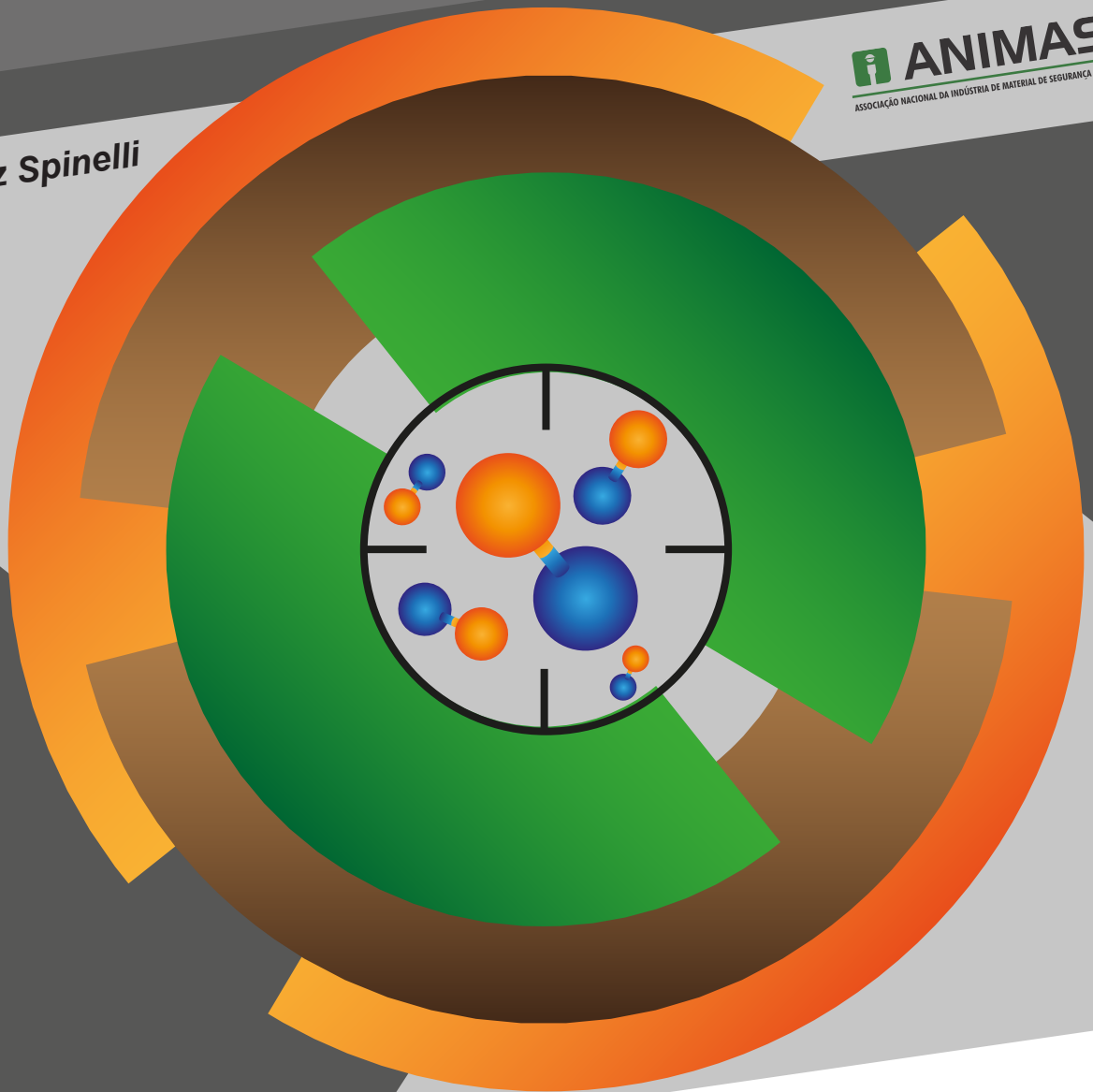


# MANUAL DETECÇÃO DE GASES

apoio

 **ANIMASEG**  
ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE MATERIAL DE SEGURANÇA E PROTEÇÃO AO TRABALHO

Luiz Spinelli



patrocinadores

**plasmódia**  
cabos & cordas

**Dräger**



**ACROTEC**  
EQUIPAMENTOS PARA ESPAÇO CONFINADO E RESGATE

**ISC** Instituto  
Santa  
Catarina  
TREINAMENTO EM SEGURANÇA DO TRABALHO

**Copyright © 2020**

Direitos reservados  
Spinelli, Luiz Eduardo  
São Paulo - SP - Brasil  
Janeiro de 2020.

### **PATROCÍNIO**

PLASMÓDIA IND. E COM. DE PLÁSTICOS LTDA  
[www.plasmodia.com.br](http://www.plasmodia.com.br)

DRÄGER DO BRASIL LTDA.  
[www.draeger.com.br](http://www.draeger.com.br)

INSTITUTO SANTA CATARINA  
[www.institutosc.com.br](http://www.institutosc.com.br)

ACROTEC EQUIPAMENTOS LTDA  
[www.acrotec.com.br](http://www.acrotec.com.br)

### **APOIO**

**ANIMASEG**  
Associação Nacional da Indústria de Material de Segurança e  
Proteção ao Trabalho

Capa de Luiz E. Spinelli

Texto e diagramação de Luiz E. Spinelli

Ilustrações de Luiz E. Spinelli

**Revisão técnica:**

Carlos de Almeida Carvalho

**Luiz Spinelli**

[www.spinelli.blog.br](http://www.spinelli.blog.br)

[luiz@spinelli.blog.br](mailto:luiz@spinelli.blog.br)

### **Advertências**

É proibida a utilização das imagens contidas nesta obra sem a expressa autorização do autor.

É proibida a venda desta obra.

A reprodução desta obra é permitida somente na sua íntegra, sem inserções ou alterações.

## Objetivo

Os riscos atmosféricos são o que podemos classificar de inimigos invisíveis, pois na maioria dos casos é impossível detectar os perigos através de uma avaliação visual.

A única forma de identificar os riscos atmosféricos em ambientes com uma ventilação precária ou sem nenhuma ventilação, ou em trabalhos que envolvam produtos que possam gerar gases perigosos é através de instrumentos.

Perigos provenientes da baixa concentração ou da alta concentração de oxigênio, da presença de gases tóxicos, da presença de gases asfixiantes ou de gases inflamáveis são exemplos dos problemas que podem afetar a saúde ou colocar em risco a vida dos trabalhadores.

Este manual tem o objetivo de compartilhar conhecimentos técnicos sobre os equipamentos e sobre os procedimentos de análise de atmosferas potencialmente perigosas.

O foco deste manual será no uso dos detectores portáteis de gases.

Boa leitura!

Você está tendo acesso a esta obra graças ao investimento das empresas listadas nesta página. Sugiro que você as prestigie buscando conhecer os seus produtos e os seus serviços.

*Luiz Spinelli*

**plasmódia**  
cabos & cordas

PLASMÓDIA IND. E COM. DE PLÁSTICOS LTDA  
[www.plasmodia.com.br](http://www.plasmodia.com.br)

**Dräger**

DRÄGER DO BRASIL LTDA.  
[www.draeger.com.br](http://www.draeger.com.br)

**ISC Instituto Santa Catarina**  
TREINAMENTO EM SEGURANÇA DO TRABALHO

INSTITUTO SANTA CATARINA  
[www.institutosc.com.br](http://www.institutosc.com.br)



ACROTEC EQUIPAMENTOS LTDA  
[www.acrotec.com.br](http://www.acrotec.com.br)

APOIO

**ANIMASEG**

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE MATERIAL DE SEGURANÇA E PROTEÇÃO AO TRABALHO

[www.animaseg.com.br](http://www.animaseg.com.br)

## INDICE

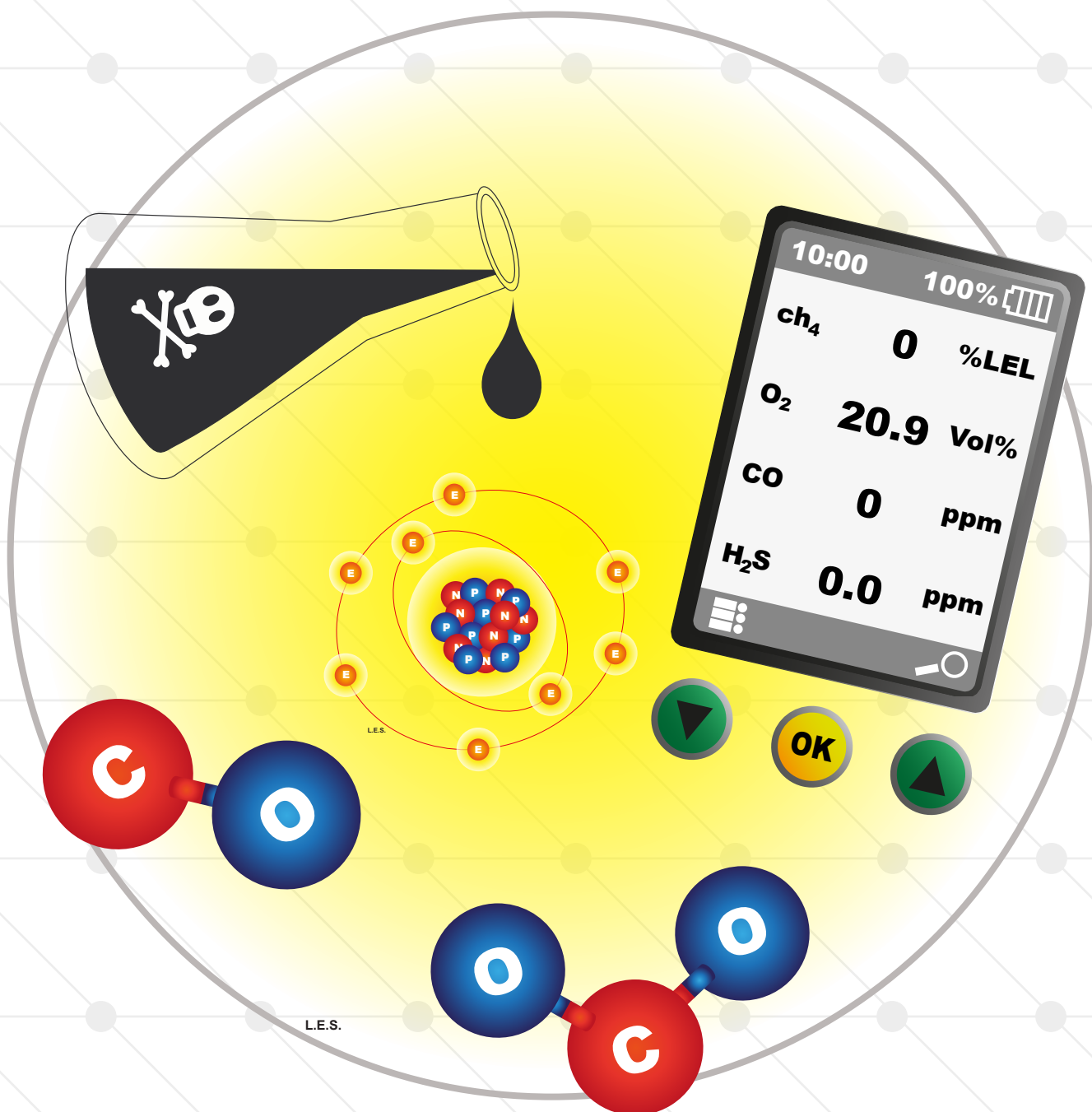
<b>Capítulo 1 - Definições e conceitos básicos</b>	<b>07</b>
O que é uma atmosfera?	08
O que é um gás?	09
Propriedades dos gases	11
Detectar o quê?	15
Como detectar?	16
Onde e quando detectar?	18
<b>Capítulo 2 - Riscos atmosféricos - Insuficiência ou excesso de oxigênio</b>	<b>21</b>
O ar que precisamos	22
A respiração humana e o gás oxigênio	23
Volumes de oxigênio	25
Insuficiência de oxigênio	26
Enriquecimento de oxigênio	27
<b>Capítulo 3 - Riscos atmosféricos - Gases tóxicos</b>	<b>28</b>
Toxidez e os efeitos nos seres humanos	29
Classificação dos gases	30
Limites de exposição ocupacional	31
Quem estabelece os limites de tolerância?	33
Unidades de medida	34
Conhecendo os perigos - FISPQ	36
Monóxido de Carbono	37
Dióxido de Carbono	38
Sulfeto de Hidrogênio	39
Amônia	40
<b>Capítulo 4 - Riscos atmosféricos - Gases e vapores inflamáveis</b>	<b>42</b>
Gases e vapores inflamáveis	43
Limites de explosividade	44
Como a explosividade é medida?	47
<b>Capítulo 5 - Sensores</b>	<b>48</b>
Tecnologias de sensores	49
Sensores eletroquímicos	50
Sensores catalíticos	51
Sensores infravermelhos	53
Sensores PID	55
Tempo de resposta	57
Fatores ambientais	58
Sensibilidade cruzada	59

## ÍNDICE

<b>Capítulo 6 - Detectores portáteis de gás</b>	<b>61</b>
Detectores portáteis de gás	62
Características e funções básicas	64
Acessórios	67
<b>Capítulo 7 - Calibração e ajustes</b>	<b>72</b>
Calibração	73
Teste de resposta	74
Calibração RBC	75
Ajuste de auto-zero	76
<b>Capítulo 8 - Seleção dos detectores</b>	<b>77</b>
Seleção dos detectores	78
<b>Capítulo 9 - Utilização dos detectores</b>	<b>81</b>
Avaliação	82
Avaliação de espaços verticais	84
Monitoramento	85
Uso individual	86
<b>Referências</b>	<b>87</b>
<b>Agradecimentos</b>	<b>88</b>
<b>Anunciantes</b>	<b>89</b>

# CAPITULO 1

## DEFINIÇÕES E CONCEITOS BÁSICOS

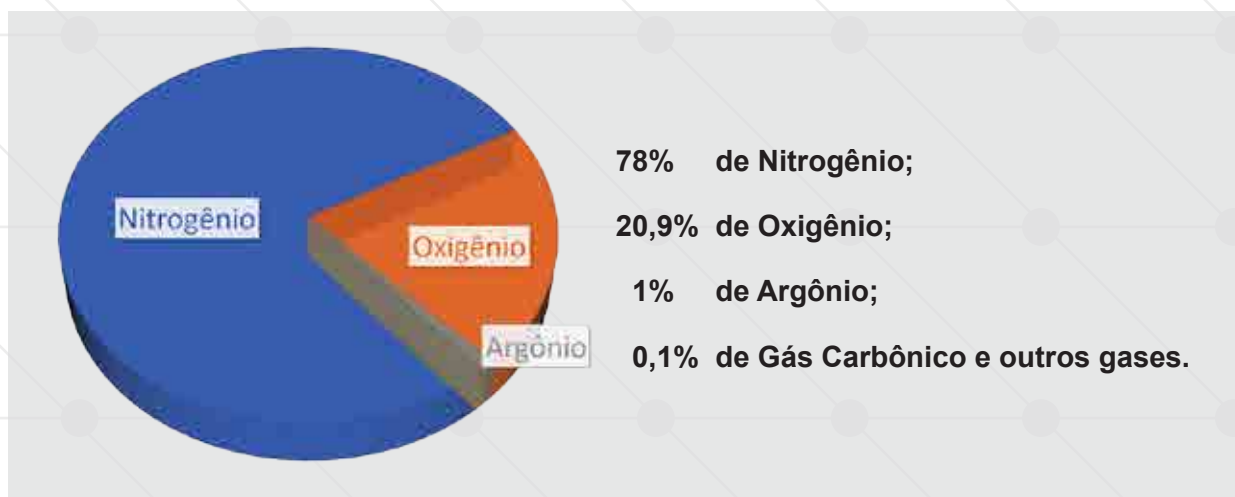


## O que é uma atmosfera?

A primeira resposta à pergunta considera a camada gasosa retida pela gravidade e que envolve o planeta Terra. Essa camada é a responsável pela existência e pela manutenção da vida como a conhecemos. No entanto, no contexto deste manual iremos nos referir ao conjunto de gases que preenchem o espaço de um determinado ambiente de trabalho.

Uma atmosfera saudável em um ambiente de trabalho deve oferecer ar respirável, e para ser considerado assim ele deve ser composto de grande parte por Nitrogênio, por uma parte importante de Oxigênio e uma porcentagem mínima formada por um conjunto de gases que inclui o gás Carbônico, o Argônio e outros gases nobres, além de vapor d'água.

As concentrações normais dos gases que compõe o ar respirável são:



Esta composição de gases, chamada de ar respirável, é a usada nos cilindros de proteção respiratória e de mergulho.

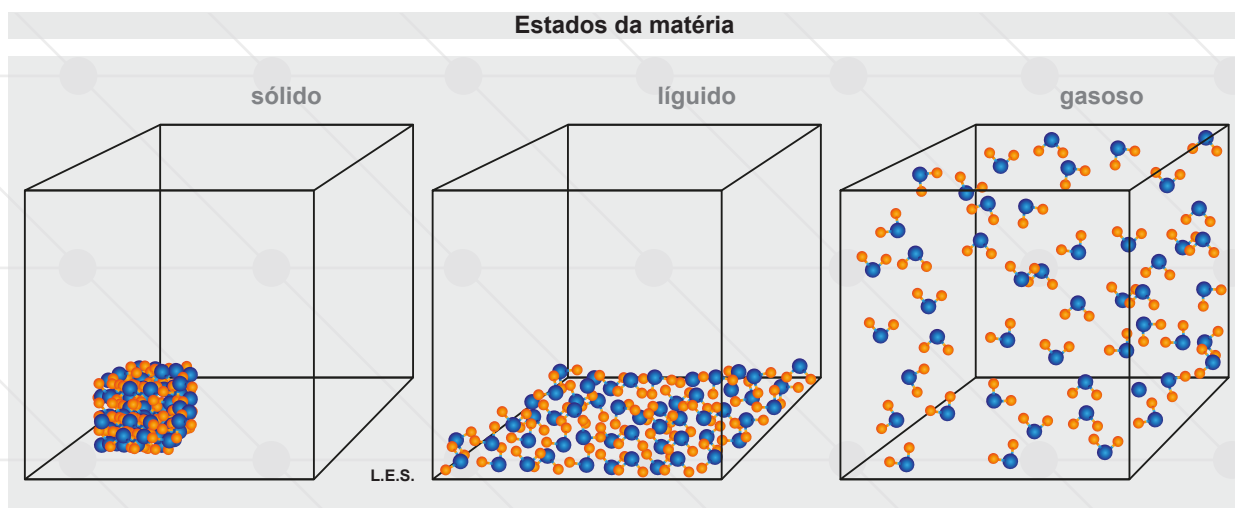




## O que é um gás?

O gás é um dos estados da matéria. A matéria pode se apresentar em diferentes estados, sendo que os mais populares são o sólido, o líquido e o gasoso.

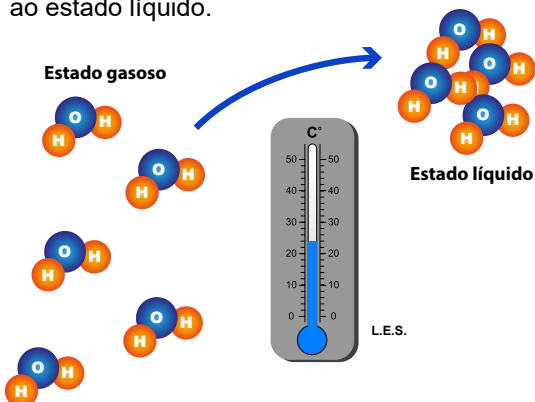
No estado gasoso a matéria não tem uma forma ou um volume próprio. É composta principalmente por moléculas não unidas, expandidas e com pouca força de atração entre si, assim os gases podem se expandir até ocupar todo o volume do recipiente que os contém.



## Existem os vapores também

As substâncias que podem contaminar uma atmosfera se apresentam em formas diferentes, como particulados (poeiras e fumos), gases ou vapores.

Ao diminuir a temperatura o vapor d'água retorna ao estado líquido.



Gases e vapores costumam ser confundidos ou tratados como sinônimos, mas existe uma diferença entre eles. Ambos são formados por substâncias em forma gasosa, porém, a diferença surge quando os vapores são submetidos a certas condições.

O que diferencia os vapores dos gases é o fato dos vapores voltarem ao estado líquido quando submetidos a uma diminuição de temperatura ou quando são submetidos a um aumento de pressão.

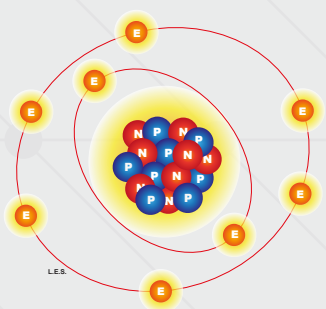
Podemos usar o vapor d'água como exemplo. O vapor de água não é visível a olho nu, pois está em forma de gás, mas basta uma diminuição da sua temperatura para começar a se condensar e formar pequenas gotículas que juntas criam aquela fumaça branca que podemos ver. Ou podemos observar que numa panela de água fervente o vapor se condensa e volta ao estado líquido quando toca a tampa da panela, pelo fato da tampa apresentar uma temperatura mais baixa.

## Já que mencionamos as moléculas...

Para lembrarmos o que são as moléculas, primeiro precisamos lembrar o que é um átomo.

O átomo é a minúscula partícula que forma toda a matéria existente no universo conhecido. Um átomo é formado por um núcleo contento prótons e nêutrons que são circundados por camadas de elétrons.

Veja, como exemplo, como se constitui o átomo de Oxigênio.



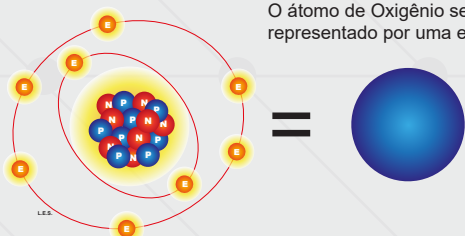
**Um átomo de Oxigênio é composto por:**

- P** 8 Prótons
- N** 8 Neutrons
- E** 8 Elétrons

Mas não é apenas o átomo de oxigênio que mantém os seres vivos. Os seres respiram um gás chamado Oxigênio, que se constitui de moléculas. E o que é uma molécula?

Quando, de forma natural ou artificial, átomos iguais ou diferentes são ligados entre si forma-se o que chamamos de molécula.

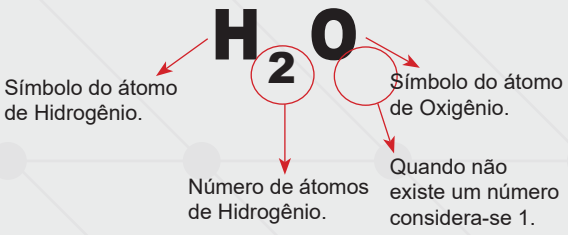
Veja abaixo como a ligação de átomos de um mesmo elemento, como o Oxigênio, pode formar diferentes moléculas que por sua vez formam diferentes gases.





O átomo de Oxigênio será representado por uma esfera azul.

Os símbolos químicos usados para representar as moléculas utilizam os símbolos dos átomos e um número indice para designar o número deles em determinada molécula. Veja o exemplo abaixo:

**H<sub>2</sub>O**




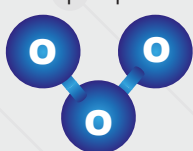
Quando 2 átomos de oxigênio se unem formam a molécula do gás chamado Oxigênio, que é o gás que respiramos e que nos mantém vivos.

2 x  = 

**Símbolo O<sub>2</sub>**

Gás **Oxigênio**

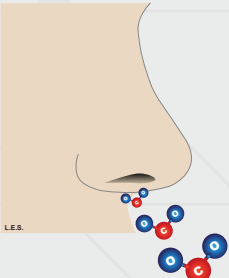
Quando 3 átomos de oxigênio se unem formam a molécula do gás chamado Ozônio, que é usado na purificação de água, ataca proteínas e pode ser tóxico para plantas.

3 x  = 

**Símbolo O<sub>3</sub>**

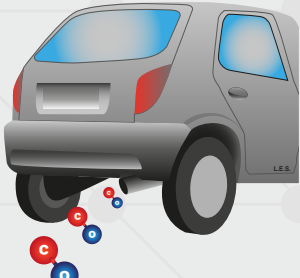
Gás **Ozônio**

Os gases Dióxido de Carbono e Monóxido de Carbono são um outro exemplo de que os mesmos átomos em combinações diferentes podem produzir gases distintos. Ambos tem moléculas formadas pelos átomos de Carbono (C) e Oxigênio (O). A molécula do gás chamado Dióxido de Carbono é formada por um átomo de carbono e dois átomos de Oxigênio. A molécula que forma o gás Monóxido de Carbono se constitui de um átomo de Carbono e um átomo de Oxigênio. Podem parecer quimicamente semelhantes, mas o Monóxido de Carbono é muito mais nocivo ao corpo humano, se comparado ao Dióxido de Carbono.



**Simbolo**  
**CO<sub>2</sub>**

**Dióxido de Carbono**  
É o gás que expiramos no final do processo de respiração.



**Simbolo**  
**CO**

**Monóxido de Carbono**  
É o gás tipicamente produzido por motores a combustão.  
**Muito mais nocivo ao corpo humano.**

## Propriedades dos gases

As propriedades mais conhecidas dos gases incluem o volume, a pressão, a temperatura, a densidade e o relativo peso. E estas propriedades podem variar muito em um mesmo gás, porque as condições ambientais podem afetar todas elas. Por exemplo, o volume de um gás (o espaço que ele ocupa) irá variar em função do compartimento onde ele é armazenado, já que as suas moléculas se espalham pelo espaço disponível. E a alteração de temperatura pode afetar a densidade e a pressão. Lembre o que acontece, por exemplo, com um balão de ar quente que ao ser aquecido o ar no seu interior se expande, dando forma ao balão e ao mesmo tempo o tornando mais leve que o ar frio, fazendo-o subir.

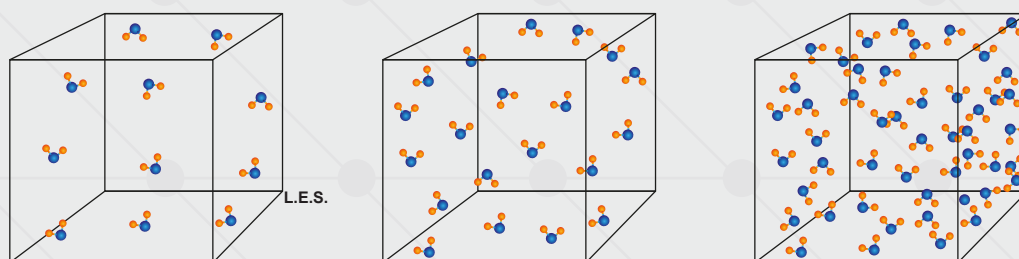
Entre as propriedades menos populares temos a viscosidade dos gases, que é uma medida para o fluxo (escoamento), definido pelo comportamento das moléculas e influenciada pela temperatura, pela pressão e pelo tamanho das moléculas. E ainda sobre a capacidade do gás em fluir sobre um determinado meio, existe a interação dos gases com as superfícies. Existem os gases chamados de “grudentos” que podem, por exemplo, aderir as paredes dos tubos (mangueiras) das linhas de amostragem fazendo com que se concentrem mais em uma extremidade do que na outra.

Na funcionalidade dos sensores de gás, a chamada difusão é importante, que é o fenômeno em que um gás passa de um meio para outro meio. É, por exemplo, como um determinado gás, presente na atmosfera, chega ao interior dos sensores.

E entre todas as propriedades dos gases existem duas que vamos destacar, pois se relacionam com questões práticas na avaliação das atmosferas em locais de trabalho. São elas a densidade e o peso.

A densidade é definida pela relação entre a quantidade de matéria e o volume que dessa matéria ocupa. Veja os exemplos abaixo.

A densidade de um gás é ilustrada nos exemplos abaixo, em que num espaço de 1 m<sup>3</sup> (um metro cúbico) o gás pode ser formado por um número maior ou menor de moléculas, ou seja, pode ser formado por mais ou menos matéria.



## Densidade... ok... e daí?

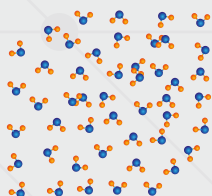
Embora a expansão seja uma propriedade que caracteriza os gases, isso tem um limite. Quando não existe uma ventilação presente no ambiente onde haja a emissão de gases, eles podem se concentrar em uma determinada parte do espaço. Por exemplo, a entrada de um espaço confinado pode apresentar uma atmosfera segura, no entanto, mais ao fundo pode haver a presença de um gás nocivo aos trabalhadores.

Quando pensamos na verticalidade de um espaço, principalmente se é alto ou profundo, a densidade torna-se uma característica muito importante a ser considerada, pois definirá onde o gás poderá se concentrar. Ele estará no alto, no meio ou na parte de baixo do espaço?

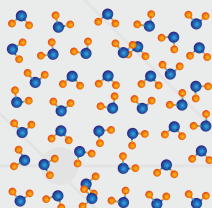
Vamos relembrar que massa é a quantidade de matéria que forma um gás, que densidade é a quantidade de matéria em relação a um determinado espaço e o peso é a ação da gravidade sobre essa massa.



**Massa = quantidade de matéria**



**Densidade = quantidade de matéria em um determinado espaço.**



**Peso = ação da gravidade sobre a massa.**



### O ar tem peso

A pressão do ar atmosférico ao nível do mar é de 1,01325 bar ou 1 atm (atmosfera).

O ar atmosférico com 1 atm de pressão, a uma temperatura de 15 °C tem uma densidade (massa / metro cúbico) de 1,225 kg/m<sup>3</sup>. Em uma temperatura de 0° a densidade é de 1,2928 kg/m<sup>3</sup>.

Mesmo que mantidas as mesmas condições de pressão e temperatura, diferentes gases podem apresentar diferentes densidades.



## Densidade relativa dos gases



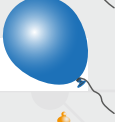






A densidade relativa é uma forma de comparar a densidade de dois gases diferentes numa mesma condição de temperatura e pressão. A densidade relativa que importa para este manual é a comparação do ar com os gases a serem detectados.

Para determinar a densidade relativa dos gases são usadas as suas densidades absolutas. Por exemplo, a densidade absoluta do ar é 1,29 kg/m<sup>3</sup> e a densidade absoluta do gás Metano é 0,72 kg/m<sup>3</sup>. Para encontrar a densidade relativa basta uma operação simples de divisão, como esta:

$$\text{Densidade relativa : } \frac{0,72 \text{ (gás Metano)}}{1,29 \text{ (Ar)}} \text{ Resultado = } 0,56 \text{ (densidade relativa do Metano)}$$

Atribuindo-se o valor de 1 para o ar e com o valor de densidade relativa dos outros gases torna-se fácil avaliar se um gás é mais leve ou mais pesado do que o ar. Veja a tabela abaixo:

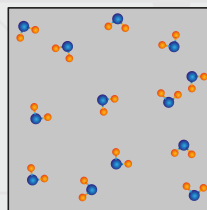
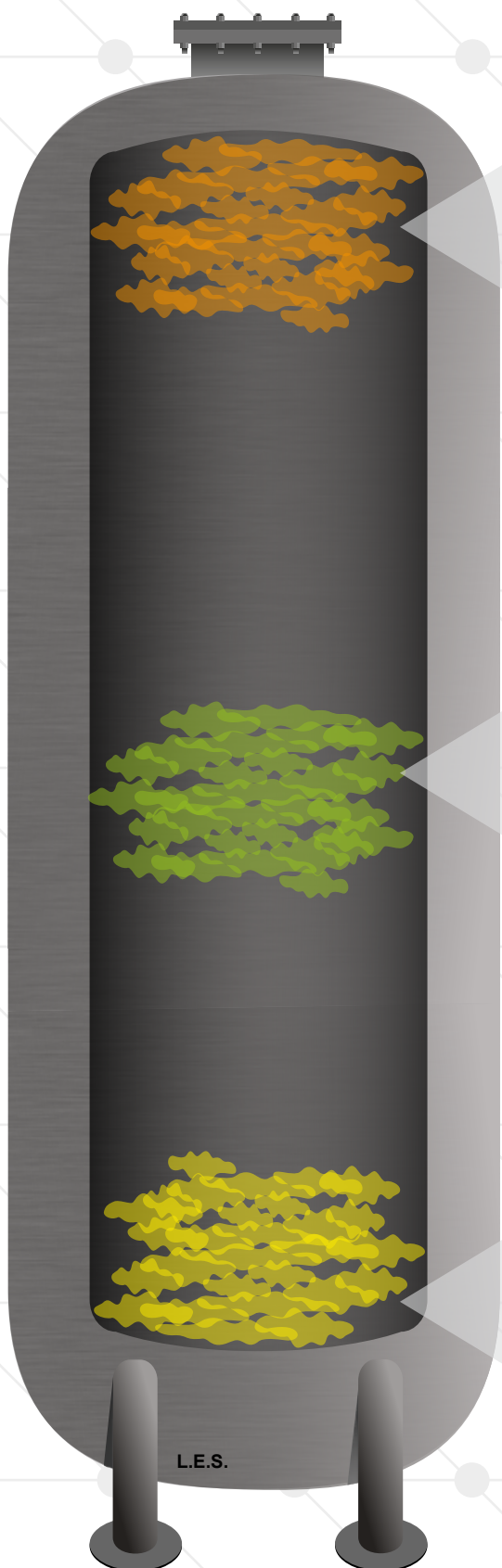
Valores menores do que 1 são mais leves que o ar e valores maiores do que 1 são mais pesados que o ar.

Gás	Densidade relativa	
Ar	1	
Hidrogênio	0,07	
Metano	0,5	
Amônia	0,6	
Monóxido de Carbono	0,9	
Acetileno	0,9	
Gás Sulfídrico	1,2	
Dióxido de Carbono	1,5	
Propano	1,5	
GLP (médio)	1,8	

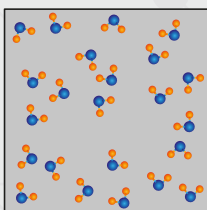
L.E.S.

## Na prática

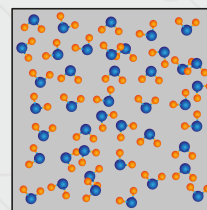
Usando um espaço predominantemente vertical como exemplo, temos que considerar que a presença de gases perigosos podem estar no fundo, no meio ou no topo do ambiente.



Gases menos densos que o ar atmosférico, a exemplo do Hidrogênio ou do Metano, irão se acumular no alto do ambiente.



Gases com uma densidade próxima a do ar como, por exemplo, o monóxido de carbono, podem se concentrar em qualquer parte do ambiente, seja o topo, o meio ou o fundo do espaço.



Gases com uma densidade maior que o ar atmosférico como, por exemplo, o Butano podem se acumular no fundo do ambiente.



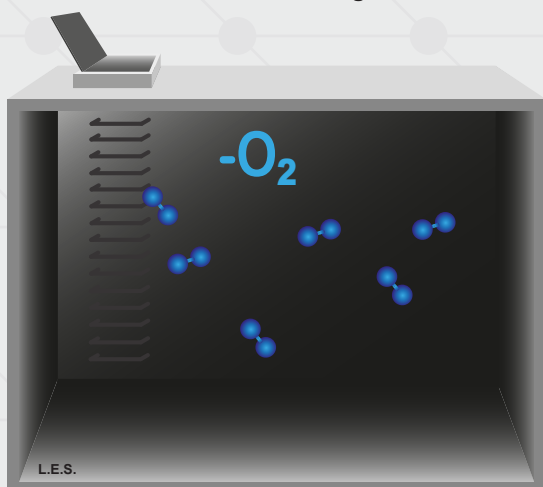
# Detectar o quê?

Uma atmosfera segura para um ambiente de trabalho deve conter Nitrogênio, Oxigênio em um volume ideal e concentrações mínimas de outros gases. Entre esses outros gases não deve haver substâncias agressivas ao corpo humano ou, se existirem, devem estar em concentrações que não façam mal as pessoas pelo período em que estejam expostas. Particulados como pó e poeiras também não devem estar presentes em quantidades que possam afetar a saúde dos trabalhadores. E é nestas condições que a atmosfera de um espaço de trabalho pode ser considerada segura.

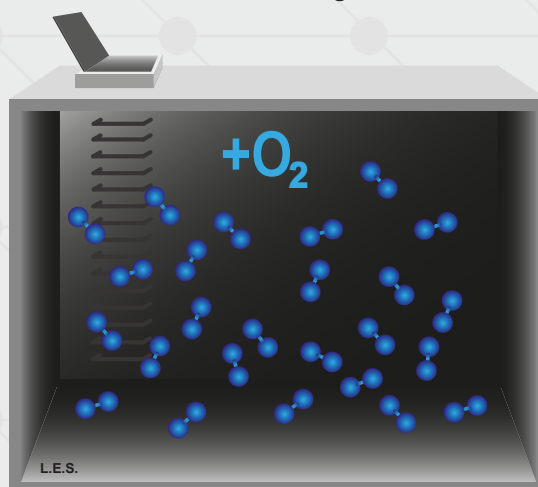
Mas é comum que ambientes de trabalho não ofereçam as condições ideais para a permanência de pessoas, o que inclui uma ventilação ruim ou inexistente, ou até mesmo a presença de contaminantes no ar. Também existe o fato de que é comum haver a necessidade de lidar com produtos perigosos para a execução de tarefas. E o ideal seria não colocar trabalhadores nessas condições, mas como ainda não temos robôs para a maioria das tarefas cotidianas que envolvem perigos, o que deve ser feito é antecipar os problemas de segurança através de uma análise prévia, e com base nessa avaliação planejar e implementar as soluções para eliminar ou controlar os riscos identificados.

## POTENCIAIS RISCOS NA ATMOSFERA DE UMA AMBIENTE DE TRABALHO

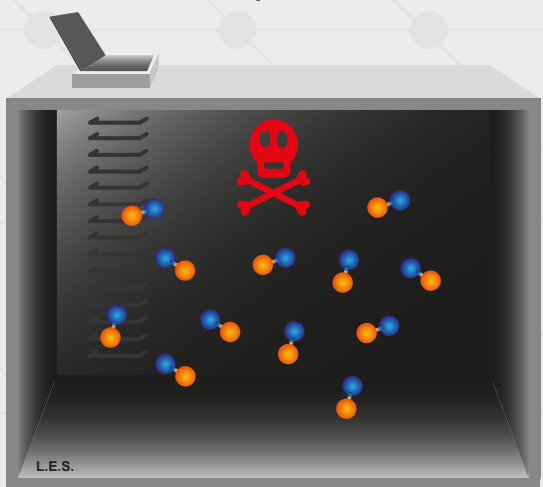
Insuficiência de Oxigênio.



Excesso de Oxigênio.

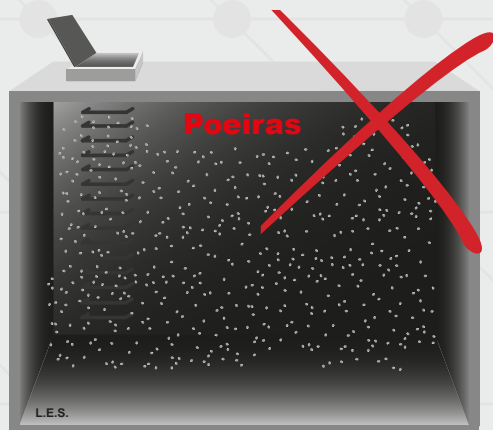


Gases e vapores tóxicos.



Gases e vapores inflamáveis.





### Poeiras e outros particulados

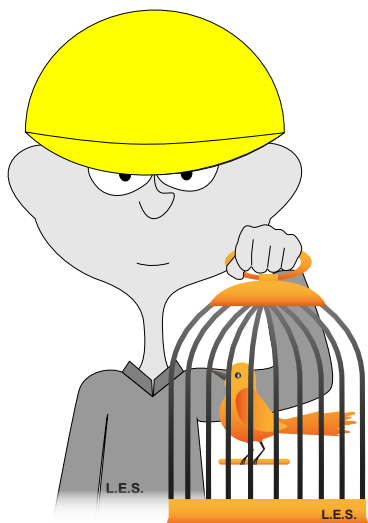
Particulados como poeiras, fibras e fumos em suspensão na atmosfera do espaço de trabalho, uma vez inalados, podem ser muito prejudiciais à saúde das pessoas. Além disso, várias poeiras são potencialmente explosivas. Mas os meios de detecção abordados neste manual não são capazes de avaliar esse tipo de contaminante, pois o foco são os detectores eletrônicos para gases.

No próximo capítulo serão abordados os riscos atmosféricos com mais profundidade. Serão apresentados os gases mais comuns em ambientes de trabalho incluindo as suas características, os seus perigos e os limites de tolerância para os seres humanos.

## Como detectar?

Muitas das fontes de perigo que podem estar presentes nas atmosferas dos ambientes de trabalho não tem cor, não tem cheiro e não podem ser percebidas pelo tato ou pelo paladar, portanto, podemos classificá-las como “inimigos invisíveis”. E é este fato que leva a óbito muitos trabalhadores em ambientes de trabalho, e muitas vezes vitimando pessoas em sequência, levando um trabalhador após o outro a entrar em ambientes mortais tentando ajudar os que já se tornaram vítimas.

Se são imperceptíveis aos sentidos humanos o que fazer? A ilustração abaixo é uma forma bem-humorada de representar meios de detecção de gases.



No passado, mineradores usavam pássaros para tentar detectar perigos na atmosfera.

No passado mineradores usavam a presença de aves para indicar perigos no ar ambiente. Mas, além de cruel com o pobre animal, gerava uma falsa segurança, já que os pássaros podem ser mais resistentes que os seres humanos em exposição a certos gases. E se os passarinhos não são a solução, então qual é?

A solução mais empregada na atualidade, embora não seja a única, é usar de produtos químicos que reagem ao contato com alguma substância que se queira detectar no ambiente.

Existem equipamentos em que essa reação gera uma indicação visual, com o produto alterando a sua cor original e com uma escala para indicar a quantidade, como são os tubos/ampolas de reagentes químicos. Porém, são raramente usados.

A tecnologia mais empregada no cotidiano é o equipamento eletrônico, que mantém dentro dos seus sensores um reagente químico, cuja reação altera a corrente elétrica do dispositivo, e essa alteração é interpretada por um circuito lógico, que por sua vez gera uma informação numa tela eletrônica.





Indicação da presença do gás e do valor de concentração.

Este tipo de equipamento é raramente usado.

Imagem Dräger

Reagente químico para detecção do gás Amônia. Um exemplo entre os vários reagentes.



**NH<sub>3</sub>**  
Amônia

---



Exemplo de um detector fixo.

Imagem Dräger

Detector de gases inflamáveis.

Detector eletrônico fixo para monitoramento de ambientes com potencial risco de vazamento de gases.



Exemplo de um detector portátil.

Imagem Dräger

Detector multigás.

Detector eletrônico portátil de gases. É a tecnologia mais utilizada no cotidiano.

As imagens acima ilustram algumas tecnologias para a detecção de gases, e algo que todas tem em comum é que existem para identificar a presença de substâncias específicas. E diferente do que muitos imaginam, não existe um aparelho capaz de avaliar uma atmosfera e identificar todas as substâncias presentes nela, sejam elas conhecidas ou desconhecidas. Infelizmente o “Tricorder” de Jornada nas Estrelas, aparelho capaz de identificar toda e qualquer substância presente no ambiente, e determinar a composição de qualquer matéria só existe na ficção científica.

Quando é necessária a avaliação de uma atmosfera para descobrir o que existe nela, amostras precisam ser colhidas e enviadas para um laboratório, onde equipamentos como cromatógrafos e espectrômetros de massa podem separar e analisar as diferentes substâncias que compõem o material analisado. Portanto, a detecção com os aparelhos portáteis é direcionada para a presença de gases previsíveis no ambiente de trabalho.

Os detectores eletrônicos portáteis, que são o foco deste manual, costumam oferecer sensores para os gases mais comuns e perigosos presentes nos ambientes de trabalho, como o Oxigênio (insuficiência ou excesso), o Monóxido de Carbono, os gases inflamáveis e o gás Sulfídrico. O sensor para o gás Amônia também é muito procurado pelas empresas.

Entre os detectores eletrônicos portáteis existem os modelos capazes de analisar até sete gases simultaneamente, e alguns modelos permitem a substituição dos sensores para atender necessidades específicas. Conheceremos melhor as tecnologias no capítulo sensores.

## Onde e quando detectar?

Existem diferentes situações de trabalho e diferentes objetivos na avaliação e no monitoramento da atmosfera do ambiente de trabalho.

Nas atividades em espaços confinados avaliamos a atmosfera antes de liberar a entrada de pessoas. No decorrer dos trabalhos monitoramos continuamente a atmosfera para identificar uma eventual degradação das condições do ar. Pois com o passar do tempo o oxigênio poderá ser consumido ou gases poderão se formar e se acumular no ambiente de trabalho por causa dos produtos ou das máquinas utilizadas nas tarefas.

Existem instalações industriais onde a presença de gases tóxicos é esperada, e nesses casos é fundamental que o monitoramento seja contínuo a fim de avaliar o quanto os trabalhadores são expostos a essas substâncias. Nesses casos os detectores portáteis de gás são de uso individual e utilizados durante toda a jornada de trabalho das pessoas.

Nesse tipo de uso, ao longo de toda a jornada de trabalho de uma pessoa, o aparelho terá as funções de segurança e de higiene ocupacional, pois irá monitorar não somente a presença de gases, mas a relação de concentração e tempo de exposição ao qual ela ficou exposta durante as horas trabalhadas.

## Os detectores não existem apenas para atender a NR 33.

A publicação da Norma Regulamentadora número 33, que tem o título **SEGURANÇA E SAÚDE NOS TRABALHOS EM ESPAÇOS CONFINADOS**, publicada no ano de 2006, tornou obrigatórios vários procedimentos de prevenção, entre os quais a avaliação e o monitoramento das condições atmosféricas no local de trabalho. Isso elevou consideravelmente a adoção das medidas de controle sobre os riscos atmosféricos pelo mercado industrial brasileiro e a consequente popularização do uso dos detectores portáteis de gás.

O que leva a NR 33 a enfatizar a avaliação e o monitoramento da atmosfera é que um dos critérios para designar um ambiente de trabalho como espaço confinado é a precária ou ausente ventilação. E sem uma troca constante do ar dentro de um ambiente fechado, os riscos que envolvem a insuficiência de oxigênio, o acúmulo de gases tóxicos ou inflamáveis aumenta significativamente. E estatisticamente os problemas atmosféricos são os maiores causadores de acidentes e de mortes nesses ambientes.

Porém, é importante considerar que os detectores de gases não são para uso exclusivo nas atividades em espaços confinados. E o uso deles não deve se restringir apenas aos procedimentos determinados pela NR 33. Eles podem e devem ser usados em toda e qualquer atividade onde são previsíveis a existência de riscos atmosféricos potenciais, mesmo que as atividades sejam executadas ao ar livre.

Mesmo que mantenhamos o foco nos ambientes fechados, podemos usar um caso real para justificar e para exemplificar os motivos desse alerta. Em uma determinada empresa existem galerias subterrâneas de cabos. Durante o período de operações tais ambientes apresentam uma ventilação forçada e por causa disso não os classificaram como espaços confinados. No entanto, no intervalo de tempo em que as operações são encerradas, as equipes de manutenção ingressam nesses ambientes e os encontram em uma outra condição. A ventilação forçada não existe mais, o ambiente é fechado e as entradas e as saídas são restritas. Parte das atividades envolvem o uso de produtos químicos como o benzeno e o álcool isopropílico. E diante disso, podemos considerar que os ambientes oferecem uma atmosfera relativamente segura enquanto as equipes de manutenção não estiverem dentro deles executando as suas tarefas.

Mesmo que considerassem desnecessário avaliar os ambientes antes do ingresso das equipes de trabalho, o fato da ventilação ter se tornado precária e o fato de ser necessário o uso de produtos químicos deveria estimular a adoção de uma série de medidas de proteção, incluindo o monitoramento das condições atmosféricas.



# plasmódia

## cabos & cordas

**Cordas para segurança e resgate em espaços confinados.**

**Cordas para trabalhos em altura.**

**Padrão ABNT NBR 15986**

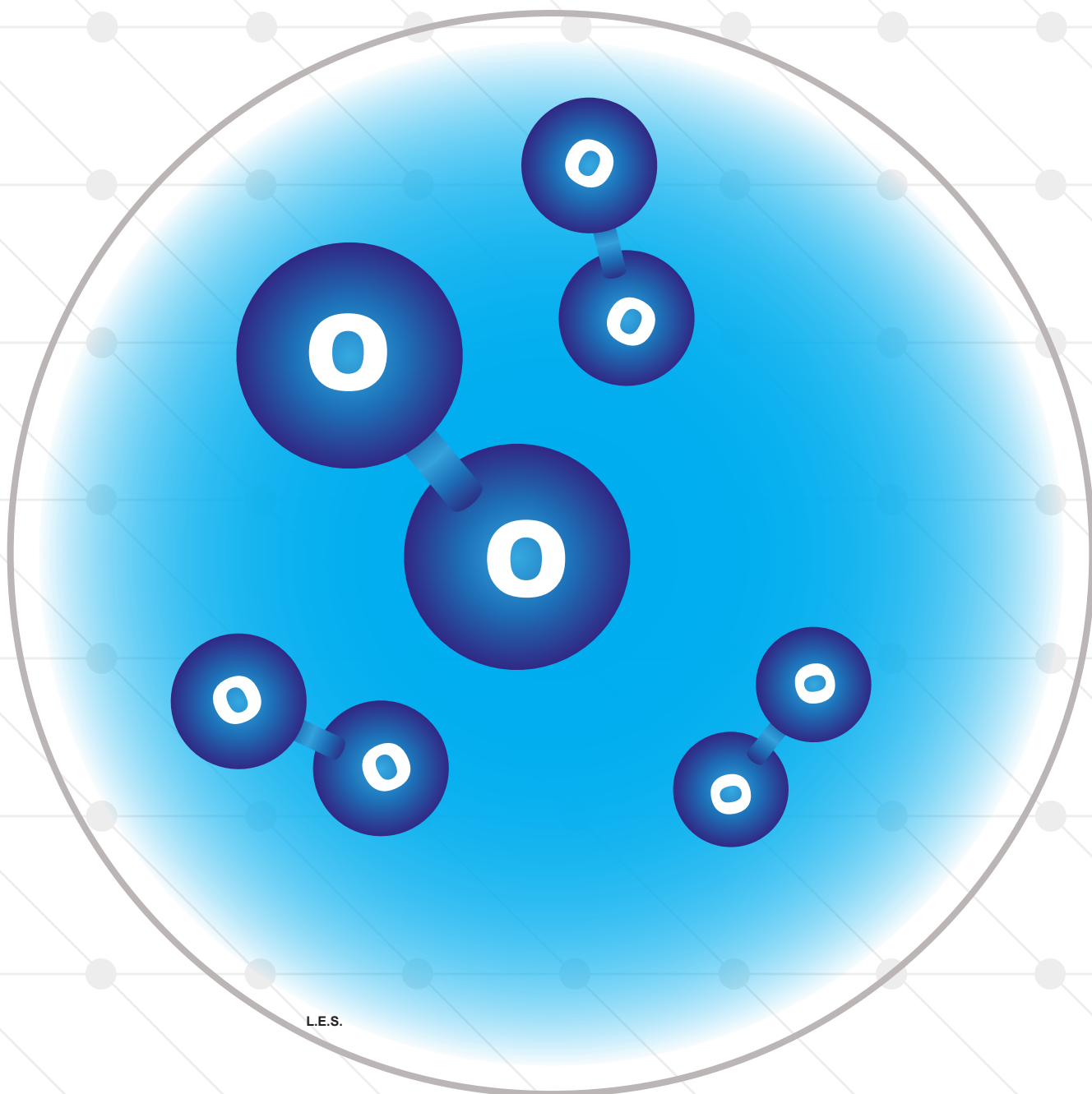
acesse:

**[www.plasmodia.com.br](http://www.plasmodia.com.br)**

## CAPITULO 2

# RISCOS ATMOSFÉRICOS

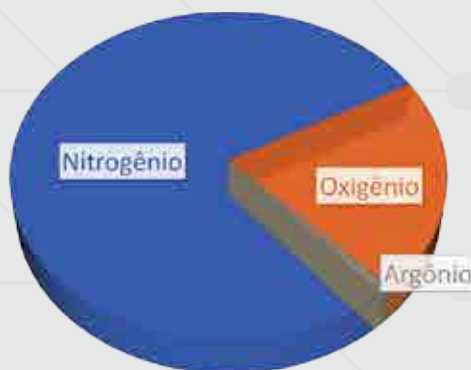
## Insuficiência ou excesso de Oxigênio



# O ar que precisamos

Para a manutenção da vida e da saúde das pessoas é preciso que o ar contenha a quantidade certa de oxigênio e a quantidade certa de vapor d'água. E os gases potencialmente perigosos devem estar em quantidades inofensivas.

Veja a composição da atmosfera no nosso planeta:



Nitrogênio (N)	78,08%
Oxigênio (O <sub>2</sub> )	20,9%
Argônio (Ar)	0,9%
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	0,039%
Neônio (Ne)	0,0018%
Hélio (He)	0,0005%
Metano (CH <sub>4</sub> )	0,00018%
Criptônio (Kr)	0,0001%
Hidrogênio (H <sub>2</sub> )	0,00005%
Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	0,00003%
Monóxido de carbono (CO)	0,00001%

Este valor pode alterar em função da umidade do ar, por isso existem detectores que utilizam um valor médio de 20,8%.

Os gases Xenônio (Xe), Ozônio (O<sub>3</sub>), Dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), Iodo (I) e Amônio (NH<sub>3</sub>) encontram-se em volumes ainda menores que os anteriores.

Vapor de água (H<sub>2</sub>O) de 1% a 4% **Na superfície do planeta.**

# A respiração humana e o gás oxigênio

Entre todas as formas de nutrir o corpo humano, a absorção do oxigênio é a de necessidade mais imediata.

A interrupção do fornecimento do oxigênio para as células do corpo gera a morte de uma pessoa em poucos minutos.

Para enfatizar essa importância, veja os dados abaixo.

Podemos ficar até **quatro semanas** sem **comida**;

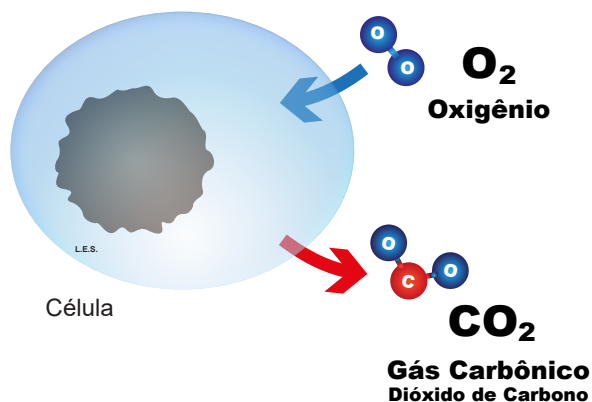
Podemos ficar até **três dias** sem beber **líquidos**;

Mas começamos a morrer com **três minutos** sem **oxigênio**.

Um conjunto de reações químicas garantem a manutenção das células do corpo humano, e como somos todos constituídos de células, é o bom funcionamento delas que garante a saúde e a vida.

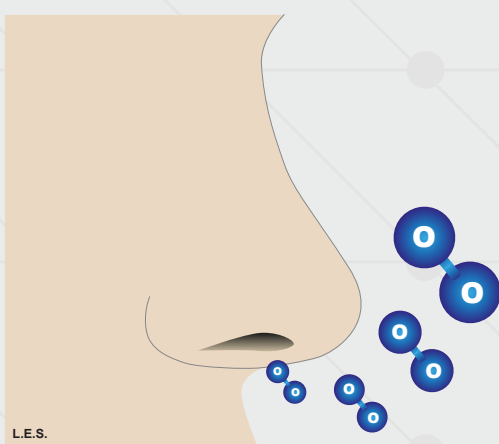
Esse conjunto de reações químicas é conhecido como metabolismo. E a respiração é essencial para o metabolismo das células.

As células precisam receber oxigênio para desempenhar as suas funções metabólicas e precisam eliminar o gás carbônico que é um produto residual desse processo. E a necessidade é tão imediata que com poucos minutos sem essa troca de gases as células começam a morrer, começando pelo cérebro.



## E como é que o oxigênio chega nas células?

A maioria das células não tem contato direto com a atmosfera, então, como é que o oxigênio que está no ar respirável do ambiente consegue chegar em todas as células do corpo? Chega graças ao trabalho dos sistemas respiratório e circulatório humano. Vamos relembrar como isso funciona?

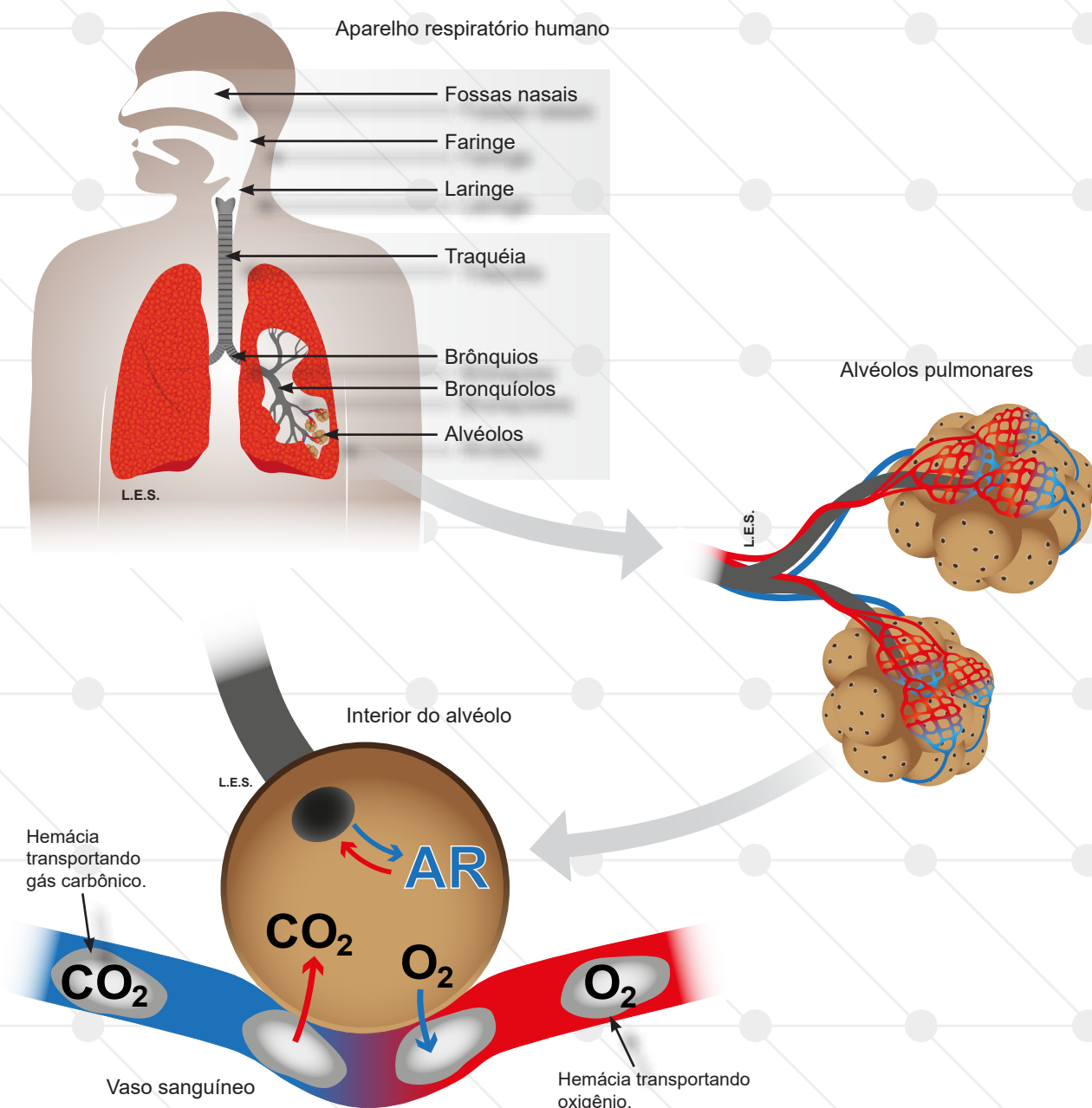


## Oxigenação das células

Serão os sistemas respiratório e circulatório humano que farão com que aconteça a troca de gases entre o meio ambiente externo e todas as células do corpo de uma pessoa.

O aparelho respiratório humano se constitui das vias aéreas superiores, ou trato respiratório superior, formado pelos órgãos que estão fora da caixa torácica como as fossas nasais, a faringe e a laringe. Esse conjunto de órgãos é ligado ao trato respiratório inferior, situado dentro do tórax e formado pela traquéia que é ramificada pelos brônquios para cada um dos pulmões. Dentro dos pulmões a ramificação acontece pelos chamados bronquíolos e na extremidade dessa grande ramificação estão os alvéolos pulmonares.

É nos alvéolos que acontece a troca de gases entre o sistema respiratório e o sistema circulatório. No sangue humano as células chamadas de hemácias fazem o transporte dos gases distribuindo o oxigênio para todas as demais células do corpo e recolhendo o gás carbônico (dióxido de carbono) para ser expelido para o meio externo através do processo de respiração.









## Volumes de oxigênio

Compreendemos a importância e a necessidade imediata e instantânea do oxigênio para a manutenção da vida humana, no entanto, precisamos saber que para a manutenção da saúde e da segurança dos trabalhadores o gás Oxigênio deve estar em um volume ideal.

A redução do volume de oxigênio na atmosfera de um local de trabalho afetará a saúde dos trabalhadores, podendo até mesmo levá-los a morte se os níveis forem muito baixos.

O excesso de oxigênio implica primeiramente no risco muito elevado de incêndio. Em condições muito especiais e em altas concentrações, por períodos muito longos de exposição, o excesso de oxigênio pode prejudicar a saúde de uma pessoa.

	<p><b>Acima de 23%</b></p>	<p><b>Risco elevado de incêndio.</b></p>
	<p><b>Entre 19,5% e 23%</b></p>	<p><b>São os limites considerados seguros.</b></p>
	<p><b>Com 16% ou menos</b></p>	<p><b>Prejudica o funcionamento do corpo humano.</b></p>
	<p><b>Com 6% ou menos</b></p>	<p><b>Morte em poucos minutos.</b></p>

Considerando a tabela acima fica evidente que a falta ou o excesso de oxigênio podem prejudicar os trabalhadores. E para entender melhor a importância dos limites de segurança começaremos abordando a insuficiência.

# Insuficiência de oxigênio

A chamada Hipóxia é a condição em que o teor de oxigênio no organismo é baixo. Ela pode ser causada por diferentes mecanismos. Pode ocorrer pela baixa concentração de oxigênio na atmosfera do local de trabalho. Também pode acontecer por causa da alteração no processo respiratório do corpo humano, ou seja, o oxigênio existe no ambiente, mas não é inalado e/ou distribuído adequadamente para as células.

A diminuição da oferta de oxigênio para as células do corpo gera sinais e sintomas como, por exemplo, dores de cabeça, falta de ar, náuseas, fadiga, respiração rápida, reflexos comprometidos, fadiga mental, visão prejudicada, tonturas e convulsões.

A falta ou precária oxigenação das células cerebrais gera reações graves e rápidas. A morte das células cerebrais pode acontecer em menos de 5 minutos após a interrupção do fornecimento de oxigênio. Como resultado, a hipóxia cerebral pode rapidamente causar a morte de uma pessoa ou causar graves danos cerebrais.

**O mínimo aceitável de volume de oxigênio numa atmosfera considerada segura é 19,5%.**

O volume normal de oxigênio em um ar respirável é de 20,9%. A detecção de um valor menor do que esse indica que existe uma causa alterando a concentração de oxigênio. As possíveis causas são:

## Consumo humano

Ao respirar cada ser humano aproveita aproximadamente 4% do volume aspirado. Em um local fechado e sem a renovação do ar, a respiração de várias pessoas poderá provocar a insuficiência do oxigênio.

## Combustão

A presença de qualquer tipo de chama, seja em processos de corte, solda ou aquecimento de materiais, pode gerar o consumo do oxigênio disponível no ambiente de trabalho. E se não houver a renovação do ar ambiente, poderá ocorrer a deficiência de oxigênio.

## Gases asfixiantes

Sistemas automáticos de combate a incêndio que utilizam o CO<sub>2</sub>, ou os processos de inertização de ambientes que utilizam gases como o Nitrogênio ou o Argônio expulsam o oxigênio tornando a atmosfera perigosa para os seres humanos.

## Reações químicas

A oxidação de superfícies (ferrugem) é um exemplo de reação química que pode consumir o oxigênio de um determinado ambiente fechado.

## Bactérias

Os processos de decomposição de matérias orgânicas pelas bactérias podem consumir o oxigênio presente na atmosfera do local de trabalho. Situação que pode ser encontrada em esgotos, em águas residuais, etc.

## Enriquecimento de oxigênio

O primeiro risco que se apresenta numa atmosfera com maior volume de oxigênio é o incêndio. O oxigênio não é um gás inflamável, mas reage com a maioria dos demais elementos e é essencial para a reação química conhecida como combustão.

A presença de um volume maior de oxigênio na atmosfera de um ambiente de trabalho torna o início do fogo muito mais fácil, muito mais rápido, com maior vigor e com dimensões muito maiores.

Pequenas faíscas que em condições normais seriam inofensivas, em atmosferas enriquecidas de oxigênio funcionam facilmente como fontes de ignição. Materiais que normalmente não gerariam fogo ou que apresentam uma queima lenta, num ambiente com maior oferta de oxigênio queimam com muita intensidade.

Normalmente, o risco de uma atmosfera se tornar rica em oxigênio está relacionado com o uso, o transporte e o armazenamento do oxigênio, seja ele na forma líquida (sob baixíssimas temperaturas) ou na forma de gás sob pressão.

É comum o uso de cilindros de oxigênio em atividades de construção e de manutenção, bem como o uso medicinal em ambientes hospitalares.

**O máximo aceitável de volume de oxigênio numa atmosfera considerada segura é 23%.**

### Efeitos do excesso de oxigênio no corpo humano

Em condições muito especiais, um ser humano exposto a uma concentração alta de oxigênio e por um período de muitas horas pode ter o organismo prejudicado. Essa condição é chamada de Hiperóxia, que é o estado em que há um excesso de oxigênio. Os sintomas da Hiperóxia incluem câibras, náuseas, tontura, irritabilidade, perda de reflexos, dor de cabeça, alterações auditivas, redução da frequência cardíaca, entre outros.

O excesso de oxigênio no organismo humano pode prejudicar o sistema respiratório central, provocar reações na traqueia, danos nos alvéolos e riscos de infecções, entre outros.

As pessoas que normalmente são afetadas pela Hiperóxia são as submetidas aos tratamentos médicos que envolvem o oxigênio.

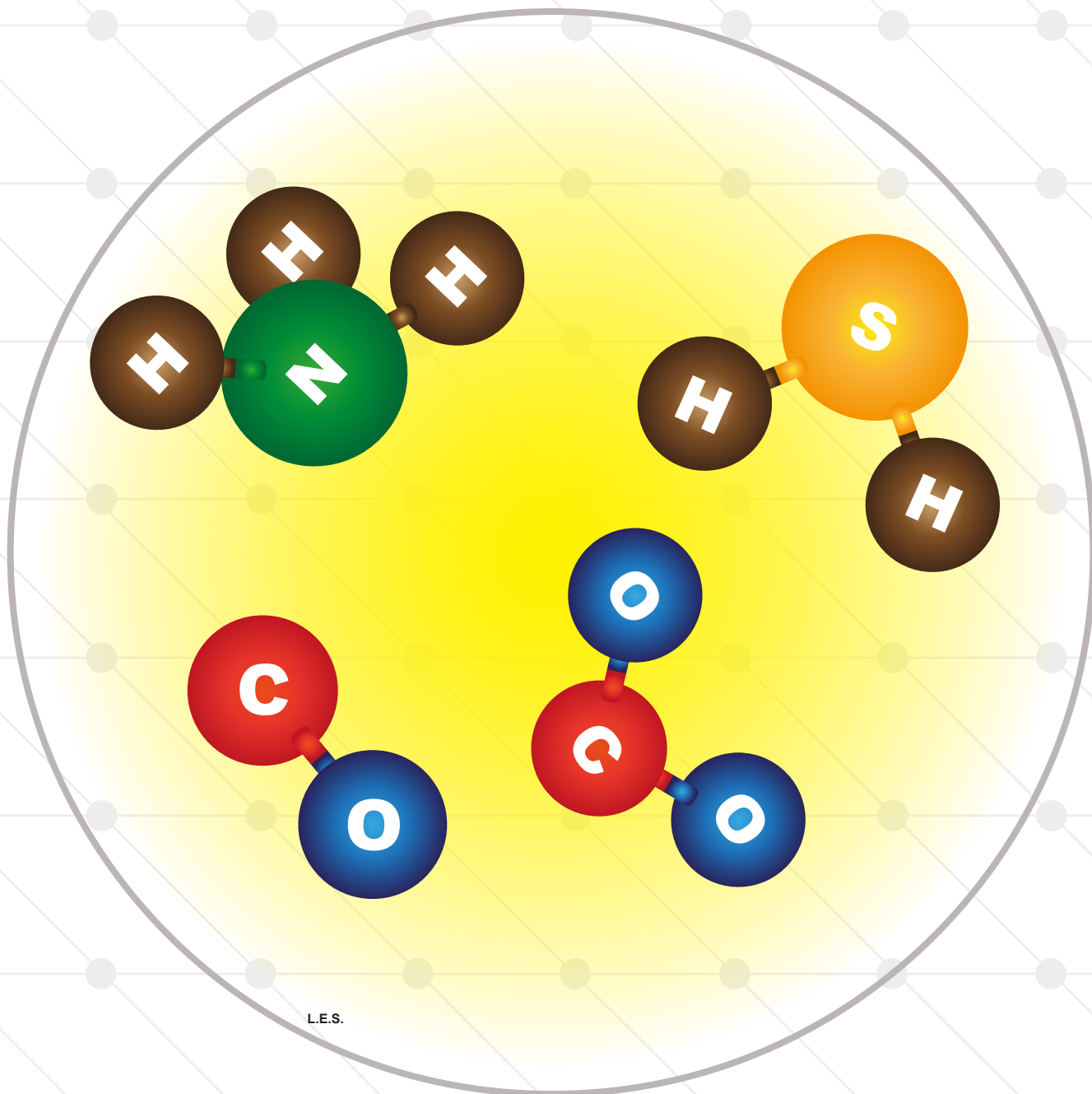
É um fato importante que para os trabalhadores o risco de incêndio é muito mais relevante e muito mais imediato do que o risco de ter a saúde prejudicada pelo excesso de oxigênio.

Sejam quais forem os riscos, é importantíssimo que todo o ambiente de trabalho onde sejam previstos riscos atmosféricos ou em atividades que envolvam substâncias que possam ser nocivas à vida e à saúde dos trabalhadores, que a atmosfera seja devidamente avaliada e monitorada.

# CAPITULO 3

## RISCOS ATMOSFÉRICOS

### Gases tóxicos



# Toxidez

Tóxico é o gás ou o vapor que de alguma forma provoca alteração em algum tecido do corpo humano, prejudicando as suas funções normais.

## Os efeitos de uma fonte de perigo nos seres humanos

Se uma determinada substância presente na atmosfera de um local de trabalho vai afetar mais ou menos o organismo de uma pessoa depende de três fatores básicos. São eles:

Fatal  
Perigoso  
Controlável  
Inofensivo



### Intensidade

O quanto a situação é nociva para os trabalhadores? Qual é a quantidade do contaminante presente no ar, ou qual é o grau de agressividade dessa substância para o corpo humano? As respostas para estas questões determinam se a situação é inofensiva, moderada ou altamente perigosa para as pessoas.



### Tempo de exposição

Este fator é determinado pelo tempo necessário para que uma substância afete a saúde do trabalhador. Algumas substâncias podem colocar uma pessoa em risco somente se o tempo de exposição for muito longo (muitas horas por muitos dias). Outras substâncias, que sejam muito agressivas ao corpo humano, mesmo em baixas concentrações, podem prejudicar a saúde de uma pessoa com pouquíssimo tempo de exposição ou, até mesmo, colocar a vida dela em risco de forma imediata.



### Sensibilidade individual

Sobre este fator não há forma de controle. As pessoas podem apresentar maior ou menor sensibilidade ao terem contato com uma determinada substância. Ao contato com um contaminante em uma atmosfera de um ambiente de trabalho alguns trabalhadores podem apresentar sintomas muito mais rapidamente do que os percebidos em outros, ou com efeitos mais ou menos severos em diferentes pessoas.

## Classificação dos gases

Considerando o efeito das substâncias químicas sobre o corpo humano quando inaladas, classificamos os gases em três grupos. São eles:

### Irritantes

Os gases irritantes são substâncias que agredem o aparelho respiratório. Eles podem provocar à inflamação dos tecidos e com o agravamento da situação podem gerar também a infecção das áreas afetadas. Os gases irritantes são classificados considerando as partes do trato respiratório que podem afetar. Por exemplo, existem os irritantes que agem sobre as vias superiores (fossa nasal, faringe, laringe), os que afetam os brônquios ou os que podem causar danos aos pulmões.

**Exemplos de gases irritantes:** Gás Clorídrico (HCl), Ácido Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), Amônia (NH<sub>3</sub>), Gás Sulfídrico (H<sub>2</sub>S), Ozônio (O<sub>3</sub>), etc.

### Anestésicos

Esses gases podem levar a perda de sensibilidade de partes do corpo e/ou prejudicar o funcionamento de funções orgânicas. Por exemplo, o benzeno pode afetar o sistema produtor de sangue. Outros gases classificados como anestésicos podem afetar as vísceras, o sistema circulatório ou agir sobre o sistema nervoso.

**Exemplos de gases anestésicos:** Butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>), Propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>), Benzeno (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), Álcool Metílico (CH<sub>3</sub>OH), Álcool Etilico (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH), etc.

### Asfixiantes

São gases que interferem no processo de oxigenação das células. Eles são classificados como asfixiantes simples ou asfixiantes químicos.

Os **Asfixiantes Simples** podem ser gases inertes como, por exemplo, o Nitrogênio, que compõe o ar respirável. Ou seja, podem ser substâncias que não geram reações no corpo humano, contudo, quando em grandes quantidades podem ocupar o lugar do oxigênio impedindo o processo de oxigenação das células. E sem oxigênio as células morrem.

**Exemplos de asfixiantes simples:** Hidrogênio (H<sub>2</sub>), Nitrogênio (N<sub>2</sub>), Hélio (He), Metano (CH<sub>4</sub>), Acetileno (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>), etc.

Os **Asfixiantes Químicos** interferem na utilização do oxigênio pelo corpo humano. Podem afetar o processo bioquímico entre a hemoglobina e o oxigênio. A hemoglobina é uma proteína dentro das células do sangue (hemácias) que é responsável por transportar o oxigênio para as demais células do corpo.

**Exemplos de asfixiantes químicos:** Monóxido de Carbono (CO), gás Sulfídrico (H<sub>2</sub>S), gás Cianídrico (HCN), etc.

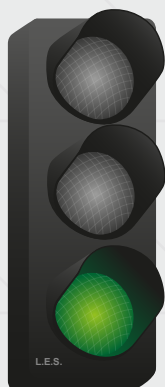
**Observação:** O detector de oxigênio não poderá ajudar na avaliação desse risco, pois o oxigênio poderá estar presente no ambiente de trabalho em volume normal, contudo, os gases classificados como asfixiantes químicos impedirão o seu aproveitamento pelo organismo.

# Limites de exposição ocupacional

Sobre os gases tóxicos, como vimos no começo deste capítulo, três fatores básicos definem as consequências da exposição ao risco, que é a intensidade (quantidade e potência), tempo de exposição e sensibilidade individual.

Existem limites estabelecidos pela legislação brasileira e por órgãos internacionais para a relação de quantidade e tempo de exposição. Esses limites garantem a preservação da saúde dos trabalhadores, mesmo que eles tenham contato com as substâncias tóxicas.

São eles:



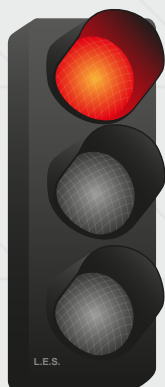
## L.T. – Limite de Tolerância

Este limite determina a concentração máxima de uma substância química presente na atmosfera de um ambiente de trabalho em que um trabalhador possa estar exposto na sua jornada de trabalho e que não prejudique a sua saúde ou coloque a sua vida em risco. A tal jornada de trabalho não pode exceder 48 horas semanais.

Portanto, trata-se dos limites estabelecidos de quantidade e de tempo de exposição para não prejudicar as pessoas.

Os limites de tolerância são estabelecidos pela Norma Regulamentadora número 15, que teve como base os valores de referência da ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienist – USA) da década de 70.

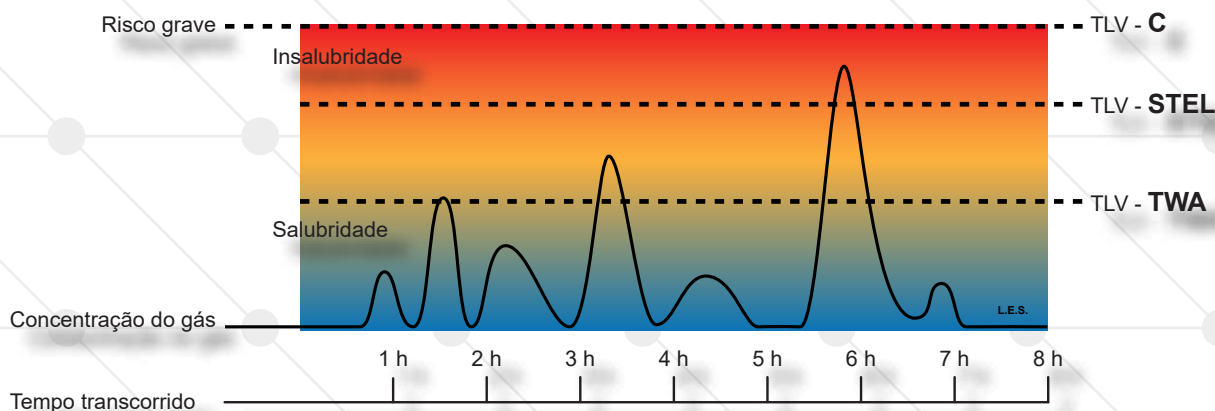
Os valores brasileiros foram reduzidos porque a ACGIH considera jornadas semanais de 40 horas, enquanto no Brasil considera-se até 48 horas semanais de trabalho.



## I.P.V.S. – Imediatamente Perigoso a Vida e a Saúde

Textos existentes no mercado, como o livro de proteção respiratória da FUNDACENTRO, ou a própria Norma Regulamentadora nº 33, definem o IPVS como uma condição que ultrapassa os limites de segurança. Nesta condição o risco de morte ou de consequências graves a saúde do trabalhador é imediato, e com potencial para causar danos aos olhos e impedir a fuga do lugar de perigo. No entanto, o texto da nova norma técnica sobre espaços confinados (ABNT NBR 16577) oferece uma definição diferente. A norma técnica define o IPVS como a pior condição de exposição, na qual o trabalhador pode escapar caso o respirador venha a falhar, e sem o risco de morte ou efeitos nocivos à saúde.

Com base nos Limites de Exposição Ocupacional (LEO) adotados no Brasil ou propostos pela ACGIH, os detectores de gás saem de fábrica com duas funções de monitoramento que consideram a relação de concentração e tempo de exposição. São elas:



### TWA – Time Weighted Average (Média Ponderada do Tempo)

Quando necessário, o trabalhador pode ter a exposição a determinados gases tóxicos monitorada por oito horas consecutivas.

Um trabalhador atuando em um ambiente específico de trabalho ou numa rotina que exija circular por uma planta industrial terá o detector de gases para monitorar, para registrar e para calcular a exposição ao longo das horas trabalhadas.

Em rotinas como essas, as condições podem variar muito, com momentos sem a presença de gases e outros momentos em que os gases alcancem valores elevados. Por isso esse tipo de monitoramento calcula a média ponderada de exposição.

Mas o que é uma média ponderada? Uma média simples soma um conjunto de valores e divide essa soma pelo número de itens. Por exemplo, a média de cinco diferentes valores é obtido somando todos eles e depois dividindo o valor total por cinco. Na média ponderada o cálculo é mais complexo. São atribuídos aos valores importâncias diferentes, então, ao longo do dia são realizados vários cálculos para depois se obter um valor médio.

Caso, ao longo do dia de trabalho, o detector identificar um valor acima da média determinada, o aparelho irá emitir sinais de alerta.



### STEL – Short Term Exposure Limit (Limite de Exposição a Curto Prazo)

Considerando que ao longo de uma jornada de trabalho de oito horas poderá haver grandes variações na exposição a determinados gases, o STEL é um monitoramento complementar ao TWA, pois detecta, registra e calcula eventuais valores de pico em intervalos curtos de tempo.

O STEL é a concentração máxima na qual uma pessoa pode ficar exposta por um período de quinze minutos. E com as restrições de que essas exposições se limitem a, no máximo, quatro vezes por dia e com intervalos de pelo menos sessenta minutos entre cada uma.

Caso o detector de gases identifique valores acima dos programados ele irá emitir sinais de alerta.

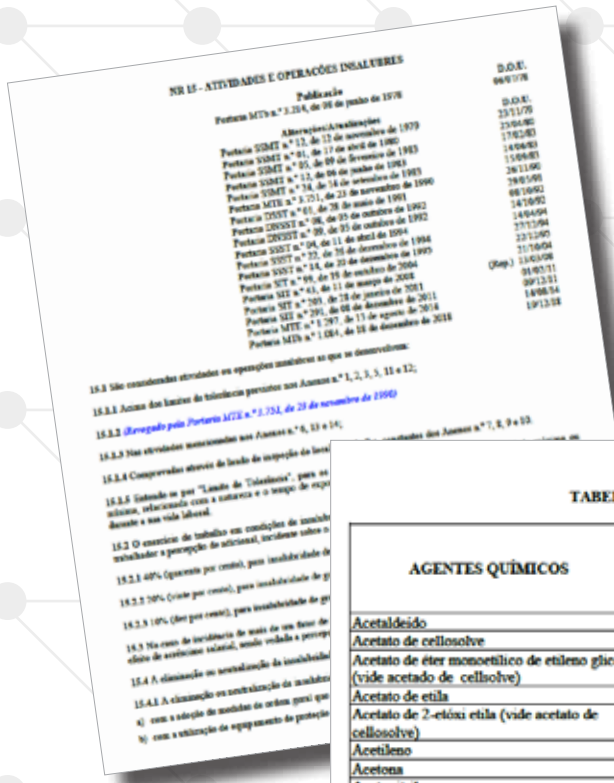


# Quem estabelece os limites de tolerância?

No Brasil os limites de tolerância são determinados pela Norma Regulamentadora número 15, cujo título é 'ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES'.

A NR15 estabelece os limites aos quais os trabalhadores podem ficar expostos a diferentes agentes que podem causar danos à saúde como o calor, o ruído e a pressão, entre outros.

O Anexo 11 da norma aborda os agentes químicos que podem ser absorvidos pela inalação, ou seja, gases e vapores que podem prejudicar a saúde de uma pessoa.



Imagens meramente ilustrativas. Sujeitas a desatualização.

**QUADRO N.º 1**  
**TABELA DE LIMITES DE TOLERÂNCIA**

AGENTES QUÍMICOS	Valor teto	Absorção também p/pele	Até 48 horas/semana		Grau de insalubridade a ser considerado no caso de sua caracterização
			ppm*	mg/m3**	
Acetaldeído			78	140	máximo
Acetato de celossolve	+		78	420	médio
Acetato de éter monoetilico de etileno glicol (vide acetato de celossolve)			-	-	-
Acetato de etila			310	1090	mínimo
Acetato de 2-etioli etila (vide acetato de celossolve)			-	-	-
Acetileno			Axfixiante	simples	-
Acetona			780	1870	mínimo
Acetonitrila			30	55	máximo
Ácido acético			8	20	médio
Ácido cianídrico		+	8	9	máximo
Ácido clorídrico	+		4	5,5	máximo
Ácido crômico (névoa)			-	0,04	máximo
Ácido etanóico (vide ácido acético)			-	-	-
Ácido fluorídrico			2,5	1,5	máximo
Ácido fórmico			4	7	médio
Ácido metanóico (vide ácido fórmico)			-	-	-
Acrilato de metila		+	8	27	máximo
Acilonitrila		+	16	35	máximo
Álcool isoamílico			78	280	mínimo
Álcool n-butílico	+	+	40	115	máximo
Álcool n-butílico			40	115	médio
Álcool sec-butílico (2-butanol)			115	350	médio
Álcool terc-butílico			78	235	médio
Álcool etílico			780	1480	mínimo
Álcool furfúrico		+	4	15,5	médio
Álcool metil amílico (vide metil isobutil carbinol)			-	-	-
Álcool metílico		+	156	200	máximo
Álcool n-propílico		+	156	390	médio
Álcool isopropílico		+	310	765	médio
Aldeído acético (vide acetaldeído)			-	-	-
Aldeído fórmico (vide formaldeído)			-	-	-
Amônia			20	14	médio

Existem empresas brasileiras que adotam os limites indicados pela ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienist – USA), quando entendem que tais valores são mais restritivos e conseqüentemente mais seguros.

# Unidades de medida

Ao tratar dos limites de tolerância surge a necessidade de abordarmos as unidades de medida utilizadas para determinar as quantidades.

Os gases podem estar presentes numa atmosfera em grandes quantidades, como é o caso do Nitrogênio, que representa 70% do volume do ar respirável, ou em frações tão pequenas que se usássemos a porcentagem como unidade de medida teríamos que trabalhar com várias casas decimais à direita da vírgula. Portanto, há a necessidade de utilizarmos diferentes formas de determinar valores quando avaliamos a presença e a quantidade de gases numa atmosfera.

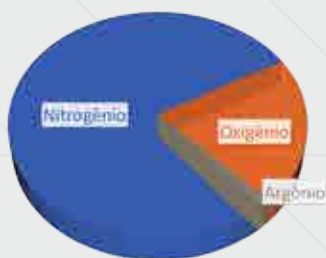
São três as principais e mais comuns unidades de medida utilizadas pelos detectores de gás. São elas:

## A porcentagem de volume (%)

A porcentagem de volume é uma forma de determinar uma fração (parte) de alguma quantidade. A base, ou o que a matemática chama de denominador é 100 %. Cem por cento representa o todo, e qualquer valor abaixo disso representa uma fração ou parte desse todo.

Como já foi visto neste manual, o chamado ar respirável é composto por vários gases, sendo o Nitrogênio, o Oxigênio e o Argônio os de maior volume.

Nos detectores de gás, a leitura que utiliza essa unidade é a do Oxigênio, já que o esperado é que ele se apresente em grande quantidade numa atmosfera segura.



**78% de Nitrogênio;**

**20,9% de Oxigênio;**

**1% de Argônio;**

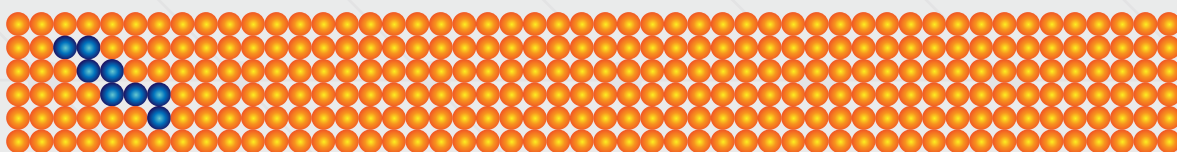
**0,1% de Gás Carbônico e outros gases.**

## Partes Por Milhão (ppm)

Ao listarmos os gases que formam o 0,1 % do ar respirável, teremos que lidar com concentrações muito baixas, e usar a porcentagem torna-se menos conveniente. Para exemplificar, vamos considerar que o gás carbônico (CO<sub>2</sub>) que compõe o ar respirável é de apenas 0,03% e a concentração normal do Monóxido de carbono (CO) neste mesmo ar é de apenas 0,00001%.

Para concentrações tão pequenas a unidade de medida utilizada pelos detectores de gás é Partes Por Milhão (ppm). Ou seja, “x” número entre 1 milhão de partes.

Para exemplificar, podemos citar o limite de tolerância do Monóxido de Carbono (CO) determinado pela legislação brasileira que é de 39 ppm, o que equivale a 0,0039% de concentração no ar. Ou o limite de tolerância do Gás Sulfídrico (H<sub>2</sub>S) que é de apenas 8 ppm, o que equivale a 0,0008%.



## Porcentagem do Limite Inferior de Explosividade (% do L.I.E)

Trata-se de uma unidade de medida utilizada para avaliar os gases inflamáveis.

É uma medida mais complexa, pois o próprio denominador é uma fração.

Veremos mais adiante que para os gases inflamáveis incendiarem é necessário que eles estejam em uma quantidade mínima na atmosfera, e essa quantidade mínima é chamada de Limite Inferior de Explosividade.

Os detectores de gases inflamáveis são ajustados para alarmar com reações muito pequenas do sensor. Ou seja, eles devem alertar os trabalhadores que há o risco de incêndio e de explosão com quantidades muito pequenas de gases inflamáveis.

Um determinado gás é utilizado como referência para ajustar a sensibilidade do aparelho, que normalmente é o gás Metano. O gás Metano pode incendiar uma atmosfera e provocar uma explosão com apenas 5% de concentração e o aparelho é programado para alarmar com apenas 10% disso. Por isso, a leitura na tela do detector de gases inflamáveis é % do limite inferior de explosão (LIE).

Este tópico será melhor compreendido com a leitura dos capítulos sobre gases inflamáveis, sensores e detectores portáteis de gás.

Gás com baixas concentrações.  
Valor em ppm.

Gás com altas concentrações.  
Valor em %.



Gás com baixas concentrações.  
Valor em ppm.

Porcentagem do Limite Inferior de Explosividade.

**Observação:**

A sigla em inglês para o Limite Inferior de Explosividade é L.E.L. (Lower Explosive Limit).

# Conhecendo os perigos

A fonte mais importante de informação para conhecer os riscos gerados pela eventual presença de produtos químicos na atmosfera de um ambiente de trabalho, ou para manusear substâncias perigosas é a FISPQ.

A criação e a padronização da Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) é consequência de um Decreto de Lei brasileiro que ratificou uma convenção da Organização Internacional do Trabalho e que tem por objetivo fornecer aos trabalhadores as informações essenciais para os cuidados com a saúde e a segurança no manuseio, na guarda e no transporte de substâncias perigosas.

A disponibilização da FISPQ de qualquer produto químico é uma obrigação legal que atende a legislação ambiental, de segurança do trabalho e da defesa ao consumidor.

Essa ficha obedece a um padrão de informações estabelecido pela ABNT através da NBR 14725, cujo título é 'Produtos químicos - Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente - Parte 4: Ficha de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ)'. E esta norma técnica estabelece dezesseis tópicos obrigatórios de informações, entre os quais o 'Controle de exposição e proteção individual', que deve indicar os parâmetros de controle para as substâncias e os seus ingredientes, os limites de tolerância e os indicadores biológicos ou outros limites. Também estabelece as 'Informações toxicológicas' que deve descrever os efeitos toxicológicos no corpo humano e os meios para identificar esses efeitos.



Imagem meramente ilustrativa. Modelo baseado na FISPQ da White Martins.

## Principais agentes químicos

A partir da próxima página serão apresentados e descritos os agentes químicos mais relevantes nas rotinas de trabalho que podem afetar a saúde ou colocar em risco a vida de trabalhadores.

# MONÓXIDO DE CARBONO

**Asfixiante químico**

Símbolo

**CO**

Molécula



## Periculosidade



Altamente tóxico



Levemente inflamável

## Características



Incolor. Não é percebido pela visão.



Inodoro. Não é percebido pelo olfato.



A densidade relativa ao ar é 0,967.  
L.E.S.

## Fontes de emissão

Acontece com a queima incompleta de combustíveis derivados de petróleo e outras substâncias ricas em carbono. É emitido por automóveis com motores a combustão, por processos industriais, por fornos a lenha e por fornalhas, entre outros.

## Sintomas do envenenamento

Com baixas concentrações pode provocar dores de cabeça leves e náuseas. Com concentrações maiores pode causar fraqueza, tontura, fortes dores de cabeça e vômito. Em grande concentração poderá provocar convulsões, alterações do ritmo cardíaco, dificuldades em respirar, alterações no sistema nervoso central e morte.

**Observação:** os efeitos dos asfixiantes químicos não são relacionados com a falta de oxigênio no ambiente, mas com a incapacidade do corpo em aproveitá-lo.



## Limite de tolerância

**39 ppm** (partes por milhão).

Para exposição em períodos de trabalho, que não podem ultrapassar 48 horas semanais.



## Limites de inflamabilidade (quando pode ocorrer o incêndio e a explosão)

Entre **12,5% e 74%** do volume de gases do ambiente.

Compreenda os limites superior e inferior de inflamabilidade no capítulo sobre gases inflamáveis.

# DIÓXIDO DE CARBONO

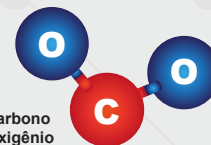
Gás carbônico

**Asfixiante simples**

Símbolo

Molécula

**CO<sub>2</sub>**



C = Carbono  
O = Oxigênio

## Periculosidade



Asfixiante



Não é inflamável

## Características



Incolor. Não é percebido pela visão.



A partir de 5% de volume pode ser percebido como um odor levemente ácido e para algumas pessoas tem o gosto e o odor levemente cáustico.



A densidade relativa ao ar é 1,522.

L.E.S.

## Fontes de emissão

As fontes naturais são a respiração dos seres humanos e dos animais, erupções vulcânicas, queimadas naturais e a queima de gás natural. No processo de combustão, a queima completa gera CO<sub>2</sub>. As emissões de origem antrópicas (interferência humana) inclui a combustão completa de compostos orgânicos (carvão, hidrocarbonetos, madeira, etc) e a fermentação de compostos orgânicos, entre outros.

## Sintomas do envenenamento

Até 2% de volume o dióxido de carbono pode provocar um aumento da taxa de respiração e em exposições prolongadas podem provocar dor de cabeça e fadiga. Entre 3% e 4% os sintomas se agravam e pode ser percebida uma sensação de asfixia, problemas na audição, aumento da pressão sanguínea, aumento da pulsação. Entre 5% e 10% a respiração torna-se difícil, surge um zumbido nos ouvidos e pode ocorrer a perda de consciência. Acima de 50% pode ocorrer a morte por asfixia.



## Limite de tolerância

**3.900 ppm** (partes por milhão).

Para exposição em períodos de trabalho, que não podem ultrapassar 48 horas semanais.



**Limites de inflamabilidade** (quando pode ocorrer o incêndio e a explosão)

**Não é inflamável.**

# SULFETO DE HIDROGÊNIO

Gás Sulfídrico

**Irritante**

Símbolo



Molécula



S = Enxofre  
H = Hidrogênio

## Periculosidade



Muito tóxico



Inflamável

## Características



Incolor. Não é percebido pela visão.



O odor é de ovo podre, porém, só é percebido em baixas concentrações. Em concentrações perigosas ou em longas exposições ele anula o olfato.



A densidade relativa ao ar é 1,2.

L.E.S.

## Fontes de emissão

Ocorre na natureza onde é encontrado no petróleo bruto, no gás natural, nos gases vulcânicos e nas fontes termais. Também é produzido no processo de decomposição de matérias orgânicas. É produzido em processos industriais como o refino de petróleo ou processamento de celulose e alimentos.

## Sintomas do envenenamento

Trata-se de uma substância irritante das mucosas do corpo e do aparelho respiratório, podendo ocasionar um edema pulmonar imediato ou tardio. Os sintomas incluem náuseas, dores de cabeça, delírios, distúrbio do equilíbrio, convulsões e irritação da pele e dos olhos. Em altas concentrações levam a inconsciência e morte.



## Limite de tolerância

**8 ppm** (partes por milhão).

Para exposição em períodos de trabalho, que não podem ultrapassar 48 horas semanais.

## Limites de inflamabilidade (quando pode ocorrer o incêndio e a explosão)

Entre **4,3% e 45%** do volume de gases do ambiente.



Compreenda os limites superior e inferior de inflamabilidade no capítulo sobre gases inflamáveis.

# AMÔNIA

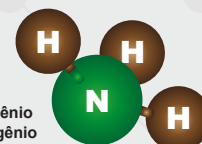
Amônia Anidra

**Irritante**

Símbolo



Molécula



N = Nitrogênio  
H = Hidrogênio

## Periculosidade



Muito tóxico



Levemente inflamável

## Características



Incolor. Não é percebido pela visão.



Em concentrações não muito altas apresenta um cheiro irritante.



A densidade relativa ao ar é 0,6.

L.E.S.

## Fontes de emissão

É produzida por meios industriais e é utilizada em sistemas de refrigeração e na preparação de fertilizantes. Na indústria alimentícia é muito usada nos sistemas de resfriamento. Na indústria petroquímica é usada como base para neutralizar ácidos provenientes do óleo cru e também é utilizada nos processos de extração mineral como o cobre, o níquel e o molibdênio.

## Sintomas do envenenamento

Em contato com umidade torna-se corrosiva. No caso de inalação pode provocar sonolência, vertigem, irritação no aparelho respiratório, sensação de queimaduras na garganta e sensação de constrição da laringe com dificuldade de respiração. Em contato com a pele causa queimaduras severas e irritação. Nos olhos pode causar graves queimaduras nos olhos.



## Limite de tolerância

**20 ppm** (partes por milhão).

Para exposição em períodos de trabalho, que não podem ultrapassar 48 horas semanais.

## Limites de inflamabilidade (quando pode ocorrer o incêndio e a explosão)

Entre **16% e 25%** do volume de gases do ambiente.

Compreenda os limites superior e inferior de inflamabilidade no capítulo sobre gases inflamáveis.





# Dräger

## X-am<sup>®</sup> 2500 detector multigás

Sua Segurança  
é nossa  
Paixão



**O detector de 1 a 4 gases que  
você precisa para diversas aplicações.**

Proteja sua equipe dos perigos que eles não conseguem ver com o X-am 2500. Ele combina uma tecnologia imbatível de sensores que podem detectar até 100 combinações de gases tóxicos e inflamáveis. Além de possuir uma autonomia de até 12 horas, ele é fácil de usar e uma ótima escolha para a indústria.



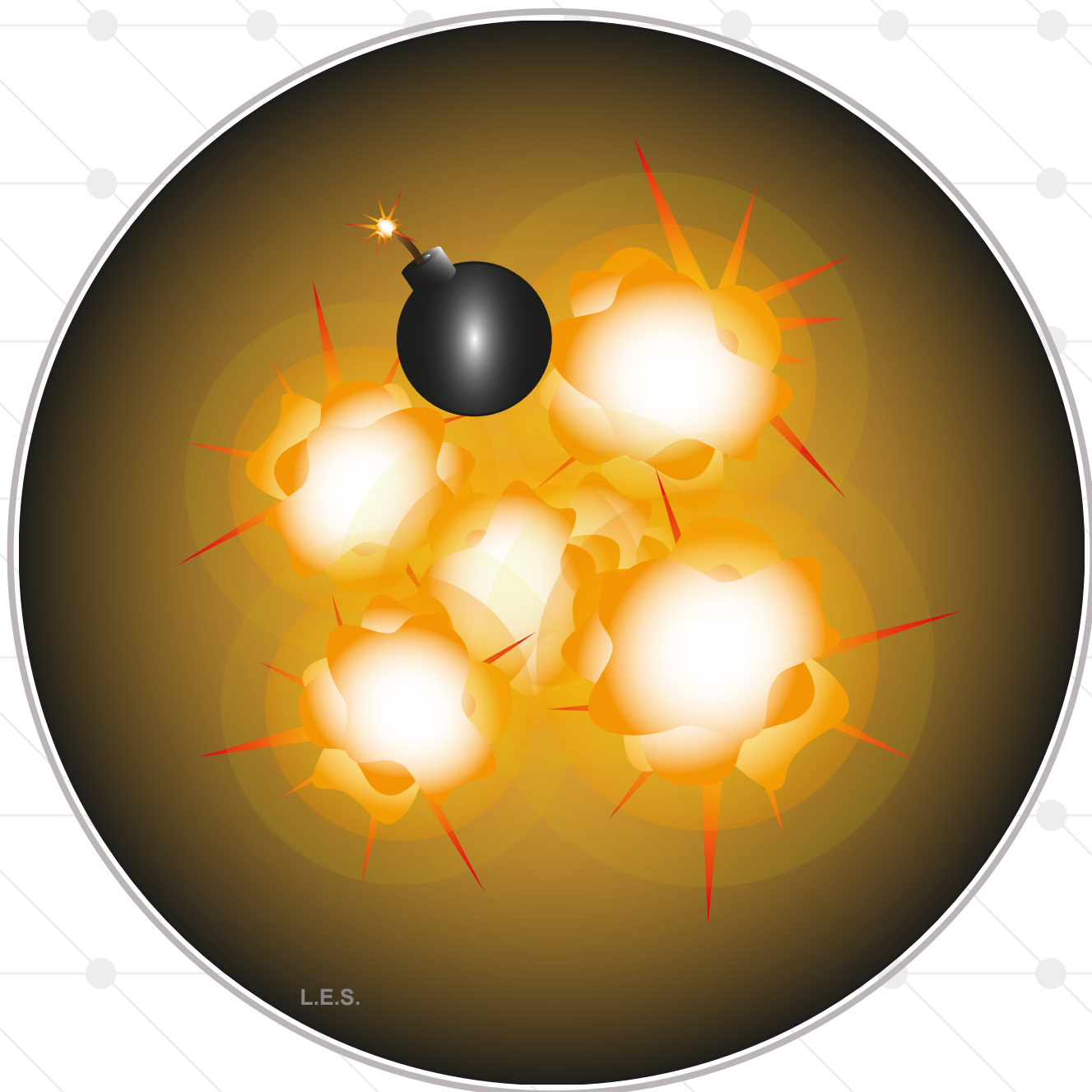
ACESSE [WWW.DRAEGER.COM](http://WWW.DRAEGER.COM) E CONFIRA COMO PROTEGER VOCÊ E SUA EQUIPE.

Dräger. Tecnologia para a vida.

# CAPITULO 4

## RISCOS ATMOSFÉRICOS

### Gases e vapores inflamáveis



L.E.S.

# Gases e vapores inflamáveis

Os gases e os vapores inflamáveis são substâncias que podem estar presentes na atmosfera de um ambiente de trabalho e que misturadas ao ar e com uma fonte de ignição (fonte de calor) podem se incendiar. E com o risco adicional de provocarem explosões quando a reação acontece em espaços fechados.

Para que uma substância inflamável possa se incendiar é necessário que haja as condições ideais, pois estamos abordando uma reação química chamada combustão. E para que a combustão aconteça é necessário que haja no ambiente um material combustível, que no caso em questão é um gás inflamável. Também é preciso que haja um comburente, que mais comumente é o oxigênio, e por fim, uma fonte de calor (ignição). Os elementos dessa reação são representados no triângulo do fogo.



Para que uma atmosfera contaminada incendeie ou exploda não basta apenas que exista no ambiente um gás inflamável. É preciso que haja uma mistura ideal de gases e uma fonte de ignição.

Pode ser surpreendente, mas não é apenas a pouca quantidade de gás inflamável numa atmosfera que pode impedir que um incêndio ou uma explosão aconteça, o excesso de gás inflamável também pode impedir a combustão. O mesmo vale para a quantidade de oxigênio e a fonte de calor.

## Inflamabilidade ou Explosividade?

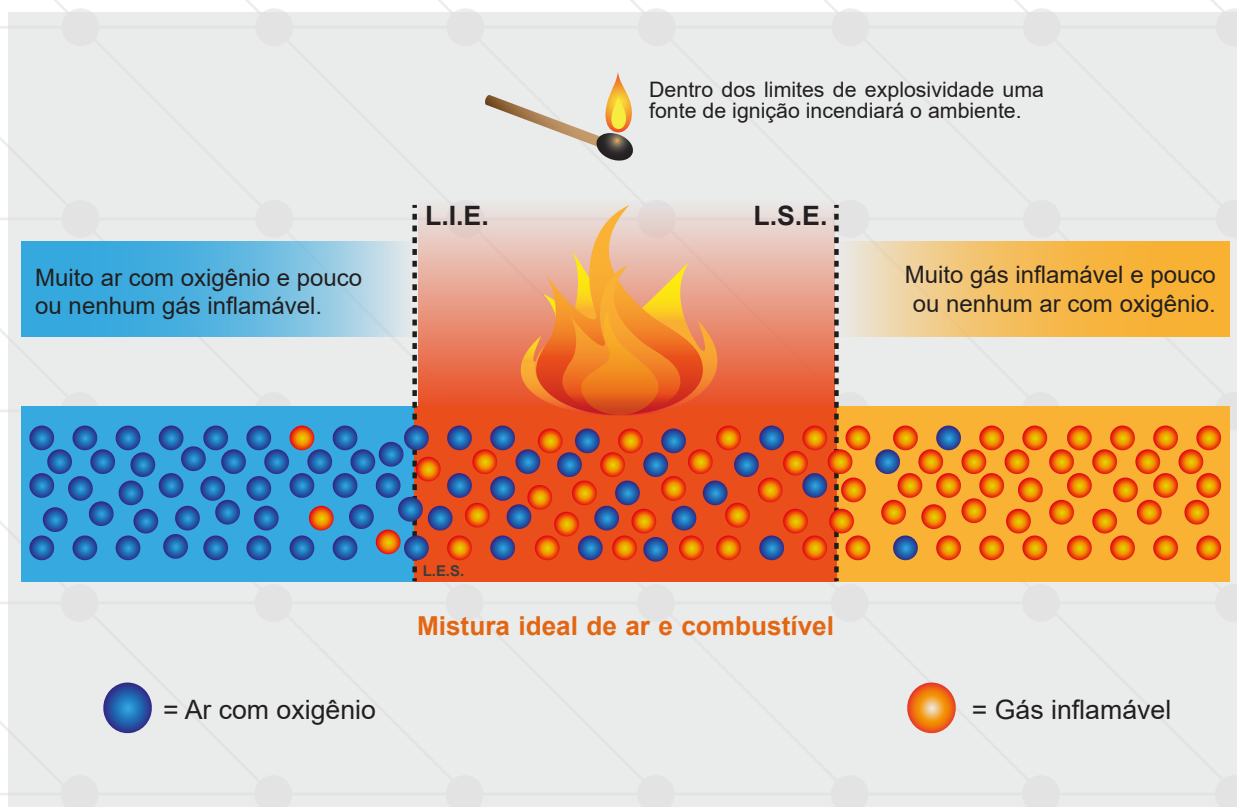
Há quem defenda o uso da palavra inflamabilidade como a mais adequada para designar a característica dos gases inflamáveis para queimar ou entrar em ignição, porém, o termo empregado para espaços confinados normalmente é explosividade.

A palavra inflamabilidade é a mais abrangente, já que se aplica a qualquer atmosfera, em qualquer ambiente de trabalho que, contendo gás inflamável e oxigênio nas proporções adequadas, e submetida a uma fonte de ignição vai incendiar.

Mas então, porque explosividade? Talvez o que possa explicar essa escolha seja o fato de que a queima de uma atmosfera em um ambiente fechado, dependendo da concentração, poderá gerar uma explosão. Os gases em combustão vão se expandir e provocar uma onda de choque, que num espaço confinado vai ser potencializada, já que a energia não tem como se dissipar. Como os detectores são largamente empregados para as atividades em espaços confinados, a lógica dita que a combustão dos gases nesses ambientes poderá gerar uma explosão.

## Limites de explosividade

O equilíbrio nas quantidades de ar com oxigênio e um gás inflamável presente na atmosfera se encontra numa faixa entre o chamado Limite Inferior de Explosividade (L.I.E.) e o chamado Limite Superior de Explosividade (L.S.E.). Para compreender melhor veja o gráfico abaixo.



Por causa das tecnologias importadas de outros países, é possível que a sigla que apareça escrita nos manuais ou exibida nas telas dos equipamentos seja L.E.L. para designar o limite inferior de explosividade no idioma inglês.

### L.E.L. – Lower Explosive Limit

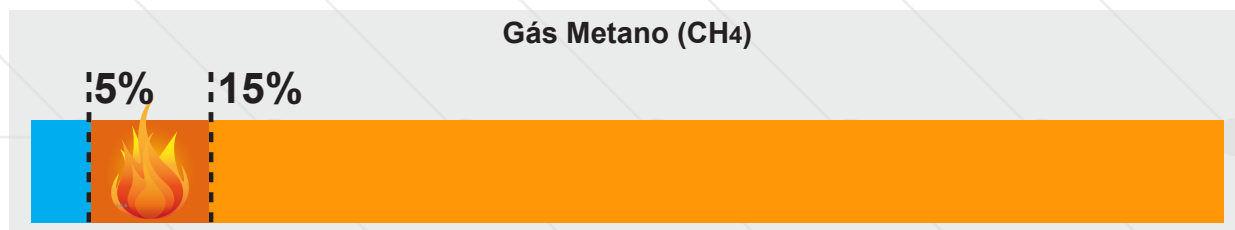
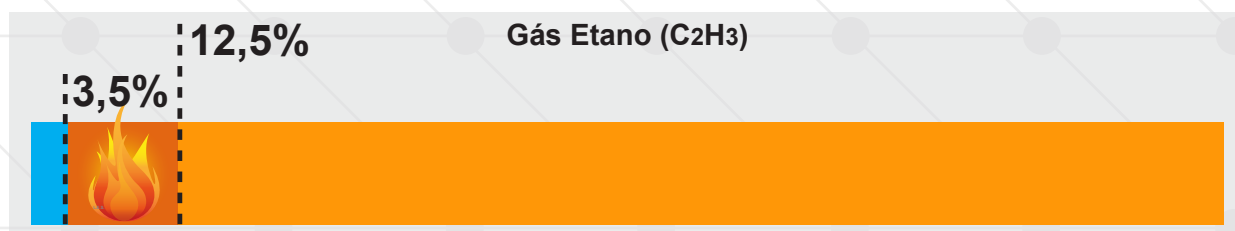
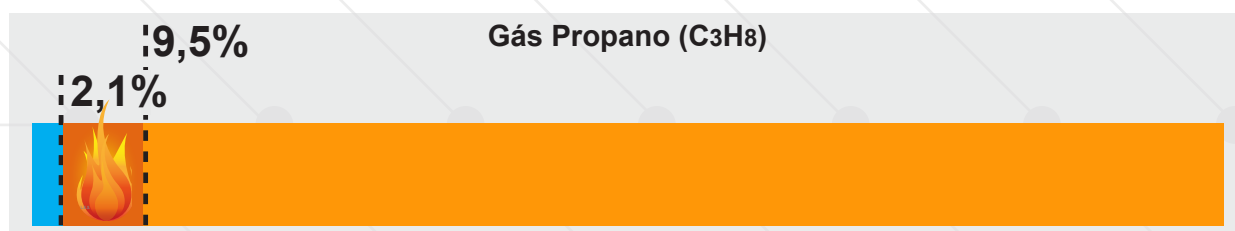
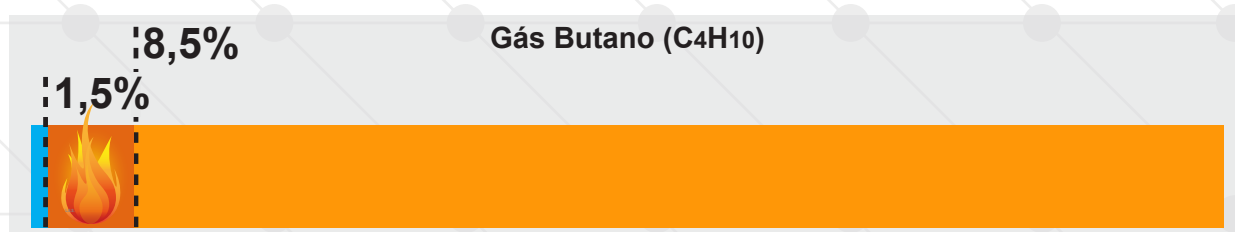
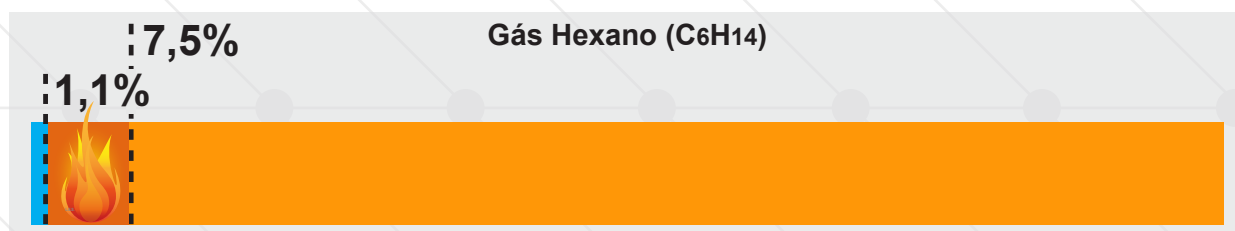
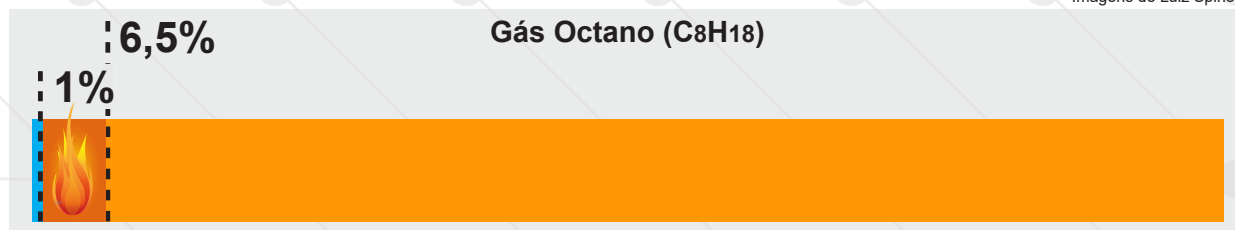
(Limite Inferior de Explosividade em inglês)

Nas próximas páginas estão listados os limites de explosividade de vários gases.

## Limites de explosividade

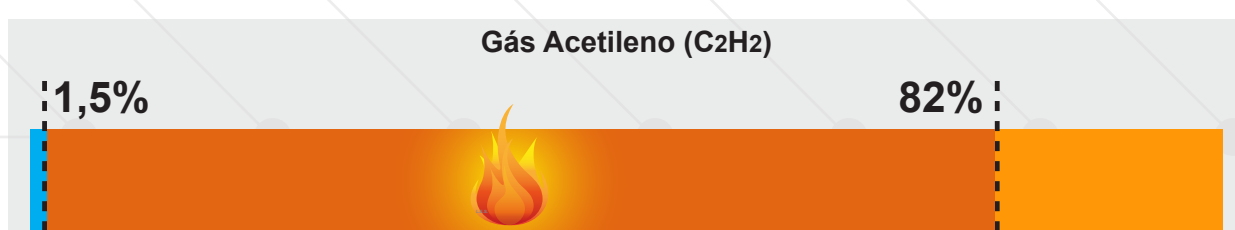
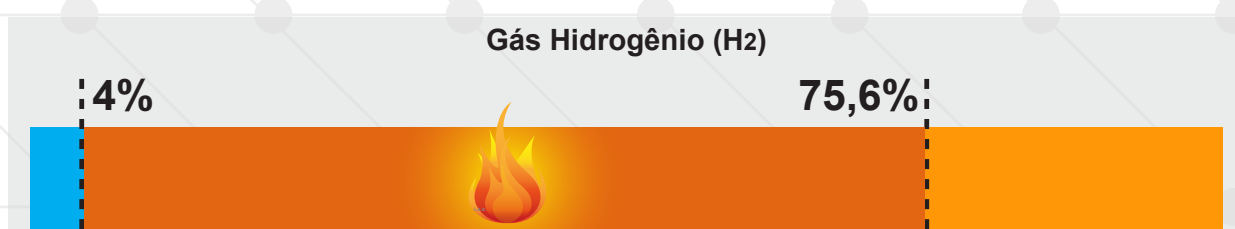
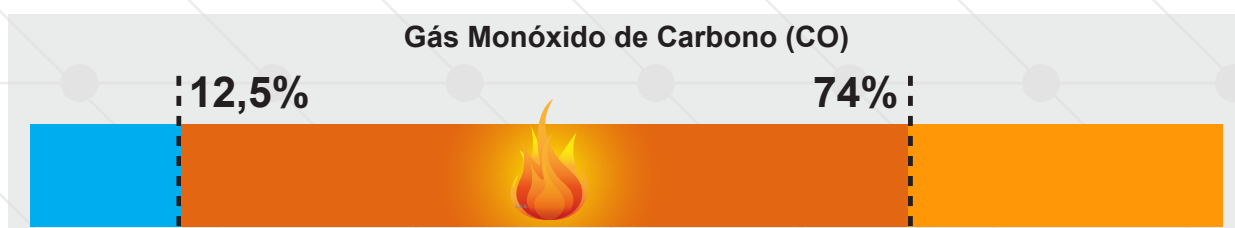
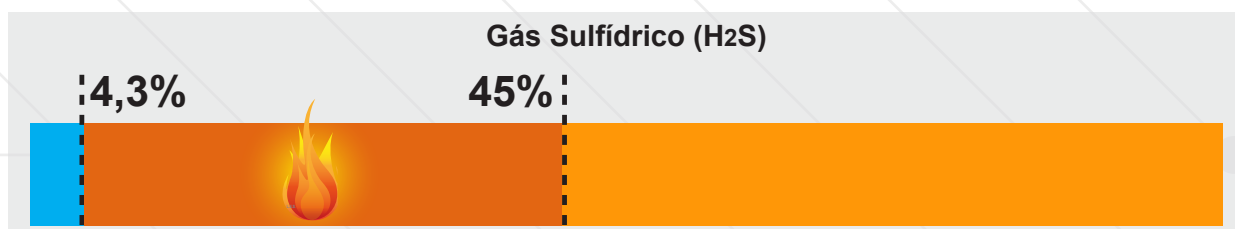
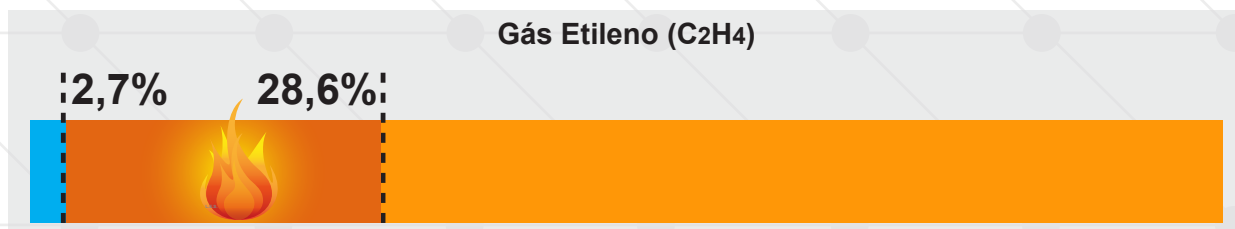
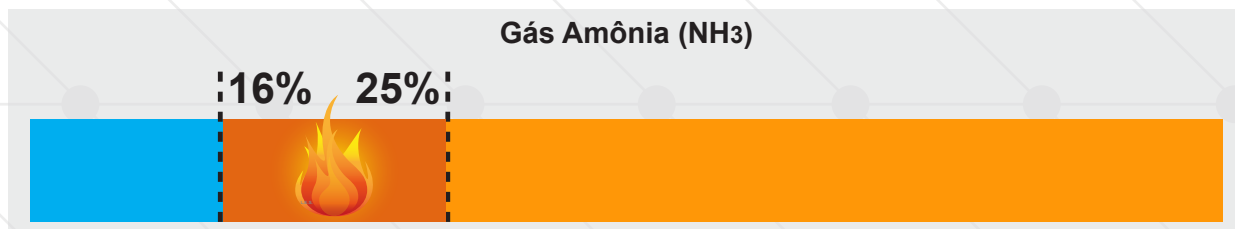
Os gases inflamáveis apresentam diferentes limites de explosividade. E para ilustrar essa característica estão abaixo alguns gases com os seus valores de Limite Inferior de Explosividade (L.I.E) e Limite Superior de Explosividade (L.S.E.).

Imagens de Luiz Spinelli



# Limites de explosividade

Imagens de Luiz Spinelli



## Como a explosividade é medida?

As diferentes tecnologias de sensores para gases inflamáveis detectam a presença de substâncias capazes de gerar fogo e explosão, porém, não são capazes de indicar qual gás está presente na atmosfera. E, como vimos, os limites de explosividade dos gases são muito diferentes, com alguns apresentando o limite inferior de explosividade próximo do 1%.

Então, como fazer para garantir que o detector de gases alarme sobre o risco de incêndio e de explosão antes que o acidente ocorra, mesmo não sabendo qual é o gás? A resposta está no ajuste do aparelho.

O ajuste é feito eletronicamente, programando-o para que dispare os alarmes ao sinal de pequenas reações.

Usa-se, normalmente, o gás Metano para esse ajuste. O limite inferior de explosividade do Metano é de 5% de volume, e o detector é ajustado para alarmar com apenas 10% dessa concentração, ou seja, basta 0,5% de Metano na atmosfera avaliada para que os alarmes sejam acionados. E é daí que surgiu a referência dos 10% do limite inferior de explosividade.

Mas, e se não for o Metano? E se for, por exemplo, o gás Octano, cujo L.I.E. é de apenas 1%? A resposta a esta pergunta ajuda a entender como o detector de gases protege os trabalhadores. Vamos lembrar que o detector não distingue os gases inflamáveis, apenas reage a presença deles. Com o ajuste feito para que o alarme seja acionado com uma reação muito pequena do sensor, o aparelho irá alertar os trabalhadores antes que a atmosfera se torne inflamável, esteja ela contaminada pelo Metano, pelo Octano ou por qualquer outro gás inflamável.

Para compreender melhor veja a tabela abaixo.

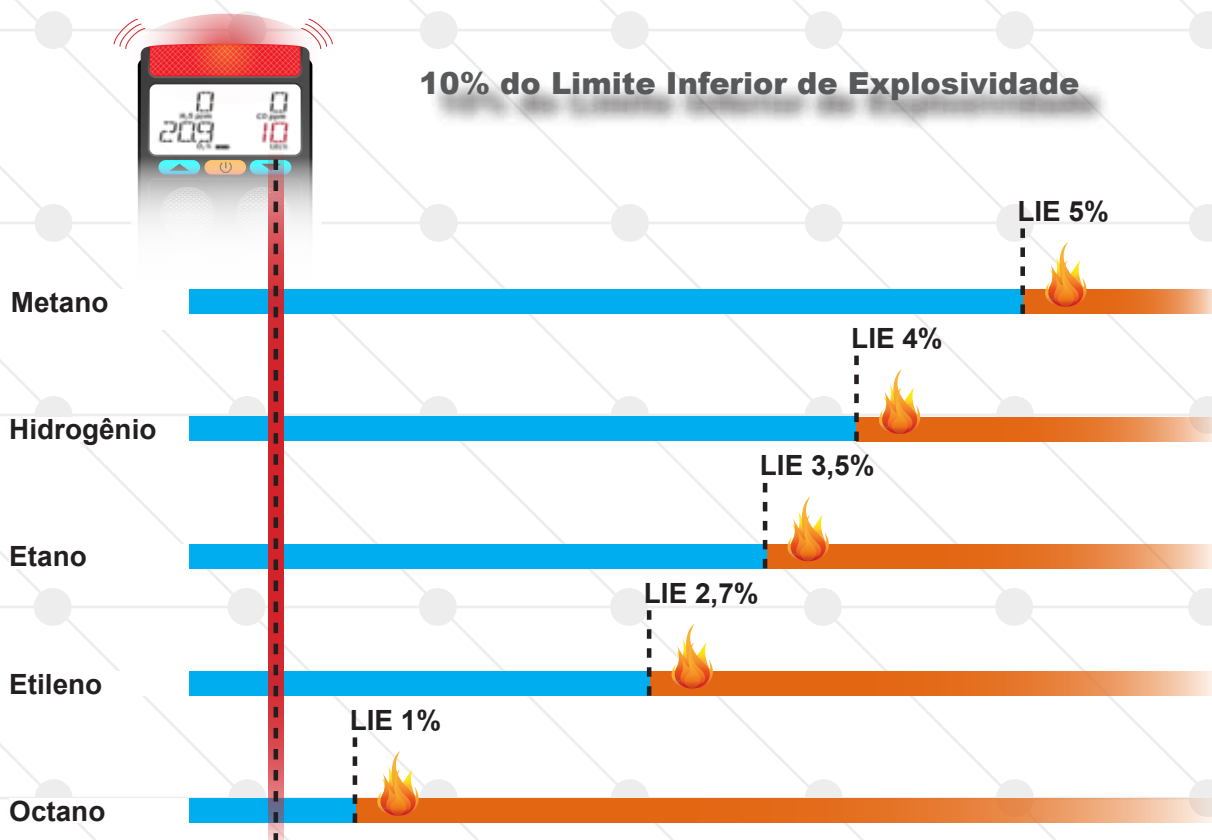
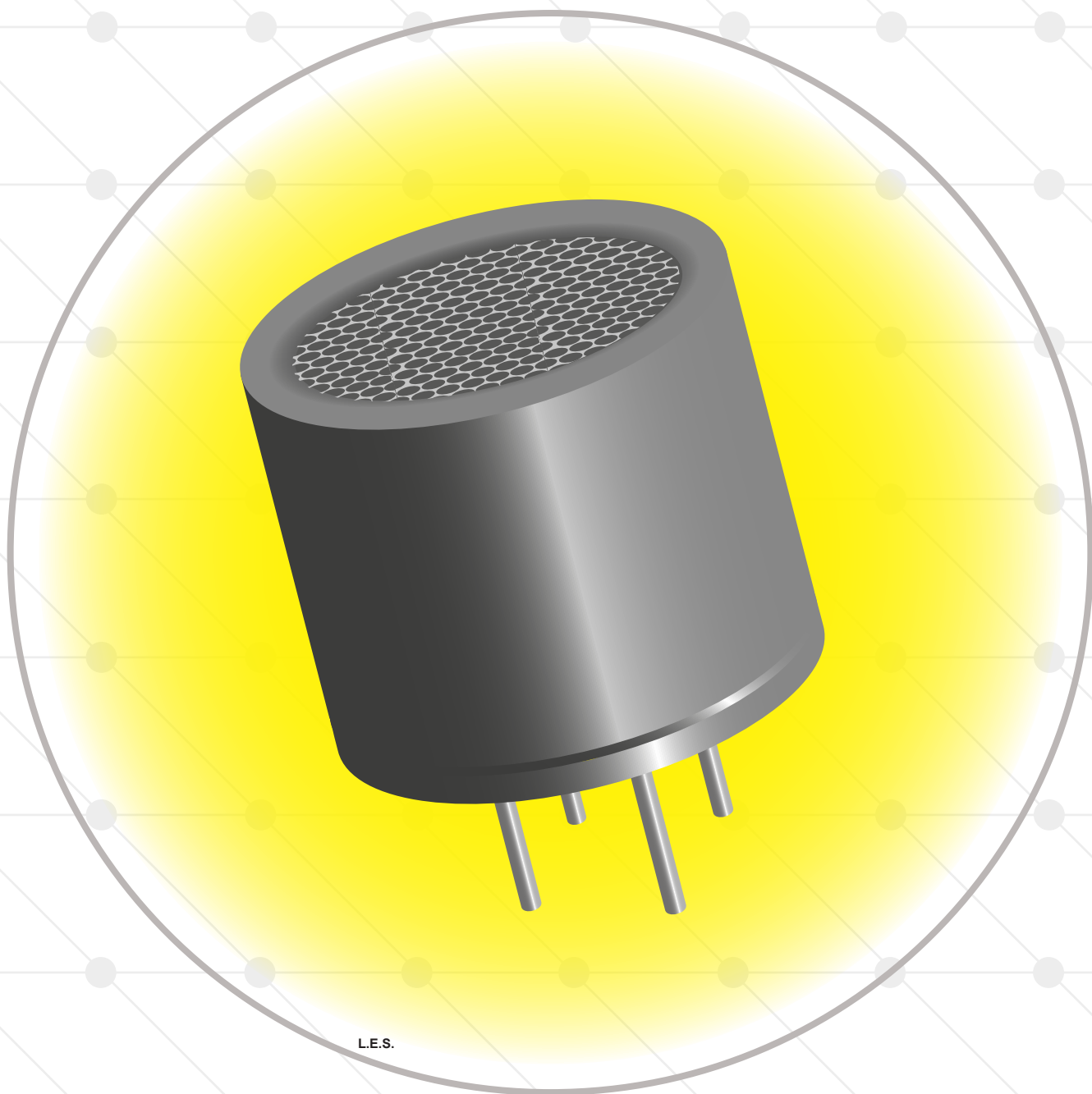


Ilustração de Luiz E. Spinelli

# CAPITULO 5

# SENSORES



L.E.S.



## Tecnologias de sensores

Os sensores são partes integrantes e essenciais dos aparelhos de detecção de gases. E é o número de sensores e a tecnologia empregada neles que determina a variedade de gases que podem ser detectados por esses equipamentos.

Entre os modelos de detectores de gases portáteis disponíveis no mercado, o mais comum é a detecção de quatro gases, mas pode-se encontrar aparelhos para até sete gases. E esse incremento é possível graças as tecnologias que permitem que um mesmo sensor consiga detectar mais de um gás simultaneamente. Isso garante uma maior abrangência de detecção sem abrir mão do tamanho compacto dos aparelhos.

Existe uma variedade limitada de tecnologias, cada qual criada ou adaptada para determinados grupos de gases.

Como já foi abordado nesse manual, podemos classificar os gases como inflamáveis ou tóxicos, e além desses dois grupos devemos considerar também a necessidade de medir o volume de oxigênio em uma atmosfera.

Existem diferentes substâncias que podem ser classificadas como inflamáveis ou tóxicas, e a eficiência na detecção desses gases depende da tecnologia empregada. Por exemplo, a tecnologia utilizada normalmente para medir o monóxido de carbono é o do sensor eletroquímico, mas para medir o dióxido de carbono a tecnologia recomendada é a do sensor de infravermelho.

O conhecimento sobre tais tecnologias auxilia na escolha adequada dos sensores para os tipos de gases que se pretende detectar e auxilia também no uso eficiente e na preservação dos sensores de riscos aos quais eles possam ser frágeis.

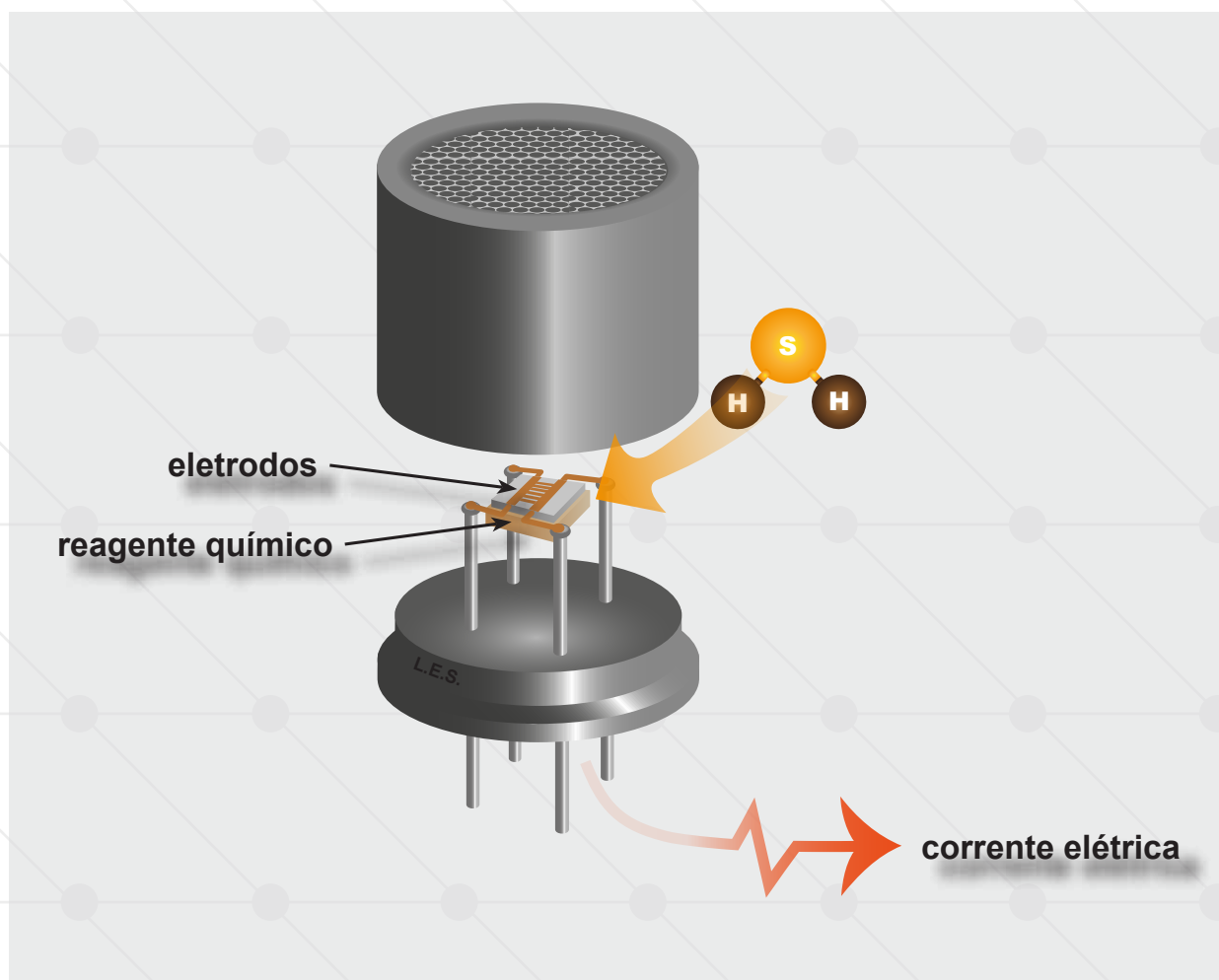
Nas páginas a seguir serão abordadas as principais tecnologias de sensores, considerando as suas aplicações, as suas vantagens e as suas desvantagens.



Imagem da Dräger

## Sensores eletroquímicos

## Para oxigênio e gases tóxicos



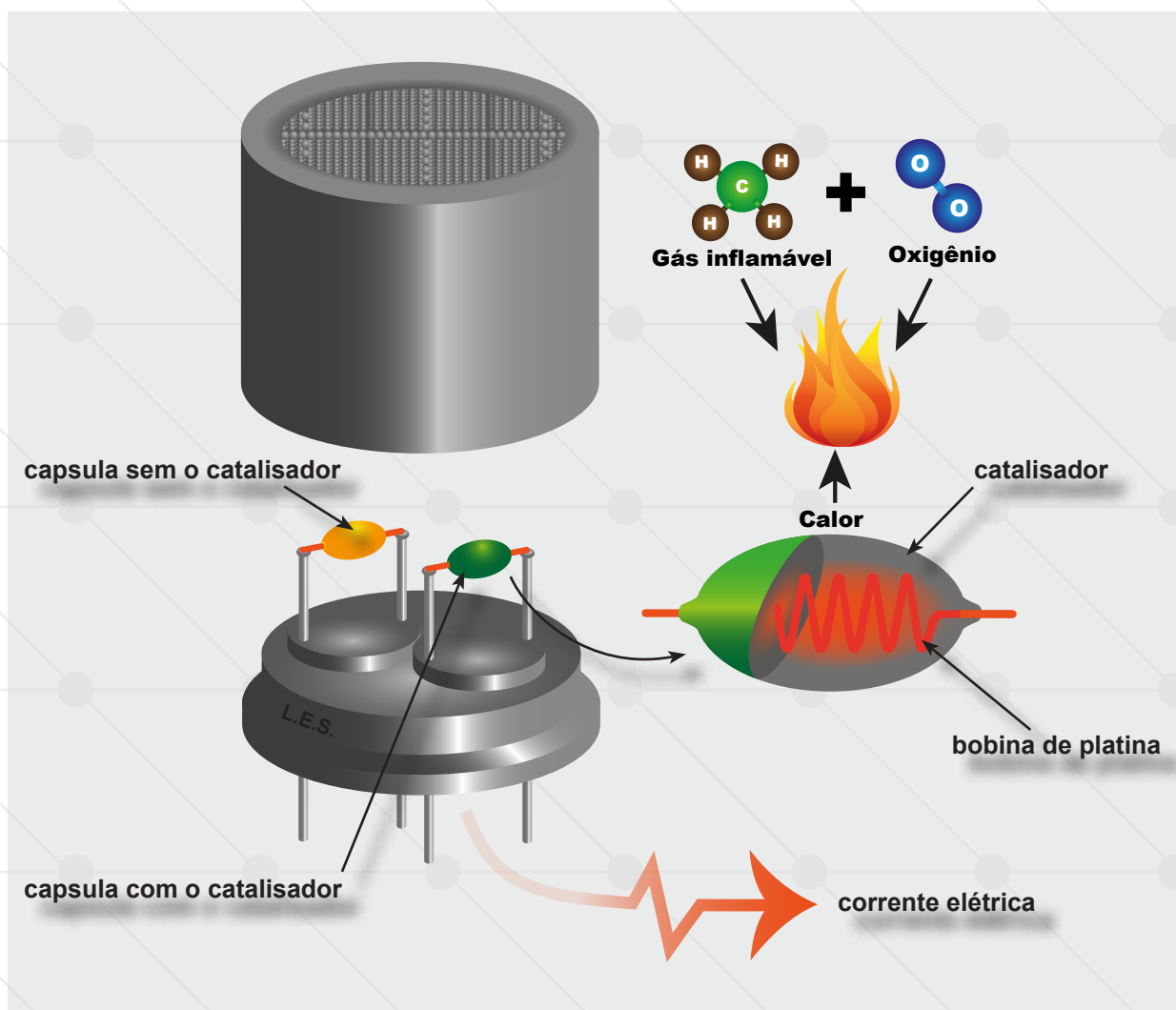
O sensor eletroquímico se constitui, basicamente, de um conjunto de eletrodos (polos condutores de corrente elétrica) colocados sobre um reagente químico (eletrólito) que pode ser líquido, sólido ou gelatinoso. Essa substância, ao entrar em contato com o gás que se pretende detectar reage quimicamente e essa reação altera a corrente elétrica. E a variação dessa corrente é interpretada por um circuito lógico (placa eletrônica), que por sua vez gera os sinais para uma tela eletrônica indicando o valor, e acionando os alarmes visual e sonoro caso a medição ultrapasse os valores programados de segurança.

A pequena parte do reagente químico que teve contato com o gás se transformará após a reação química e não funcionará mais como detector. Por isso, quanto mais contato o sensor tiver com os gases para o qual foi projetado a reagir mais rapidamente se esgotará a sua vida útil. Até mesmo o teste de resposta (*bump test*), que veremos em um capítulo próprio, consome o reagente.

Existem novas tecnologias de sensores que preservam o reagente, ou seja, consomem pouco ou nada do eletrólito, desde que a concentração do gás esteja dentro de certos limites. Por exemplo, existem sensores que não consomem o reagente quando submetidos ao teste de resposta (*bump test*).

**Sensores catalíticos**

**Para gases inflamáveis**



Os sensores catalíticos recebem esse nome por utilizarem um catalisador, que é uma substância que tem a capacidade de acelerar uma reação química sem alterar a composição química dos seus reagentes e produtos.

Essa tecnologia de sensores é composta por duas bobinas de platina instaladas dentro de capsulas porosas feitas de alumina (óxido de alumínio). Um desses envólucros é coberto pelo catalisador. A outra capsula não possui o catalisador e é inerte.

Os filamentos de platina dentro das cápsulas aquecem por causa de uma corrente elétrica, gerando temperaturas entre 450° C e 550° C.

Na bobina envolvida pelo catalisador haverá a queima do eventual gás inflamável presente na atmosfera, mesmo que em pequenas concentrações. O gás entra em combustão e aumenta a temperatura. A diferença de temperatura entre as duas bobinas (com e sem o catalisador) gera uma alteração no circuito elétrico (diferença de potencial) que é interpretado pelo circuito lógico.

Quanto mais gás, maior será o calor e quanto mais calor maior será as alterações elétricas.

Dessa forma o sensor pode quantificar o volume de gases inflamáveis presentes no ambiente.

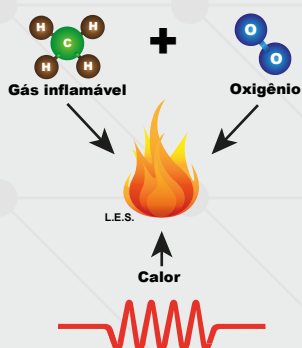
E, naturalmente, surge uma questão: se o sensor existe para incendiar os gases inflamáveis, ele não coloca em risco a segurança dos trabalhadores? E a resposta é não.

O interior dos sensores catalíticos são construídos para oferecerem uma proteção classificada como à prova de explosão (Ex-d), o que significa que ele não permite que o calor gerado dentro dele saia para o ambiente externo. O símbolo Ex-d pertence a uma classificação de proteção de equipamentos elétricos projetados para áreas classificadas (potencialmente explosivas).



Para que essa tecnologia funcione é essencial que exista mais de 10% de volume de oxigênio no ambiente, sendo que o valor mínimo exato deve ser informado pelo fabricante.

Sem um volume de oxigênio suficiente na atmosfera não há a combustão, e sem combustão o sensor é incapaz de detectar os gases inflamáveis, mesmo que eles estejam em grandes quantidades no ambiente.



## Sensores infravermelhos

## Para gases inflamáveis e dióxido de carbono

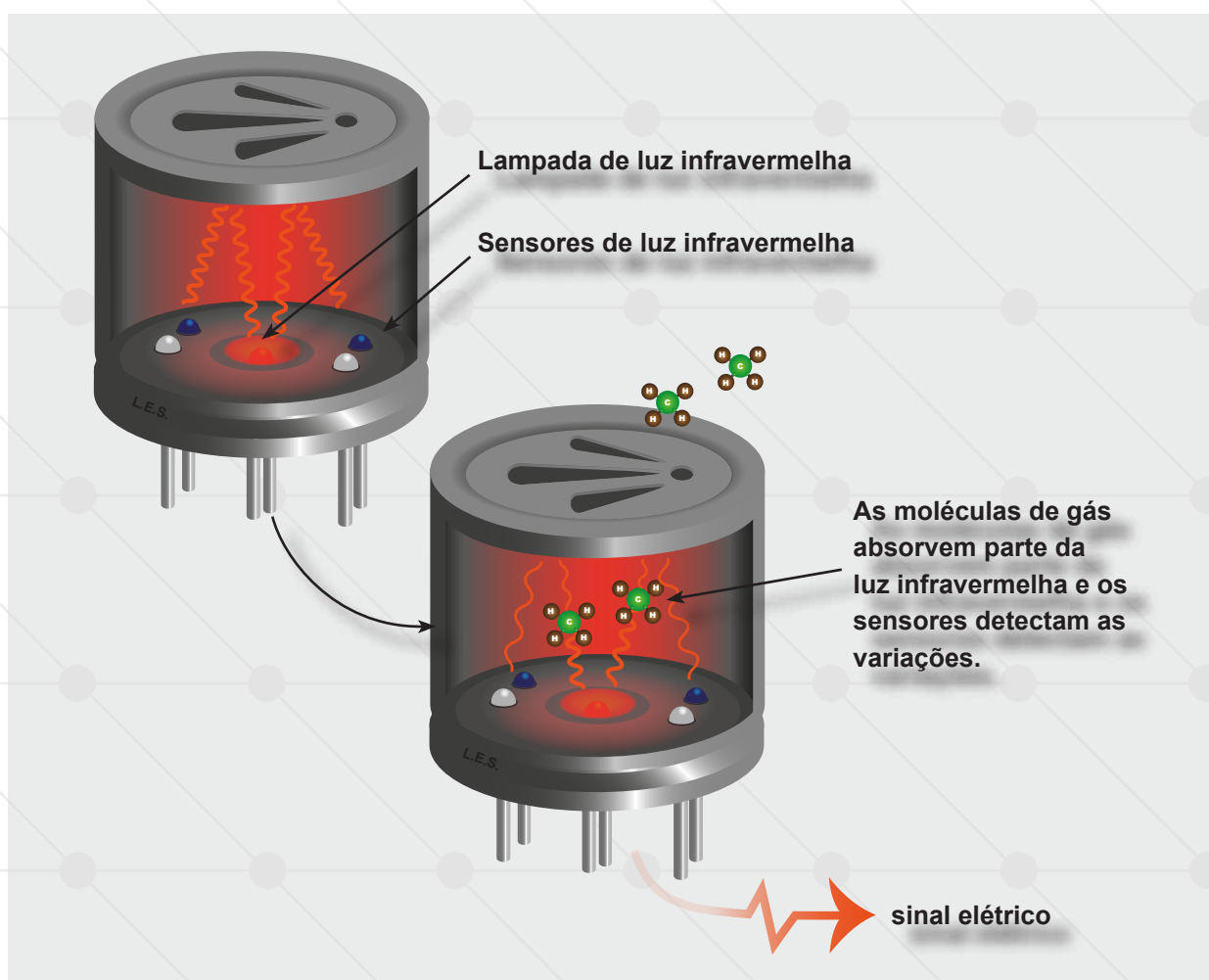
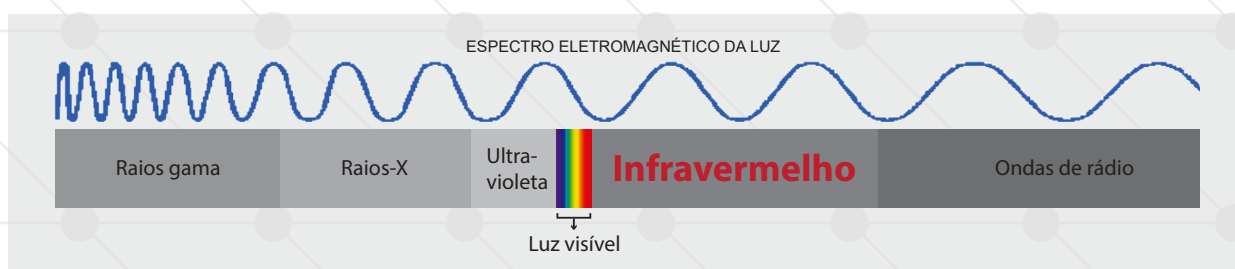
### O que é infravermelho?

Trata-se da luz infravermelha.

A luz é uma radiação eletromagnética ou, em outras palavras, uma forma de energia composta com muitos comprimentos de ondas.

O conjunto das diferentes faixas de ondas é chamado de espectro eletromagnético, cuja escala vai das ondas de rádio até o raio gama. Entre elas, existem as visíveis ao olho humano e outras tantas que são invisíveis a nós. O infravermelho apresenta uma frequência menor do que a luz vermelha e, por isso, está fora da faixa de luzes visíveis aos humanos.

Essa radiação está relacionada com a sensação de calor que o corpo humano é capaz de perceber, ou seja, não podemos ver, mas podemos senti-la.



O sensor infravermelho é composto por uma câmara interna onde há uma fonte (lâmpada) de luz infravermelha, com superfícies capazes de refletir as ondas de luz e com sensores para detectar essas ondas.

Os sensores de infravermelho, instalados dentro da câmara, transformam os sinais luminosos em sinais elétricos, que são interpretados pelo circuito lógico (placa de circuitos) do aparelho.

Não havendo a presença dos gases que se pretende detectar, a intensidade das ondas de luz infravermelha captadas pelos sensores será igual às emitidas pela lâmpada. No entanto, havendo moléculas de determinados gases, como os hidrocarbonetos (compostos orgânicos formados por átomos de carbono e hidrogênio, como os derivados de petróleo) ou o dióxido de carbono, parte das ondas luminosas são absorvidas por essas moléculas e a intensidade da luz infravermelha que chega aos sensores é menor.

Essa alteração é interpretada pelo circuito lógico do detector de gases e transformada em uma informação na tela eletrônica. Para o equipamento, quanto menor for a intensidade de luz infravermelha captada pelos sensores, maior será a concentração dos gases.

Uma vantagem importante dos sensores de infravermelho é que conseguem detectar gases inflamáveis em ambientes sem oxigênio.

Uma outra vantagem dos sensores com tecnologia de infravermelho é ter uma vida útil maior se comparados com os catalíticos.

Essa tecnologia de sensor consegue detectar gases que são formados por mais de um tipo de átomo, como o dióxido de carbono, que é formado pelos átomos de carbono e oxigênio ( $\text{CO}_2$ ), ou do metano que é formado pelos átomos de carbono e hidrogênio ( $\text{CH}_4$ ).

Os gases formados por um único átomo como o gás oxigênio ( $\text{O}_2$ ) ou o gás hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) não são detectáveis por essa tecnologia.

## Sensores fotoionizadores ou PID

## Para compostos orgânicos voláteis (VOC)

### O que são os VOC?

A sigla vem do inglês e significa *Volatile Organic Compound*, ou compostos orgânicos voláteis.

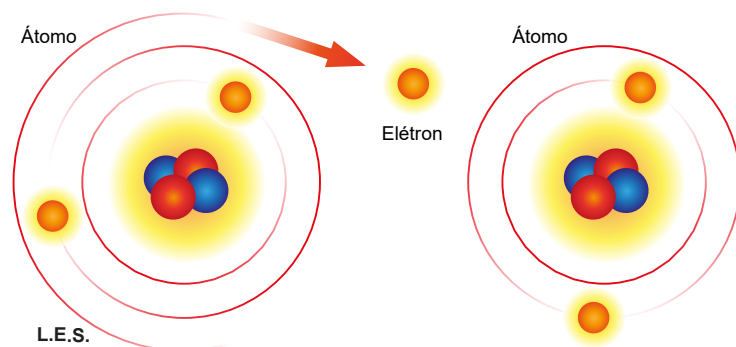
A definição mais simples que podemos dar a eles é que são substâncias orgânicas que evaporam ao contato com a atmosfera. E podem ser muito prejudiciais ao ambiente e aos seres vivos.

Podem causar graves problemas à saúde dos trabalhadores, mesmo em baixas concentrações.

Exemplos de compostos orgânicos voláteis (VOC) são o Benzeno, o Tolueno e o Xileno, entre outros hidrocarbonetos (compostos orgânicos formados por átomos de carbono e hidrogênio).

### O que é fotoionização?

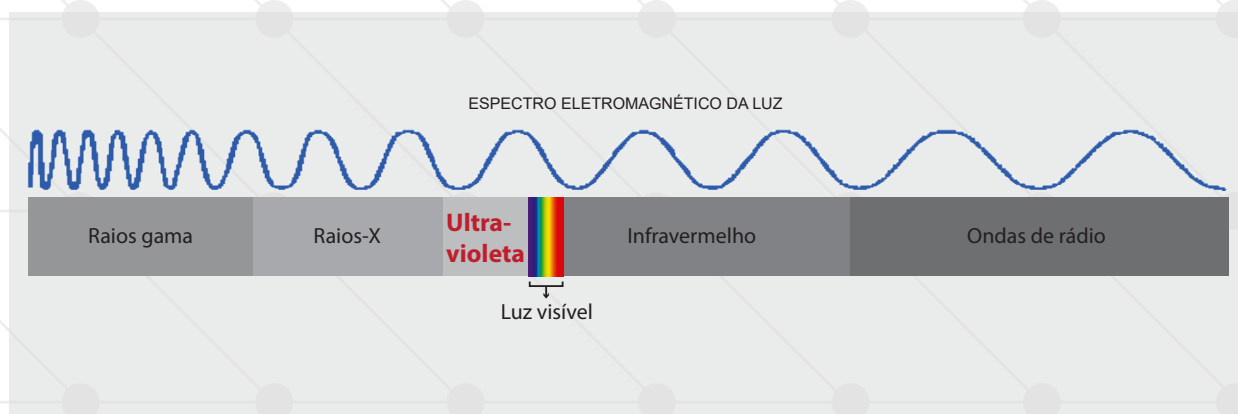
O chamado Íon é uma espécie química eletricamente carregada. Ele se forma quando átomos ou moléculas ganham ou perdem elétrons.

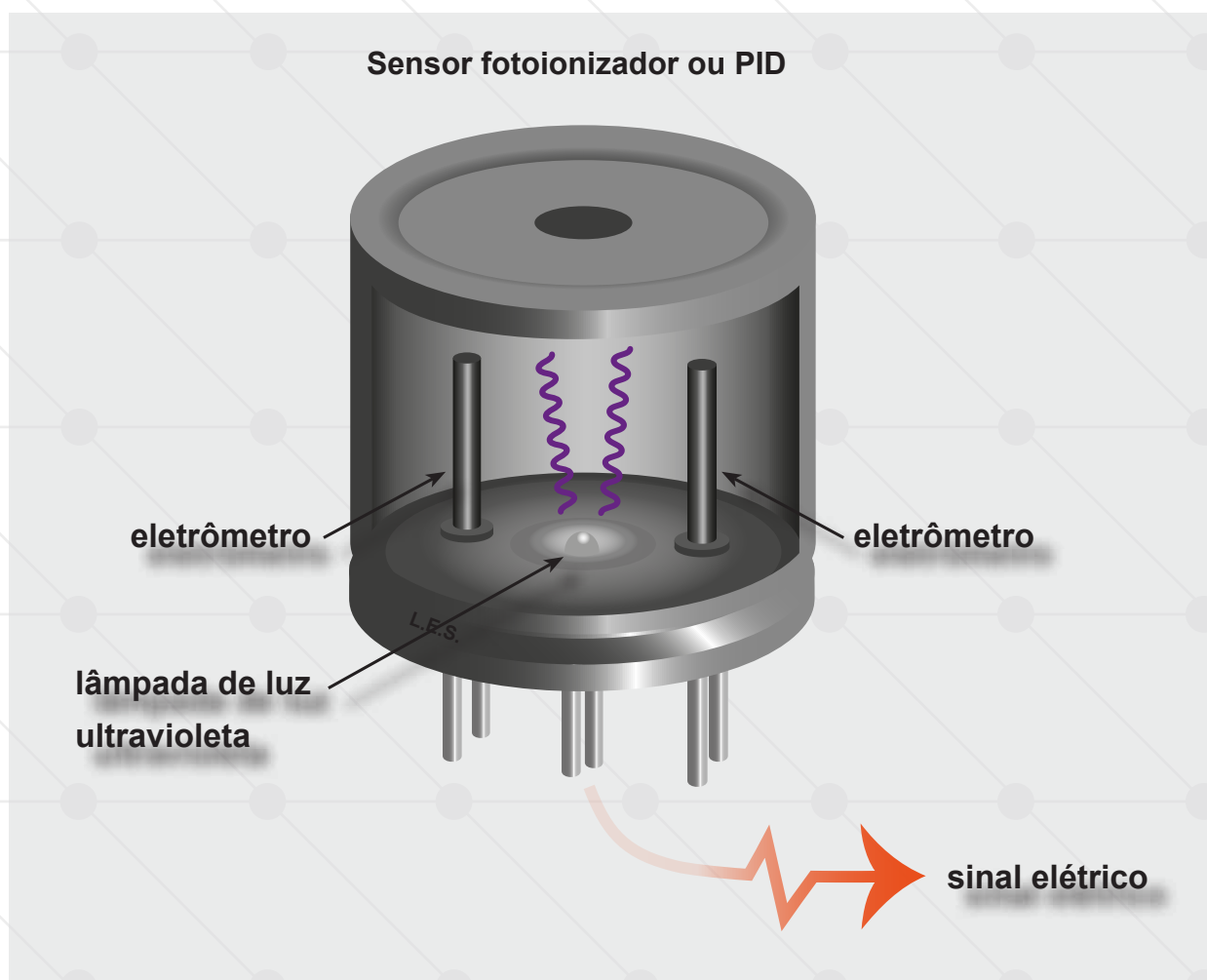


Íons são átomos ou moléculas que ganharam ou perderam elétrons.

Esse processo pode ocorrer na reação química entre diferentes substâncias ou sob o efeito de certas radiações. E no processo que estamos abordando, a ionização acontece sob o efeito da energia luminosa.

A luz ultravioleta, cujo comprimento de onda é menor do que a da luz visível, é a radiação eletromagnética utilizada para ionizar as moléculas dos gases que se pretende detectar.





Os sensores PID (Photoionization Detector), ou detectores de fotoionização geram a ionização das moléculas dos gases que se pretende detectar.

Dentro do sensor existe uma lâmpada de luz ultravioleta, cuja radiação gera a ionização das moléculas de gás carregando-as positivamente. Além da lâmpada UV existem dois dispositivos elétricos, chamados de eletrômetros, que medem pequenas diferenças elétricas (potencial elétrico) causadas pelos íons. Quanto mais gás ionizado, maior serão as alterações elétricas.

Essas variações são transformadas em sinais elétricos, que são enviados para o circuito lógico, que os interpreta e os transforma em uma informação na tela eletrônica do aparelho.

A vantagem oferecida por essa tecnologia é a detecção de concentrações muito baixas de gases, podendo detectar volumes em partes por bilhão (ppb). E isso faz desse sensor a melhor opção para detectar gases como, por exemplo, o Benzeno, que pode afetar a saúde de uma pessoa em concentrações muito baixas.



# Tempo de resposta



Uma característica técnica dos sensores é que eles demandam algum tempo para estabilizar a leitura e oferecer uma resposta confiável sobre a presença e a concentração de um determinado gás.

O tempo de resposta varia de acordo com o tipo, a marca e o modelo do sensor. O tempo que um sensor pode levar para estabilizar a leitura de uma atmosfera pode variar de poucos segundos há alguns minutos.


Os valores apresentados pelos fabricantes para determinar o tempo de resposta dos sensores considera o tempo para atingir 90% do valor final e por isso utiliza-se o símbolo T90.

Considerando os valores mais comuns apresentados pelos principais fabricantes dos detectores portáteis de gás, o tempo de resposta (T90) varia entre 10 a 40 segundos, ou seja, a estabilização da resposta apresentada na tela exige um certo tempo, e que deve ser respeitado.

Cada sensor terá o seu tempo de resposta (T90), e na operação do aparelho deve-se aguardar o tempo do sensor mais demorado para se obter uma resposta confiável da avaliação atmosférica. E se a avaliação de um ambiente demanda várias medições, o usuário deverá respeitar o tempo de resposta em cada amostragem.

A informação sobre o tempo de resposta de cada sensor deve ser obtida com o fornecedor do equipamento. Alguns fabricantes disponibilizam essa informação no manual do usuário, outros através das fichas técnicas dos sensores. O importante é que os usuários informem-se sobre o T90 com os fornecedores dos equipamentos.

Imagem meramente ilustrativa. As informações técnicas devem ser obtidas com os fornecedores.



**CITY TECHNOLOGY**  
ENGINEERING SAFETY

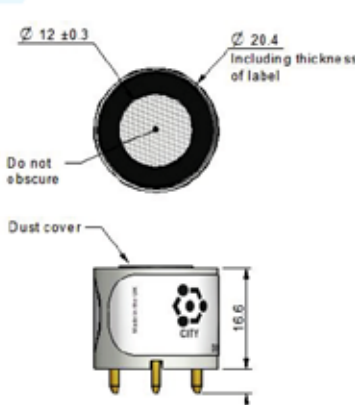
**40xLL CiTiceL®**  
Oxygen (O<sub>2</sub>) Gas Sensor  
Part Number: AA783-33H

Product Data Sheet Draft

**Key Features and Benefits**

- Long Life
- Improved field reliability
- Superior environmental performance
- Enhanced response time in extreme conditions

**Product Dimensions**



**Technical Specifications**

MEASUREMENT	
Technology	Electrochemical
Measurement Range	0-25% vol. O <sub>2</sub>
Maximum Overload	30% vol. O <sub>2</sub>
Output Signal	80 - 130 $\mu$ A in Air
<b>T90 Response Time</b>	<b>&lt;15 Seconds</b>
<b>T97 Response Time</b>	<b>&lt;35 Seconds</b>
Zero Current (Offset) (after 3 minutes N <sub>2</sub> )	<0.3% vol. O <sub>2</sub>
Warm-Up Time	20 minutes
Linearity	S = K log <sub>e</sub> 1/ (1-C)
ELECTRICAL	
Bias Voltage	-600 $\pm$ 10 mV
Power Rating at 20.9% O <sub>2</sub>	0.5 mW
MECHANICAL	
Casing Material	Ncryl
Weight	5 $\pm$ 0.2 g
Orientation Sensitivity	<0.2% vol. O <sub>2</sub> equivalent

Exemplo cedido pela Honeywell

Imagem parcial.

## Fatores ambientais

No primeiro capítulo vimos que fatores ambientais como temperatura, umidade e pressão podem afetar as propriedades dos gases.

A temperatura pode alterar o volume, a pressão e a densidade dos gases. A pressão e a temperatura também podem afetar outras propriedades como a viscosidade (escoamento), que se relaciona com a difusão, que é a capacidade dos gases de se deslocarem de um meio para outro meio, que é o que acontece quando um gás na atmosfera alcança o interior de um sensor.

A quantidade de vapor d'água na atmosfera pode alterar a concentração de determinados gases, que reagem quimicamente a presença da umidade.

Portanto, os fatores ambientais como temperatura, pressão e umidade podem afetar a interação dos gases com os sensores e provocar mudanças nas leituras obtidas com os detectores de gás.

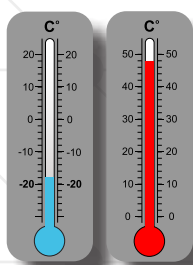
Os bons equipamentos dispõem de recursos para compensar as variações ambientais, no entanto, ainda são suscetíveis as mudanças bruscas de temperatura, umidade e pressão. É por isso que se recomenda que o aparelho seja ajustado em locais apropriados, mas que ofereçam condições próximas aos dos ambientes onde serão usados.

Alguns problemas decorrentes dessas variações podem ser facilmente solucionados com o ajuste em zero, que será abordado em um capítulo futuro, mas o primordial é que os detectores sejam regularmente submetidos ao teste de resposta (*bump test*) e ajustados, se necessário, usando o gás padrão e conforme as orientações do fabricante.

### Fatores ambientais que podem afetar a leitura dos detectores



**Umidade**



**Temperatura**



**Pressão**

## Sensibilidade cruzada

A sensibilidade cruzada, também chamada de interferência cruzada ou detecção cruzada, é uma correlação entre gases, e é comum nos sensores de tecnologia eletroquímica.

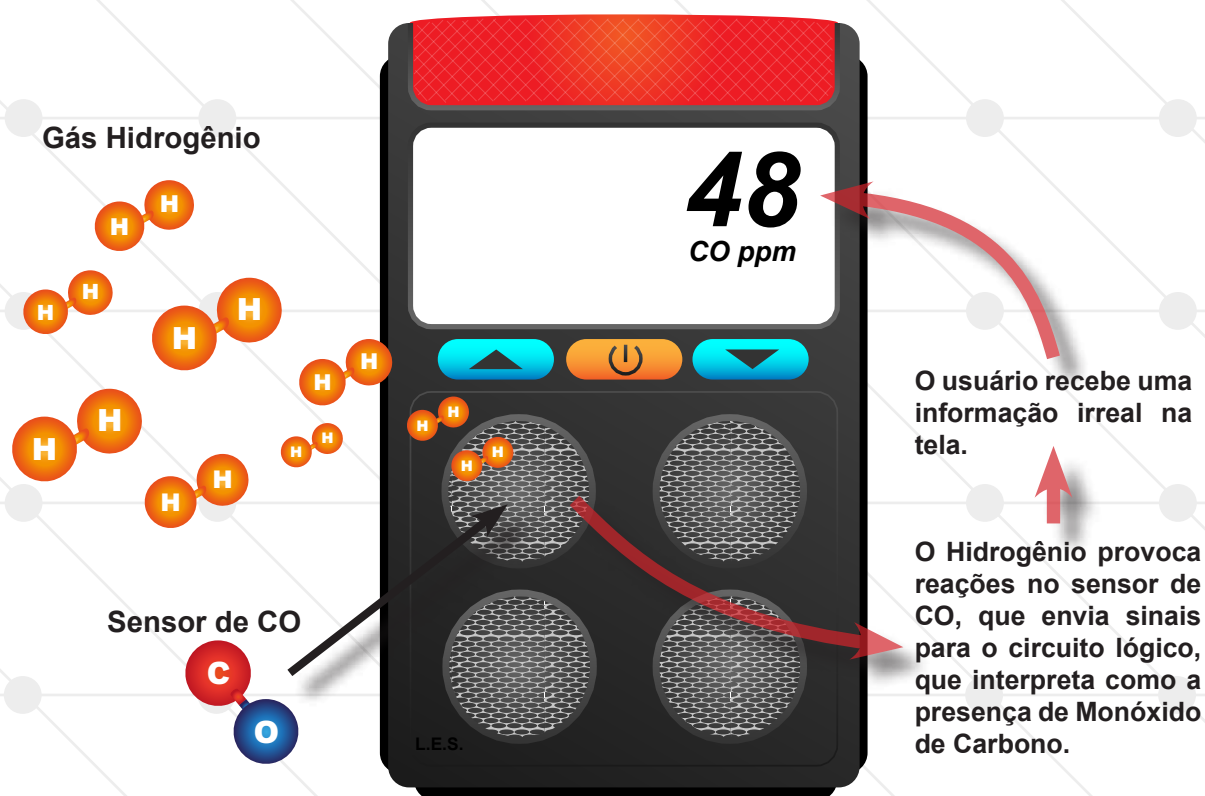
Na prática, significa que um sensor para um determinado tipo de gás pode reagir a presença de um outro gás. E isso pode levar a falsos alarmes ou a situações de grave risco, se o gás que está causando a interferência for muito tóxico.

Um exemplo para esse tipo de interferência é o gás Hidrogênio, que pode provocar uma reação no sensor de Monóxido de Carbono (CO). A correlação é de 48%, ou seja, havendo 100 ppm de Hidrogênio (H<sub>2</sub>) em uma atmosfera, a leitura no sensor de Monóxido de Carbono (CO) será de 48 ppm.

Essa situação serve para lembrar sobre a importância de se conhecer bem os ambientes onde se trabalha. É fundamental que sejam conhecidos todos os gases com potencial para contaminar a atmosfera dos espaços de trabalho, e com esse conhecimento selecionar os modelos de detectores de gases e os tipos de sensores adequados aos riscos potenciais.

Outro cuidado básico é obter com os fornecedores dos equipamentos as informações sobre a sensibilidade cruzada para cada sensor utilizado pelo usuário.

### Exemplo de uma sensibilidade cruzada





O Instituto Santa Catarina é uma empresa especializada em treinamentos na área de Segurança do Trabalho

## Nossos principais cursos

NR 01	NR 10	NR 11	NR 12	NR 13	NR 17
NR 18	NR 20	NR 26	NR 33	NR 34	NR 35
CIPA	EPI	Direção Defensiva	Primeiros Socorros	Básico de Combate a Incêndio	Análise Preliminar de Riscos - APR

## Formas de Realização



### ONLINE

- Custo/benefício
- Flexibilidade
- Acessibilidade
- Atualizações
- Vídeos de apoio
- Avaliação automatizada



### SEMIPRESENCIAL

- Parte teórica online
- Parte prática na empresa
- Custo/benefício
- Flexibilidade
- Acessibilidade
- Atualizações



### INCOMPANY

- Realizado na empresa
- Método aprimorado
- Aulas dinâmicas
- Aulas práticas
- No ambiente e equipamentos do dia a dia
- Com o técnico da empresa ou instrutor do ISC

## Alguns de nossos Clientes:



SIEMENS

salmeron

TRACTEBEL ENGE

Votorantim Química

Kimberly-Clark Especial para uma vida melhor

cmk GLOBAL SERVICE

SEST SENAT

PETROBRAS

WHITE MARTINS

Klabin

Vonpar BEDIÇAS

ABB

BREMER

OPERSUL

SGS

Iguaçu

DETROIT SA

BRK Ambiental

SOUZA CRUZ

Senac

OSM

# CAPITULO 6

## DETECTORES PORTÁTEIS DE GÁS



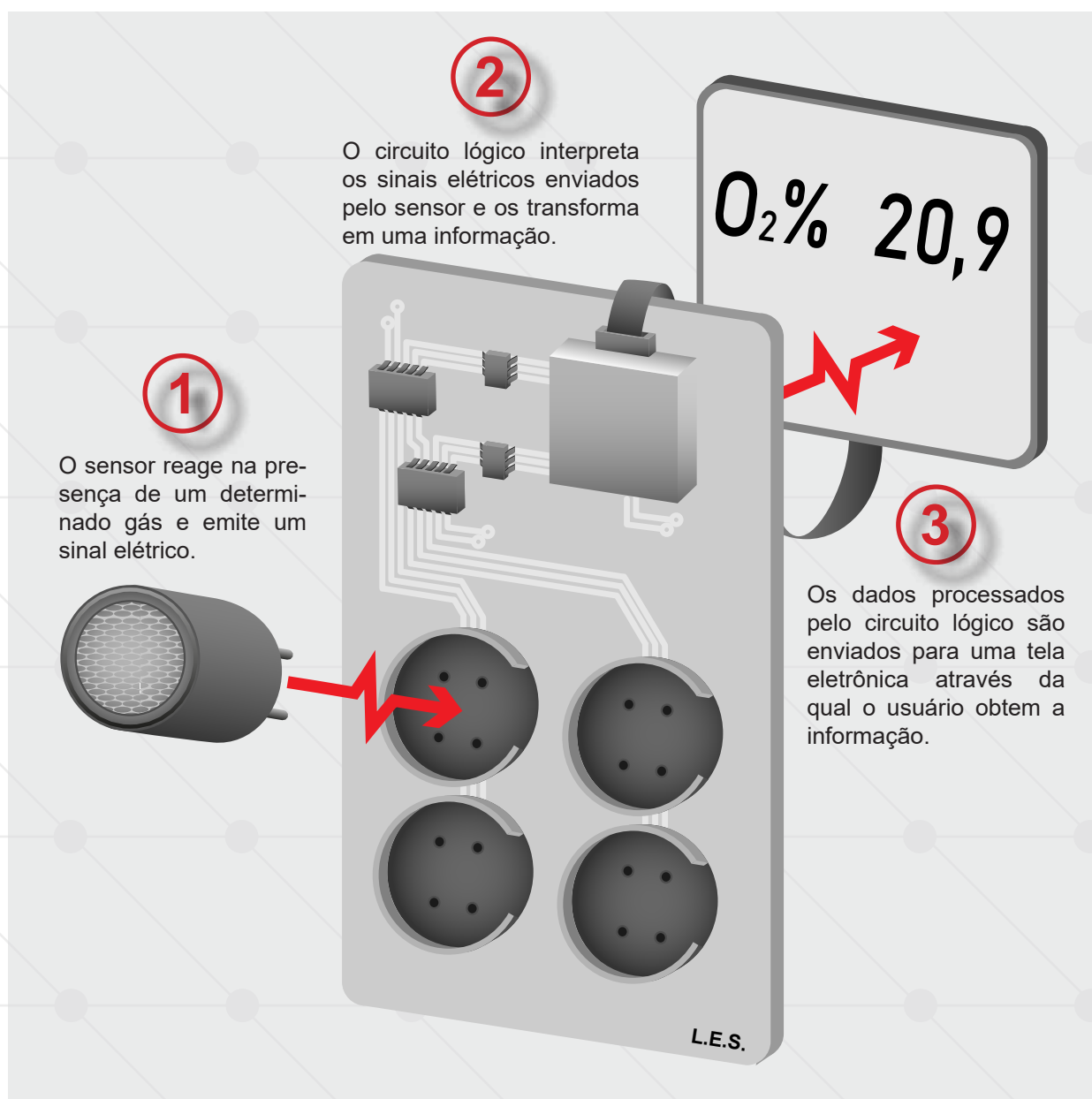
## Detectores portáteis de gás

Entre os modelos de detectores portáteis existem os que detectam um único gás e outros que detectam múltiplos gases.

Os modelos mais comuns no mercado, os chamados multigases, detectam quatro gases e comumente incluem os sensores para o Oxigênio (O<sub>2</sub>), para os gases inflamáveis (LIE ou LEL), para o gás Sulfídrico (H<sub>2</sub>S) e para o Monóxido de Carbono (CO).

Todos os modelos portáteis apresentam o mesmo princípio de funcionamento, que é ter sensores que reagem ao contato com determinados gases, essa reação gera um sinal elétrico, esse sinal elétrico é interpretado por um circuito lógico que por sua vez gera uma informação visual numa tela eletrônica.

Cabe ao circuito lógico, conforme a sua programação, fornecer várias informações sobre o funcionamento do equipamento e emitir sinais sonoros e visuais quando a detecção de gases ultrapassa os limites de segurança, quando a carga da bateria alcança o nível baixo ou é detectado alguma falha de funcionamento no aparelho.



Imagens meramente ilustrativas



Equipamento Dräger para 1 gás



Equipamento Dräger para 4 gases



Equipamento Dräger para 7 gases



Equipamento Dräger para 5 gases



Equipamento Honeywell BW para 4 gases



Equipamento MSA para 4 gases



Equipamento Industrial Scientific para 4 gases



Equipamento Crowcon para 4 gases

As imagens não estão em uma escala precisa.

## Características e funções básicas

As normas nacionais determinam que os equipamentos de detecção de gás ofereçam algumas características e funções. São elas:



### Oferecer uma leitura direta

Os aparelhos devem realizar a avaliação da atmosfera e apresentar os resultados em tempo real, com os valores expressos em números em uma tela eletrônica. Porém, devemos lembrar que os sensores apresentam diferentes tempos de resposta, variando de segundos a minutos para alcançar 90% do valor final (T90), e ainda mais tempo para alcançar 100% da medição.



### Ser intrinsecamente seguro

Este item está relacionado com uma disciplina extensa e complexa, que aborda as tecnologias para as **Áreas Classificadas**, que são áreas potencialmente inflamáveis e explosivas.

Um aparelho que será usado para detectar gases inflamáveis, evidentemente, não pode funcionar como fonte de ignição.

Os detectores de gás são projetados, fabricados e certificados para não produzir calor ou faíscas que possam agir como fontes de ignição, mesmo em condição de falha.



### Ser provido de alarme

O principal objetivo dos detectores de gás é alertar os trabalhadores dos riscos existentes na atmosfera, e eles devem fazer isso acionando um conjunto de alarmes que deve incluir som, luz e vibração.

Eles também devem alertar o nível baixo da bateria e espera-se que alertem sobre certas falhas do equipamento.

As diferentes marcas e modelos de detectores portáteis de gás oferecem também diferentes níveis de alarme, cujos manuais devem orientar os usuários a reconhecê-los.

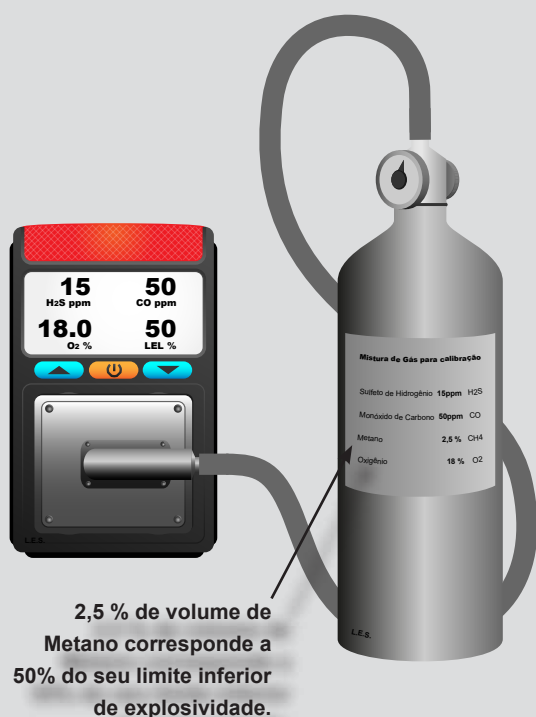


## Operar por difusão e aspiração

Entre os procedimentos que utilizam os detectores de gás existe a avaliação da atmosfera, normalmente empregada para sondar a qualidade do ar antes de ingressar no ambiente. O outro procedimento é o monitoramento da atmosfera para acompanhar a qualidade do ar durante o desenrolar dos trabalhos.

Como a avaliação de um ambiente deve ser feito do lado de fora, a única forma de realizar essa operação é aspirando o ar com uma bomba elétrica de sucção através de uma sonda (mangueira) até o conjunto de sensores.

Para o monitoramento da atmosfera é possível usar a forma passiva do equipamento, em que a detecção acontece somente se os sensores estiverem em meio aos gases.



## Deve estar calibrado

Antes de ser usado é necessário que o detector seja submetido a uma avaliação a fim de confirmar se ele está medindo corretamente os gases.

A única forma de realizar essa avaliação é através de um teste de resposta (*bump test*), em que os sensores são submetidos a uma mistura padrão de gases com concentrações específicas. Neste teste os sensores devem medir com certa precisão as quantidades indicadas no cilindro.

Se a resposta do aparelho não for correta, um ajuste deverá ser realizado, e se o ajuste não for possível o equipamento deverá ser encaminhado para a manutenção.

Em um dos próximos capítulos abordaremos melhor os procedimentos de calibragem e ajuste dos detectores.

## Deve ser protegido contra emissões eletromagnéticas ou interferências de radiofrequência

A radiação eletromagnética é uma junção de campo magnético e campo elétrico, que se propaga transportando energia. As fontes de radiação eletromagnética podem ser naturais, mas estão presentes na vida moderna como equipamentos elétricos e eletrônicos dos mais variados.

As ondas de rádio também são uma forma de radiação eletromagnética e também podem interferir no funcionamento dos equipamentos elétricos e eletrônicos se estes não tiverem formas de proteção.

O que é relevante para os equipamentos de detecção de gás é o risco de interferência causado pela emissão de radiação eletromagnética e radiofrequência por outros equipamentos. E pela importância dos detectores de gás, esse tipo de interferência não pode acontecer, por isso eles são projetados e construídos para resistirem, dentro de limites, a essas radiações.

Existe também a orientação de evitar o contato muito próximo das antenas de rádios com os aparelhos de detecção de gases, respeitando-se uma distância que não seja inferior a trinta centímetros.



## Deve ter proteção contra umidade e poeira

Os aparelhos devem ter um nível de proteção contra água e poeira.

A norma internacional que definiu os padrões de proteção estabelece uma certificação e um código de classificação IP (ingress protection), ou proteção de entrada. O código de certificação é composto por dois números que indicam o tipo de proteção que o equipamento dispõe. Por exemplo, quando um fabricante de detectores de gás apresenta o código IP 67, significa que ele oferece proteção contra objetos sólidos e contra líquidos. Entenda melhor:

O primeiro número indica o grau de proteção contra objetos sólidos:  
**6 = à prova de poeira.**

O segundo número indica o grau de proteção contra líquidos:  
**7 = contra imersão temporária (até 1 metro por 30 minutos).**

## Acessórios

O preço dos detectores de gás pode pesar para uma empresa de pequeno porte ou para as empresas maiores que precisam adquirir vários aparelhos. Isso, aliado a falta de conhecimento técnico, pode levar a uma má compra ou a uma compra incompleta.



Em certas situações ter apenas o aparelho basta, mas sem os acessórios o uso torna-se muito limitado.

Para quem não conhece todas as possíveis e necessárias aplicações dos detectores de gás nas rotinas de trabalho, pode acreditar, ingenuamente, que adquirir apenas o aparelho basta. Mas não é verdade!

Se o uso previsto do equipamento for somente para o monitoramento atmosférico, de fato, basta ter um aparelho com os sensores corretos, junto aos trabalhadores, para que a segurança seja garantida, porém, se o aparelho for utilizado para a avaliação de ambientes antes do ingresso de pessoas, certos acessórios passam a ser necessários.

Na lista de acessórios existem os que oferecem os meios de uma avaliação cuidadosa, ou os que contribuem para os cuidados no uso do equipamento ou os que permitem a devida e necessária calibragem e os eventuais ajustes.

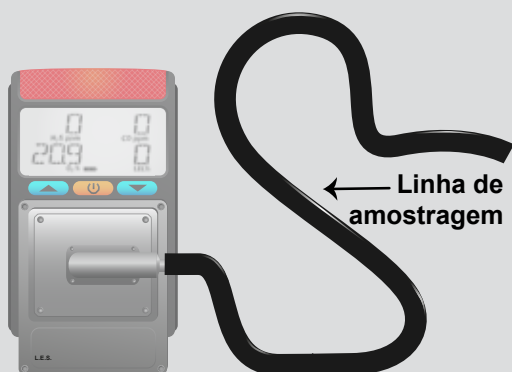
Sem um quite adequado de acessórios, o uso dos detectores de gás pode ficar limitado e não atender a todas as necessidades.

### Acessórios para a avaliação de ambientes

#### LINHA DE AMOSTRAGEM

O primeiro a ser listado é a linha de amostragem, ou também chamada sonda, que é uma mangueira flexível com comprimento que pode variar de 3 a 40 metros, dependendo do fabricante, do modelo e da capacidade de sucção da bomba elétrica.

Em conjunto com a bomba elétrica a linha de amostragem suga o ar atmosférico do ambiente ou da parte do ambiente que se pretende avaliar e o conduz até os sensores. Sem essa sonda não é possível avaliar um ambiente antes que alguém ingresse o seu interior.

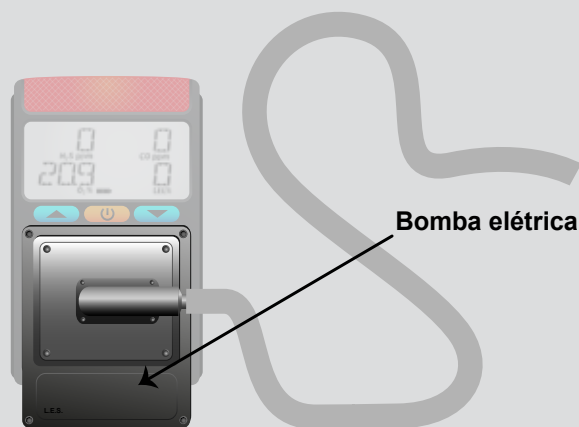


A linha de amostragem pode ser fabricada com diferentes matérias primas, oferecendo características diferentes de cor, textura e maleabilidade.

Dependendo da matéria prima com qual a linha de amostragem é fabricada, pode haver o risco de ela absorver produtos químicos ou de ficar contaminada por eles. E em ambos os casos isso afeta a detecção de gases. Portanto, é essencial que os gases do ambiente de trabalho sejam conhecidos e que seja feita a seleção correta do modelo da mangueira.

## BOMBA ELÉTRICA DE SUCCÇÃO

Para que uma linha de amostragem (mangueira) possa sugar o ar de um ambiente a vários metros de distância, é preciso que haja uma bomba de sucção para fazer com que os gases cheguem aos sensores.



No passado existiu as bombas manuais, mas a alguns anos que se tornou padrão utilizar os equipamentos elétricos.

Cada linha de modelos de detectores de gás possui um modelo próprio de bomba elétrica, com uma forma de encaixe específico e com uma potência determinada de sucção, o que determinará o comprimento máximo da linha de amostragem (mangueira) que poderá ser usada em conjunto.

O conjunto detector e bomba são certificados juntos na avaliação de

proteção contra explosividade. São os chamados equipamentos elétricos intrinsecamente seguros (Exi), portanto, o conjunto não pode ser improvisado.

## PONTA DE PROVA

Esse é um acessório muito desprezado, mas essencial para uma avaliação correta e segura da atmosfera de um ambiente.

O gás pode estar concentrado em diferentes partes do ambiente, e como checar todo o espaço? Por exemplo, em galerias a recomendação é que a sondagem da atmosfera aconteça progressivamente, trecho por trecho, avaliando o espaço a frente, em intervalos de 1,2 metro a 1,5 metro. Tendo apenas a linha de amostragem flexível, só é possível jogar a mangueira para frente e sondar a altura do piso. E também é impossível avaliar as partes mais altas acima da cabeça.

Sem a ponta de prova, só é possível sondar os espaços que o braço humano alcança, e isso torna a tarefa limitada e perigosa.



## PROTEÇÃO NA SUCÇÃO

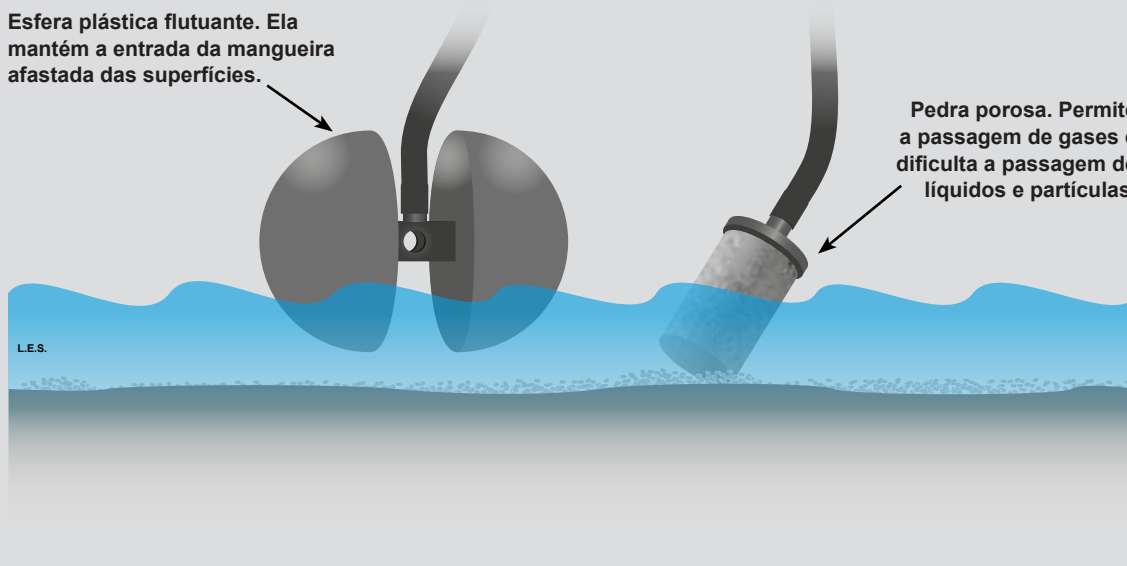
Ao avaliar um ambiente vertical, é necessário o uso da linha de amostragem, e em espaços que são acessados esporadicamente é comum a presença de lâminas d'água, lodo ou o acúmulo de sujeiras depositadas no fundo. Embora os detectores de gás ofereçam uma resistência a líquidos e a poeiras, e as bombas de sucção dificilmente consigam aspirar produtos líquidos ou sólidos por longos comprimentos de mangueira, há o risco de a entrada da mangueira ser obstruída.

Para evitar uma obstrução ou que parte do material depositado no fundo do ambiente seja sugado, é indicado o uso de dispositivos que protejam a entrada da linha de amostragem.

Existem diferentes modelos de protetores para a ponta da linha de amostragem. Veja os exemplos abaixo.

**Esfera plástica flutuante.** Ela mantém a entrada da mangueira afastada das superfícies.

**Pedra porosa.** Permite a passagem de gases e dificulta a passagem de líquidos e partículas.



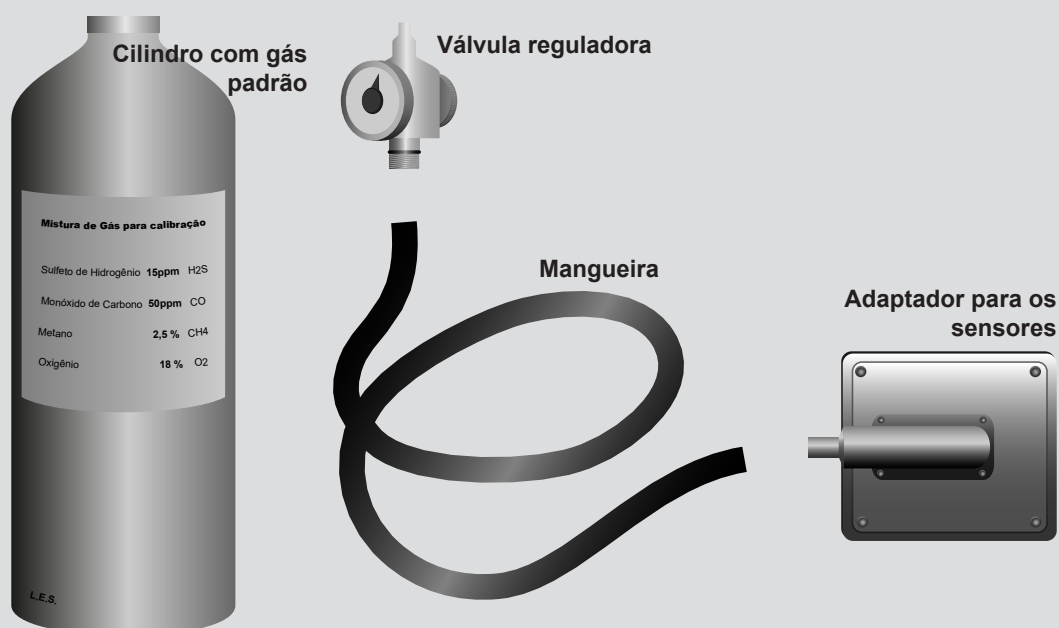
## Acessórios para a calibração e o ajuste

### KIT DE CALIBRAÇÃO

Os detectores de gás devem ser submetidos a uma avaliação antes de serem utilizados ou, ao menos, uma vez por dia. Essa avaliação consiste em verificar a precisão na resposta dos aparelhos quando submetidos aos gases. A única forma de fazer essa verificação é comparando um gás padrão com o valor apresentado pelo aparelho. Para isso, é necessário ter o cilindro de gás padrão, fornecido pelo fabricante do equipamento.

Também é necessário ter uma válvula reguladora, uma mangueira e um adaptador para fazer com que o gás ou a mistura de gases chegue nos sensores.

O próximo capítulo abordará com mais profundidade os procedimentos de calibração, teste de resposta e ajuste.



### ESTAÇÃO DE CALIBRAÇÃO

Para a calibração, cujo termo será definido no próximo capítulo, e o teste de resposta (*bump test*), bem como os eventuais ajustes pode ser usada uma estação que automatiza os processos e contribui para uma pequena economia do gás padrão, além de facilitar o registro das operações.





# ACROTEC

TECNOLOGIA A SERVIÇO DA SEGURANÇA E RESGATE

**Locação de Equipamentos e Serviços**  
Espaço Confinado - Acesso por Cordas - Resgates / Alturas



**DETECTOR MULTIGASES**  
**CO - O2 - H2S - LEL - VOC**



**LINHA**  
**COMPLETA DE**  
**EQUIPAMENTOS**  
**PARA ESPAÇO**  
**CONFINADO.**



**EQUIPAMENTOS**  
**PARA ACESSO**  
**POR CORDA.**



**MANUTENÇÃO**  
**EM**  
**EQUIPAMENTOS**  
**DE PROTEÇÃO**  
**RESPIRATÓRIA.**

**RECARGA DE**  
**CILINDROS DE**  
**AR RESPIRAVEL.**

 (11) 2453-2918  (11) 99853-3956

 [facebook.com/Acrotec-Locação-de-Equipamentos](https://www.facebook.com/Acrotec-Locação-de-Equipamentos)

**Acesse nosso Site e saiba mais**

[www.acrotec.com.br](http://www.acrotec.com.br)  
[acrotec@acrotec.com.br](mailto:acrotec@acrotec.com.br)

# CAPITULO 7

## CALIBRAÇÃO E AJUSTES





# Calibração

É um entendimento comum que a calibração é um modo de perfeito estado de funcionamento. Ou seja, calibrar um aparelho significa, no entendimento popular, ajustar o equipamento para que ele funcione com precisão, no entanto, esse entendimento é errado.

Na definição correta a calibração é o modo de comparar a resposta de um aparelho a um determinado padrão, ou seja, é um processo de avaliação do equipamento.

No caso específico dos detectores de gás, calibrar um equipamento é submetê-lo a uma concentração específica e padronizada de gás e avaliar se ele responde com precisão. Portanto, em termos simples, a calibração é uma avaliação ou uma comparação.

Para avaliar a exatidão do funcionamento do detector de gás, o padrão de referência existe na forma de um cilindro de gás, chamado de gás padrão, fornecido pelo fabricante do equipamento. Nesse cilindro um determinado gás, ou um conjunto de gases, foi envasado com quantidades específicas, cujos valores são informados no rótulo. Essas quantidades são usadas como referência para averiguar se o detector está indicando os valores corretos ao ter contato com esses gases.

Na prática, um detector com um sensor de Monóxido de Carbono (CO) será submetido a uma concentração específica desse gás, como por exemplo 50 ppm, e o esperado é que o equipamento detecte, calcule e indique 50 ppm de CO na sua tela. Se o detector indicar um valor diferente significará que ele está desajustado e outros procedimentos precisarão ser adotados.

Esses outros procedimentos incluem o ajuste do equipamento, que é realizado eletronicamente, através do software do aparelho. Na prática, usando o exemplo acima, o que o operador do equipamento faz para ajustar o detector, é instruir a parte lógica do aparelho para que considere o valor real indicado no cilindro de gás padrão, ou seja, que a reação do sensor e os sinais elétricos enviados por ele correspondem aos exatos 50 ppm. A partir dessa nova referência o detector de gás irá calcular as outras reações do sensor e fornecer leituras mais precisas.

No entanto, pode acontecer do ajuste não ser possível pelo fato do sensor estar saturado ou defeituoso. Nesse caso o procedimento seguinte será o da manutenção, que pode consistir na troca do sensor.

Em resumo, para garantir a exatidão na resposta do aparelho ao detectar gases, três diferentes procedimentos podem ser necessários. São eles:

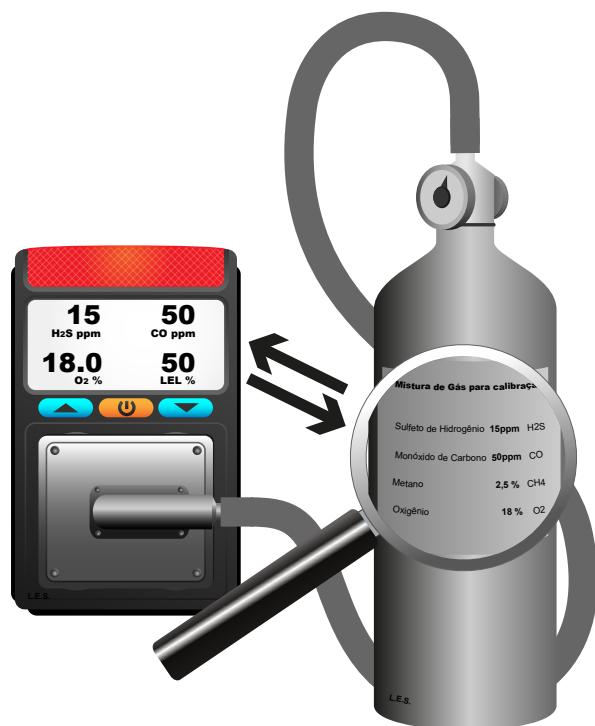
**Calibração = avaliação;**

**Ajuste = correção;**

**Manutenção = correção para o ajuste ser possível.**

## Teste de resposta

O teste de resposta é um procedimento relativamente simples, que exige alguns acessórios e que é realizado pelo usuário. Ele nada mais é do que uma calibração, ou seja, uma avaliação para determinar a precisão das medições do detector de gás. Mas na prática costuma ter uma diferença entre o que é chamado de calibração e o que é chamado de teste de resposta. Associa-se, por costume, a calibração ao procedimento realizado em um laboratório, enquanto o teste de resposta ou *bump test*, como também é chamado, é habitualmente efetuado pelo usuário em um ambiente seguro no local de trabalho.



**O teste de resposta deve ser efetuado sempre antes do uso, ou ao menos uma vez antes de iniciar o dia de trabalho.**

demonstração do uso do equipamento em sala de aula.

Ao ligar o detector multigás tudo parecia normal. Após o período de aquecimento dos sensores as primeiras leituras se estabilizaram e nenhum alarme de falha foi acionado. A tela exibia as leituras esperadas para uma atmosfera segura, com 20,9% de Oxigênio (O<sub>2</sub>), com 0 ppm de Monóxido de Carbono (CO), com 0 ppm de Gás Sulfídrico (H<sub>2</sub>S) e com 0% do Limite Inferior de Explosividade (L.I.E.). Contudo, ao submeter os sensores aos gases do cilindro de gás padrão, a leitura do Monóxido de Carbono (CO) apresentou um desvio de 60% do valor real. O detector de gás apresentou um valor 60% menor do que era fornecido pelo cilindro.

O desajuste na leitura do Monóxido de Carbono não significou que o detector estivesse comprometido, pois bastava efetuar o procedimento de ajuste e a nova calibração (avaliação) para ter o equipamento pronto para o uso. Somente se o ajuste não funcionasse é que seria necessário o encaminhamento do aparelho para a manutenção em uma assistência técnica autorizada ou para o próprio fabricante.

Portanto, a única forma de assegurar a precisão de funcionamento do detector de gás é através do teste de resposta.

Esse teste deve ser efetuado sempre antes do uso, ou ao menos uma vez antes de iniciar o dia de trabalho.

O teste de resposta ou *bump test*, é um procedimento essencial para garantir que o detector de gás cumpra com eficiência a sua função de proteger a vida e a saúde dos trabalhadores, porém, foi durante muito tempo um procedimento negligenciado pela maioria dos usuários.

Acreditava-se que ligando o detector em um ambiente seguro, sem que nenhuma falha fosse percebida, bastava para garantir o bom funcionamento do aparelho.

Outra crença comum era acreditar que uma calibração e eventual ajuste feito em um laboratório bastava para assegurar a confiabilidade do detector dentro do prazo de vencimento dessa calibração. E ambas as crenças sempre estiveram erradas.

Para justificar e enfatizar a importância do teste de resposta, podemos usar um caso real como exemplo.

Em um curso sobre espaços confinados ministrado há vários anos, a empresa de treinamento que também atuava como representante comercial de uma linha de detectores de gás, fez uma

## Calibração RBC

A Norma Regulamentadora número 33, cujo título é SEGURANÇA E SAÚDE NOS TRABALHOS EM ESPAÇOS CONFINADOS, exige que os detectores sejam calibrados, sem especificar como deve ser feita essa calibragem. Contudo, o Guia Técnico da NR 33, produzido e disponibilizado pelo antigo Ministério do Trabalho e pela Fundacentro no ano de 2013, e a norma técnica ABNT NBR 16577, publicada no ano de 2017, determinam que a tal calibração deve ser realizada em um laboratório acreditado pelo INMETRO.

O INMETRO é o responsável pelo credenciamento das entidades denominadas de Organismo de Certificação Credenciado (OCC) e estes organismos, por sua vez, são responsáveis por acreditar os laboratórios que comprovem a conformidade dos seus processos a norma ABNT NBR ISO IEC 17025, tornando-os parte da Rede Brasileira de Calibração (RBC).

Nessa rede é garantida a padronização dos procedimentos de calibração oferecidos pelos laboratórios. Esse padrão garante que os procedimentos adotados, que os instrumentos utilizados, que a capacitação dos profissionais envolvidos e que as condições ambientais como temperatura e umidade sejam padronizadas.

Sem dúvida que há um incremento de qualidade nos procedimentos dos laboratórios participantes dessa rede, contudo, existe uma controvérsia sobre a exigência para a certificação RBC que veremos no próximo tópico.

A periodicidade para essa calibração deve ser determinada pelo usuário, seguindo as recomendações do fabricante.

Diferentemente do que aconteceu no passado, a calibração realizada por esses laboratórios não pode mais ter um prazo de validade, já que essa validade induzia os usuários a uma falsa sensação de segurança.

### A controvérsia sobre a calibração RBC

Não há dúvidas sobre a qualidade do serviço prestado, ou mesmo da precisão nos processos de calibração e ajuste dos detectores de gás realizados nos laboratórios acreditados, no entanto, existem questionamentos e severas críticas no Brasil para essa exigência.

Devemos lembrar que as condições ambientais como pressão, umidade e temperatura interferem no funcionamento dos sensores, e devemos lembrar também que outros fatores como a exposição a gases podem interferir nas respostas dos aparelhos ou prejudicar o funcionamento dos sensores. Sendo assim, a precisão da calibração e dos ajustes realizados em um detector de gás dentro de um ambiente controlado de um laboratório acreditado pelo INMETRO, não pode garantir a precisão das respostas do equipamento quando usados em condições muito diferentes.

Por mais bem ajustado e calibrado que tenha sido o detector no laboratório, não há garantia de que a resposta do aparelho a presença de gases no local de trabalho mantenha essa precisão, por causa das condições adversas que o equipamento poderá enfrentar. Não há como o próprio laboratório garantir a confiabilidade do equipamento em condições diferentes das quais ele foi calibrado e ajustado.

Por causa disso, não há como dispensar da rotina de trabalho o teste de resposta, que nada mais é que a calibração rotineira feita pelo usuário no seu ambiente de trabalho.

E por causa desses fatos é que surgiram os questionamentos e as críticas sobre essa exigência, que oferece ao usuário pouco ou nenhum ganho adicional de segurança, mas que impõe os inconvenientes de custo e de tempo para o envio do detector ao laboratório de calibração.

## Ajuste de auto-zero

Esse tipo de ajuste, também conhecido como ajuste de ar limpo, utiliza o software do detector de gás para determinar ao equipamento que a atmosfera que ele está medindo oferece 20,9% de Oxigênio ou 20,8% para alguns modelos de detectores, 0 ppm de gases tóxicos e 0% de gases inflamáveis. Criada essa referência o detector irá calcular eventuais alterações na atmosfera, seja para mais ou para menos.

Portanto, esse tipo de ajuste somente pode ser realizado em uma atmosfera segura, do contrário o usuário irá criar uma falsa referência para o aparelho e prejudicar a precisão das medições futuras.

Em hipótese alguma o ajuste de auto-zero pode ser aplicado em uma atmosfera potencialmente perigosa.

Recomenda-se não respirar perto dos sensores, pois o ar que sai dos pulmões tem uma concentração de Oxigênio menor e pode oferecer ao detector uma referência errada.

Esse tipo de ajuste é utilizado ao ligar o aparelho e antes de algumas operações como, por exemplo, a calibração.

O ajuste de auto-zero não substitui o teste de resposta.

# CAPITULO 8

## SELEÇÃO DOS DETECTORES



## Seleção dos detectores

O custo para a aquisição de um equipamento de detecção de gases é significativo e a sua aplicação é de grande importância, portanto, não dá para efetuar a compra de um equipamento como esse sem uma cuidadosa especificação.

Os requisitos de avaliação e de elaboração de uma especificação de compra adequada são:

### Considere os ambientes de trabalho

Devemos lembrar que os detectores de gás avaliam gases específicos, e que podem sofrer a interferência ou serem danificados pela presença de outros gases, portanto, conhecer os riscos potenciais dos ambientes de trabalho é imprescindível.

Devem ser considerados todos os gases e os vapores que podem vazar, ou gases e vapores que podem surgir nos processos de produção e operação, mesmo aqueles que não são considerados perigosos para os seres humanos.

Existem casos que para conhecer os riscos existentes é necessário realizar a coleta de amostras das atmosferas dos locais de trabalho para serem analisadas em laboratório, e dessa forma descobrir todos as substâncias químicas que contaminam o ar desses ambientes.

### Considere o tipo de uso que será dado aos aparelhos

Para determinar a quantidade e o modelo dos detectores é preciso responder as seguintes questões:

**Será usado para a detecção de um único gás ou para a detecção de vários gases?**

**Eles serão de uso individual, ou seja, usados individualmente por pessoas ou serão usados para a avaliação e o monitoramento de trabalhos em equipe?**

**Eles serão usados apenas para o monitoramento ou serão utilizados também para a avaliação dos ambientes?**

O monitoramento pode exigir apenas que o trabalhador porte o detector durante a sua tarefa ou durante a sua jornada de trabalho. No entanto, se o equipamento for usado para a avaliação de um ambiente de trabalho antes do ingresso de pessoas, o recomendável pode ser um modelo multigás com os acessórios como bomba elétrica, linha de amostragem, ponta de amostragem e proteção para a ponta de sucção.

Se o uso é para a segurança de trabalhos em equipe, poucos aparelhos podem atender a uma grande empresa, mas se o uso é individual, pode ser necessário a aquisição de uma grande quantidade deles.

## Considere as rotinas de trabalho

Sobre as rotinas de trabalho, algumas questões devem ser respondidas para que possa ser determinada a quantidade de equipamentos necessários. São elas:

**Com qual periodicidade os detectores serão usados?**

**Quantos trabalhos simultâneos podem ser realizados por diferentes equipes?**

**Serão utilizados em ambientes grandes, ou em condições de trabalho que possam exigir o uso de mais de um equipamento simultaneamente?**

**A falta de um aparelho funcional pode afetar a produção?**

Ainda acontece de empresas terem um único detector de gás para atender a todas as equipes de trabalho, e isso gera vários problemas.

Quando uma empresa possui um único equipamento, nas situações em que existem várias frentes de trabalho simultâneas, o aparelho não poderá ficar fixo em um único local para o monitoramento atmosférico, acabando por ser usado apenas para a avaliação inicial e a liberação dos trabalhos. Essa situação coloca os trabalhadores em risco.

Diz o ditado popular que “quem tem dois, tem um, e quem tem um não tem nenhum”. É importante considerar a necessidade de garantir que sempre haja um ou mais aparelhos funcionais, independentemente das ocorrências de manutenção e calibração realizados fora da empresa. Isso também serve para os acessórios como linhas de amostragem, bombas elétricas, etc.

## Considere os tipos de ambiente

Para a aquisição do modelo adequado e a seleção dos acessórios que devem acompanhá-lo algumas questões devem ser respondidas. São elas:

**Os ambientes com potencial risco atmosférico são ao ar livre, em locais fechados ou em espaços confinados?**

**Dentro da variedade de ambientes os espaços são horizontais ou verticais?**

**Nos ambientes de formato vertical, qual a profundidade a ser analisada pelo detector?**

As situações de trabalho que exigem o uso de detectores de gás não se restringem as rotinas em espaços confinados, mas mesmo que o foco fosse somente neles, a variedade de ambientes que podem ser classificados como espaço confinado é enorme. E dentro dessa variedade pode haver ambientes muito pequenos e apertados ou ambientes muito grandes e profundos. Isso vai determinar, por exemplo, quais acessórios são necessários para atender as diferentes condições de avaliação e monitoramento. Por exemplo, definir qual o comprimento da linha de amostragem é necessário para avaliar os espaços mais profundos. E esse requisito vai determinar qual o conjunto a ser adquirido de detector, de bomba elétrica e de linha de amostragem.

## Considere o produto e o fornecedor

### Qualidade do produto

Para um equipamento que será utilizado na proteção da vida e da saúde dos trabalhadores, a qualidade é um critério obrigatório de seleção. E confiabilidade é a palavra-chave.

É um fato comum, e as vezes inconveniente, que os processos de compras realizados por empresas, muitas vezes priorizam o menor preço. Desde que atenda aos requisitos básicos, qualquer modelo e marca de detector de gás que ofereça o menor preço será priorizado. Mas como diz o ditado “o barato pode sair caro”.

Um equipamento que ofereça um preço baixo em função da qualidade inferior, pode se mostrar frágil na utilização, vulnerável a interferências, com sensores de vida útil curta e uma manutenção demasiadamente frequente. Portanto, se a empresa vai fazer o investimento, que o faça com bons critérios para otimizar ao máximo o valor empregado.

Devemos lembrar que não é somente o corpo do detector, composto por carcaça, circuito lógico e demais componentes eletrônicos, que vai determinar a qualidade do equipamento. A escolha das tecnologias dos sensores instalados no aparelho contribui para a maior ou a menor adequação e confiabilidade do detector de gás.

Seguem alguns dos critérios de qualidade que devem ser destacados:

**Facilidade de operação;**

**Resistência do equipamento a impactos;**

**O grau de proteção contra sólidos e líquidos;**

**As opções de sensores e a possibilidade de trocá-los quando necessário;**

**A variedade, a disponibilidade e o custo dos acessórios;**

**A longevidade prevista para a vida útil dos sensores;**

**A resistência dos sensores e do aparelho aos vários tipos de interferências;**

**A certificação INMETRO de equipamentos elétricos para atmosferas explosivas;**

**A qualidade do manual de instruções quanto ao conteúdo e a didática.**

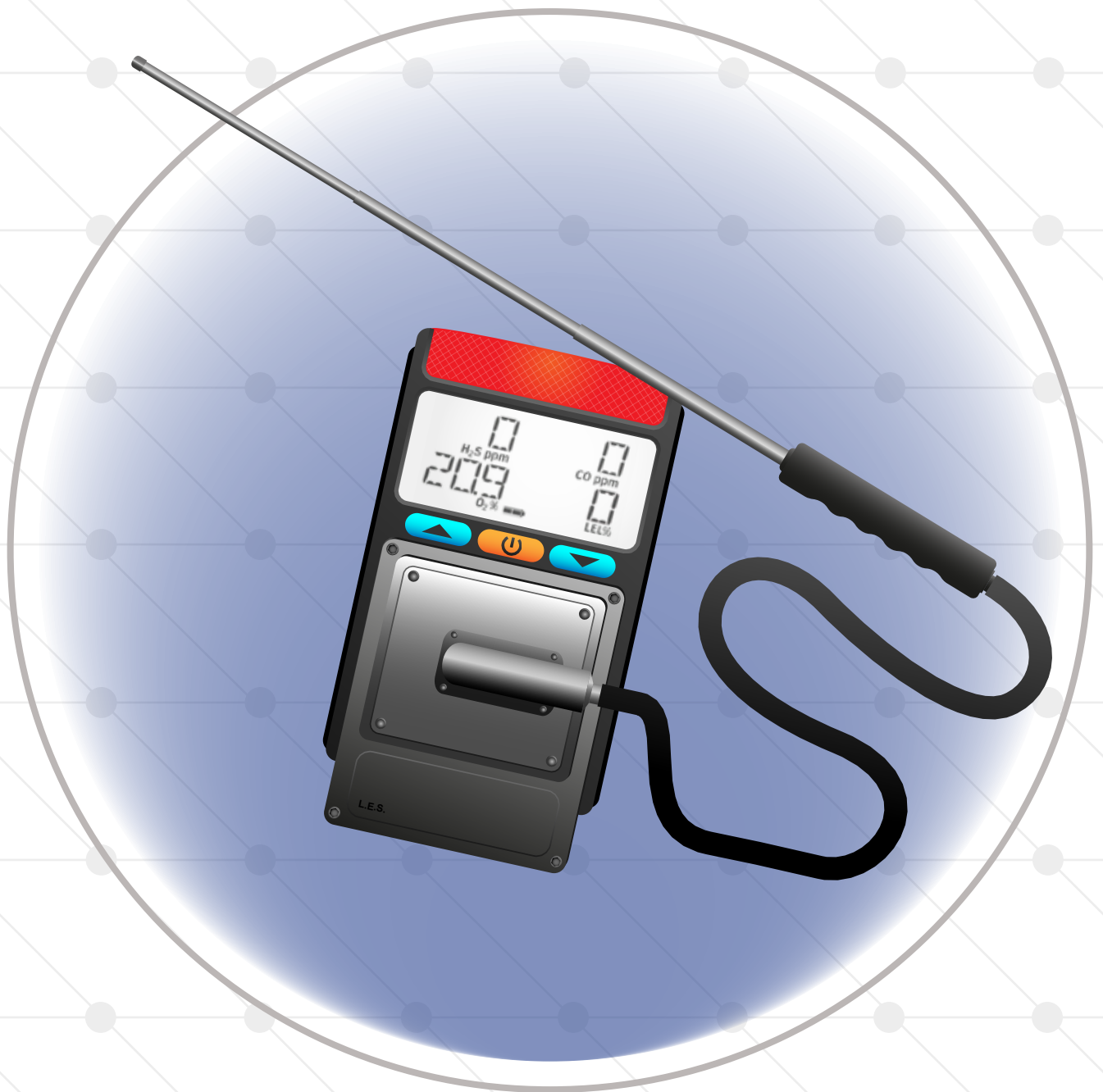
### Qualidade do fornecedor

A seleção, o uso, os cuidados e a manutenção dos detectores de gás demandam conhecimento técnico, portanto, é imprescindível que o comprador/usuário tenha ao seu dispor todo o apoio necessário. Esse apoio inclui a facilidade e a eficiência na comunicação com o fornecedor, a disponibilização de informações, a prontidão para o esclarecimento de dúvidas, a qualidade do serviço de manutenção e a rapidez e a eficiência na solução de problemas.



# CAPITULO 9

## UTILIZAÇÃO DOS DETECTORES



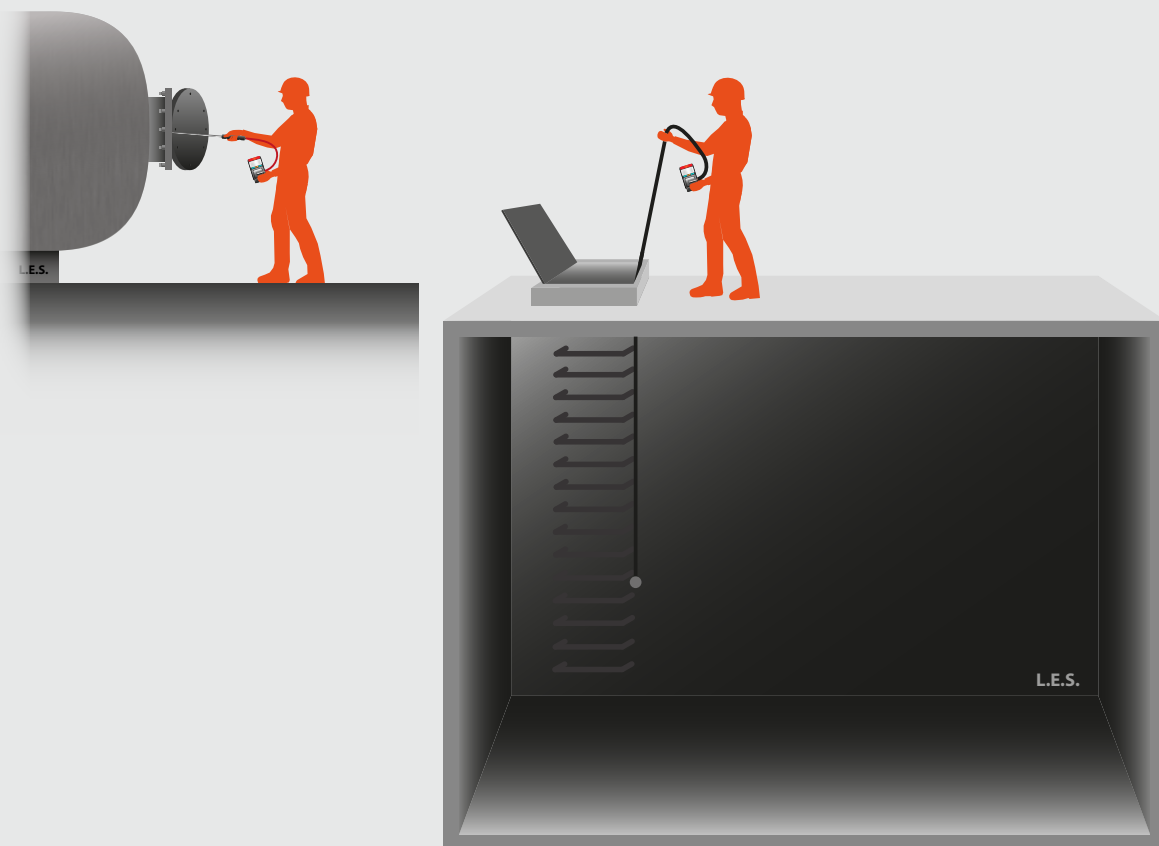
## Utilização dos detectores

Já mencionamos que os aparelhos devem ser utilizados em todas as situações de trabalho onde haja riscos atmosféricos potenciais, que podem ser os mais variados, no entanto, é um fato que os detectores portáteis de gás são rotineiramente usados nas atividades em espaços confinados, e é por isso que as informações a seguir terão foco nessas atividades.

### AVALIAÇÃO

#### Inicie as avaliações sempre do lado de fora.

A avaliação do ambiente deve começar obrigatoriamente do lado de fora, mesmo que o trabalhador esteja equipado com sistemas de proteção respiratória, pois devemos lembrar que há um risco para o qual eles, ou qualquer outro EPI, não podem nos proteger, que é o de explosões.



Lembre-se de respeitar o tempo de resposta dos sensores.

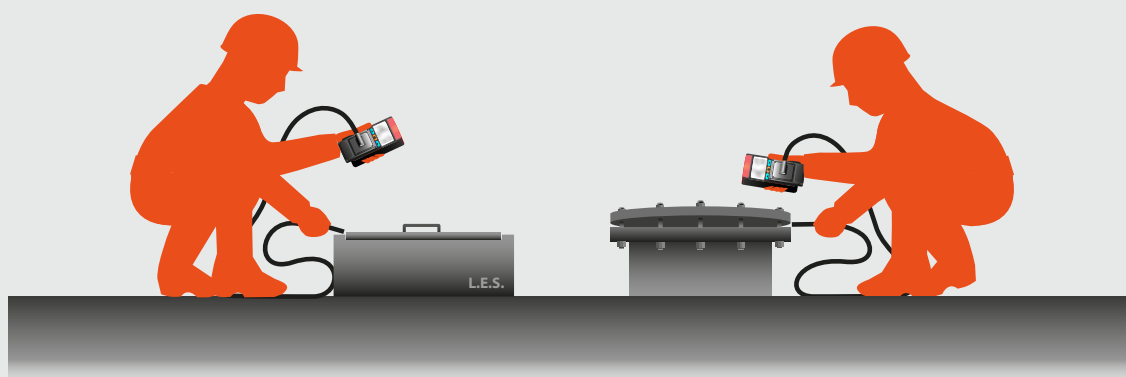
## AVALIAÇÃO

### Cuidado ao abrir as portas e as tampas das bocas de visita.

Lembre-se que os gases podem estar sendo contidos por essas portas e tampas, e ao abri-las eles poderão ser liberados e envolver o trabalhador que está fazendo a avaliação atmosférica.

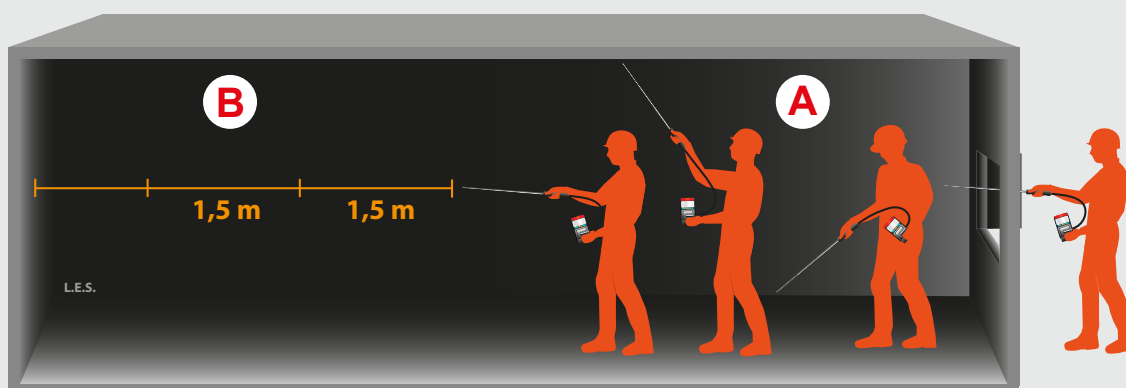
As frestas devem ser utilizadas para sondar a presença de gases, e caso sejam tampas seladas, elas devem ser cuidadosamente abertas, criando uma pequena fresta com tamanho suficiente para a linha de sondagem.

As portas e tampas somente deverão ser abertas por completo após essa sondagem inicial indicar que a situação é segura.



### Todo o ambiente deve ser avaliado.

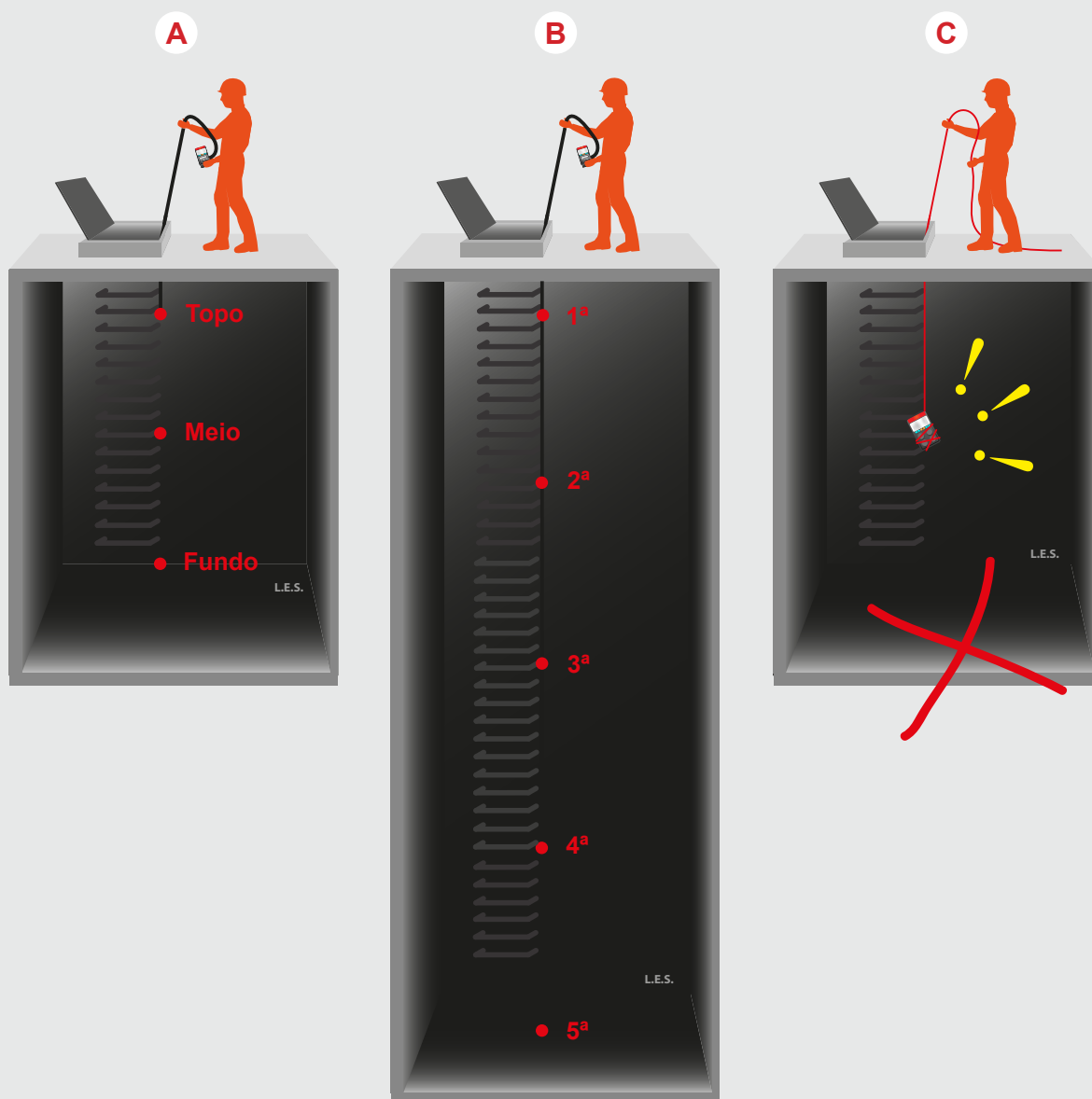
- A** Após a avaliação inicial, realizado do lado de fora, todo o ambiente deverá ser sondado sobre a presença de gases, seja a parte superior, a parte inferior, as laterais e os cantos.
- B** A progressão dentro do espaço deve ser feita de forma cuidadosa, avaliando o ambiente a frente, com intervalos entre 1,2 metro e 1,5 metro.



## AVALIAÇÃO DE ESPAÇOS VERTICAIS

### Sonde toda a profundidade.

- A** Em espaços cujo acesso seja vertical, e que não sejam muito profundos, faça ao menos três sondagens, cobrindo o topo, o meio e o fundo do ambiente.
- B** Em espaços muito profundos, faça quantas sondagens forem necessárias para cobrir toda a profundidade do ambiente, evitando intervalos muito distantes entre cada uma delas.
- C** Nunca desça o detector de gases pendurado para avaliar verticalmente uma atmosfera. Além de não conseguir fazer uma leitura direta do aparelho, o equipamento é exposto a riscos, podendo sofrer graves danos.



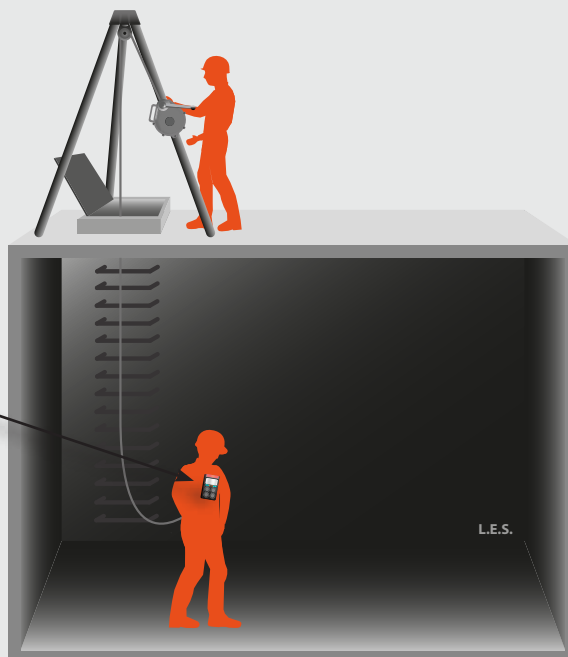
## MONITORAMENTO

O processo de avaliação garante um ingresso seguro nos ambientes de trabalho, mas não basta para assegurar o bem-estar dos trabalhadores.

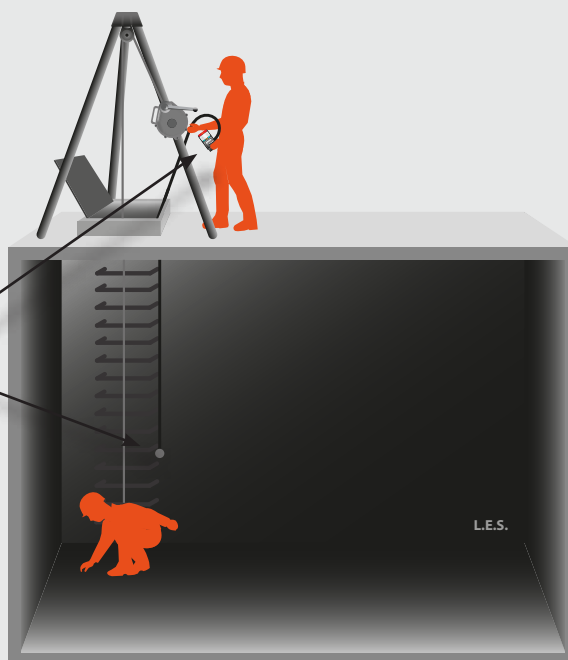
Dentro de ambientes fechados e com uma ventilação precária, existem os riscos do consumo de oxigênio, do vazamento ou formação de gases tóxicos e inflamáveis. Portanto, é obrigatório que a atmosfera seja monitorada continuamente, sem interrupções, durante todo o tempo de permanência dos trabalhadores no ambiente de risco.

Na eventualidade do detector de gases parar de funcionar é obrigatório que os trabalhadores abandonem o local imediatamente.

Para o monitoramento atmosférico o detector de gás deve ser portado por um dos trabalhadores no local das atividades. Caso haja pessoas trabalhando distantes umas das outras é necessário o uso de um número maior de aparelhos, garantindo que todas os locais de trabalho sejam cobertos pelo monitoramento atmosférico.

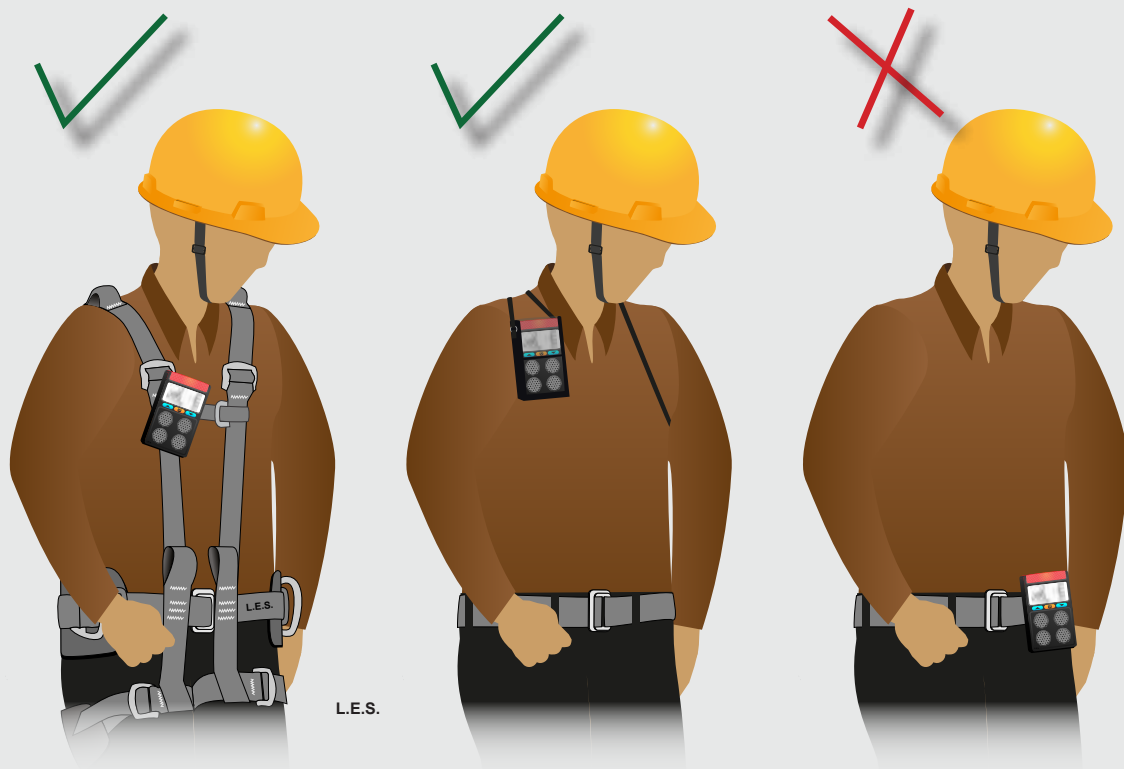


O monitoramento atmosférico pode ser feito pelo trabalhador na função de vigia (NR 33), desde que seja usada uma linha de amostragem e uma bomba de sucção, e que o ar capturado e analisado seja o do local onde encontram-se os trabalhadores.



## USO INDIVIDUAL

Ao usar o detector de gás para proteção individual, mantenha-o sempre próximo das vias aéreas.



# Referências

O trabalho de pesquisa abrangeu muitas fontes diferentes de informação, buscando, muitas vezes, os significados, as definições e os conceitos de conhecimentos básicos. Em muitas dessas pesquisas as dúvidas foram solucionadas em websites de educação como MUNDOEDUCAÇÃO, BRASILESCOLA e INFOESCOLA, entre outros.

Sobre as fontes especializadas, as mais importantes estão relacionadas abaixo.

NR 9 - PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS.

NR 15 - ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES.

NR 20 - SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO COM INFLAMÁVEIS E COMBUSTÍVEIS.

NR 33 - SEGURANÇA E SAÚDE NOS TRABALHOS EM ESPAÇOS CONFINADOS.

Manual para interpretação de informações sobre substâncias químicas – FUNDACENTRO – 2012.

Programa de Proteção Respiratória – FUNDACENTRO – 2016.

CALIBRAÇÃO E TESTE DE RESPOSTA, VOCÊ CONHECE? – E-BOOK PARA DETECTOR DE GÁS PORTÁTIL – Jefferson Nascimento Gonçalves.

GUIA TÉCNICO DA NR 33 – Fundacentro – 2013.

ABNT NBR 16577 – Espaço Confinado – Prevenção de acidentes, procedimentos e medidas de proteção – 2017.

Apostila “Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados” - Maurício Moniz - Triex Comercial - 2007.

Apostila “Manual do estudante - espaços Confinados” - Survival Systems do Brasil - 2000.

Apostila “Capacitação de Segurança em Espaços Confinados - NR 33 - Supervisores e Resgatistas” - Colégio INACI / Survival Systems do Brasil - 2009.

Artigo “OS PROFISSIONAIS DE SEGURANÇA NO BANCO DOS RÉUS” - Carlos de Almeida Carvalho.

Artigo “Sobre Calibração RBC – Leia com atenção e tome a decisão correta!” - Carlos de Almeida Carvalho.

Artigo na internet “Detecção de Gases – Tudo que você precisa saber” – LEL Ambiental – 2017.

Artigo na internet “Manual da Segurança: Detectores de Gás” – Casa do EPI.

Artigo na internet “Em quais casos é obrigatório a emissão da FISPQ?” – VG RESÍDUOS – 2017.

Artigo na internet “Descomplicando a poeira e outros particulados: o que faz com que sejam tão perigosos?” – DESCOMPLICASMS.COM.BR – 2018.

Artigo na internet “Classificação dos Gases Tóxicos” – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Educacional - Fundepar - Secretaria da Educação do Paraná.

Artigo na internet “Electronic gas sensors and detectors – clasification and operating principles” – electronics-base.com.

Artigo na internet “Cómo funcionan los sensores de gas?” – 330ohms – 2016.

Artigo na internet “Compostos orgânicos voláteis” – QUIMINAC.

Artigo na internet “Limites de Exposição Ocupacional | NR-15 e ACGIH” – ENESENS.

Artigo na internet “IP66/IP67? O que os números significam?” – Teledyne Gas and Flame Detection.

Artigo na internet “Quem realiza os Serviços de Certificação Credenciamento de Entidades” – AmbienteBrasil.

Artigo na internet “1º Parte da Série sobre Detecção de Gases para Espaços Confinados - Definições (Auto Teste VS Auto Zero)” – Máximo SMS – Augusto Santos – 2019.

Apresentação “DOENÇAS E OXIGENOTERAPIA” – Mariana C. Buranello (Fisioterapeuta) e Nayara C. Gomes (Enfermeira).

Manual do usuário do Detector multigás Dräger X-am® 8000 – 2018.

Manual do usuário do Detector multigás Dräger X-am® 2500 – 2019.

Manual do usuário do Detector multigás GasAlertMax XT II BW Technologies by Honeywell – 2015.

Manual do usuário do Detector multigás MSA ALTAIR® 4XR – 2017.

Manual do usuário do Detector multigás Ventis Pro Series Industrial Scientific - 2019.

Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – Amônia – White Martins – 2018.

Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – Dióxido de Carbono – White Martins – 2001.

Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – Monóxido de Carbono – White Martins – 2018.

Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – OXIGÊNIO, comprimido – White Martins – 2018.

Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – Sulfeto de Hidrogênio – White Martins – 2018.

## Agradecimentos

Uma obra como esta, considerando a sua importância e a sua complexidade, não poderia ser produzida sem a colaboração de várias pessoas.

Abaixo estão listados os nomes dos profissionais de contribuíram com informações técnicas, com o esclarecimento de dúvidas, com o fornecimento de materiais de pesquisa, com críticas e com sugestões.

Carlos de Almeida Carvalho  
Empresa Zell Ambiental.

Eduardo Elias Xavier e Lucas Bortoloni Auresco  
Empresa General Instruments.

Felipe Claudiano  
Empresa MSA Safety.

Guilherme Amaral, Washington Trindade e Marco Silva  
Empresa Dräger Safety do Brasil.

Guilherme Settanni  
Empresa Pro Altitude.

Jefferson Nascimento Gonçalves  
Empresa Kebos Multigas.

José Roberto Jönck e equipe técnica  
Instituto Santa Catarina

Luiz Cesar Freire  
Engenheiro de segurança do trabalho e Coronel aposentado do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo.

Michel Silva  
Empresa Honeywell.





# PRO ALTITUDE

SOLUÇÕES PARA TRABALHOS EM ALTURA



Treinamentos



Serviços



Produtos



GLOBAL WIND ORGANISATION

[www.proaltitude.com.br](http://www.proaltitude.com.br) | 019 33672301 | [contato@proaltitude.com.br](mailto:contato@proaltitude.com.br)

PRO ALTITUDE - Foto: o Guilherme Telo Sotani



PANIC



EKO



DUCK



SPORT INDUSTRIAL RESCUE

[www.kongbr.com](http://www.kongbr.com)  
[contato@kongbr.com](mailto:contato@kongbr.com)  
+55 19 33672301  
[www.kong.it](http://www.kong.it)

# Carlos de Almeida Carvalho

Especialista em Medições de Radiações Não Ionizantes

Atendimento a NR-15 ANEXO 7  
ACGIH

LEI 1934/2009

ANATEL: RESOLUÇÃO 700/2018

ANEEL: RESOLUÇÃO: 398/2010

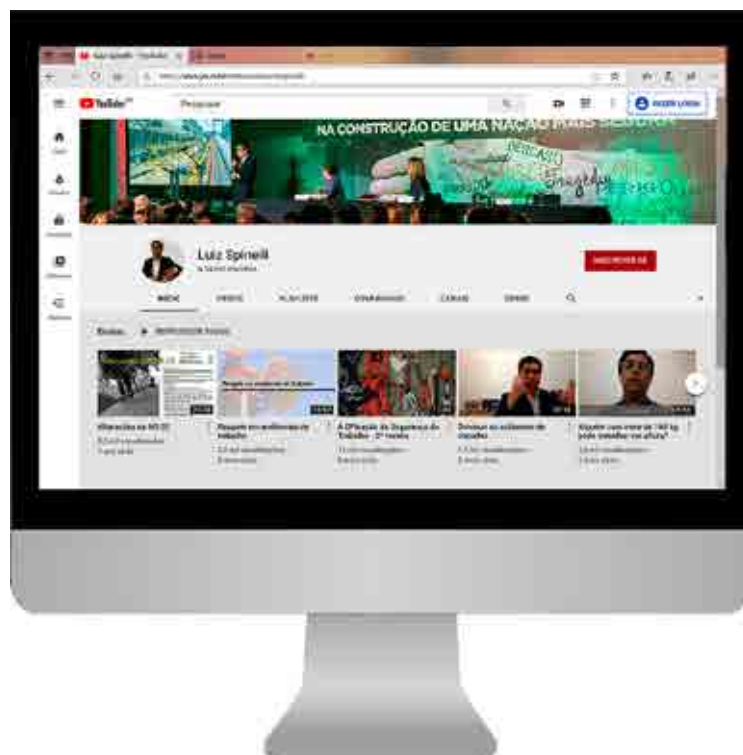
ANEEL: RESOLUÇÃO: 616/2014



Contato: 11 9 9482 6666 carvalhosam@uol.com.br

Acesse o canal de vídeos de Luiz Spinelli no Youtube

[www.youtube.com/luizeduardospinelli](http://www.youtube.com/luizeduardospinelli)



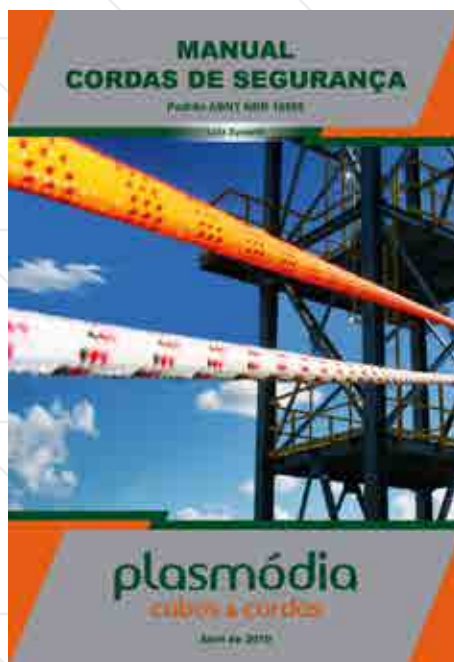
## Outras obras de Luiz Spinelli

Acesse em [www.spinelli.blog.br](http://www.spinelli.blog.br)

E-book “ Os Cem Quiilos!”



Manual de cordas patrocinado pela Plasmódia.



Por encomenda da ANIMASEG Luiz Spinelli produziu oito resumos didáticos das normas técnicas sobre equipamentos de proteção individual e cordas de segurança.



# MANUAL DETECÇÃO DE GASES

Luiz Spinelli

Patrocínio

**plasmódia**  
cabos & cordas

**Dräger**

**ISC** Instituto  
Santa  
Catarina  
TREINAMENTO EM SEGURANÇA DO TRABALHO



Apoio

 **ANIMASEG**  
ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE MATERIAL DE SEGURANÇA E PROTEÇÃO AO TRABALHO

Luiz Spinelli

[www.spinelli.blog.br](http://www.spinelli.blog.br)

[luiz@spinelli.blog.br](mailto:luiz@spinelli.blog.br)