



Vigilância Sanitária em Áreas Contaminadas Postos de Combustíveis

Solventes

São José dos Campos, setembro de 2012

Nelí Pires Magnanelli

GASES

Fluidos sem forma, que permanecem no estado gasoso nas condições normais de pressão e temperatura.

Difundem-se.

VAPORES

Formas gasosas de substâncias normalmente sólidas ou líquidas nas condições normais de pressão e temperatura.

Difundem-se.

Solventes

Os solventes orgânicos são compostos que contém diversos tipos de moléculas formadas de átomos de Carbono e Hidrogênio, por isso são denominados de ***hidrocarbonetos***.

São derivados principalmente do petróleo e produzidos a partir de processos de craqueamento e destilação.

Quanto às características químicas

Produtos Químicos Orgânicos

Hidrocarbonetos alifáticos

Hidrocarbonetos aromáticos

Hidrocarbonetos halogenados

Fenólicos

Álcoois

Glicóis e derivados

Aldeídos

Cetonas

Éteres

Ésteres

Ácidos orgânicos

Cianetos e nitrilas

Compostos nitrogenados

Solventes Orgânicos

Definição

Substâncias utilizadas para extrair, deslocar, aplicar, dissolver ou remover outra substância sem reagir com esta.

⇒ “Líquido que dissolve uma ou mais substâncias, sejam elas sólidas, líquidas ou gasosas.”

Os solventes líquidos dividem-se em

- orgânicos
- aquosos

Termo “solvente” → solventes orgânicos

Solventes

Principais características

- Líquidos voláteis com pressão de vapor elevada
 - » **vapores**
- geralmente são misturas de várias substâncias
- pouco polares ou apolares
- inflamáveis

Solventes

Termos adotados na indústria do petróleo

- **saturados:**
 - ***parafínicos***: cadeias retilíneas (n-pentano) ou ramificadas com ligações simples (isopentano)
 - ***naftênicos***: cadeias cíclicas com ligações simples (ciclopentano)

Solventes

- **insaturados:**

- ***aromáticos***: cadeia em forma de anel, apresentando ligações simples e duplas alternadas (núcleo benzênico)
- ***olefinas***: cadeias retilíneas com dupla ligação (buteno)
- ***diolefinas***: cadeias retilíneas com duas ligações duplas (butadieno)
- ***acetilênicos***: cadeias retilíneas com ligação tripla (etino)

Solventes

Produtos comerciais

- **benzina:** mistura de hidrocarbonetos alifáticos leves, especialmente entre 5 e 7 carbonos.
- **tíner:** mistura de solventes alifáticos e aromáticos, sem composição fixa. Pode conter ésteres, álcoois e cetonas.
- **aguarrás:** mistura de hidrocarbonetos saturados (~ 90%) e aromáticos (~10%)
- **querosene:** mistura de hidrocarbonetos alifáticos (C_5 a C_{16}), olefínicos e aromáticos
- **parafinas:** mistura de hidrocarbonetos sólidos, principalmente alcanos (C_{18} a C_{60}).

Portaria Interministerial nº 775, de 28/04/2004,

➤ proíbe a comercialização de produtos acabados que contenham “benzeno” em sua composição, admitindo, porém, alguns percentuais.”

Portaria SIT Nº 203, de 28/01/ 2011

Altera o Anexo 13-A (Benzeno) da Norma Regulamentadora nº 15 (Atividades e Operações Insalubres).

***A fase de exposição é
fundamental para a
ocorrência do
fenômeno toxicológico***

Solventes

Nível de contaminação ambiental, depende:

- **do processo produtivo**

- automático / manual
- temperatura e pressão
- quantidade utilizada
- fontes potenciais de contaminação / vazamentos
- atividades de limpeza e manutenção
- das condições de ventilação geral / local exaustora
- fechado / aberto
- superfícies de evaporação
- das práticas de trabalho

Solventes

Nível de contaminação ambiental, depende:

- **das condições ambientais**
 - temperatura, pressão, umidade, ruído e vibração
 - ventilação e direção do movimento do ar
 - luz e outras fontes de radiação
 - composição atmosférica do ambiente

Fatores que influem na toxicidade

- ◆ **Fatores relacionados à exposição do agente**
 - ◆ **propriedade inerente ao próprio agente**
 - ◆ forma de apresentação
 - ◆ vapor ou névoa
 - ◆ Presença de impurezas, conservantes, antioxidantes, corantes, etc..
 - ◆ propriedades físico-químicas: solubilidade, pto ebulição, densidade, pressão de vapor, etc

→ Volatilidade

Fatores que influem na toxicidade

- ◆ Fatores relacionados à exposição do agente

- ◆ propriedade inerente ao próprio agente

- ◆ forma de apresentação

- ◆ vapor ou névoa

- ◆ Presença de impurezas, conservantes, antioxidantes, corantes, etc..

- ◆ propriedades físico-químicas: solubilidade, pto ebulição, densidade, pressão de vapor, etc

→ Volatilidade

Solventes

→ Volatilidade

A pressão de vapor indica a “tendência” de evaporação de uma substância.

↑ pressão de vapor e ↓ ponto de ebulição = ↑ volatilidade

↓ peso molecular e ↓ polaridade da molécula = ↑ volatilidade

Fatores que influem na toxicidade

◆ Fatores inerentes ao organismo

- estado nutricional, hormonal e de hidratação
- idade, sexo, peso corpóreo, teor de gordura
- gestação, período de amamentação
- hábitos pessoais e socioculturais
- estado emocional (estresse)
- presença de uma doença ou patologia de um órgão específico
- susceptibilidade, genética

Toxicologia

Vias de introdução

Respiratória

Absorção por difusão

- ◆ concentração do agente tóxico no ar alveolar
 - ⇒ concentração ambiental e tempo de exposição
- ◆ coeficiente de difusão através da membrana celular
- ◆ coeficiente de partição entre ar e sangue
- ◆ intensidade da ventilação pulmonar

⇒ **Fase de equilíbrio**

Via cutânea

coeficiente de partição óleo/água; remoção da camada gordurosa

Via digestiva

Ingestão ou deglutição após inalação

Toxicocinética

Distribuição do solvente no organismo

As principais barreiras à sua distribuição são:

➤ membrana celular - barreira mecânica

sangue ⇔ espaço extracelular ⇔ espaço intracelular

➤ hematoencefálica - somente lipossolúveis

➤ placentária - mecânica e bioquímica.

Toxicocinética

Distribuição:

Não homogênea no organismo.

Afinidade por lipídeos

SNC; SNP; Tecido adiposo

Exemplos:

- **solventes clorados** acumulam-se no tecido adiposo e circulam pouco. Mesmo cessada a exposição, a eliminação ocorre por vários meses.
- **benzeno** tem afinidade pela medula óssea e acumula-se por vários meses.

Toxicocinética

Tipos de reação

✓ Fase I ou pré-sintética:

enzimas do cit. P – 450 (> fígado, pulmões e rins)

- ♦ oxidação: metanol \rightarrow ácido fórmico
tolueno \rightarrow ácido benzóico
- ♦ redução: nitrobenzeno \rightarrow anilina
- ♦ hidrólise: paraoxon \rightarrow p-nitrofenol
- ♦ desalogenação: tricloroetileno \rightarrow ácido dicloroacético

Toxicocinética

Tipos de reação

✓ Fase II ou sintética:

conjugação com moléculas de aminoácidos, ácido sulfônico, ácido glicurônico etc.

Ex.:

ácido benzóico + glicina \rightarrow ácido hipúrico

benzeno epóxido + glutathione \rightarrow ácido mercaptúrico

Toxicocinética

Vias de eliminação:

substância inalterada ou metabólitos

➤ **pulmonar:**

- intensidade da ventilação pulmonar
- perfusão pulmonar
- solubilidade do agente no sangue
- coeficiente de difusão
- pressão de vapor do agente no sangue e no ar alveolar
- velocidade de biotransformação

Toxicocinética

Agente tóxico	% Forma Inalterada
estireno	2
xileno	7
n-hexano	10
tricloroetileno	10
tolueno	20
acetona	20
benzeno	40
metanol	50
percloroetileno	90
1,1,1 tricloroetano	95

Toxicocinética

- **renal:** substâncias hidrossolúveis (polares)
- digestiva: bile
- outras: saliva, leite, suor, lágrimas.

- Estimativa da dose

Solventes

Estudos a respeito dos efeitos nocivos dos solventes às pessoas são difíceis de serem elaborados.

Solventes

Avaliação dos efeitos à saúde

Uso – variáveis envolvidas

- **diferentes solventes,**
- nível de concentração,
- duração da exposição,
- efeitos combinados com outros solventes,
- presença de impurezas, conservantes, aditivos etc.,
- saúde e idade das pessoas envolvidas,
- os estudos realizados em animais utilizam compostos relativamente puros, em atmosfera padrão controlada e,
- os estudos existentes na grande maioria referem-se aos efeitos agudos.

Efeitos à saúde

Solventes

Efeitos à saúde

Dentro da faixa de exposição está todo um espectro de efeitos:

⇒ simples aversão ao odor até a morte.

Exposição de curto prazo (agudos)

Solventes ⇒ Interação direta com a células do SNC

⇒ **Narcose**

(propriedades físico-químicas dos solventes)

- Caracterizados por doses relativamente elevadas
- Presente durante a exposição e desaparecem, paulatinamente, com a cessação da exposição.
- Efeitos inespecíficos

Ação no SNC

Inalação de altas concentrações ⇒ fase excitatória inicial

- euforia, desorientação e tontura (~ ingestão de álcool)

Com ↑ dose e/ou tempo de exposição ⇒ **depressão do SNC**

- diminuição dos reflexos até o coma

Exposição de curto prazo (agudos)

Ação no SNC

Cefaléia, sonolência, confusão mental, desorientação, redução na velocidade de percepção, obnubilação, diplopia, nistagmo, perda do autocontrole, ataxia, palidez, redução acentuada do alerta e reflexos, sonolência e fala pastosa.



Ação irritante sobre as mucosas

- náuseas, vômitos, espirros, tosse e aumento de salivação

Ação tópica sobre a pele

- prurido, eritema e queimação

Exposição a longo prazo (crônicos)

➤ Efeitos inespecíficos

- **depressão e distúrbios neuropsíquicos** ➔
depreciação cognitiva, labilidade emocional, fadiga, irritabilidade, cefaléia recorrente, diplopia, discromatopsia, nistagmo, obnubilação, distúrbios do sono, dificuldades de concentração, perda da memória recente, disfunções psicomotoras, anosmia.
- prejuízo das funções cognitivas, atenção, memória visual e verbal (avaliação neuropsicológica)

➤ Efeitos órgão-específicos

Relacionados com a estrutura química do solvente e aos processos de biotransformação.

Sistema nervoso central

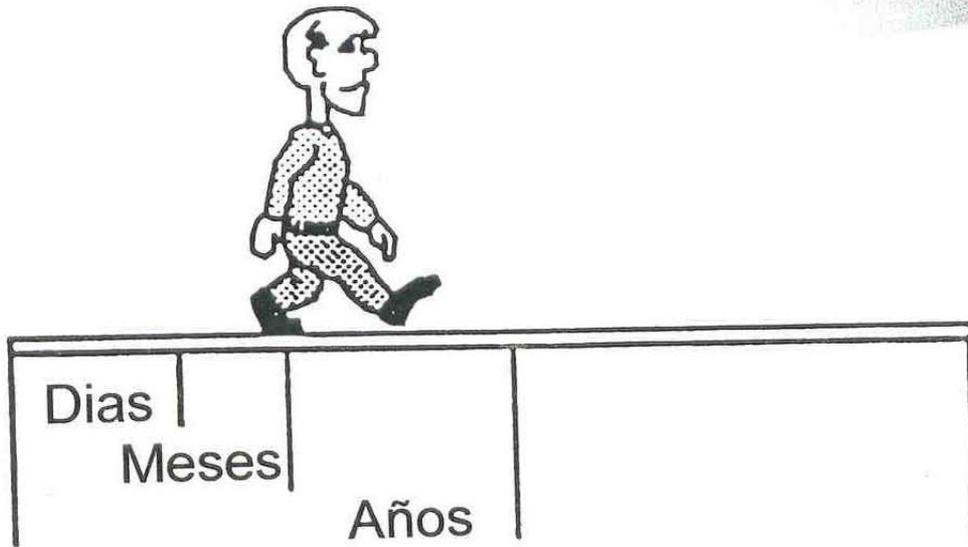
Particularmente suscetível à ação de substâncias altamente lipofílicas, pois as membranas neurológicas contêm alto teor de lipídeos.

Capacidade de regeneração limitada

⇒ conseqüências neurológicas sérias e permanentes.

Neurotoxicidade crônica

- ⇒ difícil detecção/diagnóstico diferencial:
- os efeitos são sutis;
- a deterioração é gradual;
- não há sensores de dor no cérebro para advertir sobre o dano celular;
- as disfunções mentais, emocionais e nervosas, quando se detectam, são atribuídas ao envelhecimento;
- a pessoa afetada perde progressivamente a noção de sua situação;
- o período de latência para a demência senil ⇒ prolongado
- ⇒ pode aparecer longo tempo após a exposição.

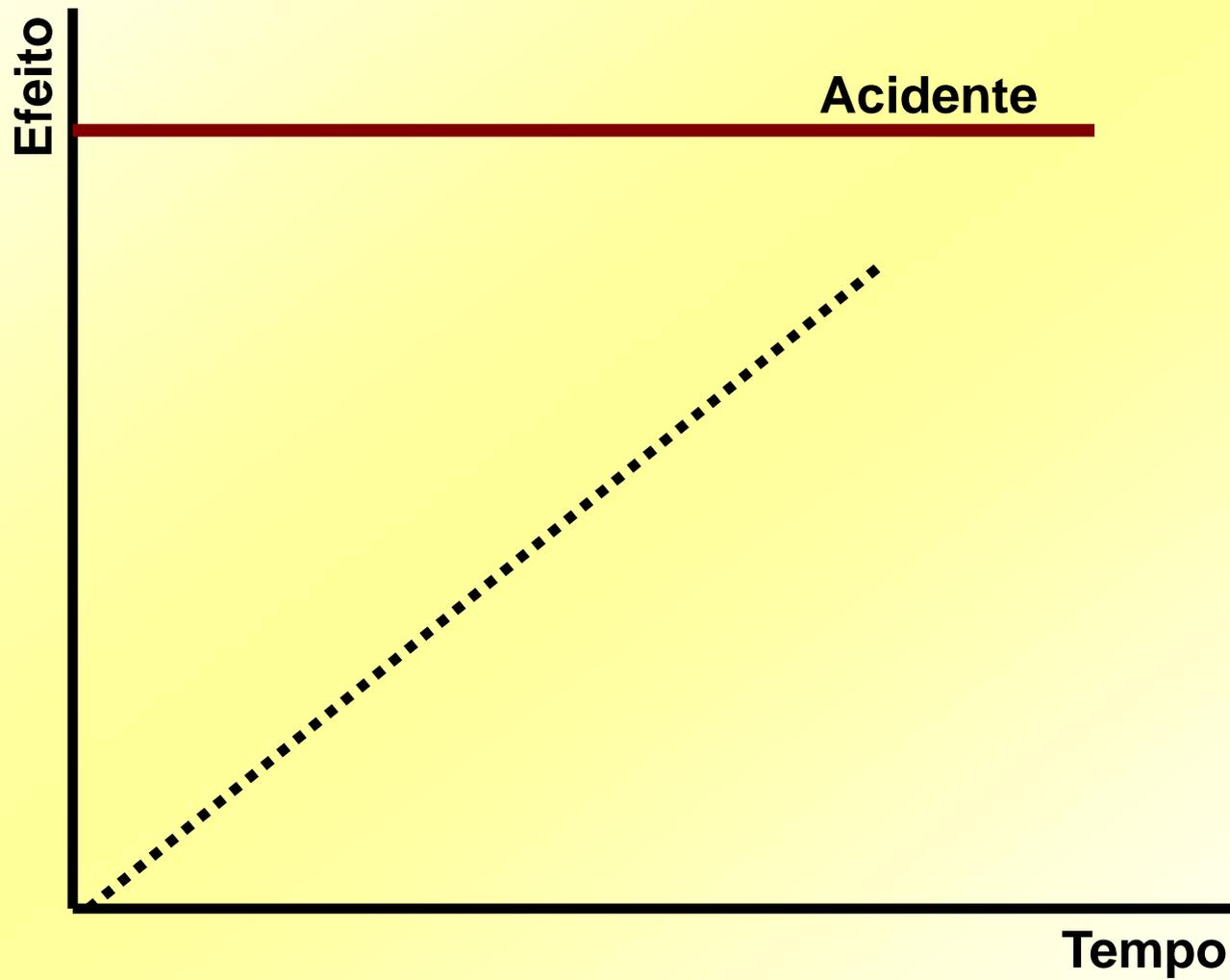


Preocupação atual:

- exposições a baixas concentrações e a longo prazo.
- associar nível de agente químico e alterações (SNC)

fator tempo

especificidade das manifestações



Classificação EU

BENZENO CAS 71-43-2

F; R11; Carc. Cat. 1 - R45; Muta. Cat. 2 - R46;
T - R48/23/24/25; Xn; R65; Xi; R36/38

R45 Pode causar cancro.

R46 Pode causar alterações genéticas hereditárias.

R48/23/24/25 Tóxico: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação, em contacto com a pele e por ingestão.

R65 Nocivo: pode causar danos nos pulmões se ingerido.

Flam. Liq. 2	H225	Líquido e vapor altamente inflamáveis	
Carc. 1A	H350	Pode provocar cancro	
Muta. 1B	H340	Pode provocar anomalias genéticas	
STOT RE 1	H372	<i>Afecta os órgãos <ou indicar todos os órgãos afectados, se forem conhecidos> após exposição prolongada ou repetida</i>	
Asp. Tox. 1	H304	Pode ser mortal por ingestão e penetração nas vias respiratórias.	
Eye Irrit. 2	H319	Provoca irritação ocular grave.	
Skin Irrit. 2	H315	Provoca irritação cutânea.	

Sistema hematopoético

- hipoplasia, displasia e aplasia da medula
 - alterações ou não no hemograma
 - Leucopenia, plaquetopenia e anemia

Cancerígeno: leucemias e linfomas

- Leucemia mielóide aguda
- Leucemia linfóide aguda
- Leucemia mielóide crônica
- Mielodisplasia
- Linfomas

????? Monitoramento biológico:

ácido *trans,trans*-mucônico na urina

Classificação UE

TOLUENO CAS 108-88-3

F; R11 - Repr.Cat.3; R - Xn; R48/20-65 - Xi; R38 - R67

R63 Possíveis riscos durante a gravidez com efeitos adversos na descendência.

R48/20 Nocivo: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação.

R65 Nocivo: pode causar danos nos pulmões se ingerido.

R38 Irritante para a pele.

R67 Pode provocar sonolência e vertigens, por inalação dos vapores.

Flam. Liq. 2	H225	Líquido e vapor altamente inflamáveis	
Repr. 2	H361d ***	Suspeito de afectar a fertilidade ou o nascituro (indicar o efeito específico se este for conhecido)	
Asp. Tox. 1	H304	Pode ser mortal por ingestão e penetração nas vias respiratórias.	
STOT RE 2 *	H373 **	Pode afectar os órgãos (ou indicar todos os órgãos afectados, se forem conhecidos) após exposição prolongada ou repetida	
Skin Irrit. 2	H315	Provoca irritação cutânea.	
STOT SE 3	H336	Pode provocar sonolência ou vertigens	

⇒ **Sistema ginecológico e reprodutor**

Efeitos na fertilidade: distúrbios menstruais, diminuição da concentração do hormônio luteinizante e da testosterona

Efeitos ao desenvolvimento: abortos espontâneos, baixo peso ao nascer, atraso e neurotoxicidade

⇒ **Sistema sensorial:** alterações otovestibulares - VIII par

Efeitos crônicos – específicos

TOLUENO

Exp. Única –

SNC: fadiga, tontura, sonolência, ...

efeitos narcóticos;

Trato respiratório: irritação.

Exp. Rep. –

- **SNC:** dano crônico - restrição da visão, nistagmo, perda da audição, tremor, ataxia e amnésia.

- **disfunção renal** – proteinúria e hematúria

- **hepatotoxicidade** – AST, esteatose, ...

F; R11 - Repr. Cat. 3; R62 - Xn; R48/20-65 - Xi; R38 - R67 - N; R51-53

Xi; R38 Irritante para a pele.

Xn; R48/20 Nocivo: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação.

R62 Possíveis riscos de comprometer a fertilidade.

R65 Nocivo: pode causar danos nos pulmões se ingerido.

R67 Pode provocar sonolência e vertigens, por inalação dos vapores.

N; R51-53 Tóxico para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático.

n-HEXANO

Concentração	Classificação
$C \geq 25 \%$	Xn, N; R38-48/20-62-51/53
$20 \% \leq C < 25 \%$	Xn; R38-48/20-62-52/53
$5 \% \leq C < 20 \%$	Xn; R48/20-62-52/53
$2,5 \% \leq C < 5 \%$	R52/53

Efeitos crônicos – específicos **n-HEXANO**, MEK, MnBK

SNC: sonolência, tontura,

Trato respiratório: irritação

SNC: depressão

SNP: neuropatia periférica sensitivo motora

(desmielinização das fibras nervosas e intumescência dos axônios)

“ γ dicetona” polineuropatia”

Reprodução: inhibition of spermatogenesis

Xilenos 1330-20-7

JP:

Inflamável cat 3

Tox aguda oral cat 5

Corrosão/irritação cat 2

S´rio Dano aos olhos cat 2^a

Tox à reprod cat 1B

STOT SE

1(respiratory, liver, central nervous system, kidney), 3(drowsiness and dizziness)

STOT RE

1(respiratory, nervous system)

Perigoso por aspiração cat 2

Tox aguda ao amb aquatico cat 2

Tox crônica ao amb aquatico cat 2

Óleos – efeitos saúde

Dermatite irritativa

Obstruções dos folículos sebáceos

Foliculites

Furunculoses ocupacionais

Elaioconiose (erupções acneiformes)

óleo+poeira ou agente químico

Dermatite alérgica

Óleos com bactericidas

Dermatite irritativa de contato

Limpeza de peças
metálicas com
querosene



Participação dos trabalhadores é fundamental
em todas as etapas do processo

Muito Obrigada

nmagnanelli@cvs.saude.sp.gov.br