

CURSO DE SEGURANÇA QUÍMICA EM LABORATÓRIO
Arline Sydneia Abel Arcuri
Luiza Maria Nunes Cardoso
Ribeirão Preto - USP – setembro 2009

1- Introdução

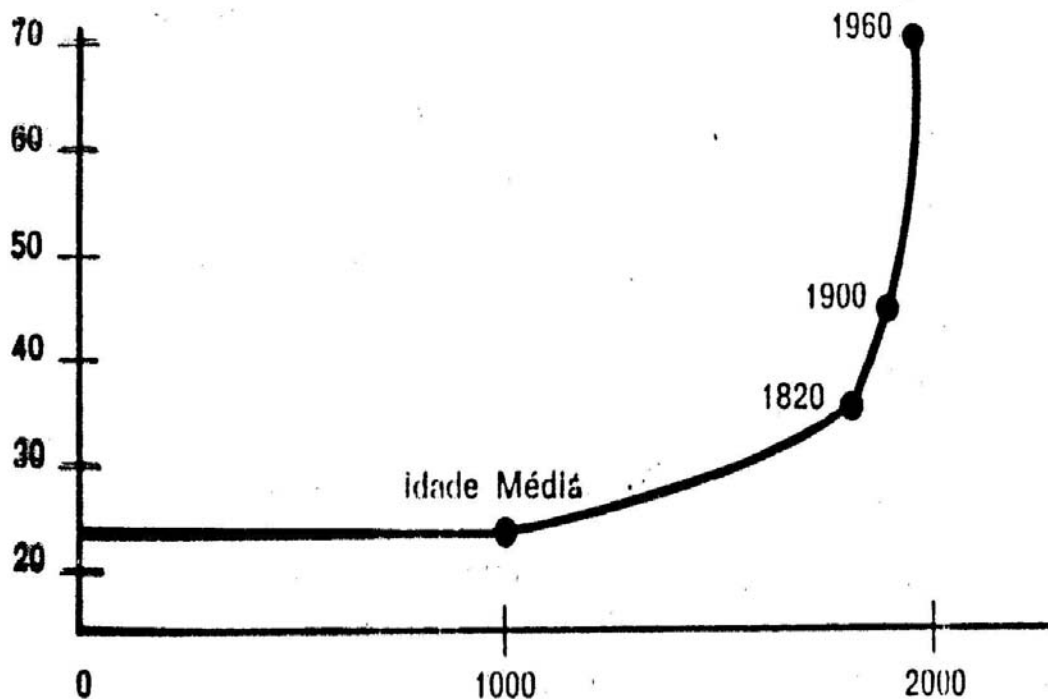
1.1 CONCEITO DE SAÚDE

O.M.S. “É um estado de bem estar bio-psico-social”

8ª Conferência Nacional de Saúde

“Saúde é a resultante das condições de alimentação, habitação educação, renda, meio ambiente, trabalho, transporte, emprego, lazer, liberdade, acesso e posse da terra e acesso aos serviços de saúde”

Saúde, portanto não é um conceito abstrato ou estático. É um conceito dinâmico, que se define no contexto histórico de determinada sociedade e num dado momento de seu desenvolvimento, devendo ser conquistada pela população e em especial pelos trabalhadores, em suas lutas cotidianas. Esta diretamente relacionada com a qualidade de vida.



Duração média da vida

Roma: 20 anos – Idade média: 24 anos – 1820: 35 anos – 1900: 45 anos – 1960: 70 anos

Fonte: “sementes para uma nova era”, Weil, P. ; Ed. Vozes, 2ª Ed., 1986.

No ambiente de trabalho são vários os fatores que devem ser identificados, avaliados e eliminados ou controlados quando se pretende garantir a saúde dos trabalhadores e consequentemente uma boa qualidade de vida.

1.2 Conceito de Segurança Química

Segurança Química significa o manejo ecologicamente saudável de substâncias químicas tóxicas.

Segurança química também pode ser entendida como um conjunto de ações para controlar e prevenir efeitos adversos sobre a saúde, a vida e o meio ambiente resultante da produção, armazenamento, transporte, manuseio e disposição final de produtos químicos.

Existem várias ações internacionais que visam à segurança química, entre elas as mais importantes atualmente são o Fórum Intergovernamental de Segurança Química (FISQ) e o SAICM (sigla em inglês para: Enfoque estratégico sobre a Gestão internacional dos Produtos Químicos). Este Fórum foi criado para viabilizar os programas do capítulo 19 da Agenda 21. A Agenda 21 é um documento elaborado na CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE E O DESENVOLVIMENTO (CNUMAD), que ficou conhecida como ECO 92 ou RIO92.

Um dos principais documentos aprovados no CNUMAD foi a Agenda 21, que nos seus 40 capítulos indica orientações, caminhos e princípios a serem seguidos pelos governos e outros atores sociais na busca de sociedades mais justas e ecologicamente equilibradas.

A questão dos graves perigos representados pelos produtos químicos é abordada em sete capítulos da agenda 21, sendo que o capítulo 19 trata especificamente do manejo ecológico das substâncias químicas tóxicas, incluindo a prevenção do tráfico ilícito de produtos tóxicos e perigosos.

O capítulo 19 propõe seis áreas programáticas para garantir a gestão ecologicamente racional dos produtos químicos: (i) a expansão e a aceleração da avaliação internacional dos riscos dos produtos químicos à saúde e meio ambiente; (ii) harmonização da classificação e rotulagem das substâncias químicas; (iii) intercâmbio de informações sobre os produtos químicos tóxicos e os riscos dos produtos químicos; (iv) organização de atividades de redução dos riscos e promoção de alternativas; (v) fortalecimento da capacidade e dos meios nacionais para a gestão dos produtos químicos; (vi) prevenção do tráfico internacional ilícito de produtos tóxicos e perigosos.

Este curso pode ser considerado inserido entre os programas do capítulo 19 já que visa a capacitação de profissionais na avaliação de agentes químicos, através de instrumentos que permitam a estes, reconhecer as substâncias químicas presentes nos ambientes de trabalho, estimar o risco por elas representadas e priorizar ações que visem a prevenção dos danos que elas possam vir a provocar tanto aos trabalhadores quanto à população em geral e ao meio ambiente.

O Capítulo 19 da Agenda 21 incorpora propostas destinadas a reforçar a cooperação internacional com relação à Segurança Química e a necessidade de uma melhor coordenação nesta área. No artigo 19.75 está prevista a "criação de foro intergovernamental para o manejo e a avaliação de riscos ligados aos produtos químicos". Em 1994 foi criado o Fórum.

Na Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável em Johannesburgo, África do Sul, entre 2 e 4 de setembro de 2002, conhecida como Rio +10, foi estabelecida a necessidade de se elaborar um enfoque estratégico para a gestão internacional dos produtos químicos de forma que em 2020 os produtos químicos sejam utilizados e produzidos de maneira que se reduzam ao mínimo os efeitos adversos de importância que podem ter na saúde humana e no meio ambiente. Assim, na Conferência Internacional

sobre Gestão de Produtos Químicos em Dubai (Emirados Árabes) em 2006, aprovou o “Enfoque estratégico sobre a gestão Internacional dos Produtos Químicos” – SAICM.

Explosões, incêndios ou intoxicações agudas que trazem seqüelas gravíssimas e até a morte são notícias de quase todos os meios de comunicação e chegam à população em geral.

Quando estes atingem a população vizinha à empresa onde se originou o acidente são chamados de acidentes ampliados:

Acidentes ampliados são aqueles que podem gerar efeitos nos ambientes internos e externos. Podem resultar de emissões, incêndios ou explosões durante a atividade de produção, armazenamento ou transporte de substâncias perigosas, conduzindo a sérios danos, imediatos ou em longo prazo, aos seres humanos e/ou ao meio ambiente, envolvendo uma ou mais substâncias químicas.

O conhecimento dos efeitos provocados pelos agentes químicos à saúde e ao meio ambiente, principalmente o controle destes agentes, têm, portanto um papel importante para a garantia da saúde, tanto do trabalhador, quanto da população e do meio ambiente.

A **Higiene do Trabalho** é que é considerada a “ciência e arte que trata da antecipação, reconhecimento, avaliação e controle dos fatores de risco originados nos locais de trabalho e que podem prejudicar a saúde e o bem-estar dos trabalhadores, também tendo em vista o possível impacto nas comunidades vizinhas e o meio ambiente em geral”.

As questões relacionadas com saúde dos trabalhadores não podem ser tratadas a partir

- **Da lógica do lucro,**
- **Da simples diminuição de um risco ou**
- **Da sua comercialização através de adicionais de insalubridade ou periculosidade.**

2- Riscos ocupacionais em laboratórios químicos

Risco é a probabilidade ou possibilidade de ocorrer um dano.

Fatores de risco são situações ou agentes presentes no ambiente com capacidade de causar um dano.

Nos ambientes de trabalho e em especial nos laboratórios, identifica-se três grupos de fatores de risco, administráveis tecnicamente, que podem ocasionar danos à saúde e a qualidade de vida:

FATORES DE RISCO		
estrutura física e operações	ambientais	ergonômicos
Instalações máquinas/equipamentos transporte armazenagem manuseio derrames descarte	físicos químicos biológicos	fatores estressantes ritmo acelerado posições incomodas turno mobiliário inadequado
consequências		
acidentes lesões	doenças ocupacionais	redução na expectativa e qualidade de vida

2.1 Riscos relacionados à estrutura física e instalações

PLANEJAMENTO DE LABORATÓRIO

Perguntas iniciais:

1- Finalidade

2- Necessidade de espaços especiais: almoxarifado, sala de balança, lavagem, instrumentação, equipamentos aquecidos ou para trabalho a baixas temperaturas, etc.

DEFINIÇÃO JUNTO AOS FUTUROS USUÁRIOS

PLANEJAMENTO ⇒ levar em conta

A preocupação com a prevenção de acidentes e doenças ocupacionais deve estar sempre presentes durante o planejamento.

Há necessidade de elaboração de programa de prevenção de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho.

2.1.a Instalações

Devem ser feitas por pessoal especializado, de acordo com a finalidade do laboratório.

A planta deve levar em conta:

- Objetivo do laboratório
- Ventilação necessária
- Disposição de bancadas e mesas de trabalho
- Pisos, paredes, portas janelas, teto
- Instalação elétrica e hidráulica
- Instalação para gases especiais, ar comprimido e vácuo
- Locais apropriados para armazenagem, descarte

- Locais apropriados para manuseio de material radioativo, cancerígeno e para esterilização de material biológico
- Necessidade de trabalho em temperatura elevadas ou baixas

2.1.a 1 – Objetivo do laboratório

Todo o planejamento deve levar em consideração em primeiro lugar o objetivo do laboratório. Este objetivo definirá os equipamentos que serão necessários, as dimensões, os controles de entrada e saída de material, enfim tudo o que será colocado dentro das instalações, inclusive a própria localização.

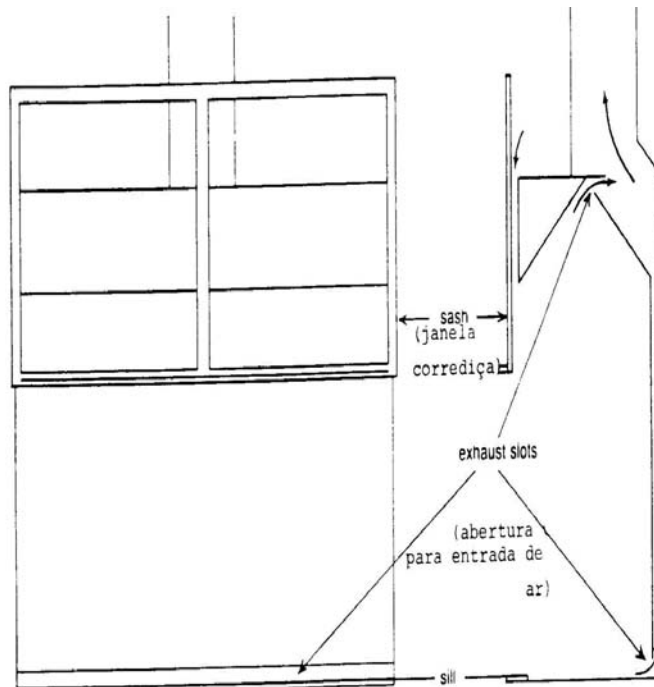
2.1.a 2 - Ventilação

Depende: Toxicidade das substâncias e volatilidade
Natureza do trabalho experimental

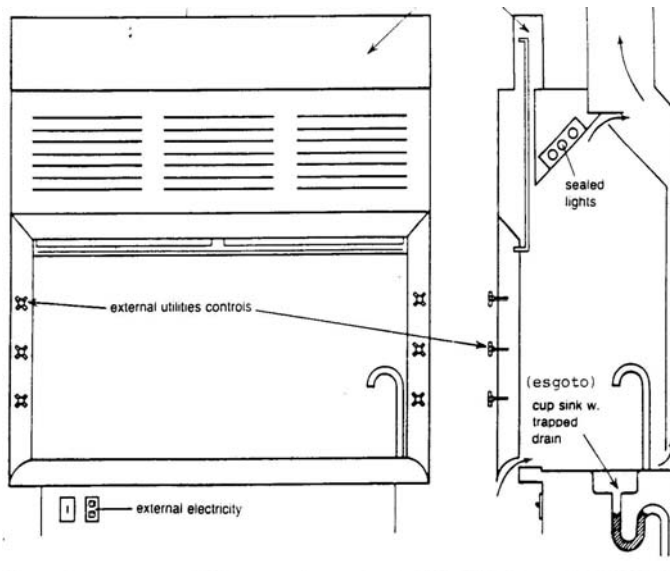
Tipos: Geral diluidora – introdução contínua de ar não contaminado
Local exaustora – captação do contaminante perto da fonte de emissão

Local exaustora ⇒ Capela:

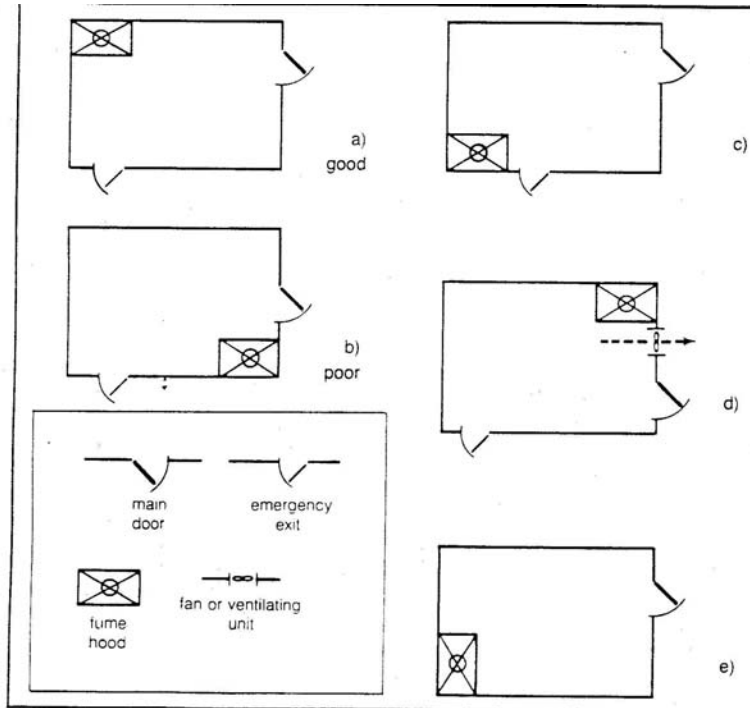
- Captação semi-enclausurada
- Longe de passagens e saída
- Manutenção e testes periódicos
- Motores fora do laboratório
- Controle externo para água, luz e gases
- Especiais para:
 - Digestão ácida
 - Destilação de solventes
 - Ácido perclórico
- Sistemas especiais de enclausuramento:
 - Manuseio de material carcinogênico ou altamente perigoso
 - Necessidade de atmosfera especial
 - Materiais de toxicidade desconhecida tais como aqueles que podem liberar nanopartículas



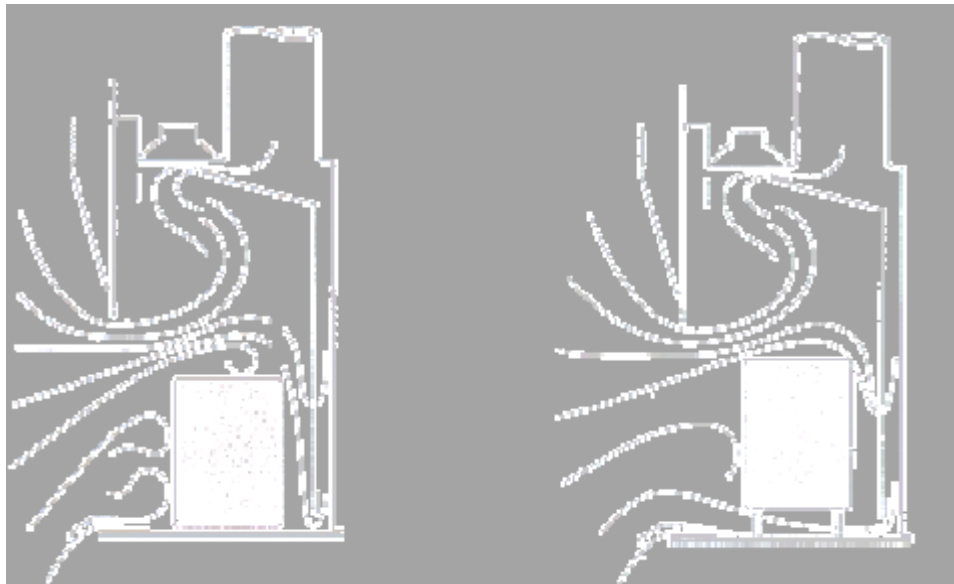
Esta figura ilustra os elementos básicos de uma capela. Uma passagem de ar é localizada na parte traseira da cabine e o ar é exaurido através de dois ou mais pontos. Notar a borda elevada. Ela auxilia a conter pequenos vazamentos.



Este é um tipo mais completo de capela. Apresenta os controles externos.



Esta figura mostra alternativas para a localização da capela. Várias instruções devem ser dadas aos operadores para garantir o bom funcionamento das capelas.



Objetos colocados na capela podem atrapalhar a circulação de ar, como mostra o desenho. Fonte: Apresentação - Importância da capela na segurança do laboratório – Grupo Vidy

- A operação em capelas deve ser feita com a janela semi fechada para melhorar a eficiência de exaustão.
- Os gases que saem da capela devem ser retidos de forma apropriada para evitar a contaminação do ambiente externo.
- O material de construção deve ser robusto e resistente aos produtos que serão manuseados.

- Ser dotada de equipamentos elétricos e interruptores à prova de explosão, quando o trabalho for com produtos inflamáveis ou explosivos.
- Remover frascos, amostras e vidrarias desnecessárias ao trabalho, principalmente produtos inflamáveis.
- Ao término do trabalho limpar a capela e deixar o exaustor funcionando por pelo menos mais 10 minutos
- Deve ser feito controle periódico da vazão da capela para garantir sua eficiência.

A vazão indicada em por empresa que produz este tipo de equipamento é;

- Capela **Classe A**: velocidade facial > 0.7 m/s – para trabalho pesado, contínuo e/ou manipulação de material com alta toxicidade.
- **Classe B**: velocidade facial > 0.5 < 0.7 m/s – para trabalho normal, contínuo e/ou manipulação de material com média toxicidade.
- **Classe C**: velocidade facial > 0.4 < 0.5 m/s – para trabalho leve, não contínuo e manipulação de material com baixa toxicidade.

2.1.a 3 – Bancadas e Mesas de trabalho

Levar em conta:

☒ Aspectos ergonômicos:

- Altura
- Espaço para as pernas quando o trabalhador estiver sentado
- Cadeiras apropriadas com altura ajustável, encosto e possibilidade de apoio para os pés

☒ Facilidade de locomoção:

- Evitar bancadas do meio com lateral encostada na parede
- Manter distância apropriada (cerca de 1,5 m)

☒ Superfície apropriada:

- Firme, resistente à penetração
- Baixa porosidade
- Boa resistência ao calor
- Boa resistência a manchas
- Fácil limpeza e descontaminação
- Poucas juntas
- Bordas retentoras de líquido, de preferência arredondadas. Para bancadas laterais ⇒ encosto com as paredes também arredondado

Exemplos: madeira com tratamento especial, fórmica, aço inoxidável, cobertura de PVC, outros polímeros especiais

☒ Posição paralela à entrada de luz natural

☒ Controles independentes de água, energia elétrica, ar comprimido, vácuo.

☒ Bancadas para equipamentos ⇒ Prever espaço para manutenção

2.1.a 4 - Pisos e Paredes

Pisos:

- Resistentes, Firmes, não devem ser flexíveis sob pressão
- Anti - derrapante
- Base de concreto, bem vedado, impermeável, de preferência sem juntas, de forma que não ocorra penetração de derrames e água

- Fácil limpeza
- Uniforme, sem diferença de nível
- Se houver possibilidade de derramamento de mercúrio o piso deve ser bem liso para facilitar limpeza, e com bordas arredondadas no encontro de paredes e bancadas

Seleção do piso ⇒ compromisso entre conforto, durabilidade, resistência a água, solventes ou ácidos, de fácil descontaminação.

Os pisos devem ser mantidos secos, limpos e sem obstáculos como caixas e frascos.

Paredes:

O revestimento deve ser aplicado na parede toda e ter as seguintes características:

- Material resistente ao fogo e aos produtos químicos
- Fácil limpeza
- Impermeável
- Fácil manutenção
- Cores repousantes e foscas ⇒ verde claro

2.1.a 5 - Portas e Janelas

Portas:

- Pelo menos duas e afastadas
- De vidro ou madeira com revestimento impermeável e com uma janela na parte superior
- Abertura para fora

Janelas:

- Permitir boa iluminação
- Provida de controle de raios solares direto:
 - Sistema externo de pára-sóis
 - Persianas
 - Escurecimento de vidros
- Esquadrias resistentes a ataques de agentes químicos e intempéries

2.1.a 6 – Instalações elétricas e hidráulicas

REVER INSTALAÇÕES A CADA NOVO EQUIPAMENTO A SER INSTALADO NO LABORATÓRIO.

Instalação elétrica (NR 10):

- Independente para cada bancada e/ou aparelho importante
- Instalações feitas de forma a facilitar manutenção
- À prova de explosão em locais onde se manipulam produtos inflamáveis / explosivos
- Eletrodutos de cor cinza escuro (NR 26 - sinalização de segurança)

Instalação hidráulica:

- Resistente à corrosão. Ex. vidro
- Sifões apropriados para evitar retorno de possível material volátil
- Canalização de cor verde (NR26 – sinalização de segurança)

2.1.a 6 – Gases especiais, ar comprimido e vácuo

Gases especiais:

- Canalização devidamente colorida (NR 26)

- Cilindros localizados fora do laboratório
- Verificação diária de vazamentos

Ar comprimido:

- Conexões apropriadas: bem presas e resistentes à pressão
- Cuidado com a qualidade do ar que deve passar por filtro ⇒ verificar periodicamente a limpeza
- Compressores grandes distantes ⇒ proteção contra ruído
- Compressores pequenos poderão ser utilizados no laboratório ⇒ cuidado com correias desprotegidas
- Canalização azul (NR 26)

Vácuo:

- Cuidados maiores quando se requer alto vácuo ⇒ bombas individuais
- Proteção para evitar contaminação do óleo da bomba (“trap” com gelo)
- Inspeção de trincas ou defeitos em todo o equipamento de vidro, antes da instalação do vácuo

2.1.b Armazenagem

& *Geral:*

- Local apropriado, devidamente identificado e sinalizado
- Entrada apenas de pessoas autorizadas
- Duas ou mais saídas
- Livre de corredores sem saída
- Bem iluminado
- Instalação elétrica a prova de explosão (que não possibilite faíscas)
- Bem ventilado
- Local apropriado para misturar ou transferir produtos
- Ausência de chamas ou unidades de aquecimento
- Material de vidro, equipamentos, separados de substâncias

& *Procedimentos de emergência:*

- Treinamento do pessoal do almoxarifado para emergência e evacuação
- Acionar sistema de alarme
- EPI e caixa de primeiros socorros fora da área
- Equipamentos e materiais para limpeza de produtos derramados
- Extintor de incêndio em local de fácil acesso
- Números de telefone de emergência afixados em local visível, próximo ao telefone
- Sistema de lava-olhos e chuveiros
- Mantas corta fogo

& *Armazenagem de substâncias*

Geral:

- Proteger da exposição direta à luz solar ou fontes de calor
- Separar produtos incompatíveis
- Evitar armazenar grandes quantidades no mesmo local
- NUNCA retornar produto não usado para frasco original
- Líquidos, de preferência, nas prateleiras inferiores

Prateleiras:

- Espaço suficiente para evitar abarrotamento de produto

- Retirar frascos vazios
- Prateleiras horizontais e bem firmes
- Obedecer a limite de peso
- Altura máxima, de preferência, ao nível dos olhos
- Manter limpeza

Recipientes:

- Inspeção periódica - ferrugem de tampas, corrosão, vazamentos, rótulos danificados
- Frascos sempre fechados
- Frascos apropriados com torneiras para armazenagem de soluções
- Rotulagem: Proposta internacional harmonizada de classificação e rotulagem de produtos químicos

Manter rótulos originais

Legíveis, isentos de poeira ou contaminação

Data de fabricação e validade

Armazenagem de substâncias

Solventes orgânicos

- Prateleiras de difícil combustão
- Armários ventilados com exaustão à prova de explosão. O ar exaurido deve ser enviado para fora do local de trabalho
- Cuidados especiais para evitar fonte de ignição
- Instalações elétricas à prova de explosão
- Fios elétricos devidamente protegidos e encapados
- TERMINANTEMENTE PROIBIDO FUMAR
- Paredes, pisos, tetos resistentes ao fogo por pelo menos duas horas
- Almoxarifado para solventes deve ser construído em local que permita fácil acesso de bombeiros em caso de incêndio

Corrosivos

- Guardar em locais baixos
- Colocar os frascos sobre bandejas resistentes à corrosão, para conter possíveis vazamentos
- Locais ventilados, principalmente para armazenamento de ácidos concentrados e bases que possam liberar vapores tóxicos
- Prateleiras resistentes à corrosão

Formadores de peróxidos

Substâncias que podem formar peróxido (substâncias que podem explodir com aquecimento, choque, atrito) em contato com oxigênio do ar. Exemplo: éteres etílico e isopropílico, tetrahydrofurano, dioxano, ciclohexano, etc,

- Armazenar em recipientes hermeticamente fechados, em local seco, fresco e escuro
- Rotular com data de fabricação, recebimento, abertura de frasco e prazo de validade. Destacar data prevista de formação de peróxidos e data do próximo teste da presença de peróxido
- Suspeita de peróxidos → procedimento de segurança. A presença de peróxido pode ser notada através de testes específicos. CUIDADO: se pela inspeção visual puder ser percebido o surgimento de camada viscosa no fundo do frasco ou a presença de sólido, NÃO ABRIR O FRASCO e encaminhá-lo para descarte seguindo procedimento de segurança. Solicitar auxílio de profissional especializado no manuseio de explosivos.

Compostos pirofóricos

Compostos que reagem violentamente com ar provocando oxidação ou hidrólise em velocidade tão alta que ocorre ignição. Exemplos: metais finamente divididos (cálcio, titânio), hidretos metálicos alquilados (triethylbismuto, hidreto de dietilaluminio) ou não alquilados (hidreto de potássio), etc.

- Estocados e manuseados em atmosfera inerte.

Compostos que reagem com água

Reação envolve liberação de calor e gases tóxicos ou explosivos. Exemplos: sódio e potássio metálicos, óxido de fósforo (V), compostos de Grignard, carbeto de cálcio, haletos de ácidos inorgânicos tais como: POCl_3 , SOCl_2 , SO_2Cl_2 , haletos de não metais tais como: BCl_3 , BF_3 , PCl_3 , PCl_5 , etc.

- Armazenar sólidos sob líquido inerte como por exemplo: querosene (Na, K, Li)
- Eliminar todas as fontes de água do local de estocagem
- NÃO DEVEM SER INSTALADOS sistemas automáticos de combate a incêndio com aspersão de água, em locais com grandes estoques destes produtos
- Almojarifado deve ser construído resistente ao fogo
- NUNCA armazenar produtos facilmente combustíveis na mesma área

Armazenagem de cilindros de gases

- Áreas cobertas e ventiladas, fora do local de trabalho
- Cilindros presos em correntes
- Cilindros em posição vertical
- Longe do calor, fogo ou onde possam sofrer pancadas ou ação de agentes corrosivos
- Longe de locais com óleos ou lubrificantes
- Armazenar cilindros cheios separadamente dos vazios ou identificá-los de forma inequívoca
- Armazenar cilindros de acetileno, separadamente
- Armazenar cilindros de hidrogênio separado de cilindro de oxigênio
- Cilindros vazios ou não em uso → fechados com capacete
- Em caso de aquecimento acidental:
 - Fechar o gás
 - Jogar água de local segura até o resfriamento
 - Avisar o fornecedor
- Área deve conter avisos proibindo fumar e provocar fogo

ACETILENO → cuidados especiais

- Instalação de válvula de retorno de chama
- Cuidado na tubulação. Pode ocorrer formação de acetiletos explosivos com cobre, prata e mercúrio

HIDROGÊNIO

- Inflamável entre 4 a 75 % no ar

- Recomendado uso de gerador de H₂ no laboratório



Fig. 1
Cylinder Valves Must Be Protected



Fig. 2 Store Properly

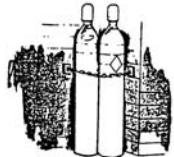


Fig. 3 Stabilize Cylinders



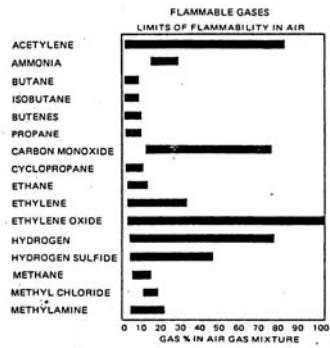
Fig. 4 Don't Drop



Fig. 5 Transport Correctly



Fig. 8 Secure Cylinder Before Use



Armazenagem de resíduos

Armazenagem deve ser apropriada para descarte posterior

- Solventes, conforme instruções para descarte posterior
- Vidros danificados, conforme instruções em descarte de vidraria
- Outros produtos:
 - Providenciar descarte o mais rápido possível, principalmente papeis, caixas vazias, produtos facilmente combustíveis

Armazenagem em geladeiras

Substâncias muito voláteis, em geral, são armazenadas em geladeiras especiais, com motores e instalações elétricas para fora do espaço reservado para armazenagem, porque se pode formar atmosfera explosiva de ar e vapor inflamável ou ainda pode ocorrer aumento de vapor tóxico ou ambos.

Cuidados gerais:

- Refrigeradores com sistema de descongelamento automático não são apropriados. Podem arrastar para fora quantidades perigosas de substâncias condensadas no interior da geladeira
- Descongelar regularmente
- Os fios elétricos devem ser resistentes ao calor e corrosão
- Evitar guardar substâncias corrosivas ou altamente tóxicas. Se isto for necessário colocar aviso do lado de fora
- Cada frasco armazenado deve conter rótulo com descrição de conteúdo, concentração, data de aquisição ou preparação da solução, responsável
- Manter em estoque o mínimo de tempo possível
- Nunca guardar frascos sem tampas. Os frascos devem ser fechados de forma que se evite evaporação de seu conteúdo e derrame em caso de queda acidental. Folha de alumínio, rolhas, rolhas cobertas com folha de alumínio. Tampas de vidro NÃO são recomendadas. Melhor são tampas rosqueadas de polietileno ou outro material resistente, ou ampolas fechadas
- NUNCA USAR PARA ARMAZENAR COMIDAS OU BEBIDAS
- NUNCA USAR GELO PARA PREPARAR BEBIDAS

2.1.c Transporte

Transportar materiais de forma inadequada ⇒ fator de risco de acidentes

- Carrinhos especiais para laboratório → vidrarias, equipamentos e substâncias químicas, separadamente.
- Substâncias em frascos e recipientes fechados
- Rodas de borracha → diminuição de vibração e ruído
- Cuidado com a limpeza dos carrinhos
- Frascos de vidro com material perigoso → transportar em recipiente metálico ou plástico (depende do material), de preferência contendo material absorvente
- Gases sob pressão:
 - Carrinho especial → NUNCA ROLAR CILINDROS NO CHÃO
 - Acorrentar cilindro ao carrinho
 - Usar sempre capacete protetor
 - Cilindros com vazamento → avisar o fabricante
 - Nunca transportar ou elevar o cilindro pela válvula ou capacete

2.1.d Aparelhagem científica

☞ Instruções gerais:

- Inspeção periódica: fios, tomadas, plugs, controles automáticos, estado geral do equipamento
- Manutenção periódica
- Executar manutenções sempre com o equipamento DESENERGIZADO
- Instalação elétrica individual, devidamente estabilizada, protegida e aterrada
- Verificar sempre a adequação da voltagem do equipamento à tomada que for utilizada
- NUNCA instalar equipamentos elétricos sobre superfícies úmidas ou que possam ficar úmidas ou ainda possam ser atingidos por jatos de água
- Ler e seguir sempre as instruções do fabricante

☞ Equipamentos específicos:

* Autoclaves

Observar continuamente as marcações de temperatura e pressão
Para abrir a tampa → observar que todo o vapor tenha sido evacuado e o manômetro está marcando zero
Utilizar luvas de proteção para a retirada de material quente
Inspeccionar sempre ponto de entrada de água e dreno para o esgoto

* Centrífugas

Examinar todos os tubos a serem centrifugados para detecção de possíveis trincas ou defeitos no vidro
NUNCA abrir a centrífuga antes da parada total
No manuseio de amostras tóxicas ou contaminadas com microorganismos, trabalhar com cubetas hermeticamente tampadas

* Estufas

Evitar o uso de termômetros de mercúrio
NUNCA deixar termômetros de mercúrio constantemente na estufa
NUNCA utilizar a mesma estufa para aquecimento de vidrarias, substâncias químicas ou materiais possivelmente contaminados com microorganismos
Secagem de materiais contendo solventes → estufa com exaustão
Limpeza constante

* Muflas

Observar continuamente a marcação de temperatura
NUNCA abra a porta de forma brusca, quando a mesma estiver aquecida
Utilizar pinças adequadas, protetor facial, luvas antitérmicas (substituir as de amianto), e se necessário aventais e protetores de braço
NUNCA colocar material na mufla sem prévia carbonização, que deve ser realizada na capela
NUNCA evaporar líquidos, nem queimar óleos nas muflas
Empregar para calcinação somente cadinhos ou cápsulas de materiais resistentes à altas temperaturas

* Equipamentos de raios-X

Cuidado com radiação ionizante

* Cromatógrafos

Verificar sempre possíveis vazamentos de gases → perigo de explosão, intoxicação, asfixia
Sempre que possível substituir cilindros de hidrogênio, por geradores de hidrogênio
Vaporizadores, detectores, etc são aquecidos a alta temperatura → risco de queimaduras
O equipamento, ou pelo menos a região do detector deve ser colocado em baixo de sistema de exaustão

- ✱ Espectrofotômetro de absorção atômica
Sistema de exaustão para os gases de chama e produtos de queima
Verificar sempre possíveis vazamentos de gases → perigo de explosão em especial do acetileno, intoxicação, asfixia

2.1.e Técnicas de laboratório - cuidados especiais de manuseio

2.1.e.1 - IMPRESCINDÍVEL CONHECIMENTO PRÉVIO

- Propriedades
 - ↳ Físicas
Ponto de fusão, de ebulição, volatilidade, faixa de explosividade, pressão de vapor, temperatura de auto-ignição, densidade do líquido e do vapor, solubilidade principalmente em água, etc
 - ↳ Químicas
Reatividade, compatibilidade com outros produtos e embalagens, reações que possam provocar a polimerização, formação de peróxido, etc.
 - ↳ Toxicológicas
Ação no organismo aguda e crônica, vias de introdução, etc.
 - ↳ Danos ao meio ambiente de todas as substâncias químicas com as quais se irá trabalhar, assim como dos seus produtos de decomposição, de reação, subprodutos eventualmente formados, contaminantes usuais, etc.

ESTAS INFORMAÇÕES PODEM SER OBTIDAS NAS FICHAS DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS.

- Danos a saúde que possam ser devido aos diferentes agentes físicos presentes no ambiente de trabalho
 - ↳ Calor
 - ↳ Ruído
 - ↳ Iluminação
 - ↳ Radiações ionizantes e não ionizantes
 - ↳ Vibração
- Acidentes que possam ser devido a condições inadequadas do ambiente de trabalho
 - ↳ Pisos escorregadios
 - ↳ Distribuição de bancadas não apropriadas
 - ↳ Falta de ventilação suficiente, etc
- Cuidados
 - ↳ Transporte
 - ↳ Armazenagem
 - ↳ Manuseio
 - ↳ Descarte
 - ↳ Derrame ambiental

- Primeiros socorros
- Quando necessário
 - ↳ Uso adequado de EPI

2.1.e.2 - Manuseio de vidraria

O uso de vidraria é muito frequente e está presente em quase todas as operações em laboratório. São também bastante frequentes os acidentes envolvendo esta utilização. O vidro tem características físico-químicas que o torna um material de pouca resistência a choques térmicos e mecânicos. Devido ao fato de ser um material não muito bom condutor de calor, e de apresentar certa dilatação térmica pelo efeito da temperatura, quando se coloca um frasco quente sobre uma superfície fria, a parede externa se resfria mais rapidamente que a interna criando uma tensão que pode provocar a quebra do frasco. O vidro comum é uma mistura de 70% de sílica com diversos tipos dos óxidos de alumínio, sódio, potássio, magnésio, ferro, etc. este tipo de vidro tem pouca resistência química e a temperatura, e nos laboratórios é utilizado para armazenagem de reagentes e amostras, e com algumas restrições. As vidrarias de laboratório mais resistentes são de vidro borossilicato que tem uma composição química semelhante ao do vidro comum, porém com cerca de 12 % de óxido de boro. Este vidro já adquire boa resistência química, mecânica e térmica, sendo superior ao vidro comum quanto principalmente a tolerância a choques térmicos.

Recomendações gerais na utilização de vidraria:

- Inspeção inicial, ao se selecionar a peça a ser utilizada:

- Verificar se o tipo de vidro é adequado
- Utilizar somente materiais que estiverem em perfeito estado:
 - Quando inspecionar bordas de frascos com as mãos tomar cuidado com possíveis cortes
 - Balões e outras peças que serão utilizadas principalmente em destilações à vácuo, procurar verificar a homogeneidade das paredes
 - Descartar qualquer material com defeito

- Montagem com vidrarias:

- Verificar alinhamento de toda a montagem para evitar pontos de tensão
- Fixar os equipamentos com garras e pinças revestidas (amianto não)
- Não submeter a vidraria a apertos excessivos. Poderá haver quebra na montagem ou durante o aquecimento
- Não utilizar balões de fundo chato em destilações à vácuo
- Não utilizar condensadores com refrigeração à água, quando a temperatura do líquido que vai ser destilado for superior a 160° C
- Quando a montagem for feita para trabalho sob pressão ou vácuo colocar tela de proteção em frente ao equipamento para conter projeção de cacos em caso de acidente.
- Faça isto também quando aplicar vácuo em dissecadores de vidro. Já existem cestas de arame especiais e mantas de plástico para esta finalidade. Alguns dissecadores já podem vir com envolvimento de folha de plástico autoadesiva
- Juntas esmerilhadas devem ser lubrificadas para evitar que se agarrem muito firmemente, o que dificulta a desmontagem. Graxas de silicone são muito usadas para lubrificação e fáceis de serem removidas na lavagem.

Lavagem:

- Quando encaminhar frascos sujos para lavagem procurar sempre dar uma pré-lavada, observando cuidado no descarte de resíduos

- É conveniente o uso de luvas apropriadas antiderrapantes na lavagem de frascos contendo resíduos corrosivos ou com produtos que possam atravessar pela pele
- A lavagem deve ser feita em local bastante ventilado, de preferência onde haja instalada uma coifa de captação de vapores
- Cuidado no manuseio de mistura sulfocrômica que é bastante corrosiva e tóxica (informação antiquada, mas talvez ainda útil).

Secagem:

- Material não calibrado secar em estufa à temperatura acima de 100° C, temperatura de ebulição da água. Cuidado ao retirar este material.
- Material calibrado não deve ser seco em estufa. Pode sofrer dilatação que altera a sua calibração. É prática usual nestes casos enxaguar o material com solvente. Evaporar o solvente em local bem ventilado, de preferência na capela
- Evitar manter o termômetro de mercúrio o tempo todo sobre a estufa. Pode haver quebra do bulbo e derrame do mercúrio dentro da estufa aquecida, o que representa situação de grande risco de intoxicação do laboratorista
- Utilizar estufa separada para secagem de material de vidro e substâncias
- Quando houver solvente no material, a estufa deve ser provida de exaustão
- Manter a estufa sempre limpa
- NUNCA UTILIZAR ESTUFA DE LABORATÓRIO PARA AQUECER ALIMENTO

Descarte:

- Colocar material de vidro quebrado em recipiente identificado e separado do lixo comum
- Separar material possível de ser recuperado para o próprio laboratório do restante que pode ser encaminhado para a reciclagem
- Não colocar no lixo material contaminado com substâncias tóxicas ou corrosivas. frascos de reagentes e outros contaminados com estes materiais devem ser previamente lavados
- Não esquecer que alguém irá transportar o vidro quebrado

Transporte:

- Procurar utilizar carrinho de transporte, evitando choque entre as peças
- Pequenos frascos podem ser transportados em recipientes apropriados
- No transporte de dissecadores um acidente comum é a queda da tampa. Prestar atenção se ela está bem presa
- Perigoso transportar frascos com capacidade acima de 500 ml apenas pelo gargalo
- Nunca transportar com as mãos molhadas

Armazenagem:

- Armazenar frascos de vidro separado de frascos de reagentes para evitar contaminação
- Nunca armazenar frascos de vidro com substância química principalmente volátil exposto a luz solar diretamente. O vidro pode inclusive agir como lente e provocar aquecimento localizado no líquido.

Recuperação de vidraria:

- Deve ser efetuada somente por pessoal especializado

Trabalho com aquecimento:

- Nunca encher muito os recipientes que deverão ser aquecidos. Pode ocorrer derramamento do conteúdo principalmente depois de atingido o ponto de fervura
- Evitar choque térmico
- Lembrar sempre que vidro aquecido é incolor
- Sempre colocar frascos quentes sobre placas ou telas isolantes

- Preferir o uso de chapas de aquecimento ou banho maria. O recipiente de vidro deve ser sempre menor do que a chapa de aquecimento. Em procedimentos onde deve ser evitado o contacto com a água, ou a temperatura de aquecimento deve ser maior do que o ponto de ebulição da água, utilizar outros tipos de banhos tais como de areia ou óleo. Cuidado com a temperatura, pois estes banhos costumam ficar bem quentes
 - Sempre usar que possível, tela de dispersão de calor para aquecer frascos de vidro diretamente sobre o fogo
 - Quando for necessário aquecimento direto, evitar o aquecimento do vidro acima do nível do líquido. O líquido evaporado ao entrar em contacto com o vidro superaquecido pode provocar quebra
 - Quando aquecer tubo de ensaio, voltar sempre a boca do tubo em direção oposta ao operador e para onde não haja ninguém
 - Tubos de ensaio devem ser aquecidos lentamente e com constante agitação, para evitar superaquecimento no fundo do tubo. Usar pinça para segurar o tubo.
 - Sempre que trabalhar com líquidos em ebulição utilizar pérolas, cacos de porcelana, ou providenciar algum tipo de agitação para evitar superaquecimento no fundo do frasco. Se isto ocorrer poderá haver súbita fervura do conteúdo, com possível projeção do conteúdo para fora, ou até explosão. Às vezes, em destilações à vácuo, se usa tubo capilar com esta finalidade. **IMPORTANTE:** Se por qualquer motivo, e por qualquer período de tempo a agitação for interrompida, **NUNCA** jogar pérolas ou outro objeto sobre o conteúdo quente. Poderá haver projeção do líquido para fora. Esperar esfriar. Lembrar que agitadores eficientes para frascos de 500 ml podem não ser para frascos maiores, de 2 litros por exemplo. Não reaproveitar material utilizado como pérolas ou principalmente material poroso, porque podem estar saturados. Mesmo quando ocorrer interrupção de aquecimento utilizar material novo para reinício do processo. O uso de vaporizadores rotativos é bastante recomendado
 - Frascos de vidro molhados se colocados diretamente sobre o fogo ou aquecimento podem quebrar
 - Usar sempre luvas antitérmicas quando manipular peças de vidro quente e pinças longas com ponta revestida para retirar vidraria de locais de aquecimento tais como estufas, muflas, etc.
 - Operações em possa ocorrer emanação de vapores tóxicos para o ambiente devem ser efetuadas na capela
- **USAR CONSTANTEMENTE ÓCULOS DE SEGURANÇA NO LABORATÓRIO**

2.1.e. 3 - Preparo de soluções:

- **NUNCA** jogar água sobre ácidos concentrados, pois a reação é muito exotérmica e pode ocorrer projeção de líquido. Adicionar lentamente ácidos concentrados ou hidróxidos sobre a água, de preferência com o frasco de solução dentro de recipiente com água para facilitar dispersão de calor
- Respeitar sequência de adição de reagentes
- Quando preparar soluções em balões volumétricos, colocar água até pouco mais da metade. Homogeneizar e só depois completar o volume e fazer a homogeneização final. Esta forma evita a necessidade de grande agitação final o que diminui a possibilidade de vazamento
- Quando se prepara grandes volumes de solução, guardá-las em frascos com torneiras laterais
- Quando houver necessidade de pipetagem é **TERMINANTEMENTE PROIBIDO** pipetar com a boca. Existem vários dispositivos que auxiliam a pipetagem
- Na transferência de líquido a partir de frasco grande, utilize sempre frasco intermediário.

2.1.e. 4 - Rotulagem

- Manter rótulos originais

- Descartar apropriadamente frascos sem rótulos
- Manter rótulos limpos. Substituir quando necessário mantendo o conteúdo do frasco original
- Procurar já adequar os rótulos ao GHS (sistema globalmente harmonizado de classificação e rotulagem de produtos químicos)

2.1.e.5 – Ficha de informação de segurança de produto químico (FISP)

A ficha de informação sobre segurança do produto químico (FISP) contém informações sobre vários aspectos de substâncias ou misturas quanto a segurança e proteção à saúde e ao ambiente. A FISP fornece conhecimentos básicos sobre os produtos químicos e dá recomendações sobre medidas preventivas e ações de emergência.

A FISP tem por objetivo transferir informações essenciais sobre os riscos (incluindo informações sobre o transporte, manuseio, armazenagem, descarte, derrame acidental e ações de emergência), do fabricante ou fornecedor de um produto químico ao usuário do produto. Devem também ser fornecidas sempre que solicitado, a instituições, serviços e outros interessados que necessitem de informações sobre o produto. Esta ficha também deve ser feita de acordo com o GHS onde recebeu novo nome: Safety Data Sheets (SDS), deve conter os seguintes itens:

1. Identificação do produto e da empresa fornecedora ou fabricante
2. Identificação de danos à saúde e meio ambiente (hazard(s) identification)
3. Informações sobre a composição
4. Medidas de primeiros socorros
5. Medidas de combate a incêndio
6. Medidas em caso de derrame acidental ou vazamento
7. Manuseio e armazenagem
8. Medidas de controle de exposição e proteção individual
9. Propriedades físico-químicas
10. Estabilidade e reatividade
11. Informações toxicológicas
12. Informações relativas ao meio ambiente
13. Considerações sobre disposição/descarte
14. Informações sobre transporte
15. Informação sobre regulamentação do produto
16. Outras informações

Detalhes sobre o que deve conter cada um destes itens podem ser encontrados em:

http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev01/English/08e_annex4.pdf

Devem ser fornecidas informações relevantes para cada um dos 16 títulos padronizados. Se esta informação não estiver disponível, então o motivo deve estar explicitado. Não devem ser deixados espaços em branco, exceto na seção 16 “Outras informações”, onde isso é permitido.

Embora a implantação do GHS no Brasil ainda não seja obrigatória, no país foi aprovada a Convenção 170 da OIT e a Diretiva da União Européia sobre o assunto.

Introdução ao GHS

O GHS (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals) é uma abordagem de fácil compreensão e sistematizada para Classificação de perigos de produtos químicos e para Comunicação desses, através de Rótulos e Fichas de dados de segurança (SDS).

O objetivo principal do sistema de classificação e comunicação dos perigos (hazards) é fornecer informações para proteção da saúde humana e do meio ambiente.

O Documento do GHS junta o trabalho técnico elaborado com informações explicativas no chamado “**Livro Púrpura**”, Disponível em:

http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev02/02files_e.html

Este livro está em fase final da tradução para o português

A classificação dos produtos químicos segundo o GHS:

- É baseada nas propriedades intrínsecas (hazards).
- Dados disponíveis serão aplicados para a classificação de substâncias e misturas.
- Um dos objetivos do GHS é permitir “autoclassificação”

Elementos-chaves de comunicação de perigos que foram harmonizados

- Identificação do produto químico/composição dos ingredientes da mistura
- Símbolos/pictogramas (*symbols/pictograms*)
- Palavras de Advertência (*signal words*)
- Frases de Perigos (*hazard statements*)
- Frases de Precaução (*precautionary statement*)
- Fichas de Dados de Segurança (*SDS*)

As orientações para Comunicação de Riscos no Documento do GHS encontram-se:

Capítulo 1.4, Comunicação de Riscos:

Rotulagem

- Públicos-alvo, Compreensibilidade (*comprehensibility*), tradução, normatização, informações suplementares, atualização, informações confidenciais, treinamento

Procedimentos para rotulagem

- Símbolos, pictogramas, forma e cor, palavras de advertência, indicações de risco e medidas preventivas, identificação do produto e do fabricante, precedência de riscos, apresentação dos elementos no rótulo GHS, disposições sobre rotulagem especiais

Pictogramas do GHS



Capítulo 1.5, Comunicação de Risco: Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ (SDS - Safety Data Sheet).

Este capítulo traz o papel da FISPQ no GHS; quando é necessário uma FISPQ; orientação geral para elaborar uma FISPQ; formato e conteúdo. Estas fichas devem ser primariamente para uso no local de trabalho e são constituídas de 16 elementos;

Várias substâncias químicas já estão classificadas pela União Européia. Uma forma prática de se chegar a esta classificação é a seguinte:

- Localizar em um site de procura tipo google, o CAS do produto ou substância
- Encontrado CAS entrar no site: <http://ecb.jrc.ec.europa.eu/esis/>
- Escolher a opção CAS para pesquisa e escrever o numero CAS de interesse
- Aparece a página com a classificação já definida para a substância assim como os símbolos e as frases recomendadas pela legislação anterior da UE

Em 16 de Dezembro de 2008 a União Européia publicou o REGULAMENTO (CE) N.º 1272/2008 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO relativo à classificação, rotulagem e embalagem de substâncias e misturas. Ele traz as substâncias já classificadas pela UE pela norma antiga e a nova. Este regulamento está disponível em português na página:

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:353:0001:1355:PT:PDF>

No Brasil a ABNT aprovou 4 normas relacionadas ao tema que deverão estar disponíveis a partir do começo de outubro na página da entidade para cópia gratuita: São Normas sobre:

- Terminologia
- Classificação
- Rotulagem
- Ficha de informação de segurança

Não são, porém aprovadas pelo Grupo de Trabalho Interministerial – GT-GHS-Brasil que foi constituído com a atribuição de elaborar e propor estratégias, diretrizes, programas, planos e ações para a implantação do GHS no país. (DOU nº122, 27/06/2007)

2.1 f – Derrame acidental/vazamentos

Necessário sempre → conhecimento prévio das ações

Solventes:

- Eliminar fontes de ignição. Desligar corrente elétrica, apagar chamas, etc.
- Evacuar o local
- Adsorver o produto derramado com material apropriado: vermiculita, terra diatomácea, manta de polipropileno, turfa, etc. Se a quantidade derramada for pequena pode ser utilizado papel toalha, pano, etc.
- Embalar material contaminado e colocar em local fechado e identificado para descarte posterior. Pequenos derrames recolhidos em papel toalha ou pano podem ser evaporados em capelas.
- Limpeza do local deve ser feita com proteção respiratória e luvas

Gases sob pressão

- Perigo de intoxicação ou explosão
- Detecção deve ser feita com água e sabão
- Prevenção → inspeção e manutenção periódica de dutos, reguladores de pressão, válvulas
- NUNCA utilizar ferramentas para tentar fechar vazamento diretamente em cilindros. Transportar o cilindro para local seguro, fora do ambiente de trabalho e comunicar o fabricante.

Substâncias corrosivas

Ácido:

- Neutralizar com solução alcalina fraca tais como de NaHCO_3 , Na_2CO_3 , lentamente até parar de desprender CO_2
- Testar pH final com papel indicador
- HF – tratar derrame com composto contendo cálcio e hidróxido de sódio.
- Lavar com bastante água para o esgoto

Bases:

- Neutralizar com solução de ácido fraco tais como ácido cítrico, etc., lentamente
- Testar pH final com papel indicador
- Lavar com bastante água para o esgoto

Mercúrio metálico

- Coleta
 - Retirar anéis e outros objetos metálicos antes da coleta
 - Recolher com fio ou chapa de cobre
 - Aspirar com tubo de vidro adaptado à bomba de vácuo com “trap”, ou seringa sem a agulha
 - Preparar mistura 1:1 zinco em pó e serragem. Limpar o derrame com uma proporção de 10 :1 :: mistura : mercúrio
 - Enxofre em pó também pode ser usado para “segurar” o Hg. Recolher os resíduos.
 - Gotículas pequenas podem ser recolhidas com fitas adesivas
- NUNCA negligenciar derrame de mercúrio. A pressão de vapor de 2×10^{-3} mm Hg a 25° C é suficientemente alta para produzir concentrações perigosas na atmosfera. A atmosfera saturada a 20° C contém aproximadamente 15mg/m³, que é 300 vezes maior do que o valor recomendado como limite de exposição ocupacional de 0,05 mg/m³.
- Resíduos → guardar em frascos de plástico cobertos com água e fechados → reciclagem

Substâncias sólidas

- Devidamente coletadas, identificadas, embaladas para descarte apropriado.
- Substâncias inflamáveis ou explosivas coletar com material que não forme faísca.

Soluções contendo produtos tóxicos

Metais pesados – precipitar e separar o precipitado para descarte (por exemplo: Pb, Cd, etc.)

Substâncias orgânicas líquidas

Adsorver em material tais como: vermiculita, terra diatomácea, manta de polipropileno, etc. Identificar e embalar todo o material contaminado para descarte posterior.

Substâncias sólidas perigosas

Coletar em recipiente fechado e identificado para posterior descarte

2.1.g – Descarte

PRINCÍPIOS GERAIS:

Não jogar nada pela pia, principalmente solventes, metais pesados, produtos muito tóxicos (cianeto, pentaclorofenol, cancerígenos, etc.)

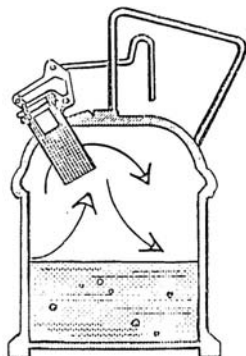
Programar as atividades de modo a gerar o mínimo possível de resíduo

Frascos ou recipientes separados para coletas de resíduos de :

- Vidro
- Solventes orgânicos halogenados
- Solventes orgânicos não halogenados
- Resíduos sólidos orgânicos
- Resíduos sólidos inorgânicos, por exemplo contendo metais pesados
- Mercúrio metálico
- Sais de mercúrio
- Sais metálicos regeneráveis. Descartar separadamente cada tipo de metal
- Materiais contaminados, usados no controle de derrames ou vazamentos acidentais

Solventes orgânicos e compostos combustíveis

- Recipientes de despejo de preferência metálicos, com protetor corta-chama na entrada
- Recipiente portátil para líquidos inflamáveis. A tampa com mola fornece alívio para o excesso de pressão dentro do recipiente. Enquanto fechada, não permite vazamento apreciável de líquido, mesmo se o recipiente estiver invertido.



Tratamento posterior

Norma ABNT → classificação de resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que estes resíduos possam ter manuseio e destinação apropriados

Evaporação

- Resíduos pequenos, muito voláteis (capelas)

Aterro sanitário/industrial

- Casos especiais
- Cuidados especiais
- Evitar contaminação do lençol freático
- Liberação de gases tóxicos

Reciclagem

- No próprio laboratório
- Bolsas de resíduos

Biodegradação

- Tecnologia recente. Emprego de microorganismos que “consomem” substâncias perigosas
- Destrói resíduos com menos problemas de contaminação do que incineração
- Efetivo principalmente para resíduos homogêneos, particularmente para substâncias orgânicas, como benzeno e tricloroetileno.

Incineração

- Necessidade de incineradores apropriadamente construídos e dimensionados
- Norma ABNT incineração de resíduos sólidos perigosos. Padrões de desempenho
- Normas CETESB desde transporte até incineração

Tratamento químico

- Pouca opção para solvente
- Catálogos de fabricantes de produtos químicos trazem informação
- Exemplos:
 - Cianeto destruído no tratamento com hipoclorito de sódio em meio alcalino
 - Fluoreto – tratar com sais de cálcio

3 - Riscos devido aos produtos químicos

3.1 Onde estão presentes

Os produtos químicos estão presentes de forma constante e diversificada no nosso cotidiano. Se por um lado eles são responsáveis em grande parte pelo nosso conforto e bem estar, pelos alimentos, medicamentos e outras necessidades de nossas vidas, também podem estar presentes representando riscos, muitas vezes desnecessários ou pelo menos controláveis em nosso dia a dia.

Alimentos: aditivos
 resíduos de pesticidas

Água: resíduos de tratamento
 contaminação ambiental

Ar: contaminação ambiental

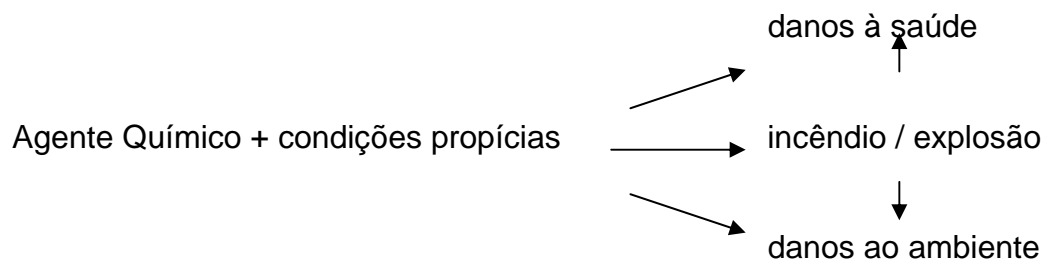
Remédios/Cosméticos: excessivos e descontrolados

Produtos domissanitários: inseticidas, desinfetantes, material de limpeza

Produtos químicos de ordem geral: tintas, thiners, vernizes, plásticos, fertilizantes, etc.

Ambiente de trabalho: **PRODUTOS ESPECÍFICOS ONDE A EXPOSIÇÃO
COSTUMA SER MAIS INTENSA E CONSTANTE**

3.2 O que os produtos químicos podem provocar



Danos à saúde			
Tipo de agente químico	Condições de exposição	Danos à saúde	Exemplos de situações de exposição
Todas as substâncias químicas apresentam algum grau de toxicidade	<ul style="list-style-type: none"> • Derrames • Vazamentos • Acidente de transporte • Locais com gases devido decomposição • Ambientes confinados (fechados) • Manuseio inadequado • Armazenagem inadequada • Descarte não apropriado • Emissões fugitivas • Coleta de amostras 	Diversos, dependendo dos outros dos fatores de risco presentes no ambiente Podem ocorrer: <u>Doenças específicas</u> <ul style="list-style-type: none"> • Saturnismo • Asbestose • Silicose • Bissinose • Hidrargirismo • Benzenismo • Cânceres • Dermatoses • Irritações • Sensibilizações • Etc. <u>Doenças inespecíficas</u> (evidenciadas em estudos epidemiológicos) <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de cânceres em trabalhadores químicos <u>Doenças de nexo causal desconhecidas</u> <ul style="list-style-type: none"> • Nanotecnologia? 	<ul style="list-style-type: none"> • Derramamento de produto químico em transporte • Entrada em bueiros, poços, silos de grãos, ambientes fechados (confinados). • Ambiente onde pode ter havido queima de material ou alimentos (ex: feijão queimado libera gás cianídrico (HCN)) • Trabalho com substâncias voláteis em ambiente sem ventilação apropriada • Inúmeras atividades ocupacionais onde ocorre manuseio de produto químico: pintor, soldador, fundidor, mecânico, químico, gráfico, agricultor etc.

Incêndio/Explosões			
Tipo de agente químico	Condições	Danos á saúde	Exemplos de situações
<ul style="list-style-type: none"> • Inflamáveis • Explosivos • Combustíveis • Peroxidáveis (podem se transformar em peróxido e explodir) • Produto químico em pó finamente dividido • Produto químico nebulizado (“spray”) 	<p>Quatro (4) condições são necessárias para que ocorra aparecimento do fogo (quadrilátero do fogo): calor, combustível, comburente e condições apropriadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Fontes de calor</u>: faísca, chama, ponta de cigarro, aquecimento provocado por sobrecarga de sistema elétrico, carga eletrostática, etc • <u>Material Combustível</u> (que pode pegar fogo ou explodir): <i>inflamáveis e/ou explosivos</i> (álcool, gasolina, pólvora, gás hidrogênio, etc.), <i>combustíveis</i> (papel, madeira, óleos lubrificantes, óleos de cozinha, tecido, etc.), <i>substâncias peroxidáveis</i> (éter etílico, etc.), <u>Comburente</u>: oxigênio • <u>Condições favoráveis</u>: ex: fonte de calor na presença de substância inflamável, no ar, dentro de sua faixa de inflamabilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lesões • Queimaduras • Intoxicações devido aos produtos de decomposição • Tonturas • Desmaios • Morte 	<ul style="list-style-type: none"> • Explosões em silos de farinhas. • Incêndio em material combustível tipo plásticos com liberação de HCN, HCl, CO. • Queima de material clorado com liberação de HCl, fogsênio. • Manuseio de substâncias peroxidáveis, armazenadas durante longo tempo. • Manutenção com soldagem, feita em tanque de combustível contendo resíduo de produto. • Produção de fogos de artifício, de forma não apropriada

Danos ao meio ambiente			
Tipo de agente químico	Condições	Danos	Exemplos de situações
<p>Praticamente todas as substâncias químicas podem vir a provocar danos ao meio ambiente, quando presentes em concentrações acima dos níveis aceitáveis, que, aliás, estão se tornando mais baixas, para um grande número de substâncias. Atenção especial deve ser dada aos POPs (poluentes orgânicos persistentes) que além de serem persistentes, isto é, demoram a se decompor, são voláteis e por isto se distribuem por todo o planeta. PROBLEMA EMERGENTE: resíduo devido ao lixo eletrônico</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Descarte não apropriado • Acidentes de transporte • Derramamentos acidentes • Acidentes ampliados, que extrapolam os limites da empresa • Vazamentos, muitas vezes não percebidos • Armazenamento fora das condições de segurança, tanto em relação à quantidade armazenada quanto em relação às condições físicas do armazém 	<p>Os danos podem ocorrer tanto na população humana, quanto em animais, plantas e inclusive ao patrimônio. Estes danos podem ser desde lesões leves até mortes e extinção de espécies animais e vegetais. Os danos causados por acidentes que ultrapassam os muros da empresa são chamados de acidentes ampliados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Derramamento de petróleo no mar • Descarte de resíduos industriais em rios que abastecem reservatórios de água • Emissão de efluentes gasosos através de chaminés ou outros sistemas de escape de resíduos gasosos ou particulados em indústrias • Escapamento de veículos

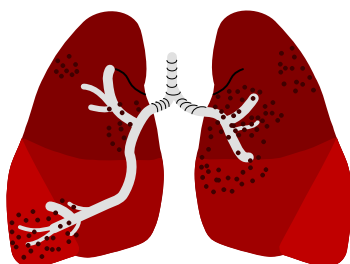
Lembrar, então, que estas situações podem estar presentes em todo o ciclo de vida do produto, na empresa:

- Extração
- Desenvolvimento/pesquisa
- Entrada da empresa/compra
- Armazenagem
- Transporte

- Utilização/manuseio
- Venda/distribuição
- Tratamento/disposição

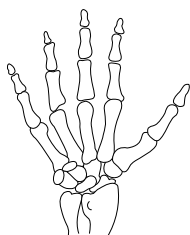
Podem ainda ocorrer em situações acidentais, como nos vazamentos, derrames, etc.

3.3 Vias de introdução no organismo

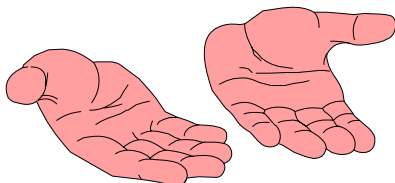


Respiratória: a via mais importante do ponto de vista ocupacional

Cutânea: contato direto



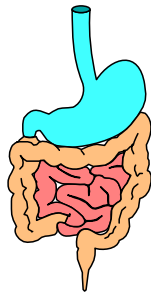
Absorção pela pele



Olhos: algumas substâncias exercem ação irritante ou corrosiva direta nos olhos e outras como o álcool metílico são metabolizadas no olho e podem provocar cegueira

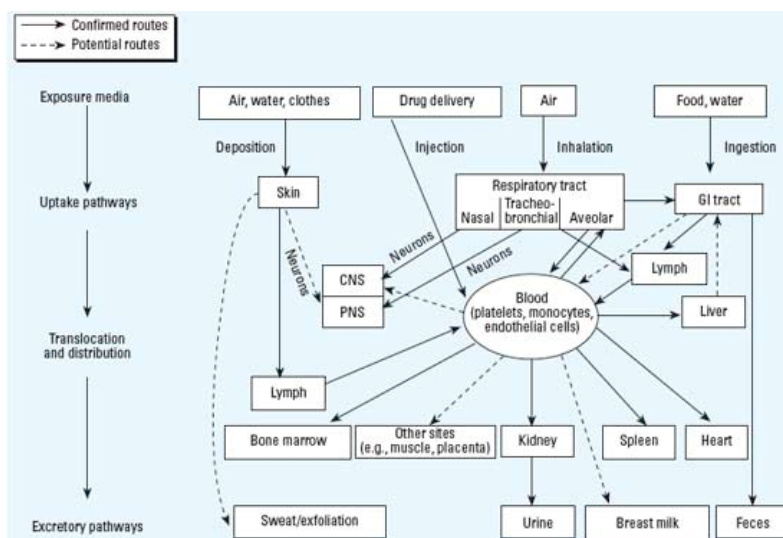


Digestiva: em geral ocorre acidentalmente, por contaminação quando se tem o hábito de comer, beber ou fumar no ambiente de trabalho, ou devido a práticas inadequadas como transferir líquidos sifonando-os com a boca.

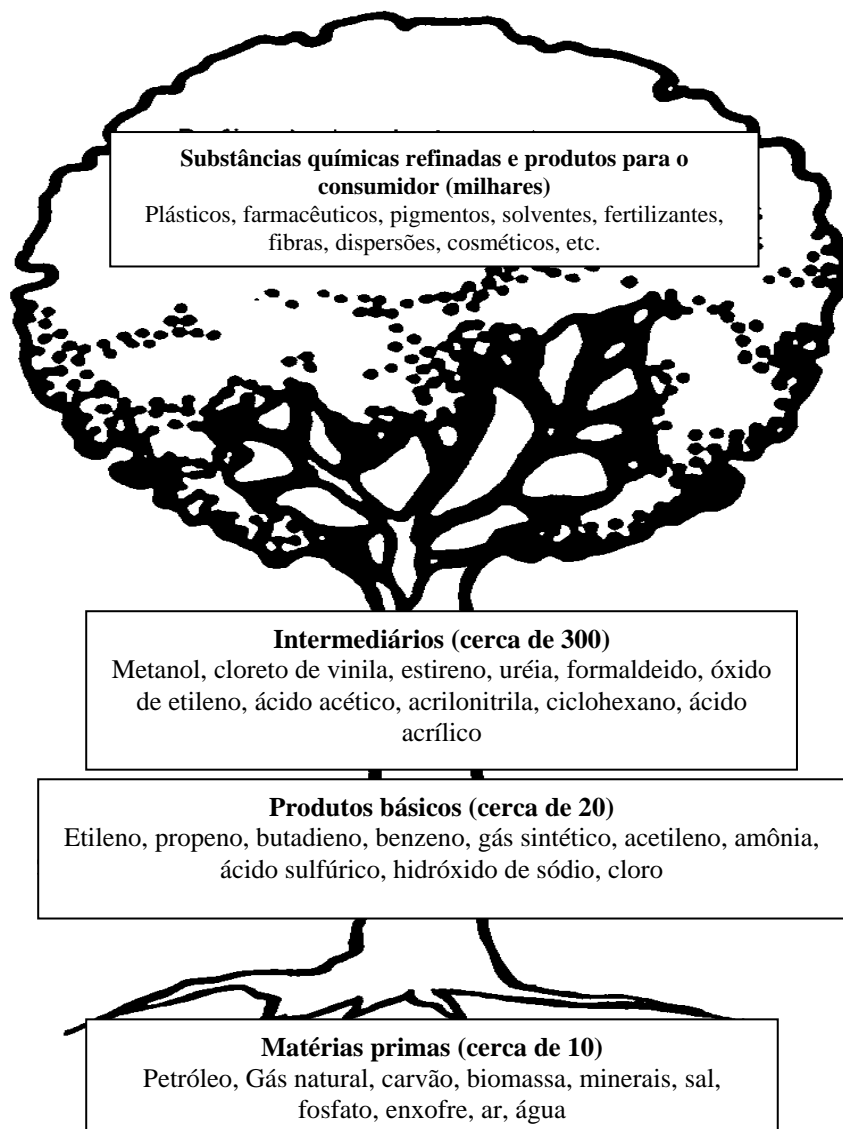


Observação : os limites de tolerância só levam em consideração a introdução no organismo via respiratória.

Nanotoxicologia



3.4 Quantidades de produtos químicos existentes



Os mais diversos produtos químicos que chegam ao usuário final são produzidos a partir de um pequeno número de matérias primas, encontradas na natureza, como pode ser visto no desenho que representa a árvore de produtos da indústria química (Figura nº 1). Na base da árvore estão os produtos de origem na natureza, que são transformados nas refinarias e indústrias químicas em produtos básicos, depois em novas indústrias, em intermediários, até chegar às substâncias químicas refinadas e produtos destinados ao consumidor final.

Como pode ser percebido pela árvore, a partir de apenas poucas centenas de produtos químicos básicos e intermediários são produzidos milhares de substâncias químicas e produtos destinados ao consumidor. Estes produtos básicos e intermediários são por sua vez, produzidos em grandes quantidades, de algumas centenas a vários milhões de toneladas por ano ao redor do mundo.

Todo produto químico novo que aparece tem sido registrado em um banco de dados americano chamado "CAS Registry", uma espécie de serviço de registro de substâncias químicas, e recebe uma identificação numérica, o número CAS. Este número sempre ou quase sempre aparece nas fichas de informações de segurança dos produtos. Dizemos quase sempre, pois estamos acostumados a ver produtos nas empresas e mesmo vendidos, sem nenhuma identificação, e, portanto sem o número CAS. Por outro lado, às vezes aparece apenas o número CAS, sem o nome do produto. Através deste número, podemos acabar sabendo a qual substância ele pertence. Até 12/09/2009 já foram registradas 50.172.825 substâncias orgânicas e inorgânicas e 61.233.844 sequências. Aproximadamente 12.000 novas substâncias são adicionadas a cada dia (<http://www.cas.org/cgi-bin/cas/regreport.pl>).

A substância que correspondeu ao número 50 milhões foi registrada dia 7 de setembro. O registro da substância 40 milhões foi feito apenas nove meses antes. Em contraste foram necessários 33 anos para o CAS registrar a substância corresponde aos 10 milhões, isto em 1990. Este é um claro indicador do passo acelerado do conhecimento científico.

Limites de tolerância ambiental: cerca de 2200 (OIT/1991)

Limites de tolerância biológico: cerca de 110

Existe uma grande desproporção entre a produção de agentes químicos que podem provocar risco e a produção de conhecimento e controle dos riscos

Os riscos devido aos agentes químicos são, portanto introduzidos rapidamente enquanto o controle dos riscos é introduzido lentamente ou não é introduzido

Exposição potencial a substâncias químicas:

3.5 Algumas considerações sobre limite de exposição (tolerância)

Um conceito importante de ser discutido, quando nos falamos sobre os danos à saúde que os produtos químicos podem provocar é o de: "limites de exposição ocupacional" ou como também são conhecidos: "limites de tolerância".

Norma Regulamentadora nº15, do Ministério do Trabalho (NR15).

15.1.5 Entende-se por LIMITE DE TOLERÂNCIA, para os fins desta norma, a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará dano à saúde do trabalhador, durante sua vida laboral.

VALOR TETO é o limite que não pode ser ultrapassado em momento algum da jornada de trabalho.

VALOR MÁXIMO é o valor obtido multiplicando-se o limite de tolerância (LT) por um fator, chamado fator de desvio (FD), que aparece no Quadro nº2 do Anexo 11, da NR15 (Tabela 1).

$$\text{Valor Máximo} = \text{LT} \times \text{FD}$$

LT			FD
----- ppm	---- ou	----- mg/m ³	-----
0	a	1	3
1	a	10	2
10	a	100	1,5
100	a	1000	1,25
acima	de	1000	1,1

Tabela 1 - Quadro nº2 do anexo nº11 da NR15

Qualquer das concentrações obtidas na avaliação ambiental não deverá ultrapassar o valor máximo, sob pena de ser considerada situação de RISCO GRAVE E EMINENTE.

IMPORTANTE: Para substâncias cancerígenas não há limite seguro de exposição.

Para o benzeno, por exemplo, que é uma substância reconhecidamente cancerígena para o ser humano, foi definido na legislação brasileira, outro tipo de limite chamado Valor de Referência Tecnológico (VRT). O VRT "se refere à concentração de benzeno no ar considerada exequível do ponto de vista técnico, definido em processo de negociação tripartite. O VRT deve ser considerado como referência para os programas de melhoria contínua das condições dos ambientes de Trabalho. O cumprimento do VRT é obrigatório e não exclui risco à saúde".

Este conceito de limite significa claramente que não há limite entre o ambiente seguro e inseguro, mas representa um guia para vigilância dos ambientes de trabalho. É também um ponto de partida, uma referência, para se avaliar a implementação das melhorias tecnológicas necessárias e obrigatórias pela legislação, no sentido de controlar todas as fontes de emissão deste produto para o ambiente.

Substâncias que exercem efeito alergizante, de sensibilização, também não têm concentração mínima segura.

A legislação brasileira foi baseada em dados de limite de tolerância – média ponderada pelo tempo (TLV-TWA) - da ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) de 1977.

TLV-TWA = concentração média ponderada pelo tempo, para uma jornada diária de 8 horas e semanal de 40 horas, na qual praticamente todos os trabalhadores podem estar repetidamente expostos, dia após dia, sem efeito adverso.

Como a jornada de trabalho no Brasil era de 48 horas semanais, os valores foram adaptados, usando-se fórmula desenvolvida por Brief e Scala.

Princípio \Rightarrow redução do limite de tolerância (LT) = efeito do aumento do tempo de exposição x efeito da diminuição do tempo livre

$$\text{FATOR DE REDUÇÃO DO LT} = \frac{8}{h} \times \frac{24 - h}{16}$$

A NR15 apresenta 135 limites de tolerância e classifica 11 substâncias como asfisiante simples.

3.6 Conceito de limite biológico de exposição ou limite de tolerância biológico

Outra forma de se verificar se o trabalhador esteve exposto a concentrações elevadas de determinada substância é através da determinação dos chamados indicadores ou índices biológicos de exposição.

INDICADOR OU ÍNDICE BIOLÓGICO DE EXPOSIÇÃO (IBE) compreende todo e qualquer xenobiótico ou seu produto de biotransformação, assim como qualquer alteração bioquímica precoce cuja determinação nos fluidos biológicos, tecidos ou ar exalado avalie a intensidade da exposição ocupacional a determinado agente químico.

O LIMITE DE TOLERÂNCIA BIOLÓGICO é chamado na legislação brasileira de ÍNDICE BIOLÓGICO MÁXIMO PERMITIDO, definido como o valor máximo do indicador biológico para o qual se supõe que a maioria das pessoas ocupacionalmente expostas não corre risco de dano à saúde. A ultrapassagem deste valor significa exposição excessiva.

Existem ainda indicadores biológicos de efeito e os respectivos limites biológicos. Estes indicadores de forma diferente dos anteriores quando aparecem alterados indicam que o trabalhador já sofreu uma alteração no seu estado de saúde. Também fazem parte da NR7 onde aparecem com a indicação SC.

É importante lembrar que quando se pretende utilizar os dados dos indicadores biológicos de exposição deve-se garantir que todos os critérios para coleta de amostra, incluindo horário apropriado para a coleta, cuidados de higienização, qualidade dos frascos de coleta, assim como para a armazenagem, o transporte, o controle de qualidade do laboratório que executará as análises estejam sob controle.

Alguns exemplos de indicador biológico de exposição:

- Ácido hipúrico na urina
- Arsênico na urina

Exemplo de indicador biológico de efeito:

- Ácido delta amino levulínico na urina (indicador de efeito da exposição ao chumbo)

3.7 Fatores relacionados com a manifestação do risco devido a produtos químicos

3.7.1 Percepção de risco

A identificação ou o reconhecimento do risco é feito através da percepção que o indivíduo tem sobre o fator de risco presente no ambiente. Nem sempre esta percepção é correta do ponto de vista técnico.

Percepção de risco é o julgamento intuitivo ou pessoal que se tem do risco. Neste caso o que é reconhecido como risco nem sempre é o que se entende por este conceito em higiene do trabalho (definição abaixo), mas uma avaliação baseada em interpretação e aceitação pessoal e/ou sócio - política de uma determinada situação ou fator de risco. Por isto, em geral, a percepção é diferente quando realizada por especialista em determinada situação ou assunto e pessoa não estudiosa do assunto.

Muitas vezes, em função deste julgamento não especializado, riscos presentes em um determinado meio não são reconhecidos, ou então são minimizados. Riscos não reconhecidos não são avaliados e nem tampouco controlados, podendo ocorrer o aparecimento do dano.

Características que afetam a percepção do risco

<i>Risco minimizado</i>	<i>Risco exagerado</i>
· Voluntário	· Involuntário
· Natural	· Artificial
· Familiar	· Exótico
· Não memorável (fácil de esquecer)	· Memorável
· Comum	· Espantoso
· Crônico	· Agudo ou catastrófico
· Controlado pelo indivíduo	· Controlado por outros
· Aspecto agradável	· Aspecto desagradável
· Detectável	· Não detectável
· Benefícios visíveis	· Benefícios não visíveis
· Fontes confiáveis	· Fontes não confiáveis

3.7.2 - Conceitos de risco e fatores de risco

Risco

Freqüentemente ocorre confusão entre os conceitos de risco e fator ou situação de risco (hazard).

Risco é um conceito relacionado com a possibilidade ou probabilidade de ocorrência de algum dano, e sua magnitude está também relacionada com gravidade do dano:

RISCO = PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE UM DANO X GRAVIDADE DO DANO

Fator ou situação de risco

Fator ou situação de risco pode ser definido como: uma condição, agente ou conjunto de circunstâncias que tem o potencial de causar um efeito adverso.

Risco é, portanto um conceito formal e não é observável, enquanto que fator de risco ou situação de risco são conceitos concretos e, portanto observáveis.

Existem vários fatores relacionados com a presença do risco, que devem ser reconhecidos, e a partir dos quais se pode fazer uma avaliação dos riscos

3.7.3 - Fatores relacionados com a presença do risco

Existem vários Fatores relacionados com a presença do risco.

A figura seguinte representa de forma esquemática alguns dos diferentes tipos de fatores que atuam sobre o trabalhador, e que podem produzir uma resposta variável, que vai desde dano leve ou até não observável até a morte.

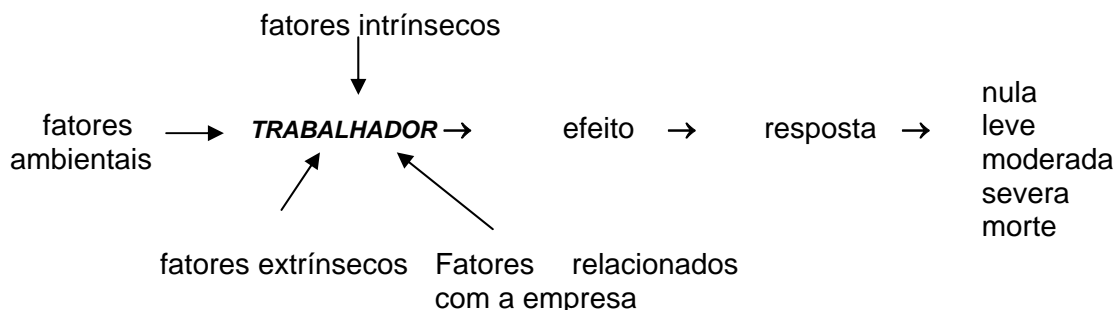


Figura: Resposta do trabalhador aos fatores que atuam sobre o seu sistema biológico (Adaptado INSHT/1989)

A- FATORES AMBIENTAIS

Os diversos fatores ambientais serão apresentados a seguir de forma diferenciada por agente, no caso dos fatores relacionados especificamente com o tipo de agente, e de forma global no caso daqueles que afetam de forma semelhante os diferentes tipos de agentes.

A.1- Agente químico

A.1.1- Natureza da substância

A natureza da substância química influi de forma fundamental na manifestação do risco. Podem-se classificar as substâncias de diversas formas:

A.1.1.1- Quanto ao efeito

Dependendo do efeito no organismo, as substâncias químicas podem ser classificadas como:

- Corrosiva

São aquelas substâncias que destroem os tecidos com os quais entram em contato, sejam superficiais, internos ou dos olhos. Exemplos: ácidos concentrados, bases concentradas.

- Irritante

São as substâncias que podem provocar inflamação da pele, olhos ou membranas mucosas. Este efeito pode aparecer tanto após um breve período de tempo como também após um período prolongado. A solubilidade do agente é importante na determinação do local da ação irritante como será descrito no capítulo sobre gases e vapores.

- Causadora de efeitos dermatológicos

São as que podem provocar os diferentes tipos de dermatites.

- Asfixiantes

São as substâncias que impedem o aproveitamento do oxigênio pelas células dos organismos vivos. Os agentes asfixiantes podem ser classificados em :

a- simples. São aqueles que por se acumularem no ambiente devido por exemplo a um vazamento, provocam a diminuição da concentração ambiental de oxigênio, e como consequência sua pressão parcial no ambiente. É o que pode ocorrer por exemplo, quando há vazamento de nitrogênio proveniente de um cilindro armazenado em um laboratório. Quando o técnico entra no recinto pode vir a sofrer uma asfixia não propriamente devido a concentração do nitrogênio, mas devido à falta de oxigênio no ar.

b- químico. São aqueles que atuam no organismo, impedindo o fornecimento de oxigênio aos tecidos. Exemplo é o gás monóxido de carbono que tem uma afinidade química pela hemoglobina do sangue, maior do que a do oxigênio. Desta forma este gás impede o transporte do oxigênio até as células.

- Anestésicos

São substâncias que atuam no sistema nervoso central, fundamentalmente no cérebro. As substâncias que exercem esta ação são lipossolúveis, isto é dissolvem-se em gorduras, tais como os solventes orgânicos.

- Tóxicas sistêmicas

Quando a ação da substância se desenvolve em órgão ou tecidos do organismo, após a sua absorção, elas recebem esta classificação. Pode ser:

a- hepatotóxica - exerce ação sobre o fígado. Exemplos: tetracloreto de carbono que pode produzir necrose; tetracloroetano que pode produzir atrofia aguda, etc.

b- nefrotóxica - exerce ação sobre os rins. Exemplo: cloreto de mercúrio.

c- neurotóxica - ação sobre alguma parte do sistema nervoso. Exemplo: n-hexano que provoca neuropatia periférica.

d- hematológica - exerce ação sobre o sangue e o sistema hematopoiético (formador de sangue). Exemplos: arsina que produz hemólise ou destruição das células vermelhas do sangue com derramamento da hemoglobina nela contida; benzeno que atua na medula óssea, afetando todo o sistema formador de sangue podendo provocar vários tipos de danos tais como leucopenia(diminuição das células brancas) , anemia (diminuição de células vermelhas), plaquetopenia (diminuição de plaquetas, responsáveis pela coagulação do sangue), leucemia (câncer do sangue), etc.

e- etc.

- Causadora de danos pulmonares

Segundo o efeito que ela pode provocar no pulmão, pode se classificar ainda, em:

a- pneumoconióticas - que produz enfermidades crônicas pulmonares, caracterizadas por um endurecimento do parênquima devido à ação irritativa prolongada causada por inalação crônica de pós de ação danosa. A pneumoconiose provocada pode ser considerada benigna ou nociva: fibrótica ou não fibrótica. Este assunto está descrito em maiores detalhes no capítulo de aerodispersóides, Exemplos: sílica, amianto, etc.

b-“Incômoda” - não produz pneumoconiose.

- Genotóxica

São aquelas que podem provocar danos ao material genético.

- Mutagênica

Quando uma substância é capaz de causar qualquer modificação relativamente estável no material genético, DNA, ela é considerada mutagênica. Muitas destas podem ser também cancerígena.

- Cancerígena

São substâncias capazes de produzir câncer. Esta doença é resultante do desenvolvimento de um tumor maligno, isto é, de um tumor que é composto de células que se dividem e se dispersam através do organismo.

- Alergizante

Substância capaz de produzir reação alérgica. A reação alérgica é resultante de uma sensibilização do organismo produzida por contatos anteriores com a substância, que gera uma resposta imunológica, manifestada através de erupções de pele, asma química, dermatites diversas, etc. Após a sensibilização do organismo, uma quantidade mínima do agente pode desencadear a reação alérgica. Exemplos: dermatites de contato produzidas pelo cromo, níquel, etc.

- Causadora de danos ao meio ambiente

Cada vez mais se deve ter em conta a ação das substâncias químicas não só sobre os trabalhadores como também sobre o meio ambiente. Não existe separação rígida entre o ambiente de trabalho e o ambiente externo, desta forma é importante conhecer este tipo de ação.

- Disruptora endócrina
Pode ser confundida pelo organismo como um hormônio.
- **Tóxicas para a reprodução**
Aumentam a incidência de efeitos adversos, não hereditários, na capacidade ou função reprodutiva masculina ou feminina, quando inalados, ingeridos ou absorvidos pela pele.

A.1.1.2- Quanto às características físico-químicas

As características físico-químicas estão intrinsecamente relacionadas com a ação do agente químico. Em função destas características as substâncias podem ser classificadas como:

- Inflamáveis
São materiais ou substâncias combustíveis, isto é, passíveis de pegar fogo, que podem se incendiar na presença de uma fonte de ignição, continuando a se queimar depois de retirada dessa fonte (OIT /1989, pg2329).
- Explosivas
- Todo pó, vapor ou gás inflamável, misturado com ar ou outro meio de combustão, nas condições apropriadas, podem explodir em contato com fonte de ignição (OIT/1989, pg2326).
- Corrosivas
Esta é uma denominação genérica utilizada para as substâncias capazes de lesionar gravemente os tecidos vivos (em particular o humano), e de atacar outras substâncias como os metais e a madeira.
- Oxidantes
Quimicamente, substâncias oxidantes são aqueles que reagem com outras substâncias doando elétrons, ao mesmo tempo em que se reduzem. Os riscos que elas apresentam se devem ao fato de:
As reações de oxidação são exotérmicas, isto é liberam calor, o que pode acarretar várias reações secundárias inclusive com a formação de diversas outras substâncias que podem ser altamente tóxicas
São substâncias em geral muito tóxicas, devido principalmente a sua alta reatividade química.

- Radioativas
Substâncias que emitem radiação ionizante.

A.1.1.3 - Quanto à toxicidade

Existem substâncias de diferentes toxicidades, que exercem por isso diferentes tipos de danos. Quanto a este fator elas podem ser classificadas de diversas formas.

Quanto ao tempo

- a- Efeitos a curto prazo
São aqueles que aparecem logo após a exposição à agentes químicos.
- b- Efeitos retardados
Aparecem após um considerável espaço de tempo

Quanto à forma de ação

a- Efeitos locais

Aqueles que ocorrem na superfície de contato entre o organismo e o agente químico. Neste caso o dano pode se dar diretamente sobre a pele, olhos, mucosa e mesmo no pulmão.

As substâncias químicas que podem apresentar este tipo de efeito são: as corrosivas, as irritantes, as que podem provocar dano pulmonar e as que podem provocar sensibilização local.

b- Efeitos sistêmicos

Estes efeitos ocorrem quando as substâncias são absorvidas e distribuídas pelo organismo causando danos sistêmicos em tecidos ou órgãos alvos distantes do local de absorção. Nesta classificação se encontram as substâncias asfíxiantes, anestésicas, genotóxicas, mutagênicas, cancerígenas, teratogênicas, sensibilizantes sistêmicas e as que exercem ação sobre o fígado, rins, sangue, etc.

Quanto ao tipo de intoxicação

Estas substâncias podem provocar também, diferentes tipos de intoxicação, dependendo de vários fatores (MAPFRE/1991, INSHT/1989):

a- Intoxicação aguda

Este tipo de intoxicação se caracteriza por dar lugar a uma alteração grave após um curto período de exposição. Este tipo de intoxicação pode evoluir para estados irreversíveis, inclusive a morte. Ocorre em geral após exposição a concentração elevada, ou exposição a agente muito tóxico, de rápida absorção pelo organismo e neste caso muitas vezes em concentração baixa.

b- Intoxicação subaguda

Este tipo de intoxicação se diferencia da anterior basicamente devido ao fato não só do efeito produzido ser menor do que o da intoxicação aguda, como também a que frequentemente segue um curso subclínico, sem manifestações aparentes, até passado certo período de tempo.

c- Intoxicação crônica

Produzida após exposição repetida, por períodos mais longos de tempo e a pequenas concentrações do agente. Estas intoxicações crônicas podem ocorrer por algum dos seguintes mecanismos:

c.1- acumulação do agente em certas partes do organismo. Isto ocorre quanto a eliminação do agente se dá mais lentamente do que sua absorção. O efeito danoso aparece quando se atinge uma concentração suficiente para o seu desencadeamento.

c.2- quando por algum motivo ocorre desprendimento do agente de seu local de acumulação. O agente é mobilizado em concentração suficiente para provocar o dano.

c.3- quando em lugar do agente, que é eliminado do organismo, o que se acumula são os efeitos produzidos em cada uma das exposições. Cada exposição produz um pequeno efeito que não é percebido no trabalhador até que se acumule de forma que sua ação seja perceptível.

A.1.2- Forma física com que a substância pode ser encontrada no ambiente

A forma física irá influenciar a possibilidade de ação da substância. Gases e vapores são facilmente absorvidos pelos pulmões. Se o material estiver na forma de particulado sólido, a ação irá depender da sua granulometria, pois apenas partículas menores do que 10 micras em geral atingem os alvéolos, além de suas outras propriedades como solubilidade, etc. Substâncias na forma líquida terão mais facilidade de serem absorvidas pela pele, ou mesmo exercer sua ação diretamente sobre ela. **Novas nanopartículas (partículas entre 100 e 1 nanômetro) – ainda não há estudo suficiente para conhecer todos os possíveis efeitos não esperados.**

Pelas propriedades físico-químicas pode-se prever em que forma a substância poderá estar presente no ambiente de trabalho. Esta forma vai estar diretamente relacionada com as possíveis vias de penetração da substância no organismo. O conhecimento da forma também é fundamental na definição da metodologia de avaliação ambiental.

A forma mais importante de introdução no organismo é a via respiratória. Por esta via podem penetrar substâncias no estado gasoso como gás ou vapor, ou como aerodispersóide nos estados sólido: poeira ou fumo; líquido: névoas ou neblinas ou ainda formando a chamada fumaça, que é uma mistura de partículas sólidas e líquidas.

Pelas propriedades físico-químicas de uma substância pode-se saber em que forma ela estará presente no ambiente. As propriedades físico-químicas mais importantes que permitem prever este estado são:

PONTO DE FUSÃO (PF) **PONTO DE EBULIÇÃO (PE)**

PONTO DE FUSÃO é a temperatura na qual uma substância passa do estado sólido para o estado líquido.

PONTO DE EBULIÇÃO é a temperatura na qual uma substância passa do estado líquido para o gasoso. É a temperatura na qual a pressão de vapor de uma substância se iguala à pressão atmosférica ou outra pressão determinada. Em um conceito mais simples é a temperatura na qual a substância "ferve".

Basta a informação sobre o estado físico em determinada temperatura para saber como a substância estará presente no ambiente? A resposta é: nem sempre. Quando se trata de um gás, esta deverá ser a forma com que a substância estará presente, mas se se tratar de um líquido ou sólido precisa-se saber outras informações.

Quando a substância é um líquido necessitamos saber em primeiro lugar como ela é utilizada. Ela poderá cair sobre a pele e ser absorvida ou causar danos locais. Ela poderá ser nebulizada ou vaporizada no ambiente e neste caso vai ocorrer a presença de névoas. Poderá ainda evaporar e teremos a presença de vapor.

Precisamos também conhecer outra propriedade físico-química muito importante que é a pressão de vapor do líquido.

PRESSÃO DE VAPOR (PV) é a pressão do vapor de uma substância, em uma determinada temperatura, em equilíbrio com sua forma líquida ou sólida. Quanto maior a pressão de vapor, maior a tendência da substância em evaporar. Exemplos (CRC/77):

Tabel: Pressão de vapor de várias substâncias químicas, em temperaturas próximas à temperatura ambiente.

Substância	Pressão de vapor (mmHg)	Temperatura (°C)
Água	23,76	25,0
Benzeno	100,0	26,1
Tolueno	40,0	31,8
O-xileno	10,0	32,1
Hexano	100,0	15,8

A pressão de vapor está diretamente relacionada com a temperatura em que se encontra a substância. Assim é que os metais, por exemplo, que a temperatura ambiente se encontram na fase sólida, e nestas condições apresentam PV bem baixa, ao serem aquecidos começam a ter suas PV mais elevadas de forma a passarem para o ambiente em

forma de vapor. Este vapor ao atingir temperaturas mais baixas se condensa e assim tem-se a formação de fumos metálicos.

Quando a substância está no estado sólido também é importante se conhecer a sua pressão de vapor. Existem substâncias como o naftaleno que tem PV = 1 mmHg (52,6°C) e o iodo com PV= 1 mmHg (38,7°C) (CRC/77) que passam facilmente do estado sólido para o estado gasoso, fenômeno este chamado de SUBLIMAÇÃO.

Para se avaliar a possibilidade de substâncias sólidas de baixa PV, estarem presentes no ambiente, é importante se conhecer a sua forma de utilização ou produção, já que elas poderão estar presentes na forma de poeira.

Para se avaliar se a presença de vapor ocorrerá logo que o líquido permanecer aberto ou não, outra propriedade importante é a sua velocidade de evaporação.

VELOCIDADE DE EVAPORAÇÃO é a razão entre o tempo requerido para evaporar certo volume de substância, por exemplo, um solvente e o tempo requerido para evaporar o mesmo volume de uma substância ou solvente de referência (éter etílico, por exemplo) sob idênticas condições. É um tempo relativo e é função de muitos fatores, tais como: temperatura, pressão de vapor, tensão superficial da substância, assim como de outras condições como umidade, velocidade do ar ambiente sobre o líquido (HOIS/1980).

Tabela: Velocidade de evaporação de algumas substâncias químicas (Verneret/1984)

Substância	Velocidade de evaporação Acetato de n-butila = 1
benzeno	4,3
tolueno	2,0
O-xileno	0,78
hexano	6,2

Na presença de vapor no ambiente de trabalho, outra propriedade físico-química importante a ser observada é a densidade do vapor.

DENSIDADE DO VAPOR de uma substância é a relação entre o peso de um volume de vapor ou gás (sem ar) e igual volume de ar, nas mesmas condições de pressão e temperatura (NFPA,1994). Se a densidade do vapor é menor do que 1 indica que a substância é mais leve do que o ar e tende a subir. Se a densidade é maior do que 1 indica que a substância é mais pesada do que o ar e ira permanecer nas regiões mais baixas do ambiente, facilitando a exposição ocupacional. Se o local do trabalho for no primeiro andar de um edifício, ela poderá se deslocar até o andar térreo, por exemplo. Poderá ainda se deslocar por uma distância considerável, podendo atingir uma fonte de ignição longe do ponto de evaporação, causando um incêndio ou explosão, caso o gás ou vapor seja inflamável. Exemplos:

Tabela: Densidade do vapor de algumas substâncias (NFPA,1994)

Substância	Densidade do vapor Referência ar=1
Hexano	3,0
Hidrogênio	0,1
Gás sulfídrico	1,2
Álcool isopropílico	2,1

Nanopartículas

Nova preocupação

"Nano" é um prefixo que vem do grego antigo e significa "anão"

O cabelo humano é 1000 vezes maior do que as partículas com 100 nanômetros.

Muitos vírus são aproximadamente do tamanho de algumas nanopartículas.

Devido ser tão pequenas, as nanopartículas têm uma grande relação superfície/volume que é responsável por novas propriedades físicas e químicas.

Isto inclui um aumento da reatividade química na superfície da nanopartícula.

É uma constatação de que em escala nanométrica as propriedades dos materiais e elementos químicos se alteram drasticamente.

Diminuindo o tamanho as propriedades elétricas, óticas e magnéticas dos produtos químicos também podem mudar.

Apenas com a redução de tamanho e sem alteração de substância, verificou-se que os materiais apresentam novas propriedades e características como resistência, maleabilidade, elasticidade, condutividade e poder de combustão.

- O carbono, na forma de grafite é maleável, mas em escala nano, na forma de nanotubo, é mais resistente que o aço e até seis vezes mais leve.
- O alumínio em escala nano entra em combustão espontaneamente.
- O ouro muda de cor em vários níveis nano.

Desta forma:

Conhecer as características das substâncias em tamanho maior não fornece informações compreensíveis sobre suas propriedades no nível nano.

As mesmas propriedades que alteram as características físicas e químicas das nanopartículas podem também, provocar conseqüências não pretendidas (e até desconhecidas) quando elas entram em contato com o organismo humano.

Um material perfeitamente seguro para ser manuseado em tamanho maior, pode facilmente penetrar na pele na forma de nanopartícula ou se tornar um aerossol e entrar no organismo via respiratória.

A maior reatividade devido à grande área superficial e aos efeitos quânticos pode provocar a interação com sistemas biológicos de formas desconhecidas

A.1.3 - Vias de introdução de substâncias químicas no organismo

Uma substância pode penetrar no organismo de diversas formas, mas do ponto de vista da exposição ocupacional as mais importantes são as vias: respiratória, cutânea, e oral. Em função desta via, a velocidade de absorção será alterada, e, portanto o efeito esperado será diretamente influenciado por essa.

A.1.4 - Esforço físico

O esforço físico aumenta a ventilação pulmonar e, portanto expõe o organismo a maiores quantidades de substâncias transportadas pelo ar. Em condição de repouso uma pessoa respira até 10 litros de ar por minuto (10 l ar/min). Executando um trabalho pesado, pode respirar até 100 l ar/min. Indivíduos jovens e saudáveis pode chegar até 126 a 158 l ar/min(Haebisch/1980,pg31).

Existem vários estudos relatando esta influência.

A. 2 Agente físico

Os agentes físicos facilmente encontrados nos ambientes de trabalho são:

A.2.1 Ruído

Para se avaliar a ação que o ruído poderá ter sobre o trabalhador uma série de características específicas devem ser observadas: o tipo do ruído, nível de pressão sonora, principalmente.

Quanto ao tipo, o ruído pode ser classificado como:

a- contínuo estável ou estacionário

Ruído praticamente constante durante o tempo de observação.

b- contínuo flutuante ou não estacionário

Ruído que varia significativamente durante a observação

b- intermitente

Ruído produzido por quedas bruscas, de forma intermitente, isto é, várias vezes durante o período de observação, sendo o tempo em que permanece acima do ambiente de ordem de segundos ou mais.

c- impacto ou impulsivo

Ruído que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a um segundo, a intervalos superiores a um segundo (NR-15 - Anexo 02)

A pressão sonora se refere à acuidade acústica, e o seu nível é medido em decibel. A NR-15, em seus anexos 1 e 2 definem os limites de tolerância brasileiros, para ruídos contínuo, intermitente e de impacto.

No trabalho de reconhecimento de risco é importante se identificar pelo menos estas duas características, que deverão ser levadas em conta na elaboração de medidas de controle.

A.2.2 - Calor

Para avaliar o risco provocado pelo calor é necessário identificar vários fatores específicos que estão relacionados com os possíveis danos produzidos por este agente, tais como: tipos de atividade, temperatura ambiente, formas de dispersão do calor tanto do ambiente para o trabalhador, quanto as formas que facilitam a dispersão do calor do corpo do trabalhador. A NR-15 - anexo 3 apresenta os limites de tolerância para exposição ao calor.

A.2.3 - Radiação

Os efeitos deste tipo de agente também dependem de fatores específicos tais como o tipo de radiação (ionizante ou não ionizante), e as diversas subdivisões de cada um desses tipos.

A.2.4 – Vibração

A.2.5 - Iluminamento

A.3 - Agente biológico

A.4 - Aspectos ergonômicos

A.5 - Fatores que afetam a possibilidade destes agentes virem a provocar um dano

A.5.1 Condições da exposição no local de trabalho

Estas condições estão obviamente relacionadas com o risco. São todas condições que favorecem a emissão da substância para o ambiente ou que proporcionam condições de acidentes, tais como : tanques e reatores abertos, transporte e armazenagem inadequados, pisos escorregadios ou com desníveis, falta de sistemas de ventilação local exautora, ou diluidora conforme o caso, ausência de rotulagem e sinalizações adequadas, processos de trabalho que possibilitem a exposição como colocar a cabeça dentro de sistema de exaustão, uso da boca para executar transferência de líquidos, através de sifonação, etc. Condições que favorecem o aparecimento de ruído tais como máquinas sem manutenção, lubrificação, falta de isolamento, etc. Fontes de calor ou radiação sem isolamento ou outra forma de controle. Trabalhos repetitivos, etc

A.5.2 Características da exposição

Conforme as características de exposição, isto é, a intensidade, o tempo e a frequência, o grau do risco é diferente.

A.5.2.1- Intensidade

Existe relação diretamente proporcional entre a concentração ambiental ou a concentração de um determinado agente tóxico em solução ou alguma outra mistura que poderá ficar em contato com a pele, ou intensidade do ruído, da radiação, do calor, número de atividades repetidas por unidade de tempo e o dano que poderá vir a ser causado.

A.5.2.2- Tempo

Quanto maior o tempo de exposição maior a possibilidade de ocorrência de dano.

Estes dois fatores podem determinar o tipo de exposição:

intensidade alta----- tempo curto---- exposição aguda

intensidade baixa----tempo longo----exposição crônica

intensidade aproximadamente constante----quanto maior o tempo de exposição, maior a possibilidade de manifestação do risco

A.5.2.3- frequência

Em geral quanto maior a frequência, isto é, maior o número de vezes em que o trabalhador pode estar exposto ao agente, maior a possibilidade de manifestação do dano.

A.5.3 Organização do trabalho

A organização do trabalho entendida como sendo a forma com que se dão as relações pessoais, entre os trabalhadores, entre estes e as chefias, a relação que o trabalhador tem com o trabalho, se esse é executado com prazer ou não, enfim como a organização de todos os fatores do trabalho entre si, também pode afetar o aparecimento de um dano. Trabalhos estressantes, repetitivos, executados sob pressão, sem prazer, facilitam o aparecimento de doenças, até de intoxicações por produtos químicos.

A.5.4 Trabalho em turno

Existem já vários estudos indicando a influência do trabalho em turno no aparecimento de danos a saúde.

A.6 - Exposição combinada de diferentes agentes

Os efeitos que podem resultar de exposição a dois ou mais agentes ao mesmo tempo podem ser bastante variados. Esses tipos de efeitos podem ser classificados, de forma simplificada, em

A.6.1 Independente

Quando os agentes tóxicos têm distintas formas de ação e, portanto vão produzir efeitos distintos.

A.6.2 Aditivo

Quando o efeito produzido é quantitativamente igual à soma dos efeitos produzidos individualmente. O chumbo e o arsênio, por exemplo, exercem uma ação na biosíntese do heme (hemoglobina presente na célula vermelha do sangue), provocando uma excreção de coproporfirina (uma das substâncias que dão origem ao heme, mas que se acumulam no organismo e acabam por ser eliminadas em quantidade maior do que o normal devida a ação tóxica desses metais), que é aproximadamente aditiva. Todos os solventes possuem ação narcótica, e apresentam efeitos aditivos com relação a esta ação, em trabalhadores de pintura, por exemplo.

A.6.3 Sinérgico

Quando o efeito é maior do que o aditivo, e ocorre de forma combinada. O EPN, um inseticida fosforado, aumenta a toxicidade do malation que é outro inseticida.

A.6.4 Potencializador

Ocorre quando um agente tóxico tem seu efeito aumentado por agir simultaneamente com um agente não tóxico. O propanol, por exemplo, que não é hepatotóxico, aumenta significativamente a toxicidade do tetracloreto de carbono

A.6.5 Antagônico

Quando o efeito produzido por um agente tóxico diminui o efeito do outro. Exemplo: exposição conjunta a tolueno e n-hexano. O tolueno diminui a ação de neuropatia periférica do n-hexano, o que justifica segundo alguns estudiosos, a ausência de trabalhadores brasileiros com aquela enfermidade, mesmo expostos a cola de sapateiro contendo estes dois solventes.

B- FATORES EXTRÍNSECOS

B.1 capacitação para exercer a atividade

O trabalhador que exerce uma atividade para o qual não está capacitado, evidentemente está sujeito a um risco maior de acidente.

B.2 Alimentação

A distribuição dos agentes químicos lipossolúveis pode ser afetada quando a alimentação for rica em lipídios. A relação de diclorometano entre o sangue venoso e o ar alveolar, por exemplo, depende diretamente do conteúdo de triglicérides (lipídeos), no sangue (Leite/1992)

B.3 Estado nutricional

Uma dieta bem equilibrada contribui para proteger o organismo contra os efeitos tóxicos de certas substâncias químicas. Estados de má nutrição ou ingestão de dietas desequilibradas podem ser fatores determinantes no agravamento dos efeitos provocados por exposição a agentes químicos tóxicos (OMS/1981).

B.4 Habito de fumar

O ato de fumar facilita a contaminação do cigarro e outros produtos do fumo com substâncias tóxicas, facilitando sua entrada no organismo através da inalação, ingestão e até através da pele.

A queima ou pirólise dos cigarros transforma os agentes químicos em substâncias mais perigosas. Um exemplo é representado pela enfermidade chamada de fumo dos polímeros, que afeta trabalhadores que fumam cigarros contaminados com politetrafluoretileno (teflon). Os trabalhadores afetados apresentam um ataque gripal, que evolui em geral, rapidamente para a recuperação, mas existem relatos, inclusive de autopsias de lesões pulmonares permanentes.

Muitas das substâncias que existem no fumo também estão presentes no meio ambiente, tais como o monóxido de carbono, cianeto de hidrogênio, benzeno, acetona, acroleína, etc. o que provoca um aumento de exposição.

A exposição combinada de fumantes com outras substâncias presentes no ambiente podem ser de diferentes formas. Exposição conjunta com poeira de algodão, cloro, tem um efeito aditivo. Na exposição conjunta com poeira de amianto, observa-se um efeito potenciador ao câncer. Selikoff e cols.(1968) encontraram que trabalhadores fumantes expostos a amianto tinham um risco muito mais elevado de câncer pulmonar do que os não fumantes.

Alguns pesquisadores ainda encontraram que o risco de acidente é duas vezes maior em fumantes (Yuste & Guevara/1973). O fato de ter as mãos ocupadas, a atenção

reduzida, os olhos irritados e a tosse podem ser causas desse aumento do risco (Naus e cols/1866, OMS/1981)

B.5 Consumo de álcool

Existem vários estudos que indicam interação entre o consumo de álcool e a exposição combinada com outros produtos químicos (OMS/1981). Foi verificado que a ingestão de bebidas alcoólicas diminui a eliminação de tricloroetanol (metabólito do tricloroetileno), ácido metil-hipúrico (metabólito do tolueno) e ácido mandélico (metabólito do estireno), o que ocasiona um aumento dessas substâncias no sangue de forma inalterada (Leite//1992)

B.6 Consumo de medicamentos

Muitos trabalhadores expostos a agentes químicos e mesmo físicos podem também estar sendo submetidos a tratamento com medicamentos. Os medicamentos podem atuar no organismo conjuntamente e também com as substâncias químicas, através de vários mecanismos. Por exemplo, o fenobarbital (medicamento) potencializa o efeito hepatotóxico do tetracloreto de carbono e do clorofórmio (OMS/1981).

B.7 Higiene pessoal

Deve-se tirar a roupa suja ao final do trabalho para diminuir possível contato de contaminante com a pele, ou mesmo inalação de substâncias que tenham caído sobre a roupa e que vão lentamente se evaporando. Roupas sujas não devem ser lavadas em casa. Existem vários relatos de intoxicação de pessoas da família de trabalhadores pelo hábito de levar roupa suja para casa.

As mãos devem ser lavadas antes das refeições, e de preferência, deve-se tomar banho no final da jornada.

Roupas de uso diário no serviço devem ser guardadas em armários separados das roupas com as quais se chegou. Esta prática diminui a possibilidade de contaminação das roupas que não são utilizadas no trabalho.

C- FATORES INTRÍNSECOS

C.1 Idade

A idade pode afetar a toxicocinética dos xenobióticos. Os idosos, por exemplo, eliminam cádmio e fluoretos em maior quantidade, na urina (Leite/1992). A ação neurotóxica dos solventes é dez vezes maior em crianças do que em adultos.

A absorção de chumbo, principalmente via gastrointestinal também é maior em crianças do que em adultos.

C.2 Sexo

Uma diferença importante da ação tóxica no que se refere ao sexo ocorre com mulheres grávidas, expostas a substâncias teratogênicas, isto é, que podem atravessar a barreira placentária e provocar danos na formação do feto.

C.3 Obesidade

Pelo fato de certas substâncias terem a capacidade de se acumular nas camadas gordurosas do organismo, os trabalhadores mais obesos poderão reter estas substâncias e virem a ter problemas posteriores devido a sua mobilização. Esta retenção faz com que a distribuição dos agentes seja afetada, assim como sua eliminação, que fica diminuída.

C.4 Fatores genéticos

Trabalhadores portadores de algumas anomalias genéticas podem estar sujeitos a sofrerem um dano maior, expostos a certas substâncias químicas. Por exemplo, a carência de glucose-6-fosfato desidrogenase torna os indivíduos mais sensíveis a hemólise dos eritrócitos, quando expostos a solventes, a intermediários de corantes, compostos aminados e nitrogenados como anilina, hidroxilamina, nitritos e trinitrotolueno, a benzeno e tetracloreto de carbono (OMS/1981).

C.5 Susceptibilidade individual

Cada indivíduo responde de forma um pouco diferenciada aos fatores a que está exposto em função de diferentes respostas de absorção, metabolização, eliminação, etc. que pode apresentar.

C.6 Exposição prévia

Exposição a substâncias como o chumbo ou determinados inseticidas que tem a capacidade de se armazenarem no organismo, podem representar um risco adicional o fato do trabalhador já ter sido exposto a elas anteriormente. Na medida em que a quantidade armazenada aumenta, aumentam também as possibilidades de mobilização destes agentes, e, portanto de aparecimento de danos.

Trabalhadores que já tenham sido afastados do trabalho com diagnóstico de doença ocupacional, tais como benzenismo, também não devem retornar à exposição. Caso tenham sofrido dano na medula, por exemplo, ficam muito mais vulneráveis a se intoxicarem novamente, e até sofrerem danos mais graves como uma leucemia ou aplasia de medula.

D- FATORES RELACIONADOS COM A EMPRESA

Existem ainda os fatores relacionados com a empresa, e que devem ser levados em consideração se se pretende um eficiente controle do risco. Incluem-se aí:

- O conhecimento da política da empresa. Qual a sua preocupação com a segurança e a saúde dos seus trabalhadores
- PPRA, PCMSO, PPEOB, PCMAT e outros programas relacionados com a saúde, segurança e meio ambiente
- As fiscalizações e multas recebidas pela empresa
- Como é a CIPA. Se os trabalhadores têm tempo para se dedicar as suas funções nesta comissão.
- Qual a preocupação com a capacitação dos trabalhadores
- Como funciona o SESMT da empresa

Analisando-se esses vários fatores que estão relacionados com a manifestação do risco, pode-se concluir que:

- As ações de controle para o profissional que atua na área de Higiene do Trabalho, normalmente se dão nos fatores ambientais, em primeiro lugar. Com relação a alguns fatores como os agentes, pode-se interferir no item gravidade do dano, na expressão inicial que representa o risco, sempre que se puder substituir o agente. Quanto aos outros fatores a influência é sobre a possibilidade ou probabilidade de ocorrência do dano.
- Pode-se ter alguma influência do controle dos fatores extrínsecos, tais como desenvolver programas de capacitação dos trabalhadores, recomendar condições boas de alimentação, fazer programas para diminuição do hábito de fumar e o consumo bebidas, melhorar as condições de higiene pessoal.
- Tem-se, porém, pouca influência nos fatores intrínsecos, mas esses devem ser sempre considerados no reconhecimento do risco, assim como na interpretação dos resultados obtidos após a implantação de medidas de controle.
- A empresa deve ser avaliada como um todo, para que se tenha sucesso na implantação do controle do risco.

3.7.4 - Princípio da precaução

Frente a todos estes fatores que podem contribuir para o risco, julgamos oportuno introduzir aqui o conceito de **Princípio da Precaução**.

Este conceito, desenvolvido por Wynne em 1992 (Augusto & Freitas/1998), parte do princípio que “nas últimas décadas, o reconhecimento e a aceitação dos inerentes limites do conhecimento científico acerca dos problemas ambientais, assim como dos perigos associados à capacidade de inovação e emprego em larga escala social de produtos e processos industriais perigosos – que é maior do que a capacidade de avaliar adequadamente seus riscos – tem provocado mudanças nas políticas ambientais, científicas e tecnológicas em direção à filosofia preventiva, fundada em princípio regulatório particular que lhe dá efeito prático: o princípio da precaução”.

“De acordo com Wynne (1992), o princípio da precaução foi desenvolvido de início na Alemanha, como meio de justificar a intervenção regulamentadora para a restrição das descargas de poluição marinha na ausência de provas consensuais quanto aos danos ambientais. Este princípio tem sido tomado como referência em outras áreas – incluindo as mudanças climáticas globais – e caracteriza-se por requerer que as decisões acerca de processos industriais e produtos perigosos sejam deslocadas da ponta final do processo – ou seja quando uma inovação tecnológica já é empregada em larga escala social – para a ponta inicial do processo – ou seja quando uma inovação tecnológica ainda se encontra em teste para avaliar seu desempenho em termos de eficácia e segurança”.

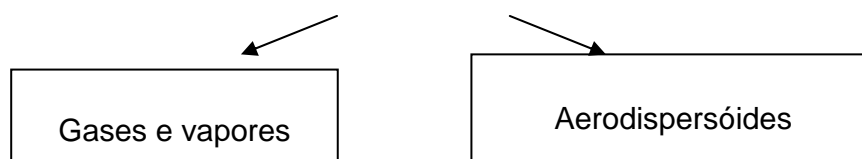
“A aplicação do princípio da precaução envolve não só o reconhecimento e a exposição das inerentes incertezas no que diz respeito aos eventuais efeitos das substâncias químicas sobre os seres humanos e meio ambiente, mas também a admissão de nossa ignorância em relação ao problema e à indeterminância. A complexidade e uma série de limites e incertezas quanto às avaliações técnicas de riscos ampliam-se quando levamos em conta que os processos saúde – doença ligados à exposição a substâncias químicas envolvem interações não lineares de aspectos biológicos, psicológicos e sociais que são altamente acoplados, possibilitando múltiplas e inesperadas interações, as quais se tornam, muitas vezes, incompreensíveis e invisíveis aos seres humanos a curto prazo”.

“Nesta perspectiva, as limitações do conhecimento científico disponível, no que concerne aos riscos, são potencialmente mais sérias, por que, como observa Wynne, os sistemas em questão, não sendo artefatos tecnológicos, não podem ser projetados, manipulados e reduzidos dentro dos limites do conhecimento analítico existente, obrigando-nos a ir além dos conceitos de risco e incerteza” (Augusto & Freitas/1998).

3.8 CARACTERÍSTICAS DE ALGUNS TIPOS DE SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

Classificação dos agentes químicos introduzidos no organismo via respiratória

Classificação dos agentes químicos introduzidos no organismo via respiratória



3.8.1 – Gases e Vapores

- **GÁS** uma substância que nas condições normais de temperatura e pressão se comporta de acordo com as leis dos gases

- **VAPOR** é a fase gasosa de uma substância que nas condições normais de temperatura e pressão é líquida ou sólida

Condições normais de temperatura = 25°C e pressão = 760 mm Hg (CNTP)

Classificação dos gases e vapores em função dos danos que podem provocar no organismo:

- **Irritante** – causam inflamação nos tecidos, em contato direto com a pele, conjuntiva ocular e vias respiratórias.
- **Anestésicos** – narcóticos, causam depressão no sistema nervoso central.
- **Asfixiantes** – causam bloqueio dos processos vitais tissulares, devido a falta de oxigênio. Falta de oxigênio pode levar a lesões definitivas no cérebro em poucos minutos.

IRRITANTES:

Primários:

- 1- Provocam ação sobre as vias respiratórias superiores (nariz, garganta). Produtos com alta solubilidade em água possuem esta propriedade: HCl, H₂SO₄, NH₃, formaldeído
- 2- Provocam ação principal sobre os brônquios, podendo em alguns casos agir em todo o trato respiratório. São produtos com solubilidade moderada em água: SO₂, Br₂, F₂, I₂.
- 3- Provocam ação sobre os pulmões. São produtos com baixa solubilidade em água: O₃, NO₂, fosgênio (formado na decomposição de várias substâncias cloradas).
- 4- Atípicos. Produtos com baixa solubilidade e irritantes das vias superiores: acroleína, gases lacrimogêneos

Secundários:

- Além do efeito irritante possuem ação tóxica generalizada: H₂S

ANESTÉSICOS

- 1- 1-Efeitos anestésicos primários: butano, propano (principais constituintes do gás de cozinha).
- 2- Efeito sobre os órgãos internos (fígado e rins): hidrocarbonetos clorados
- 3- Efeito sobre o sistema formador de sangue, acumulando-se nos tecidos graxos, medula óssea : benzeno (vários solventes clorados tem sido relacionados com estes efeitos)
- 4- Efeito sobre o sistema nervoso (SN): todos os solventes entre eles álcoois etílico e metílico, ésteres de ácidos orgânicos, CS₂
- 5- Efeito sobre o sangue e sistema circulatório: anilina, nitrocompostos orgânicos tais como nitrotolueno, nitrobenzeno.

ASFIXIANTES

Têm a característica de provocar a falta de oxigênio à nível celular

- 1- Simples . São assim classificados aqueles que deslocam o O₂ do ambiente. O AR DEVE CONTER PELO MENOS 18% DE O₂
 - 1.1- Inertes fisiologicamente: H₂, N₂, He
 - 1.2- Anestésicos simples: metano, eteno, acetileno
 - 1.3- Outros efeitos:CO₂
- 2- Químicos. São assim classificados aqueles que interferem na oxigenação dos tecidos: CO, anilina, HCN, nitrilas e acrilonitrila (que liberam ions cianeto no organismo quando são metabolizados).

3.8.1.1 - GASES

Utilização industrial:

- soldas de oxi-acetileno → ar/acetileno;
- processos que requerem aquecimento como fornos, caldeiras; etc → GLP (gás liquefeito de petróleo, formado basicamente de propano e butano)
- refrigerante em plantas industriais → amônia
- fabricação de gelo → amônia
- fábrica de viscoses → gás sulfídrico (H₂S)
- tratamento de água → cloro
- bebidas carbonatadas → CO₂
- fundição → CO₂

FORMADOS:

- na combustão de materiais orgânicos e lançados no ambiente através de escapamentos, dutos, alívios de pressão.
- Pode ser gerados em processos específicos, como o hidrogênio formado em células eletrolíticas.
- Podem aparecer em determinadas situações onde não é devidamente reconhecido, podendo provocar danos graves à saúde, até agudos. Representam neste caso riscos escondidos, como por exemplo:
 - NO₂, O₃ → solda elétrica
 - H₂S, NH₃, CH₄, NO₂ → decomposição de material orgânico
 - Fosgênio, HCl → decomposição de materiais orgânicos clorados, tais como PVC, solventes clorados, pesticidas, etc.
 - AsH₃, PH₃ → impurezas no acetileno
 - CO → decomposição incompleta de material orgânico
 - HCN, CO → decomposição de certos polímeros como: poliacrilonitrila, poliuretano
 - O₃ → radiação ultra-violeta

Propriedades físico-químicas e toxicológicas de alguns gases

	TLV-TWA (ACGIH/99)	IPVS ppm	PF (°C)	PE (°C)	Faixa de explosividade (%)	
					Limite inferior	Limite superior
AsH ₃	0,05 ppm	6	-116	-62,5		
C ₂ H ₂ - acetileno	asfixiante		-82,2	-75	2,7	81
C ₂ H ₄ - eteno	Asfixiante		-169	-104	2,7	36
C ₂ H ₆ - etano	asfixiante	2100	-172	-88,6	3,0	12,5
C ₃ H ₈ - butano	800 ppm		-138,4	-0,5	1,8	8,4
C ₄ H ₁₀ - propano	2500 ppm		-190	-42,1	2,2	9,5
C ₂ H ₂ O - Oxido de etileno	1 ppm		-112,5	10,4	3,0	15,4
CH ₄ - metano	asfixiante		-183	-162	5,0	15,4
CO ₂	5000 ppm	5000	-78	-78		
CO	25 ppm	1500	-199	-192	12,5	74
COCl ₂ - fosgênio	0,1 ppm	2	-128	6,7		
Cl ₂	0,5 ppm	25	-101	-33,9		
H ₂	asfixiante		-259,2	-252,8	4,0	75
HCl	5 ppm - teto	100	-114	-85		
HCN	4,7 ppm - teto	50	-14	26	5,6	40
H ₂ S	10 ppm	300	-83	-60	4,3	46
NH ₃	25 ppm	500	-77,8	-33	16	25
NO	25 ppm	100	-164	-152		
NO ₂	3 ppm	50	-11	21		
Ni(CO) ₄	0,05ppm como Ni		-25	43	2	
O ₃	0,1 ppm trab. leve	10	-191	-112		
PH ₃	0,3 ppm	200	-133	-87		
SO ₂	2 ppm	100	-75,6	-10		
SbH ₃	0,1 ppm	40	-87,8	-17,2		

TLV-TWA = Limite de tolerância – média ponderada pelo tempo da ACGIH

IPVS = índice perigoso à vida e a saúde - PF = ponto de fusão - PE = ponto de ebulição

3.8.1.2 - Solventes orgânicos

O que é um solvente?

Solvente é o componente em maior quantidade em uma solução. Pode ser sólido, líquido ou gasoso.

O termo “solvente” é aplicado para um grande número de substâncias químicas que são usadas para extrair, dissolver ou suspender outras substâncias.

Existem solventes inorgânicos, entre os quais se destaca a água, e os chamados solventes orgânicos, que são substâncias orgânicas em geral capazes de dissolver outras substâncias não solúveis em água. Estas mesmas substâncias podem também ser utilizadas como matéria prima em processos de síntese, como por exemplo, o benzeno na indústria petroquímica ou como combustível (álcool, gasolina etc.).

Como solventes orgânicos, estas substâncias podem ser utilizados em várias atividades industriais.

Para esta finalidade ela deve obedecer a certos critérios como:

- Praticamente não deve reagir com o material com o qual ele estará em contato.
- Deve possuir a propriedade para a qual se destina: extração, dissolução, suspensão
- Deve possuir uma velocidade de evaporação apropriada ao fim ao qual se destina
- Em geral necessita ter baixa higroscopicidade (capacidade de absorção de água)
- Baixa toxicidade e inflamabilidade

Em geral várias substâncias se enquadram nestas características por isso frequentemente é difícil identificar a substância ou mistura de substâncias utilizada para determinado fim.

As atividades industriais mais comuns onde os solventes são utilizados são;

Pintura: a função do solvente aqui é de reduzir a viscosidade da mistura formada pelos componentes da tinta ou verniz que cobrirão a superfície a ser pintada. Tais componentes são basicamente: resinas, pigmentos, cargas, plastificantes, espessantes, estabilizantes, antiparasitários, etc.

Colagem: Colas são misturas á base de ligantes (resinas) e adjuvantes especiais. Aqui também o solvente tem a finalidade de facilitar a aplicação deste produto nas superfícies a serem coladas. Após a evaporação as superfícies aderem entre si.

Processos de desengraxe: aqui o solvente tem a função de retirar graxas, óleos e gorduras, que não são solúveis em água. Este processo é utilizado em superfícies metálicas antes de serem soldadas, pintadas ou submetidas a galvanoplastia.

Limpeza a seco: aqui é utilizado para retirada de manchas de tecidos em geral não solúveis em água.

Extração de óleo vegetal: o solvente neste processo é utilizado para dissolver o restante de óleo que ainda fica retido em grãos, após a retirada do óleo, em geral por esmagamento.

Limpeza de superfície ou materiais contaminados com substâncias não solúveis em água como óleos, gorduras, resinas, graxas, tintas, vernizes, etc.

Em função desta ampla possibilidade de usos, os solventes podem ser encontrados em tipos de atividade econômica (construção civil, indústria química, gráficas, pinturas, indústria têxtil, produtora de óleo, aplicação de carpetes, limpeza de roupa a seco, etc.) e inclusive em atividades caseiras.

Inúmeros usos em laboratórios

O QUE OS SOLVENTES PODEM PROVOCAR

Relacionado com suas propriedades físico-químicas

- ✱ Lipossolúveis
- ✱ Limite de explosividade
- ✱ Ponto de fulgor
- ✱ Temperatura de auto-ignição
- ✱ Densidade
- ✱ Densidade do vapor
- ✱ Pressão de vapor
- ✱ Velocidade de evaporação

Tabela - Propriedades Físico-químicas de alguns solventes orgânicos

(observação: estes valores podem ser um pouco diferentes, dependendo da referência bibliográfica utilizada)

Solvente	Ponto de fulgor	Temperatura de auto ignição	Limites de explosividade		Densidade 20°C/ 20°C	Densidade do vapor a 20 °C	Pressão de vapor mmHg (20°C)
			Inferior % no ar (V)	Superior % no ar (V)			
Acetato de etila	-4	426	2,2	11,5	0,900	3,04	73
Acetona	-17,7	465	2,6	12,8	0,792	2,00	180
água	-	-	-	-	1,0		23,8 (25°C)
benzeno	-11	498	1,3	7,1	0,877	2,7	77
n-butanol	37,3	405	2,0	12,0	0,811	2,55	
Ciclo-hexano	-17	245	1,33	8,35	0,780	2,91	77
Ciclo-hexanol	67,8	300			0,949	3,45	
Etanol	13,0	363	3,3	19	0,798	1,59	59
Furfural-deído	60	316	2,1	19,3	1,2	3,3	
Heptano	-1	204	1,10 (20°C)	6,70	0,684	3,46	
Hexano	-26	223	1,18 (20°C)	7,43	0,659	2,97	124
Isoforona	96,1	460	0,8	3,8	0,925	4,77	
Isopropanol	11,7	399	2,02	12,0	0,786	2,11	33
Metanol	12	464	6,7	36	0,791	1,11	97
Metil etil cetona	-2,2	404	1,97	10,2	0,806	2,41	71,2
Metil isobutil cetona	15,6	448	1,4	7,5	0,800	3,46	15
Propanol	25	412	2,6	13,5	0,803	2,07	14
Tolueno	4	536	1,3	7,1	0,86	1,95	22
O-xileno	32	483	0,9	6,4	0,88	3,7	5

O QUE PODEM PROVOCAR EM RELAÇÃO À SAÚDE

Os sintomas de **intoxicação aguda** por solventes, em geral devido às exposições de curta duração são:

- Sensação de embriagues
- Tontura
- Descoordenação de movimentos
- Cansaço
- Insônia
- Dor de cabeça
- Irritação das membranas mucosas dos olhos e trato respiratório
- Náuseas
- Anorexia (falta de apetite)
- Vômito
- Diarréia
- Perda de consciência
- Morte

Os sintomas de **intoxicação crônica**, devido à exposição longas e em geral, a baixas concentrações, são decorrentes de **ação no sistema nervoso central**, e podem aparecer os seguintes sintomas:

- Perda de memória e capacidade de concentração
- Cansaço
- Irritabilidade
- Dor de cabeça
- Tontura
- Impotência e redução de libido
- Ansiedade
- Depressão
- Intolerância ao álcool

Além destes sinais e sintomas comuns a todos os solventes, cada um ou cada família química, provocam outros efeitos, que dependem da toxicidade específica da substância ou da família a qual pertence.

ALGUNS SOLVENTES ESPECÍFICOS

1. Benzeno

Efeitos Agudos

- **Irritante**
- Ação tóxica no Sistema Nervoso Central dependendo da quantidade respirada:
 - narcole
 - excitação seguida de sonolência
 - vertigem
 - cefaléia
 - náuseas
 - taquicardia
 - dificuldades respiratórias
 - tremores

convulsões
perda de consciência
morte

Efeitos Crônicos (baixas concentrações)

- Alterações hematológicas:
séries branca (leucopenia);vermelha (anemia) e plaquetas (plaquetopenia)
aplasia de medula
pancitopenia
- Neoplasias (câncer)

NÃO HÁ LIMITE SEGURO DE EXPOSIÇÃO

Leucemias
Linfoma não Hodgkin
Doença de Hodgkin
Pulmão
Mieloma múltiplo

- **Alteração tóxica nos sistemas nervosos central e periférico**
- **Alterações neurocomportamentais**
- Aberrações numéricas e estruturais de cromossomas nas células da medula óssea e linfócitos periféricos
- Imunotóxico - diminui a resposta imunológica
- Atravessa a placenta
- Distúrbios menstruais

2. Tolueno

Intoxicação aguda: ação narcótica maior que o benzeno

Intoxicação crônica: enxaqueca, debilidade generalizada, falta de coordenação e memória, náuseas, falta de apetite, disfunção menstrual, danos na audição.

3. Xileno

Intoxicação crônica: cefaléia, irritabilidade, fadiga, sonolência durante o dia e transtorno do sono à noite.

4. Estireno

Pode formar peróxidos explosivos.

Intoxicação crônica: irritante do sistema respiratório, dos olhos, da pele (secura, formação de bolhas). É absorvido pela pele. Atualmente estudos indicam que tem ação carcinogênica semelhante ao benzeno.

5. Dissulfeto de carbono

Solvente extremamente volátil e inflamável. Temperatura de auto-ignição < 100°C. Larga faixa de explosividade. Pega fogo em contato com chapa quente ou vapor.

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.

6. Solventes clorados

Formam substâncias muito tóxicas na queima: fosgênio, HCl, dioxinas, furanos.

a- Tetracloreto de carbono

Intoxicação crônica: depressão do sistema nervoso central; lesões no fígado e rins (mesmo com 1 exposição aguda). Efeito tardio: carcinogênese. Contato prolongado com a pele: dermatite.

b. tricloroetileno

Ação sobre o sistema nervoso central: fadiga, transtorno do sono, mudança de caráter, perda de memória. Alteração hepática. Dermatite. Efeito tardio: suspeita de carcinogênese. Característica de exposição elevada: após algumas horas – náuseas e vômito. Dia seguinte: formigação de boca e nariz. Após alguns dias: sintomas pelo rosto todo, perda de reflexos na córnea.

7. Álcool metílico

Ação direta no nervo ótico. Exposição crônica, especialmente oral pode causar cegueira.

8. n-Hexano

Intoxicação aguda: aparecimento de sinais nervosos que começam com euforia levando a vertigem, paralisia das extremidades, perda de consciência. Intoxicação crônica: alterações cutâneas, neuropatia periférica, principalmente nos membros inferiores. Presente na cola de sapateiro e um dos principais constituintes da benzina.

9. thinner

Mistura de solventes orgânicos de composição bastante variada. Toxicidade específica vai depender da composição química. O thinner é uma mistura de solventes orgânicos de composição bastante variada, e que pode ser diferente mesmo que do mesmo fabricante, se for de lotes de fabricação diferente. Apresentam, porém as características gerais de intoxicação.

3.8.2 – Aerodispersóides

AERODISPERSÓIDES - dispersão de partículas sólidas ou líquidas no ar, de tamanho reduzido, que podem manter-se em suspensão por um longo período de tempo.

Podem apresentar tamanho variado de acordo com o tipo de substância e a forma como a partícula é formada.

- **POEIRAS** são **partículas sólidas** dispersas no ar, obtidas por processo de ruptura mecânica de sólidos.
- **FUMOS** são **partículas sólidas** obtidas pela condensação ou oxidação de vapores de substâncias sólidas à temperatura ambiente
- **NÉVOAS** são **partículas líquidas** obtidas por ruptura mecânica de líquidos
- **NEBLINAS** são **partículas líquidas** obtidas pela condensação de vapores de substâncias que são líquidas à temperatura ambiente
- **FUMAÇA** são partículas suspensas originadas em processo de combustão incompleta, de tamanho inferior a 0,1 micras.
- **Nanopartículas** ????

Partículas ⇒ inaláveis, torácicas e respiráveis

- **Inalável** ⇒ provoca danos quando depositada em qualquer parte do trato respiratório

- **Torácica** ⇒ provoca danos em qualquer parte dentro dos pulmões e na região de troca gasosa
- **Respirável** ⇒ provoca danos quando depositado na região de troca gasosa

Poeiras

Possuem tamanho entre 0,1 e 25 micras. Podem ser classificadas de várias formas:

- Quanto a composição: Inorgânicas (minerais) e orgânicas

Inorgânicas	Orgânicas
Sílica	Algodão
Asbesto ou amianto	Cânhamo
Carvão	Juta
Poeiras metálicas	Sisal
Silicatos	Cana de Açúcar
• Terras diatomáceas	Cortiça
• Cimento	Cereais
• Feldspato	Madeiras
• Caulim	
• Talco	
• Mica	

Tabela nº11 - Tipos de poeiras

- Quanto à forma: poeiras propriamente ditas e fibras

Poeiras mais discutidas: NR15 - Anexo 12 ⇒ Asbestos e Sílica Livre Cristalina

Asbesto ou amianto - forma fibrosa dos silicatos minerais pertencentes aos grupos de rochas metamórficas das serpentinas, isto é, a crisotila (asbesto branco), e dos anfibólitos, isto é, a actinolita, a amosita (asbesto marrom), a antofilita, a crocidolita (asbesto azul), a tremolita ou qualquer mistura que contenha um ou vários destes minerais.

Fontes de exposição	Tipo de poeira
Mineração, fabricação, tratamento e preparação de isolamentos térmicos, alguns tipos de têxteis, materiais de fricção, etc., Conhecem-se mais de 3000 produtos que contêm amianto	asbesto bruto: crisotila, anfibólitos
material e industria de construção (telhas, caixas d'água, etc.)	cimento -amianto (fibro-amianto)
Industria de caucho, farmacêuticos, cosméticos, pinturas, papel e imprensa, indústria textil	talco

Tabela - Asbestos e misturas que o podem conter

**AMIANTO É RECONHECIDAMENTE CANCERÍGENO E VÁRIOS PAISES JÁ O PROIBIRAM. PODE PROVOCAR DIVERSOS TIPOS DE CANCER, COMO O MESOTELIOMA E OUTROS CANCERES DE PULMÃO, GARGANTA, ETC.
 Pode provocar outros danos pulmonares como a asbestose.**

Silica (SiO₂) existe de várias formas na natureza, seja na forma amorfa ou cristalina, sintética ou natural. Atribui-se à sílica cristalina uma doença incurável chamada silicose. Existem várias formas de sílica cristalina, entre elas: cristobalita, tridimita, trípoli e quartzo, a mais conhecida (Possebon – 12º Seminário de Segurança Industrial, 1997)

Fontes de exposição	Tipo de poeira
Mineração, metalurgia, material de construção, extração de minérios, fundição, pedras, areia jato de areia	Carvão, minerais metálicos, feldspatos,
Indústria cerâmica, (louça, vasilhas, porcelanas, cerâmica sanitária e elétrica)	Caulim
Refratários (argila refratária, ladrilhos)	Quartzito
Mistura com gesso	Quartzo em pó
Fabricação de filtros e materiais de isolamento	Terras diatomáceas (calcinadas)

Tabela: - Sílica livre cristalina (quartzo) e misturas que a contém

SÍLICA TAMBÉM É UMA SUBSTÂNCIA RECONHECIDAMENTE CANCERÍGENA E PODE PROVOCAR OUTRA DOENÇA PULMONAR GRAVE COMO A SILICOSE .

Fumos

São obtidos em processos industriais tais como na fabricação de baterias de chumbo. O chumbo é fundido à 327,5°C. Às temperaturas acima de 500°C e já se obtêm concentrações altas de fumos na atmosfera. O chumbo se evapora e em parte se condensa na forma metálica e em parte reage com o ar e forma partículas sólidas de óxido de chumbo. Estão presentes também no processo de soldagem, fundição e outros onde o metal é fundido.

O tamanho das partículas de fumo é inferior a 0,1 micra, portanto menor do que o das poeiras, pois são provenientes da condensação do metal disperso no ar na forma gasosa e, portanto com tamanho atômico → nanopartículas.

Névoas

Obtida em processos como o da aplicação de agrotóxicos líquidos, pintura a revolver e outros onde a mistura ou o líquido é nebulizado. Formado também em processos **de galvanoplastia**

Neblina

Em geral este é um tipo de particulado pouco encontrado em ambientes de trabalho. Forma-se neblina em regiões serranas, quando esfria, por condensação do vapor d'água.

Fumaça

Forma-se na queima de madeira, em fogo ou incêndio envolvendo material orgânico.

Nanopartículas situações novas e ainda pouco compreendidas!!!!

CARACTERÍSTICAS DE OUTROS TIPOS DE SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

Substâncias corrosivas

Ácidos e Bases: Características/Toxicidade/Perigos no uso

Exercem ação corrosiva sobre pele, mucosas, olhos, tecidos dos tratos respiratório e digestivo

Intensidade do dano depende: substância, concentração e tempo de exposição

Atenção: ácidos reagem com metais e substâncias alcalinas (cimento, cal, etc.), sais de ácidos fortes, etc. através de reações exotérmicas que podem ser violentas e pode ocorrer além da liberação de calor, desprendimento de gases tóxicos (ex: sais de cianeto com ácidos liberando gás cianídrico). Verter vagarosamente estes produtos sobre a água para facilitar a dissipação.

Metais pesados

(alguns aspectos)

a- Chumbo

Efeitos no sistema renal e nervoso. Afeta a formação da hemoglobina → eliminação de ácido delta amino levulínico na urina
Distúrbios gastrointestinais → cólicas abdominais
Efeitos teratogênicos

b- Mercúrio inorgânico

Metálico → volátil
Efeitos no sistema nervoso central
Sintomas → tremores, mudanças de comportamento, perda de memória, depressão
Teratogênico

c- Arsênio

Câncer do pulmão (fabricação de trióxido de arsênio) e linfático
Irritante da pele, membrana mucosa e olhos
Dermatite

D- Manganês

Neurotóxico → efeito no SNC (psicoses, alucinações, comportamento compulsivo, instabilidade emocional)
Exposição crônica → fraqueza muscular, falta de coordenação, impotência, tremores, etc.

E- Berílio

Câncer no pulmão, beriliose
Sais solúveis → irritação primária ou reação alérgica na pele

F- Cádmio

Ação irritante no pulmão, até câncer
Efeitos no sistema renal

G- Crômio

Ulceração na pele, perfuração do septo nasal
Câncer no pulmão (crômio hexavalente)

H - Níquel

Irritante e alergênico
Câncer no pulmão

I- Cobalto

Dermatite
Ação potencializadora de fibrose pulmonar

Outras Poeiras

a- Fibra de algodão
Bissinose

b- Poeira de madeira
Reação no organismo depende do tipo da madeira.
Madeiras duras são consideradas cancerígenas

4 Medidas de Prevenção e Controle de Riscos

4.1 NÃO MINIMIZAR RISCOS

Riscos que não são reconhecidos, não são avaliados e nem controlados

4.2 Conhecimento prévio

Antes do início de cada operação ou experiência de laboratório é necessário conhecimento

- De todos os materiais e equipamentos necessários e os devidos cuidados de segurança
- Das propriedades físicas, químicas e toxicológicas de todos os reagentes, produtos intermediários e finais que poderão estar envolvidos
- Quando se tratar material contaminado com microorganismos → dos possíveis danos à saúde que possam ser provocados
- Das ações em caso de acidentes devido a derrames, vazamentos ou quebras acidentais
- Das condições apropriadas de transporte, manuseio e armazenagem
- De primeiros socorros

Fonte de informação: fichas de informação de segurança, livros de toxicologia, segurança química, bancos de dados em CD-ROM

4.3 Primeiros socorros nos acidentes com produtos químicos

TODO ACIDENTE DEVE SER COMUNICADO A CHEFIA IMEDIATA

4.3.1 Procurar conhecer previamente o local onde estão instalados chuveiros, lava-olhos, mantas corta-fogo, extintores de incêndio (verificar o tipo adequado)

4.3.2 Quando o produto cai sobre:

Pele → lavar a região pelo menos durante quinze minutos, com água abundante. Procurar auxílio médico caso persista alguma irritação

Olhos → lavar com água em abundância, por pelo menos quinze minutos. Mover as pálpebras em todas as direções. Procurar o médico

Roupa → retirar a roupa contaminada o mais rápido possível. Se o produto atingir a pele, lavar por pelo menos quinze minutos com água em abundância

**NUNCA USAR NENHUM TIPO DE POMADA EM QUEIMADURAS COM
PRODUTOS QUÍMICOS, SEM ORIENTAÇÃO MÉDICA**

**NUNCA NEUTRALIZAR UMA SUBSTÂNCIA QUÍMICA COM OUTRA, SOBRE
A PELE**

4.3.3 Em caso de tontura, desmaio, devido à exposição à alta concentração

- Retirar munido de EPI apropriado, a pessoa do local contaminado, para um local fresco e arejado
- Aliviar a pressão da roupa
- Aplicar respiração artificial, caso houver parada respiratória
- Procurar auxílio médico

4.3.4. Em caso de ingestão

- Substâncias cáusticas / corrosivas → **NUNCA PROVOCAR VÔMITO**. Se a pessoa estiver consciente fornecer bastante água ou óleo de oliva
- Solventes / substâncias não corrosivas → verificar sempre na ficha de segurança, ou outra fonte, sobre a conveniência de provocar vômito

CONDUZIR SEMPRE PARA ATENDIMENTO MÉDICO

4.3.5 Queimaduras térmicas

- Emergir área afetada em água fria
- Com fogo - abafar
- Procurar auxílio médico

4.3.6 Cortes, ferimentos com sangramento

- Procurar estancar a perda de sangue
- Se a área estiver contaminada, procurar lavá-la
- Procurar auxílio médico

4.3.7 Casos especiais

Ácido fluorídrico → extremamente corrosivo para o tecido humano.

Queimadura leve → lavar com água em abundância e colocar pomada contendo sais de cálcio (até 30 minutos após o acidente ou conforme orientação médica)

Queimadura grave → lavar com água em abundância, injeção de sal de cálcio, **encaminhar para atendimento médico**

Ácido cianídrico → ação tóxica muito rápida. O atendimento médico deve ser urgente.

PROCURAR DEIXAR EM LOCAL VISÍVEL, DE FÁCIL ACESSO, O ENDEREÇO DO CENTRO DE CONTROLE DE INTOXICAÇÕES MAIS PRÓXIMO

4.4 - Hierarquia de controle

Controle do risco na fonte

Controle na propagação do agente

Controle ao nível do trabalhador

4.4.1 Controle na fonte

- Substituição de materiais
- Substituição/modificação de processos e de equipamentos
- Controle e manutenção de processos e equipamentos
- Métodos úmidos

Substituição de materiais

↳ Regras:

- 1- o material substituto deve ter uma toxicidade bem conhecida e bem menor do que o material anterior
- 2- o material substituto não deve introduzir um risco mais difícil de controlar (por exemplo, baixa toxicidade e muito maior inflamabilidade)
- 3- a substituição deve ser viável tecnicamente
- 4- o material substituto deve estar disponível a um custo razoável

↳ Exemplos:

- a- solventes menos voláteis em lugar de solventes muito voláteis como acetato de etila, metil etil cetona, etc.
- b- Ciclohexano ou peneira molecular no lugar de benzeno para a produção de álcool anidro
- c- água e sabão em lugar de solventes como solução de limpeza
- d- tintas a base de água em vez de tintas a base de solventes
- e- colas a base de água, ou do tipo “hot-melt” no lugar de colas com solventes
- f- dióxido de titânio ou óxido de zinco em vez de óxidos de chumbo como pigmentos
- g- tijolos de magnesita ou óxido de alumínio em vez de tijolos refratários contendo sílica ou amianto
- h- Par termoeletrônico no lugar de termômetro de mercúrio
- i- Agricultura orgânica (s/ agrotóxicos)

☞ Alteração da granulometria ou a forma de utilização de um mesmo material pode diminuir o risco:

- a- substituição de acetato de chumbo em pó por pelotas de acetato de chumbo a ser adicionado em formulações
- b- uso de solução concentrada de hidróxido de sódio em vez do pó, transferido para reator de forma mais fácil e controlada através de sistema de bombeamento

Substituição/modificação de processos e de equipamentos

☞ Exemplos:

- a- redução da temperatura de processo
- b- motor elétrico em vez de motor à combustão
- c- instrumentos de pressão mecânica em vez daqueles contendo mercúrio
- d- utilização de recipientes com tampa móvel para aplicação de cola, em vez de recipiente aberto
- e- recobrimento de rodas metálicas de carrinhos com borracha
- f- utilização de processo com membrana no lugar de célula de mercúrio
- g- corte a frio de plástico para embrulhar alimentos em vez de corte com fio aquecido
- h- ajuste de posição e altura de equipamento que transferem rochas para dentro de tremonhas
- i- Manter recipientes com solventes fechados quando não em uso

Controle e manutenção de processos e equipamentos

☞ Programas de manutenção

- Preditivos
- Preventivos
- Corretivos

☞ Programa de manutenção deve incluir a inspeção dos equipamentos no local, por pessoal especializado e regularmente e deve abranger verificação de:

- a- Conexões, juntas, bombas, válvulas
- b- Sistema elétrico.
- c- Sistema hidráulico
- d- Sistema de ventilação, etc

☞ O controle deve incluir:

- a- lubrificação de máquinas
- b- regulação de vazão
- c- regulação de processo de combustão
- e- regulação de velocidade de máquinas
- f- redução de emissões fugitivas
- g- balanceamento de rotores
- h- fixação de partes soltas para diminuir ruído

Evitar terceirização

Métodos úmidos

- ☞ Método úmido controla a formação de poeira no ambiente. Exemplos:
- a- Perfuração de rochas com injeção de água
 - b- Moagem e britagem a úmido
 - c- Polimento a úmido
 - d- Limpeza de pisos sujos de poeira tóxica com água em vez de vassoura
 - e- Corte de baterias com serra de fita a úmido.

☞ Limitações:

1. As pequeníssimas partículas respiráveis, invisíveis a olho nu, e justamente as mais importantes do ponto de vista dos danos à saúde, são as mais difíceis de serem controladas pelo método úmido.
2. Às vezes necessário verificar eficácia com avaliação ambiental quantitativa
3. Existem agentes umectantes que podem ser adicionados a água

☞ Cuidado:

1. Água deve ser adicionada no ponto e momento de formação das poeiras
2. Gotículas de água não devem ter mais do que 100 vezes o tamanho das partículas de poeira

☞ Condições para a escolha desse processo

- Viabilidade técnica
- Poeira deve ser molhável
- Não de ser criado problema de conforto térmico, já que o aumento da umidade pode aumentar o estresse provocado pelo calor

☞ Importante:

Deve haver preocupação com o destino da água
Devem ser evitados pisos molhados que possam facilitar quedas

4.4.2 - Controle na propagação do agente

Ventilação industrial:

- Ventilação geral ou diluidora
- Ventilação local exaustora

Isolamento

Ventilação Industrial

Ventilação geral ou diluidora

→ Remover e introduzir grandes quantidades de ar no ambiente de trabalho com objetivo de:

- Diluir os contaminantes
- Melhorar condições térmicas (conforto térmico)

☞ Limitações:

- Agentes muito tóxicos
- Formação muito rápida e em grandes quantidades

↳ Tipos:

- Natural → ar quente sobe → movimento ascendente do ar por convecção
- Forçada → exaustores ou ventiladores

Importante observar posições da entrada e saída do ar e o efeito do deslocamento do ar durante a ventilação

Ventilação local exaustora - capela

↳ Objetivo: captar e remover os contaminantes atmosféricos à medida que são produzidos e antes que alcancem a zona respiratória dos trabalhadores ou se espalhem pelo ambiente de trabalho

↳ Fundamental:

1. Cálculo adequado em função da capacidade necessária de exaustão. Depende da quantidade gerada e do tipo de contaminante.
2. Deve ser feito por profissional competente
3. Deve ser projetado de forma a minimizar gastos com energia e material

↳ Essencial:

- Verificação periódica da eficiência
- Manutenção

↳ Preocupação:

- Evitar ou minimizar poluição fora dos locais de trabalho
- Equipar sistema de ventilação local exaustora com coletores adequados:
 - Poluentes em forma gasosa
 - Coletores úmidos (lavadores de gases ácidos)
 - Leito de carvão ativo (vapores orgânicos)
 - Pós queimadores

- Poluentes em forma de partícula
 - Precipitadores eletrostático
 - Ciclones
 - Filtros de tecido

Nanopartículas – recomendação filtro HEPA – High Efficiency Particulate Air - São filtros de partículas aéreas de alta eficiência

Isolamento

Enclausuramento da fonte

↳ Geralmente combinado com sistema de ventilação local exaustora

↳ Ex: cabines de jateamento com material abrasivo, cabines para manuseio de material radioativo ou cancerígeno, caixas ou construção para proteção acústica.

Barreiras

↳ Utilizada principalmente para agentes físicos

Ex:

- Barreiras de alumínio polido para refletir radiação infravermelha (calor)
- Barreira de chumbo para proteger contra radiação ionizante
- Barreira para ruído

Isolamento do trabalhador

Ex:

- Cabine de controle
- Carros blindados para carregamento de carvão em topo de coqueria

Tempo e espaço

↯ Certas operações podem ser feitas em horários onde haja menor número de trabalhadores (se necessário, EPI)

↯ Quanto mais longe da fonte menor deve ser a exposição. Principalmente quando se trata de exposição a algum tipo de radiação cuja intensidade diminui com o quadrado da distância

OUTRAS MEDIDAS RELATIVAS AO AMBIENTE DE TRABALHO

Planta do local (lay-out)

- Posições dos equipamentos podem facilitar circulação e fuga assim como ventilação
- Processos em sequência são facilitados se os equipamentos são também colocados em sequência

Limpeza

- Poeiras acumuladas → fontes secundárias de contaminação
- Procedimentos adequados de controle de derramamento e descarte

Transporte

- Previsão de carrinhos ou outro sistema adequado para transporte de materiais perigosos, devidamente fechados
- Legislação sobre “Transporte de produtos perigosos”

Armazenagem

- Local específico e apropriado
- Embalagem compatível
- Nunca armazenar juntos materiais incompatíveis

Rotulagem

- Linguagem clara, idioma compreendido pelos trabalhadores, símbolos indicativos do efeito
- Rótulos limpos, originais sempre que possível

Sinais e avisos

- Bem localizados, visíveis, compreensíveis
- Troca periódica

Vigilância ambiental

↯ Necessária principalmente para assegurar a eficiência das medidas de controle

☞ Alarmes e outros sinais quando se tratar de substâncias perigosas de efeito agudo (ex. alarme para CO em fornos para produção de ferro e aço, para indicar deficiência de oxigênio em processos de fermentação)

Práticas de trabalho adequadas

- Minimizar tempo onde haja possibilidade de emissão de produtos para o ambiente
- Remover resíduos de produto tão logo termine uma operação
- Evitar formação acidental de subprodutos ou produtos secundários
- Fechar cuidadosamente equipamentos
- Manusear adequadamente produtos perigosos
- Transferir com cuidado produtos perigosos
- Levantar pesos de forma adequada
- Evitar movimentos repetitivos, sem obedecer períodos de descanso

Equipamentos mínimos para evitar agravamento de danos

- Chuveiro de emergência
- Lava olhos
- Cobertas para abafamento de fogo

4.4.3 - Medidas relativas ao trabalhador

☞ Geralmente complementares às ambientais

☞ Raramente substituem as medidas relativas ao ambiente de trabalho

Incluem:

Limitação no tempo de exposição

Educação

Capacitação

Vigilância médica

Último recurso → equipamento de proteção individual

Limitação no tempo de exposição

- Diminuição de jornada
- Rotação

☞ Redução da exposição a agente físico pode reduzir risco

Exemplos: ruído, calor

☞ Redução da exposição a agentes químicos:

Questionável, principalmente se a substância for

- Cancerígena (não tem limite de exposição seguro)
- Teratogênica
- Mutagênica
- Sensibilizante

Educação sobre:

1. Medidas de higiene pessoal e das roupas
2. Lavagem das mãos antes de se alimentar

3. Banho e troca de roupa após a jornada de trabalho (às vezes necessário mesmo antes das refeições)
4. Não comer, fumar ou beber no ambiente de trabalho
5. Não levar roupas ou outros materiais contaminados para casa

☞ Empresa deve

- Fornecer instalações adequadas para
Refeições
Banheiros
Locais de descanso

Providenciar lavagem e troca constante de roupas contaminadas

Capacitação

☞ Todo trabalhador tem o direito de conhecer os riscos a que está exposto no ambiente de trabalho, e ser capacitado adequadamente para evitar a exposição, ou pelo menos minimizá-la, quando isso dele depender

☞ Capacitações:

- Práticas adequadas de trabalho para armazenamento, transporte, manuseio, descarte ou derrame acidental de produtos químicos
- Quanto aos procedimentos que assegurem a eficiência das medidas de controle e sobre as eventuais limitações da proteção que ofereçam (PPRA-9.3.5.3)
- Uso de fichas de segurança que devem ser de leitura fácil e compreensível e matidas à disposição
- Primeiros socorros
- Uso adequado de equipamento de proteção individual
- Combate a incêndio

Vigilância Médica

☞ Complementar às ações desenvolvidas no ambiente de trabalho

☞ Exame médico admissional, periódico e demissional → importância de uma boa elaboração do PPRA para auxiliar área médica no estabelecimento de critérios para esses exames

☞ Importância muito grande na

- Detecção de problemas não percebidos ou mal resolvidos
- Detecção precoce de efeitos
- Identificação de trabalhadores mais sensíveis
- Percepção de mudanças no estado da saúde mesmo de origem não ocupacional

Último recurso → equipamento de proteção individual

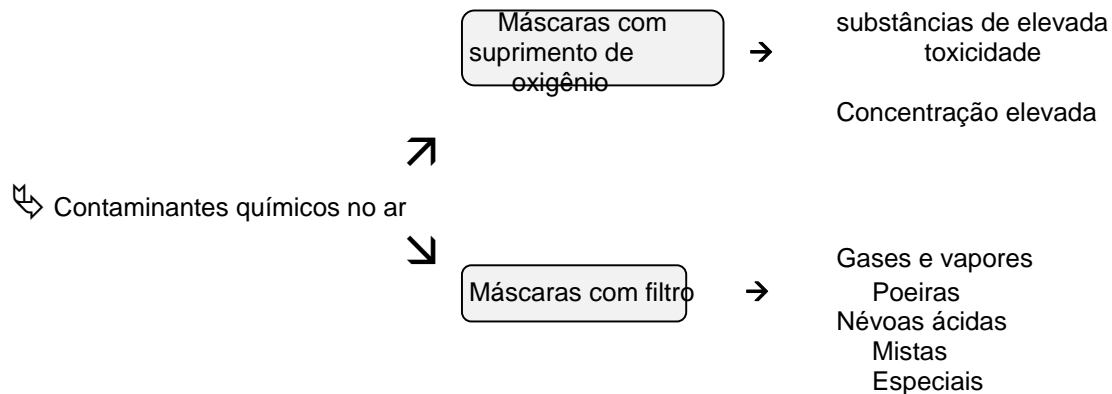
- Operações esporádicas
- Trabalhos de manutenção
- Quando um ou poucos trabalhadores estão expostos
- Solução temporária, de emergência

EPIs para situações especiais

A- Proteção respiratória

NECESSIDADE DE ESTABELECIMENTO DE PROGRAMA DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA DE ACORDO COM A INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº1, DE 11/04/94, DO MINISTÉRIO DO TRABALHO.

↳ deficiência de oxigênio ⇒ máscaras com suprimento de oxigênio



B- Proteção para os membros superiores

B.1- proteção para as mãos

Manipulação de substâncias de baixo poder irritativo, ou com baixa penetração pela pele → trabalhar perto de pia com água.

Lavagem de materiais
Manuseio de produto absorvido pela pele, → Luvas
Corrosivos, irritantes, cancerígenos

Tipos → Resistentes a ácidos e álcalis
Resistentes à detergentes
Resistentes à solventes orgânicos → depende do solvente

B.2 proteção para braços e antebraços

Mangas/mangotes para situações especiais

C. Proteção para os membros inferiores

sapatos → Fechados
Solados anti-derrapantes

Botas e perneiras para situações especiais

E. Proteção auricular

Vários tipos - seguir orientação do pessoal da segurança

F. Proteção visual e facial

Óculos → proteção contra contaminantes que agredam os olhos

Características →

Leves
Bem ajustados
Não ocorra deformação de imagem
Confortáveis
resistentes ao agente com o qual se está trabalhando

EVITAR USO DE LENTES DE CONTATO DURANTE O MANUSEIO DE PRODUTOS QUÍMICOS

G. Proteção para o corpo

No laboratório usar constantemente avental, de preferência de mangas compridas, de material não sintético. Fibras sintéticas queimam mais facilmente e formam cargas eletrostáticas.

Operações	→	avental de PVC - óleos, graxas, derivados de petróleo
Especiais		borracha - respingos de produtos químicos corrosivos

3.5 - Organização de estrutura de prevenção e controle

NR-9 → PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS

NECESSÁRIO COMPROMETIMENTO DAS MAIS ALTAS CHEFIAS COM A QUESTÃO DA SEGURANÇA E A SAÚDE DOS EMPREGADOS SEJA EM LABORATÓRIOS, SEJA EM QUALQUER OUTRO LOCAL DE TRABALHO

**A inspeção periódica das instalações, almoxarifados, condições de trabalho →
IMPORTANTE FORMA DE PREVENIR O ACIDENTE E AS DOENÇAS QUE POSSAM
SER PROVENIENTES DO TRABALHO**

5 - Bibliografia

ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists
“Limites de Exposição (TLVs) para Substâncias Químicas e Agentes Físicos e Índices Biológicos de Exposição (BEIs)”, Tradução da Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais (ABHO), São Paulo, 1998

Augusto, L. G. S. & Fritas, C. M.
“O princípio da precaução no uso de indicadores de riscos químicos ambientais em saúde do trabalho”,
Ciência & Saúde Coletiva, 3(2), 85-95 (1998)

Arcuri, A. S. A. & Trivelato, G. C. diversas apostilas utilizadas em cursos de PPRA, ministrados na FUNDACENTRO e no Departamento de Medicina Social da Faculdade de Medicina da Santa Casa

Arcuri, A. S. A.; Cardoso, L. M. N.
“Limite de tolerância”, Rev. Bras. Saúde Ocup., 19 (74) 99-106, (1991)

Ariëns, E. J.; Lehmann, P.A. & Simonis, A. M.
“Introducción a la Toxicología General”, Editorias Diana, México, 1973, 337pgs.

Berna, J. M. L.
“Seguridad e Higiene en las operaciones de pintura (1)”, Prevención, 112, abril-junho, 28-39, 1990

Burgess W.

“Identificação de Possíveis Riscos à saúde do Trabalhador nos Diversos processos Industriais”, ERGO Editora, Belo Horizonte (tradução da 3ª edição do original em inglês, publicado pela John Wiley & Sons, New York).

DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft

“List of MAK and BAT Values – 1996”, Weinheim (Federal Republic of Germany), VCH, 1996

Haebisch, H.

“Fundamentos de Fisiologia Respiratória Humana”, E.P.U. - Editora Pedagógica e Universitária Ltda, EDUSP - Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1980, 137pg

ILO - International Labour Office. “Safety in the use of chemicals at work”, An ILO code of practice

Geneva, International Labour Office, 1993. Disponível em:

<http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cops/english/download/e931998.pdf>. Acessado em 12/09/2009

IQUSP - Instituto de Química da Universidade de São Paulo, “Manual de Segurança para proteção QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA e RADIOLÓGICA.”, São Paulo, 2004. Disponível em: <http://www2.iq.usp.br/cipa/manual/manualinteiro.doc>. Acessado em 12/09/2009.

Freitas, N. B. B. ; Porto, M. F. S. ; Freitas, C. M.

“Acidentes Químicos Ampliados – a visão dos trabalhadores – Anais Seminário Nacional Confederação Nacional dos Químicos – Central Única dos Trabalhadores”, CUT/CNQ/FUNDACENTRO; São Paulo, 1998

Glickman,ts.; T.S.; Golding,D. and Silverman,E.D.1992. Acts of God and Acts of man – Recent Trends in Natural Disasters and Major Industrial Accidents, Washington, Resources for the Future (Discussion Paper CRM92-02).

INSHT - Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

“Toxicologia Laboral Basica” Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, INSHT, 1989, 183pgs.

IPCS – International Programme on Chemical Safety

“Chemical Safety Training Modules”, Asian-Pacific Newsletter on occupational Health and Safety – African Newsletter on Occupational Health and Safety, Supplement 1/1998; Helsinki, 1998

Leite, E. M. A. e Equipe Técnica da Rede Nacional de Laboratórios de Toxicologia; Siqueira, M. E. P. B. & Couto, H. A.

“Guia Prático Monitorização Biológica de Trabalhadores Expostos a Substâncias Químicas”, Ergo Editora Ltda, Belo Horizonte, 1992,167pgs

MAPFRE - Fundación MAPFRE

“Manual de Higiene Industrial”, Editorial MAPFRE, S. A. , Madrid, 1991,853 pg

NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health, “School Chemistry Laboratory Safety Guide”, NIOSH Publication No. 2007-107,October 2006. Disponível em: <http://cdc.gov/niosh/docs/2007-107/>. Acessado em 12/09/2009.

OIT - Organização Internacional do Trabalho

“Encyclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo”, Vol 3, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Madrid, 1989.

OMS - Organização Mundial da Saúde

“Efectos sobre la salud de las exposiciones combinadas en el medio de trabajo”, Informe de un Comité de Expertos de la OMS, Organización Mundial de la Salud, Serie de Informes Técnicos 662, Ginebra, 1981,84pgs.

OMS ,_____

“Métodos utilizados para establecer niveles admisibles de exposición profesional a los agentes nocivos”, Informe de un comité de Expertos de la OMS con participación de la OIT, Organización Mundial de la Salud, Serie de Informes Técnicos 601, Ginebra, 1977, 74 pg

OMS,-----

“Comission on Health and Environment “– Report of Panel on Industry. Geneva1992,.

PISQ - Programa Internacional de Segurança Química

“Segurança Química - Fundamentos de Toxicologia Aplicada - Características dos Riscos Causados por Agentes Químicos - Módulo de Treinamento nº1” Tradução Elizabeth de Souza Nascimento, FUNDACENTRO/Editora UNESP, São Paulo, 1994, 97 pg

Rodricks, J. V. “Calculated Risks - understanding the toxicity and human health risks of chemicals in our environment” Cambridge University Press, New York, 1995, 256 pg

Salgado, P. E. T. e Fernícola, N. A. G. G.

“Noções Gerais de Toxicologia Ocupacional”, Centro Panamericano de Ecologia Humana e Saúde, Organização Panamericana de Saúde, Organização Mundial da Saúde, Secretaria de Estado da Saúde - São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas - UNESP, São Paulo, 1989, 146pgs

SNBOSH – Swedish National Board of Occupational Safety and Health

“Occupational Exposure Limit Values”, Solna, Sweden, 1996

Trivelato, G. da C., diversas apostilas utilizadas em cursos de PPRA, ministrados na FUNDACENTRO e no Departamento de Medicina Social da Faculdade de Medicina da Santa Casa.

Verneret, H. “Solventes industriais – Propriedades e aplicações”, Toledo Assessoria Técnica e Editorial Ltda, São paulo, 1984, 143 pg