



# Redes Subterrâneas de Energia Elétrica/2018

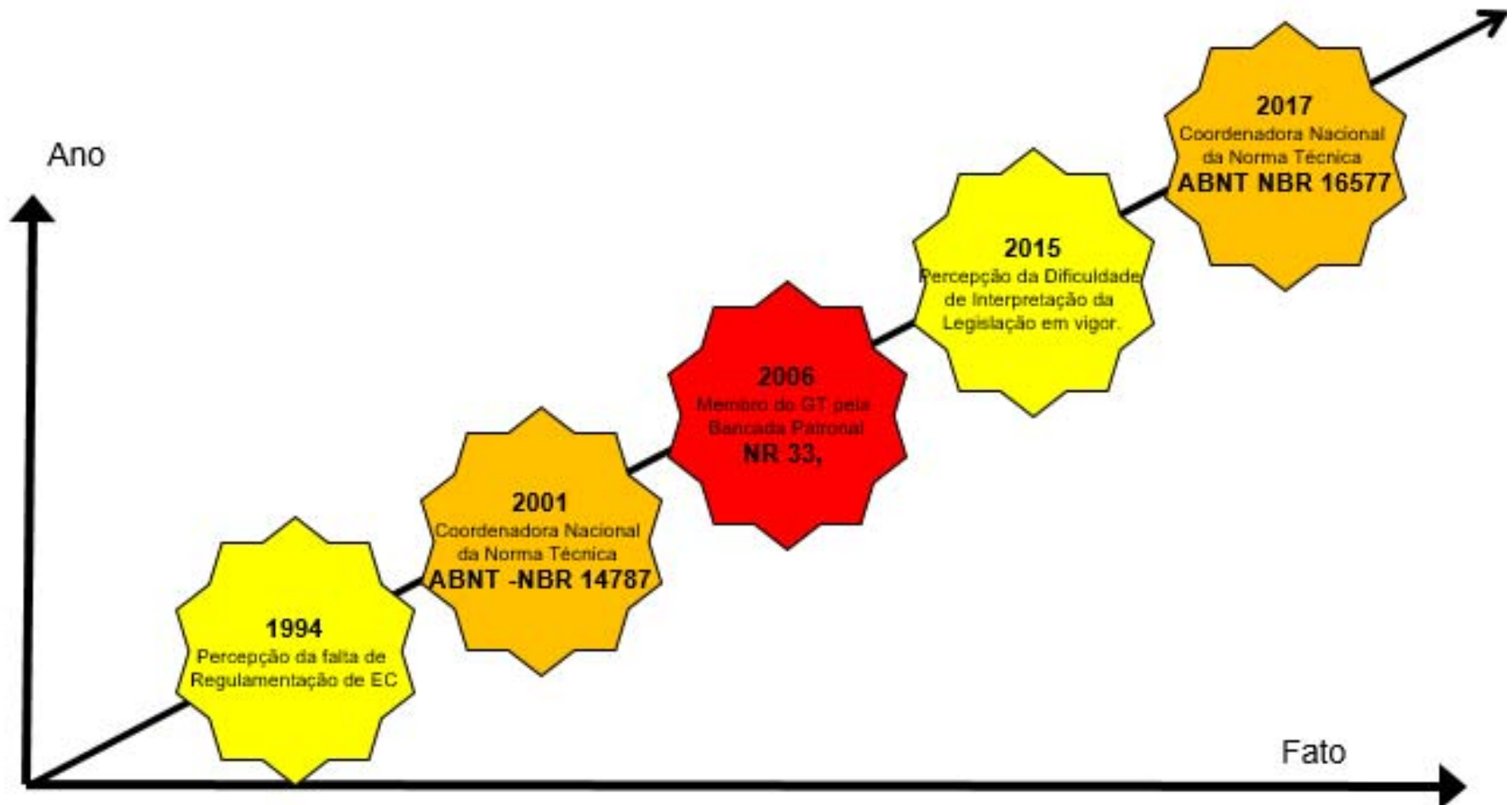
11 e 12 de junho de 2018

Centro de Convenções Frei Caneca - São Paulo - SP

## ESPAÇO CONFINADOS: A NOVA NBR 16.577 DA ABNT, QUE SUBSTITUI A NBR 14.787 E ORIENTA A NR-33 DO MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO”

*Paula Scardino* - Coordenação Nacional da Norma - ABNT NBR 16.577, publicada em 20-03-2017  
Membro do GT Tripartite da NR-33, publicada em 27/12/2006.

Especializada em Espaços Confinados  
fundada em 2007.



*Paula Scardino*

Coordenação Nacional da Norma - ABNT NBR 16.577, publicada em 20-03-2017;  
Membro do GT Tripartite da NR-33, publicada em 27/12/2006.

Al. Iraé, 620 – conjunto 56 – Indianópolis - São Paulo – SP  
Tels: (11) 3499-1009 3499-6061 Cel: 11 99267-3526

e-mail: [paula@paulascardino.com.br](mailto:paula@paulascardino.com.br)

site: [www.paulascardino.com.br](http://www.paulascardino.com.br)

Vazamentos de postos de serviço, formação natural de gás metano através da decomposição de material orgânico bem como do gás sulfídrico (tóxico), vazamentos de gás canalizado e presença de monóxido de carbono são frequentes em galerias subterrâneas, especialmente devido à falta de integração de mapas do subsolo e perfurações por método destrutivo e não destrutivo, que encontram "interferências", fazendo com que o esgoto adentre nas galerias ou ainda rompimento de tubulações de gás natural em obras, etc.

Importante também ressaltar que existem outros gases tóxicos que podem contaminar as galerias, dependendo do local onde se encontram as mesmas. Por ex., galerias próximas de indústrias de fertilizantes que tiveram vazamento de gás Amônia ( $\text{NH}_3$ ), poderão conter, em seu interior, a presença deste gás tóxico. Galerias que se encontram próximas de estações de tratamento poderão, eventualmente, conter o gás Cloro ( $\text{Cl}_2$ ) e assim por diante.

# Espaço Confinado “Não perturbado” e Espaço Confinado “Perturbado”

## Espaço Confinado “Não perturbado”

Estudam-se os riscos inerentes ao espaço em si, seus riscos e contaminantes. Conhecido também por riscos estáticos (a menos que o contaminante seja modificado)

Medidas de Controle de Riscos são norteadas pela **P.E.T. – Permissão de Entrada e Trabalho**

## Espaço Confinado “Perturbado”

Estudam-se os riscos inerentes à atividade que será executada no interior do espaço, sua dinâmica de evolução de riscos associada aos riscos do EC não perturbado.

Medidas de Controle de Riscos são norteadas pela **A.P.R. – Análise Preliminar de Risco**



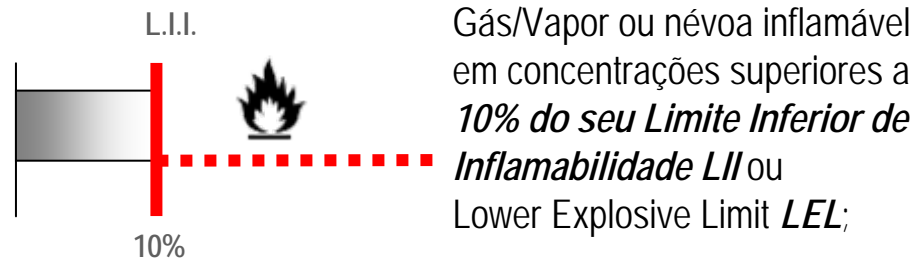
## Definição de EC:

qualquer área não projetada para ocupação humana contínua, a qual tem meios limitados de entrada e saída **ou uma configuração interna que possa causar aprisionamento ou asfixia em um trabalhador** e na qual a ventilação é inexistente ou insuficiente para remover contaminantes perigosos e/ou deficiência/enriquecimento de oxigênio que possam existir ou se desenvolver **ou conter um material com potencial para engolfar/afogar um trabalhador que entrar no espaço**



Todo EC requer ventilação forçada

# Gases e Vapores Inflamáveis



*LII, LIE* (limite inferior de explosividade), ou *LEL (lower explosive limit)* = fração expressa em volume

# Gases e Vapores Inflamáveis



*L.I.L.* é o ponto onde existe **a mínima concentração** para que uma mistura de ar + gás/vapor se inflame.

*L.S.L.* é o **ponto máximo** onde ainda existe uma concentração de mistura de ar + gás/vapor capaz de se inflamar.



*Combustível 0% L.I.L.*

*L.S.L. 100% Combustível*

*POBRE*

*EXPLOSIVA*

*RICA*

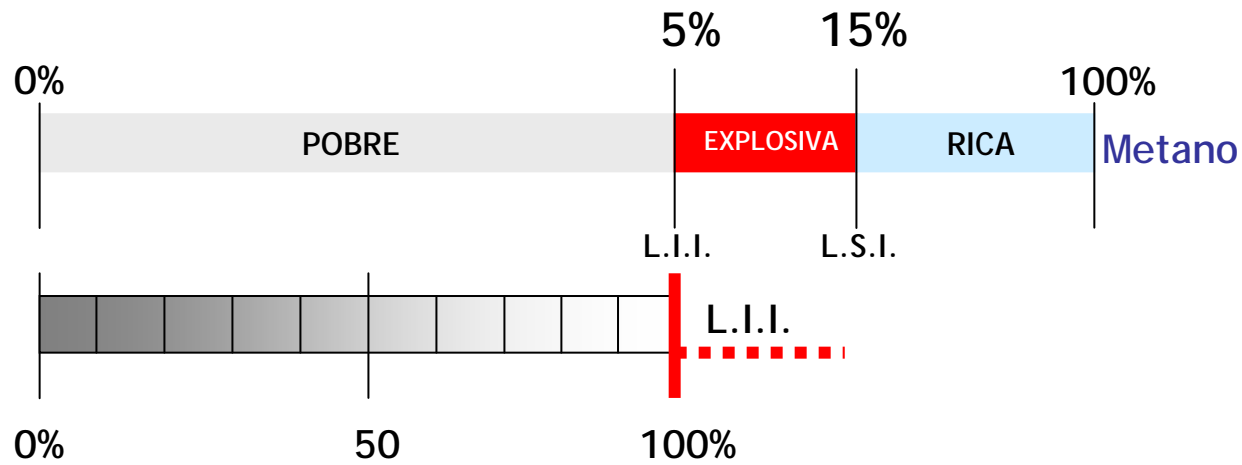
*Pouco Gás*

*Muito Gás e pouco Ar 0% Ar*



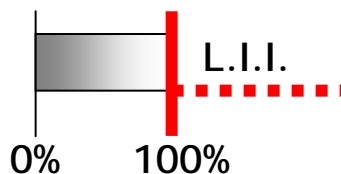
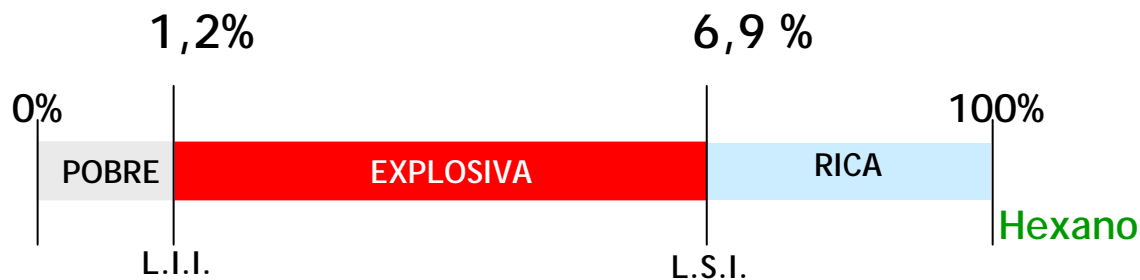
## Monitorando Gases e Vapores Inflamáveis

### *Limites de Inflamabilidade*



*L.I.I. = Limite Inferior de Inflamabilidade*

# Gases e Vapores Inflamáveis

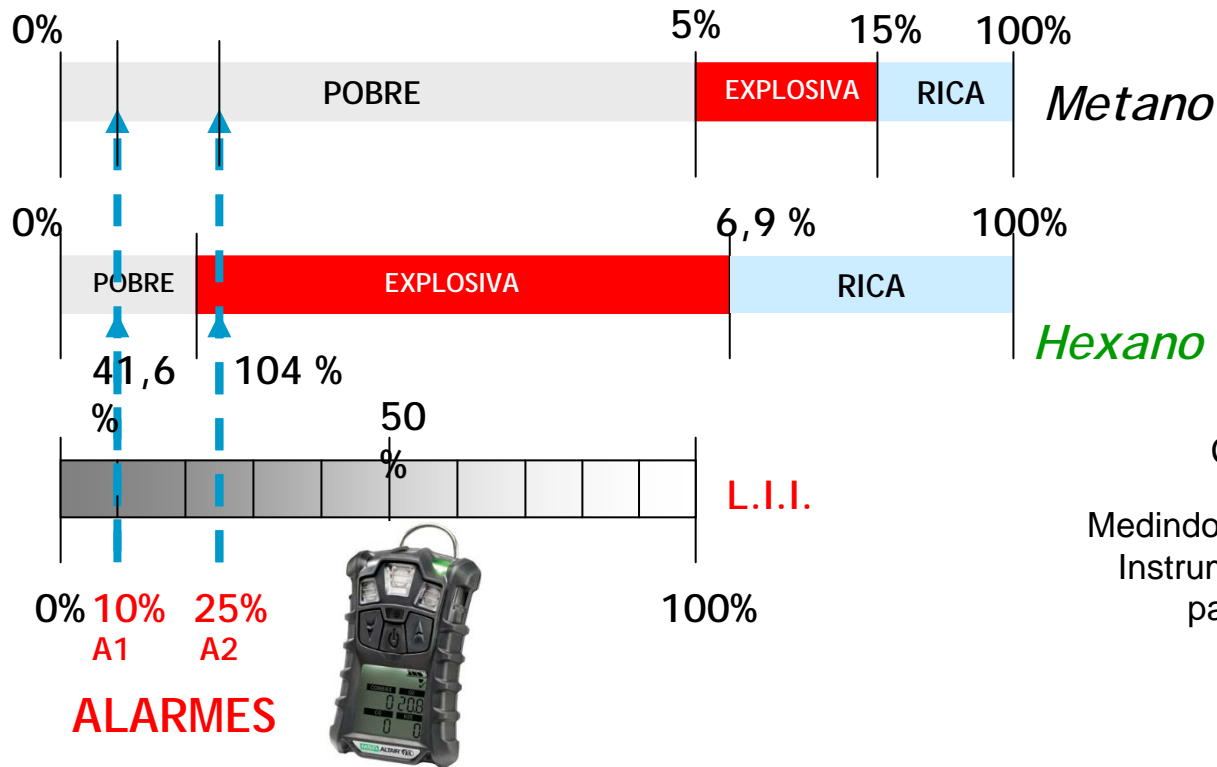


L.I.I. = Limite Inferior de Inflamabilidade

# Monitorando Gases e Vapores Inflamáveis

## Limites de Inflamabilidade

### Correlação entre gases



Cuidado !  
 Medindo *Hexano* com um  
 Instrumento calibrado  
 para *Metano*

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DE ALGUMAS SUBSTÂNCIAS INFLAMÁVEIS MAIS COMUNS

Substância	Densidade de Vapor (AR=1)	Ponto de Fulgor (°C)	Limites de Inflamabilidade (% Volume)		Temperatura de Ignição (°C)	Classe de Temperatura	Grupo
			Inferior	Superior			
Acetaldeído	1,52	- 38,00	4,00	60,00	204,00	T3	IIA
Acetato de Amila	4,48	25,00	1,00	7,10	375,00	T2	IIA
Acetato de Butila	4,01	22,00	1,40	8,00	370,00	T2	IIA
Acetato de Etila	3,04	- 4,00	2,10	11,50	460,00	T1	IIA
Acetato de Isobutil	4,00	18,00	2,40	10,50	420,00	T2	---
Acetato de Metila	2,56	- 10,00	3,10	16,00	475,00	T1	IIA
Acetato de Vinila	2,97	< 0,00	2,60	13,40	385,00	T2	---
Acetilacetona	3,50	34,00	1,70	---	340,00	T2	IIA
Acetileno	0,90	---	2,30	100,00	305,00	T2	IIC
Acetoacetato de Metila	4,00	67,00	---	---	280,00	T3	IIA
Acetona	2,00	- 19,00	2,50	13,00	535,00	T1	IIA
Acido Acético	2,07	40,00	4,00	17,00	464,00	T1	IIA
Acrilato de Etila	3,45	9,00	1,80	---	---	---	IIB
Acrilato de Metila	3,00	- 3,00	2,80	25,00	---	---	IIB
Acrlonitrila	1,83	- 5,00	3,00	17,00	480,00	T1	IIB
Acroleína	1,94	< 0,00	2,80	31,00	278,00	T3	---
Álcool Alílico	2,00	21,00	2,50	18,00	378,00	T2	---
Álcool Butílico-N	2,55	29,00	1,40	11,20	340,00	T3	IIA
Álcool Butílico Secundário	2,55	24,00	1,70	9,80	390,00	T2	---
Álcool Butílico Terciário	2,55	11,00	2,30	8,00	408,00	T2	---
Álcool Isoamílico Primário	3,04	43,00	1,20	9,00	343,00	T3	---
Álcool Isobutílico	2,55	27,00	1,68	10,90	427,00	T2	IIA
Álcool Isopropílico	2,10	11,00	2,00	12,00	400,00	T2	IIA
Álcool Tetrahydro-furfúrico	3,52	70,00	1,50	9,70	280,00	T3	IIB
Álcooldiacetona	4,00	58,00	1,80	6,90	640,00	T1	IIA
Aldeído Butírico	2,48	< 0,00	1,40	12,50	230,00	T3	IIA
Aldeído Crotonico	2,41	13,00	2,10	15,50	232,00	T3	---
Alileno	1,38	---	1,70	---	---	---	IIB

# Acetileno - $C_2H_2$

*Asfixiante Simples, irritante, anestésico*



## •Aparência:

•**Cheira à ALHO** e é dificilmente detectado pelo olfato em baixas concentrações.

## Efeitos:

Concentrações moderadas podem causar dor de cabeça, sonolência, vertigem, náusea, vômito, excitação, excesso de salivação e inconsciência. O vapor liberado pelo líquido pode também causar a falta de coordenação e dores abdominais. Este efeito pode ser retardado. A falta de oxigênio pode levar a morte.

## Onde encontramos:

Indicado para os processos Oxidocombustíveis: *Corte, Solda*, Brasagem, Aquecimento, Goivagem, Flamagem de Plásticos, Têmpera Superficial, Geração de Fuligem e Metalização com Pó.

Limites de inflamabilidade no ar:

LSI: 100 %

LII: 2,3 %

Temperatura de Auto-ignição

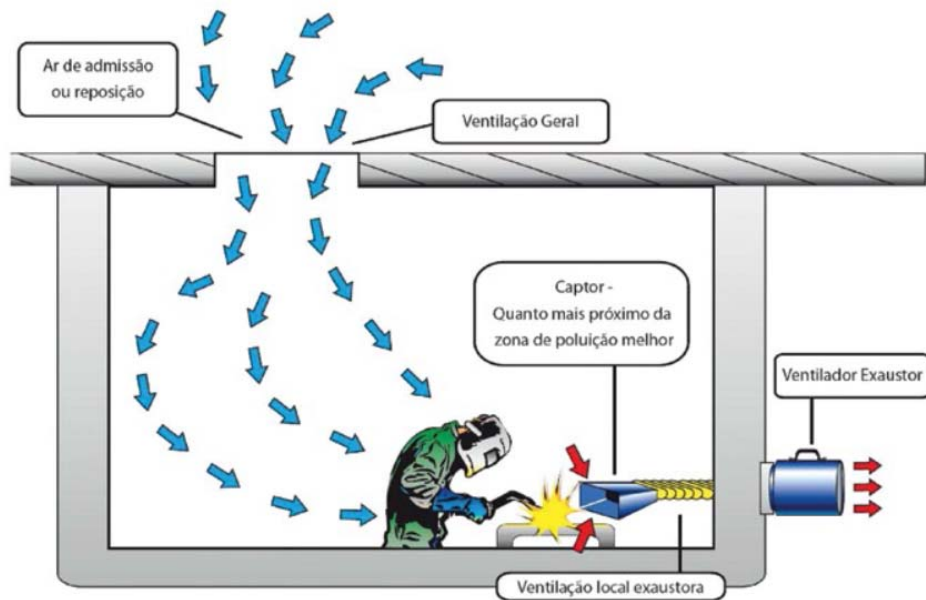
305 °C

Ponto de fulgor

Não pertinente

Densidade relativa do vapor

0,90



Operações de solda e corte podem produzir *fumos metálicos* ou gases como *Monóxido de Carbono (CO)*, *Ozônio (O<sub>3</sub>)* e *Óxidos Nítricos (NO<sub>x</sub>)*.

Estes contaminantes podem trazer danos ao trabalhador, e podem ser facilmente controlados por uma *exaustão local*, capturando-os próximo à fonte geradora

## Gases Tóxicos LT – Limite de Tolerância



Deve-se manter a exposição do trabalhador abaixo do Limite de Tolerância (publicado na NR-15 do MTbE ou em recomendação mais restritiva – ACGIH - *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*).

***Comparar LT's da NR-15 e ACGIH e adotar o mais restritivo.***

## IPVS: Condição imediatamente Perigosa à Vida ou à Saúde)

Qualquer condição que cause uma **ameaça imediata à vida** ou que possa **causar efeitos adversos irreversíveis** à saúde (*instantanea ou retardada, ou exposições agudas aos olhos que impeçam a fuga da atmosfera perigosa*) ou que **interfira com a habilidade dos indivíduos para escapar de um espaço confinado sem ajuda**.

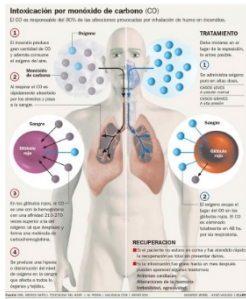
*Nota: Algumas substâncias podem produzir efeitos transientes imediatos que, apesar de severos, possam passar sem atenção médica, mas são seguidos de **repentina possibilidade de colapso fatal** após 12 – 72 horas de exposição. A vítima pode não apresentar sintomas de mal-estar durante a recuperação de efeitos transientes, porém está sujeita a sofrer um colapso. Tais substâncias em concentrações perigosas são consideradas como sendo “imediatamente” perigosas à vida ou à saúde (ex. fumos de cádmio).*

**IPVS = IDLH – Immediately Dangerous to Health and Life**



# CO

## Monóxido de Carbono Gás Tóxico, Asfiziante Bioquímico e Inflamável Não apresenta odor nem cor



*Limites de inflamabilidade no ar:  
Limite Superior: 75 %  
Limite Inferior: 12 %*

É absorvido pelo pulmão até **100 vezes mais rápido** que o Oxigênio.

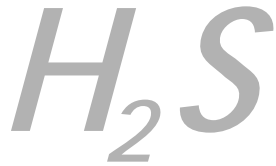
**IPVS = 1200 ppm**

**Limite de Tolerância (Brasil) = 39 ppm;**

**TLV(EUA) = 25 ppm**

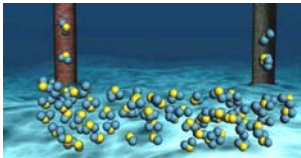
**Efeitos do CO (concentração x tempo de exposição):**

- ✓ Ligeira dor de cabeça, desconforto (200ppm x 3hs)
- ✓ Dor de cabeça, desconforto (600ppm x 1 h)
- ✓ Confusão, dor de cabeça (1000 a 2.000 ppm x 2 hs)
- ✓ Tendência a cambalear (1.000 a 2.000 ppm x 1,5 hs)
- ✓ Palpitação leve (1.000 a 2.000 ppm x 30 minutos);
- ✓ Inconsciência (2.000 a 5.000 ppm);
- ✓ Fatal (10.000 ppm).



## Gás Sulfídrico ou Sulfeto de Hidrogênio Gás Tóxico, Asfixiante Bioquímico e Inflamável

Considerado um dos piores agentes ambientais agressivos ao ser humano. *Em concentrações médias, inibe o olfato.*



*IPVS = 100 ppm*

*Limite de Tolerância (Brasil) LT = 8ppm*

*TLV (EUA) = 1ppm*

*Efeitos do H<sub>2</sub>S (concentração x tempo de exposição):*

- ✓ Nenhum (8 ppm x 8 hs)
- ✓ Irritação moderada nos olhos e garganta (50 a 100 ppm x 1 h)
- ✓ Forte irritação (200 a 300 ppm x 1 h)
- ✓ Inconsciência e *morte por paralisia respiratória* (500 a 700 ppm x 1,5 h)
- ✓ Inconsciência e *morte por paralisia respiratória* (>1000 ppm x minutos).

# Monitorando o Oxigênio

O<sub>2</sub>



23,0%VOL → Excesso de O<sub>2</sub>

20,9% VOL → Normal

19,5% VOL → Deficiência de O<sub>2</sub>

# Telas do Multigás

Para todos os sensores:

- Tela de leitura instantânea
- Tela de leitura de pico (“peak”, “high”)

Para os sensores que medem gases tóxicos em ppm:

- Tela STEL – Short Time Exposure Limit – Limite de Exposição a curto prazo (15 minutos)
- Tela TWA – Time weighted average – Média ponderada através do tempo (8 horas) ou
- Tela LTEL – Long Time Exposure Limit – Limite de Exposição a longo prazo (8 horas)

Os **gases tóxicos** podem causar vários efeitos prejudiciais à saúde humana. Os efeitos dos gases tóxicos no organismo humano dependem diretamente da concentração (**Risco Imediato**) e do tempo de exposição –TWA (**Efeito Cumulativo**).  
*Programação nos detectores de gases LT atualizada*



## Teste de Resposta dos Detectores

j) *testar os equipamentos de medição antes de cada utilização*


Consiste em testar os sensores com *gás padrão*, assegurando que estes *respondem à presença de gás*.

Esta é a **única maneira** segura de garantir que os sensores estão ativos.

**É de fundamental importância testar os sensores antes de cada aplicação.**



# Set-point de alarmes

 Consultoria, Avaliações e Treinamento Técnico NR-33	
<b>PADRÃO DE ALARMES PARA DETECTORES PORTÁTEIS PARA JORNADA DE TRABALHO 40 HS</b>	
<b>SENSOR DE OXIGÊNIO</b>	
DEFICIÊNCIA: 19,5% VOL	
EXCESSO: 23% VOL	
<b>SENSOR PARA INFLAMÁVEIS CALIBRADOS COM METANO</b>	
ALARME 1: 5% LIE OU LEL	
ALARME 2: 10% LIE OU LEL	
<b>SENSOR PARA INFLAMÁVEIS CALIBRADO COM METANO SIMULADOS COM PENTANO</b>	
ALARME 1: 10% LIE OU LEL	
ALARME 2: 20% LIE OU LEL	
<b>SENSOR DE CO - MONÓXIDO DE CARBONO</b>	
ALARME 1: 58 ppm	
ALARME 2: 100 ppm	
STEL: 125 ppm	
TWA: 25 ppm	
<b>SENSOR DE H<sub>2</sub>S - GAS SULFÍDRICO OU SULFETO DE HIDROGÊNIO</b>	
ALARME 1: 8 ppm	
ALARME 2: 10 ppm	
STEL: 5 ppm	
TWA: 1 ppm	