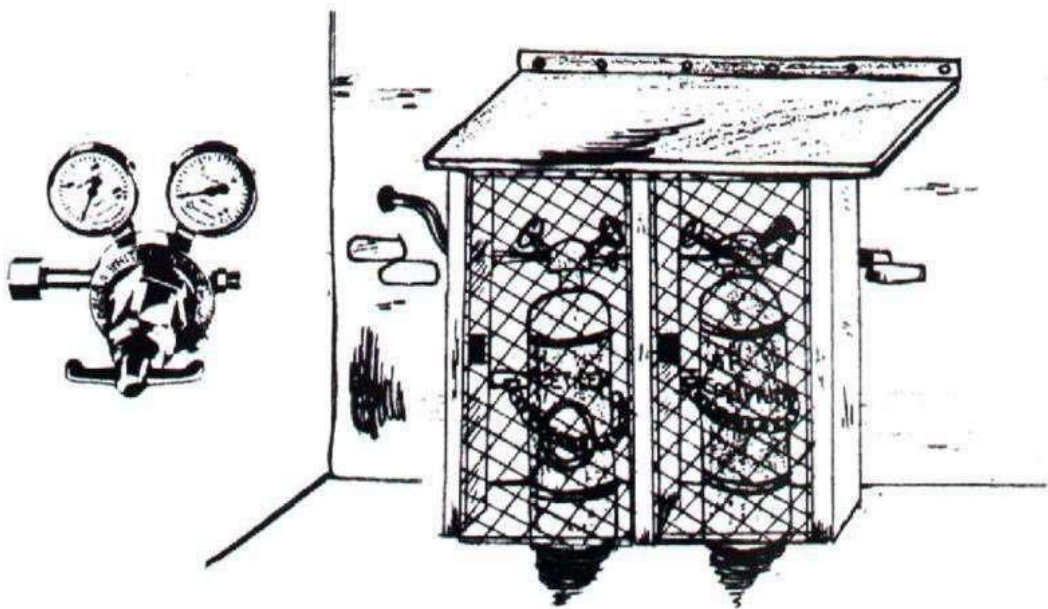
## MÓDULO 1

Fazer o teste de vazamento de gás em todas válvulas e uniões da linha, utilizando-se de um pincel e solução de detergente doméstico, diluído em água. Caso haja vazamento, tornar-se-á visível a espuma que se forma. Limpá-la com um pano e corrigir o defeito.

Ao abrir um cilindro para a purga, dirigir a saída dos gases para a direção oposta ao operador.

A operação com gases tóxicos ou venenosos deve ser feita em local bem ventilado, com uso de luvas e máscara semi-facial apropriada.

### ARMAZENAGEM DE CILINDROS DE GÁS



#### Procedimentos:

- ☐ Nunca manusear os cilindros sem o devido capote instalado.
- ☐ Nunca deixar os cilindros expostos em locais de trânsito de pessoas ou veículos.
- ☐ Não movimentar cilindros de gás com o regulador de pressão instalado.
- ☐ Somente transportar cilindros de gás em carrinhos apropriados.
- ☐ Manter sempre cilindros de gás presos à parede com cintas metálicas ou correntes.
- ☐ Manter cilindros de gases combustíveis separados de gases oxidantes.
- ☐ Armazenar os cilindros de gás cheios separados dos vazios.
- ☐ Armazenar os cilindros em local arejado, com área delimitada e com sinalizações de segurança.
- Se o local de armazenagem de gases inflamáveis dispuser de instalações elétricas, estas devem ser à prova de explosão.



## Sinalização de Gases



### Misturas explosivas de gases com o ar atmosférico

Gases	Mistura explosiva % de gás em volume no ar			Temperatura °C de auto- ignição
Acetileno	de 2,50	a	80,00	300
Amoníaco	de 16,00	a	27,00	651
Ciclopropano	de 2,41	a	10,30	498
Etano	de 3,12	a	15,00	510
Etileno	de 3,02	a	34,00	543
Gás sulfídrico	de 4,30	a	45,50	260
GLP	de 1,60	a	9,50	445
Hidrogênio	de 4,10	a	74,00	580
Metano	de 5,30	a	13,90	537
Pro pano	de 2,37	a	9,50	466
Pro pileno	de 2,00	a	11,10	497

**Obs.:** na presença de faíscas ou centelhas, o incêndio inicia-se já na temperatura ambiente.



# MÓDULO 1

## Armazenagem de cilindros contendo gases sob pressão

GASES	Acetileno	Amoníaco	Argônio	Ciclopropano	Cloro	Criptônio	Etano	Etileno	Flúor	Gás Carbônico	Gás Sulfídrico	G L P	Hélio	Hidrogênio	Metano	Neônio	Nitrogênio	Oxigênio	Propano	Propileno	Xenônio
Acetileno	S	N	S	N	N	S	N	N	N	S	N	N	S	N	N	S	S	N	N	N	S
Amoníaco	N	S	S	N	N	S	N	N	N	N	N	N	S	N	N	S	S	N	N	N	S
Argônio	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Ciclopropano	N	N	S	S	N	S	S	S	N	S	N	S	S	N	S	S	S	N	S	S	S
Cloro	N	N	S	N	S	S	N	N	N	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	N	S
Criptônio	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Etano	N	N	S	S	N	S	S	S	N	S	N	S	S	N	S	S	S	N	S	S	S
Etileno	N	N	S	S	N	S	S	S	N	S	N	S	S	N	S	S	S	N	S	S	S
Flúor	N	N	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	N	S
Gás Carbônico	S	N	S	S	N	S	S	S	N	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Gás Sulfídrico	N	N	S	N	N	S	N	N	N	N	S	N	S	N	N	S	S	N	N	N	S
G L P	N	N	S	S	N	S	S	S	N	S	N	S	S	N	S	S	S	N	S	S	S
Hélio	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Hidrogênio	N	N	S	N	N	S	N	N	N	S	N	N	S	S	N	S	S	N	N	N	S
Metano	N	N	S	S	N	S	S	S	N	S	N	S	S	N	S	S	S	N	S	S	S
Neônio	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Nitrogênio	S	S	S	S	N	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Oxigênio	N	N	S	N	N	S	N	N	N	S	N	N	S	N	N	S	S	S	N	N	S
Propano	N	N	S	S	N	S	S	S	N	S	N	S	S	N	S	S	S	N	S	S	S
Propileno	N	N	S	S	N	S	S	S	N	S	N	S	S	N	S	S	S	N	S	S	S
Xenônio	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

**Legenda:** S = Sim N = Não

## INCÊNDIOS: CAUSAS E CONTROLE

Um incêndio é um processo no qual ocorre e se desenvolve uma reação de combustão que para iniciar e se propagar precisa de três componentes, a saber: combustível, comburente e uma fonte de ignição inicial. O comburente natural do ambiente é o oxigênio do ar. Os combustíveis podem ser materiais sólidos tais como tecidos, plásticos, madeira etc., muito comuns nas residências e escritórios; ou produtos químicos inflamáveis, tais como gases, derivados de petróleo, solventes e reagentes químicos de uso nos laboratórios.

Temos a seguir como se classifica internacionalmente os incêndios dependendo do material combustível.



## CLASSIFICAÇÃO DOS INCÊNDIOS



**Classe A** - com materiais combustíveis tais como: madeira, tecidos, aglomerados, plásticos etc.



**Classe B** - com líquidos inflamáveis tais como: álcoois, cetonas derivados de petróleo, etc.



**Classe C** - com equipamentos elétricos energizados.

**Classe D** - com materiais "pirofóricos"

## MÓDULO 1

Baseados no que já dissemos, para um incêndio se iniciar e se propagar, temos que ter certas condições propícias. Isto quer dizer que, quando falamos de inflamabilidade de líquidos, temos que ter uma proporção determinada (mínima e máxima), entre os vapores do combustível e o comburente no ar, para que com a ação do terceiro componente, o calor, uma chama, faísca elétrica, ou um catalisador se dê início à combustão.

Temos então que, para prevenir ou extinguir um incêndio, deveremos eliminar um dos três componentes e o uso dos extintores baseia-se neste princípio.

Conforme o tipo, os extintores atuam por resfriamento (extintores de água), ou eliminação do oxigênio do contato com o combustível, como os extintores à base de CO<sub>2</sub> ou espuma mecânica. Estes extintores produzem um tipo de camada de proteção no local do incêndio, impedindo o contato com o oxigênio do ar, extinguindo desta forma as chamas. Abaixo, os principais tipos de extintores de incêndios.

### TIPOS DE CARGA:

#### ***Água Pressurizada***

Destinados a incêndios classe A.

#### ***Pó químico seco***

Fabricados com cargas à base de bicarbonato de sódio e monofosfato de amônia.

Indicados para incêndios classe B (inflamáveis) e C (equipamentos elétricos energizados).

#### ***Espuma mecânica***

Agem formando uma película aquosa sobre a superfície, impedindo a reignição. Indicados para incêndios classe B e classe A.

**NUNCA DEVEM SER UTILIZADOS EM INCÊNDIOS CLASSE C.**

#### ***Extintores de CO<sub>2</sub>***

Atuam recobrando o material em chamas com uma camada de gás carbônico, isolando o oxigênio e extinguindo o incêndio por abafamento.

São indicados para incêndios de classe B ou classe C.

*É importante conhecer os tipos de extintores existentes no seu laboratório, saber para que tipo de incêndio de destinam e aprender o seu manuseio.*

### FONTES CAUSADORAS DE INCÊNDIOS EM LABORATÓRIO

Temos no laboratório as seguintes fontes causadoras de incêndios que devem ser verificadas e discutidas por toda a equipe:

- operação indevida com líquidos inflamáveis.
- estocagem de líquidos inflamáveis e voláteis em refrigeradores de uso doméstico, que na lâmpada ou no sistema de partida produzem faíscas.

## MÓDULO 1

- equipamentos elétricos mal conservados, mal operados ou conectados em rede elétrica errada.
- sobrecarga da rede elétrica por conectar vários aparelhos numa mesma tomada ou aparelho de alto consumo de energia, onde a fiação não suporte a amperagem.
- vazamentos de gases inflamáveis dos cilindros de gás ou nas tubulações.

### Classificação de líquidos combustíveis e inflamáveis

CLT – Cap. V – Portaria 3 214 – NR – 20

	<i>Ponto de Fulgor (°C)</i>	<i>Característica</i>	<i>Exemplos</i>
C lasse I	menor que 37,7	Líquidos Inflamáveis	éter, etanol, hexano
C lasse II	entre 37,7 e 70,0	Líquidos Combustíveis	butanol, pentanol
C lasse III	acima de 70,0	Líquidos Combustíveis	óleos lubrificantes

### Propriedades físico-químicas de solventes usuais

Solvente	Ponto de Ebulição (°C)	Ponto de Fulgor (°C)	Limite Inflamabilidade (% vol. no ar)		Temperatura Autoignição (°C)
Éter etílico	34,6	- 45,0	1,9	3,6	160
Gasolina		- 42,7	1,4	8,0	
n-Pentano	36,3	- 40,0	1,5	8,0	
n-Hexano	69,0	- 21,6	1,1	8,0	223
Acetona	56,5	- 20,0	2,6	12,8	465
Ciclohexano	80-81	- 20,0	1,3	8,0	245
Benzeno	80,1	- 11,1	1,3	7,0	498
Acetato de etila	77,2	- 4,0	2,2	11,5	426
Metiletilcetona	79,6	- 2,2	1,9	10,2	404
n-Heptano	98,4	- 1,0	1,1	6,7	204
Tolueno	110,8	4,4	1,2	7,0	536
Acetonitrila	81,6	5,6	3,0	16,0	524
Isopropanol	82,3	11,7	2,0	12,0	339
Metanol	64,7	12,0	6,7	36,0	464
Etanol	78,4	13,0	3,3	19,0	363
Metilisobutilcetona	114-117	15,6	1,4	7,5	448
n-Propanol	82,5	25,0	2,6	13,5	412
n-Butanol	117,0	37,8	2,0	12,0	405

**Notas:** 1 – A tabela acima foi elaborada para fins comparativos.

2 – Os dados acima foram obtidos de várias fontes de referência nem sempre completas.

3 – Os Pontos de Ebulição e Pontos de Fulgor variam conforme a pressão atmosférica local.



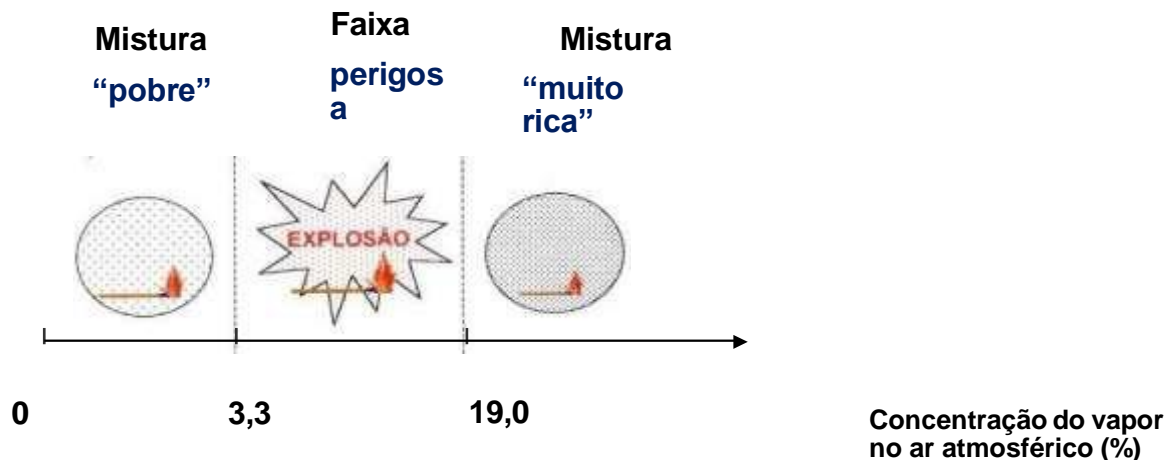
## MÓDULO 1

**Operação com líquidos inflamáveis próximo a ou centelhas:**



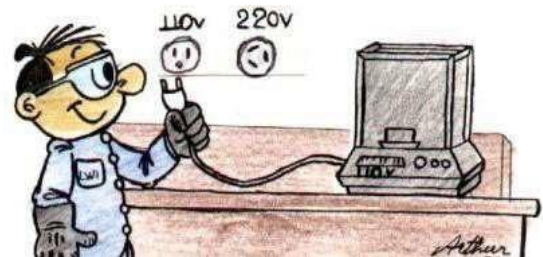
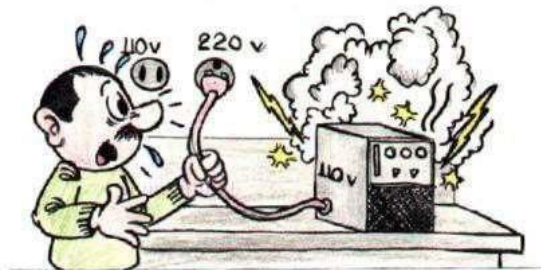
**Faixas de Inflamabilidade de Gases e Vapores Inflamáveis:**

Ex: Álcool etílico: Faixa de Inflamabilidade 3,3% a 19% no ar atmosférico



**Fontes de problemas com equipamentos elétricos**

- operar com sobrecarga na rede elétrica.
- falta de fio terra podendo gerar correntes circulantes, alterando a leitura ou danificando circuitos microprocessados.
- fios desencapados ocasionando choques elétricos ou curto-circuitos.
- conectar em voltagem errada por falta de identificação ou atenção do operador. Deve-se utilizar tomadas diferentes para voltagens 110 e 220 volts.



- operar com produtos corrosivos ou voláteis próximo a instrumentos eletrônicos.
- fazer reparos em instrumentos sem desconectar da rede elétrica
- quebra de vidrarias contendo líquidos condutores ou corrosivos sobre aparelhos (chapas aquecedoras), tornando o instrumento energizado.
- não inspecionar periodicamente o sistema de ventilação e filtros de admissão de ar dos aparelhos, provocando super aquecimento.

# MÓDULO 1

## ALGUNS CUIDADOS PARA EVITAR INCÊNDIOS NO LABORATÓRIO

- não aquecer líquidos inflamáveis com chama de bico de Bunsen.
- antes de acender o bico de Bunsen, certifique-se de que não há vazamento de gás e retire recipientes com líquidos inflamáveis para uma distância mínima de três ou quatro metros.
- não conectar vários aparelhos em uma mesma tomada.
- aparelhos de alto consumo tipo fornos, estufas, chapas aquecedoras exigem fiação especial para suportar a alta amperagem de operação.
- não armazenar líquidos voláteis inflamáveis em refrigerador doméstico. Havendo necessidade, deve-se adquirir refrigerador à prova de explosão.
- trabalhos com líquidos inflamáveis voláteis devem ser realizados em capelas com sistema elétrico à prova de explosão.
- o aquecimento de líquidos inflamáveis deve ser feito em banho-maria ou em balões com mantas aquecedoras em perfeito estado de conservação.
- em salas de recuperação de solventes, nunca se deve usar fogo. Os equipamentos, bem como as tomadas elétricas, devem ser à prova de explosão.

### Ao terminar a jornada de trabalho

- Desligar os instrumentos, aquecedores elétricos, feche pontos de água, gases etc.
- Colocar avisos nos instrumentos que deverão permanecer ligados
- Não deixar frascos abertos ou recipientes inflamáveis próximos a aquecedores elétricos.

## RECOMENDAÇÕES FINAIS

- Promover reuniões periódicas com a participação de todos em datas “pré-fixadas”.
- Manter registros de reuniões anteriores, ocorrências e atribuições.



trabalho solitário no laboratório.

- Prever um programa mínimo de treinamento para funcionários novos, bem como reciclagens periódicas para todos.
- Manter no laboratório as Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQs) em português e com fácil acesso a todos.
- Incluir os riscos pertinentes nos métodos analíticos.
- Assinar revistas especializadas e adquirir literatura sobre segurança e higiene do trabalho.

## 6. Regulamentação de Segurança Química

### Decreto nº 10.088 de 05 de novembro de 2019

Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/CCIVIL\\_03/\\_Ato2019-2022/2019/Decreto/D10088.htm#art6](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D10088.htm#art6)

Consolida atos normativos editados pelo Poder Executivo Federal que dispõem sobre a promulgação de convenções e recomendações da Organização Internacional do Trabalho - OIT ratificadas pela República Federativa do Brasil.

"Art. 2º As convenções e recomendações da OIT, aprovadas pelo Congresso Nacional, promulgadas por ato do Poder Executivo federal e consolidadas por este Decreto estão reproduzidas integralmente nos Anexos, em ordem cronológica de promulgação, da seguinte forma: ...

LX - Anexo LX - Convenção nº 170 da OIT relativa à Segurança na Utilização de Produtos Químicos no Trabalho (assinada em Genebra, em 25 de junho de 1990; aprovada pelo Decreto Legislativo nº 67, de 4 de maio de 1995; depositado o instrumento de ratificação da Emenda em 23 de dezembro de 1996; entrada em vigor internacional em 4 de novembro de 1993 e, para o Brasil, em 22 de dezembro de 1997; e promulgada em 3 de julho de 1998)."

### Normas Regulamentadoras:

A Comissão Tripartite Paritária Permanente (CTPP) é o fórum oficial do governo federal responsável por discutir temas referentes à segurança e à saúde no trabalho, em especial as Normas Regulamentadoras (NR), tendo como competência principal estimular o diálogo social com vistas a melhorar as condições e o meio ambiente do trabalho, das quais destacamos:

- NR nº 6 - Equipamento de Proteção Individual

Disponível em:

<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-6-nr-6>

- NR nº 7 - Programa de Controle Médicos de Saúde Ocupacional;

Disponível em:

<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-7-nr-7>

- NR nº 26 - Sinalização de Segurança.

<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-26-nr-26>

## 7. Para Saber Mais

### DESENHOS (referências):

Isolab Treinamentos Ltda.  
Desenhista Arthur de Toledo Verga.

### EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO

Michigan State University, Personal Protective Equipment Guidelines.  
Disponível em:  
[https://ehs.msu.edu/\\_assets/docs/ppe/msu-ppe-manual.pdf](https://ehs.msu.edu/_assets/docs/ppe/msu-ppe-manual.pdf)

### LUVAS DE PROTEÇÃO

VWR North, Safety Hand Protection Chemical Resistance Guide.  
Disponível em:  
<https://eta-safety.lbl.gov/sites/all/files/VWR%20Chemical%20Resistance%20Gloves%20Chart.pdf>

Stanford, Laboratory Chemical Glove Selection Guidance.  
Disponível em:  
<http://web.stanford.edu/dept/EHS/cgi-bin/lcst/docs/LaboratoryChemicalGloveGuidance.pdf>

UC Berkeley, Glove Selection Guide.  
Disponível em:  
<https://ehs.berkeley.edu/glove-selection-guide>

UCCS University of Colorado, Appendix H Glove Selection.  
Disponível em:  
<https://uccs.edu/Documents/pusafety/EHS/Lab%20Safety%20Manual/UCCS.LS%20Appendix%20H%20Glove%20Selection.pdf>

Cole-Parmer, Safety Glove Chemical Compatibility Database.  
Disponível em:  
<https://www.coleparmer.com/safety-glove-chemical-compatibility>

### HIGIENE INDUSTRIAL

Tufts, About Industrial Hygiene.  
Disponível em:  
<https://viceprovost.tufts.edu/about-industrial-hygiene>

### PRODUTOS QUÍMICOS:

European Chemical Substances Information System.  
Disponível em:



## MÓDULO 1

<https://echa.europa.eu/information-on-chemicals>

Programme on Safety and Health at Work and the Environment (SafeWork).

Disponível em:

<http://www.ilo.org/safework/lang--en/index.htm>

International Chemical Safety Cards (ICSC).

Disponível em:

[https://www.ilo.org/safework/info/publications/WCMS\\_113134/lang--en/index.htm](https://www.ilo.org/safework/info/publications/WCMS_113134/lang--en/index.htm)

International Programme on Chemical Safety.

Disponível em:

<https://inchem.org/#/>

CAMEO – Camicals Database of Hazardous Materials.

Disponível em:

<https://cameochemicals.noaa.gov/>

ATSDR – Substâncias Tóxicas

Disponível em:

<https://wwwn.cdc.gov/TSP/index.aspx>

Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS).

Disponível em:

<https://unece.org/ghs-rev5-2013>

### PRODUTOS QUÍMICOS CONTROLADOS

No dia 14/03/2019, foi publicada a Portaria nº 240, de 12 de março de 2019 e anexos (DOU nº 50, Seção 1, p. 41-58, de 14 de março de 2019), que estabelece procedimentos para o controle e fiscalização de produtos químicos pela Polícia Federal.

Polícia Federal.

Disponível em:

<https://www.gov.br/pf/pt-br/assuntos/produtos-quimicos>

Polícia Civil.

Disponível em:

[https://www.dga.unicamp.br/Conteudos/Documentos/Comunicado\\_DOU\\_09082003\\_Produtos\\_Controlados\\_Policia\\_Civil.pdf](https://www.dga.unicamp.br/Conteudos/Documentos/Comunicado_DOU_09082003_Produtos_Controlados_Policia_Civil.pdf)

Exército.

Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2019/Decreto/D10030.htm#art6](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D10030.htm#art6)

### PROGRAMAS MEIO AMBIENTE, SAÚDE E SEGURANÇA

Indiana University, Environmental Health & Safety.

Disponível em:

<https://protect.iu.edu/environmental-health/index.html>

### ROTULAGEM DE PRODUTOS QUÍMICOS (GHS) FICHA DE INFORMAÇÃO DE

# MÓDULO 1

## PRODUTOS QUÍMICOS (FISPQ)

ABIQUIM Associação Brasileira da Indústria Química.

Disponível em:

<https://www.abntcatalogo.com.br/abiquim/>

Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS).

Disponível em:

<https://unece.org/ghs-rev8-2019>

National Inventory of Chemical Substances in Brazil.

Disponível em:

[https://www.chemsafetypro.com/Topics/Brazil/National\\_Chemical\\_Inventory\\_in\\_Brazil.html](https://www.chemsafetypro.com/Topics/Brazil/National_Chemical_Inventory_in_Brazil.html)

Dangerous Substances e-tool European Agency for Safety and Health at Work- OSHA.

Disponível em:

<https://eguides.osha.europa.eu/dangerous-substances/>