

BOLETIM DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA E SAÚDE 006/25: OPERAÇÃO SEGURA DOS DETECTORES DE GÁS PORTÁTEIS DE LEITURA DIRETA

*Deficiência de oxigênio: causa, medição, limite
e controle de segurança*

Este Boletim de Informações sobre Segurança e Saúde não é uma norma ou regulamento, tampouco cria novas obrigações legais. O Boletim tem caráter consultivo, seu conteúdo é informativo e destina-se a auxiliar os trabalhadores na oferta de um ambiente de trabalho seguro e saudável. De acordo com a Legislação Vigente em nosso país referente a Segurança e Saúde Ocupacional, os funcionários devem cumprir as normas de segurança e saúde específicas para os perigos e regulamentações nacionais ou com um plano estadual aprovado pelos órgãos competentes. Além disso, os empregadores devem fornecer aos seus funcionários um local de trabalho livre de perigos reconhecidos que possam causar morte ou sérios danos físicos. Os empregadores podem ser citados por violarem as regras de segurança no caso de haver um perigo identificado e eles não tomarem medidas cautelares para prevenir ou reduzir o perigo. No entanto, a falta de implementação de quaisquer recomendações neste Boletim de Informações sobre Segurança e Saúde não constitui, por si só, uma violação da regra de segurança específica. As citações só podem ser baseadas em normas, e/ou regulamentações vigentes em âmbito nacional e estadual se for o caso.

As informações contidas neste Boletim de Informações de Segurança e Saúde fornecem aos trabalhadores e empregadores o melhor entendimento sobre o significado da Deficiência de Oxigênio apresentando as prováveis causas e como medi-las indicando seus limites mínimo e máximo para que o controle de segurança de todo ambiente seja efetivo e assertivo.

IMPORTANTE: é fundamental seguir as recomendações do fabricante referente à preparação, uso e manutenção dos instrumentos, contidas nos manuais dos equipamentos.

INTRODUÇÃO

Os Detectores de Gases Portáteis de Leitura Direta são projetados para alertar os trabalhadores sobre a presença dos riscos atmosféricos, como por exemplo a presença de gases inflamáveis, gases tóxicos ou a alteração da concentração de oxigênio (enriquecimento ou deficiência) nos diferentes ambientes e atividades de trabalho.

É de extrema importância que o entendimento da leitura no detector seja precisa e facilmente entendida por parte do usuário de modo a não ficar exposto a atmosferas perigosas que possam pôr em risco sua vida ou de outros.

O₂

DEFICIÊNCIA DE OXIGÊNIO

RISCO REAL. MEDIÇÃO CORRETA. CONTROLE EFETIVO. VIDA PRESERVADA.

1 CAUSAS

AMBIENTES CONFINADOS
Locais com pouca ou nenhuma ventilação natural.



CONSUMO DE O₂ POR REAÇÕES OU PROCESSOS
(ex.: corrosão, oxidação)

DESLOCAMENTO POR OUTROS GASES
Gases mais pesados podem deslocar o oxigênio do ambiente.

N₂
NITROGÊNIO

CO₂
DIÓXIDO DE CARBONO

Ar
GASES INERTES

He
HÉLIO

⚠ A DEFICIÊNCIA DE OXIGÊNIO PODE CAUSAR TONTURA, INCONSCIÊNCIA E MORTE.

2 MEDIÇÃO

A medição deve ser realizada antes da entrada e continuamente durante a atividade.



CONFIRME SEMPRE:

- ✓ CALIBRAÇÃO DO EQUIPAMENTO
- ✓ BOM ESTADO DO SENSOR
- ✓ AMOSTRAGEM NA ZONA RESPIRÁVEL

3 LIMITES

Concentração de oxigênio em % volume (O₂ %VOL)

NORMAL

20.9%

Condição segura para trabalho.

LIMITE DE PERIGO

18%

Abaixo deste valor há risco significativo à vida e à saúde.

RISCO GRAVE

Quanto menor o O₂, maior o risco de perda de consciência e morte.

Referência: NR 33, NHO 06, ACGIH

4 CONTROLE

VENTILAÇÃO
Renovar o ar antes, durante e após a atividade.



AR NOVO ✓

MANTENHA SEMPRE A VENTILAÇÃO ATIVA.

PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA
Utilizar respirador apropriado quando a ventilação não for suficiente ou os níveis de O₂ estiverem fora dos limites.



- USE EPI ADEQUADO
- GARANTA VENTILAÇÃO
- MONITORE SEMPRE
- AUTORIZE E PLANEJE A ENTRADA

OXIGÊNIO EM NÍVEIS ADEQUADOS É ESSENCIAL PARA A VIDA. MEÇA. RESPEITE OS LIMITES. CONTROLE O RISCO.

SEGURANÇA NÃO É SORTE. É ATITUDE.

Imagem: arquivo do autor

Os detectores de gases são feitos para alertar aos seus usuários quanto a condições perigosas as quais não percebemos pelos nossos cinco sentidos.

Igualmente importante seria a utilização das bombas de amostragem (sucção) afim de trazer a amostra do gás para o detector (remota). Nesse caso a utilização da bomba com sua linha de amostragem deverá ser utilizada conforme as recomendações do fabricante e ou desse boletim.

GLOSSÁRIO (TERMOS COMUNS)

Oxigênio: É um elemento químico essencial para a vida, um gás incolor, inodoro e insípido (sem gosto), que compõe cerca de 20,9 % da atmosfera e é fundamental para a respiração celular e a combustão.

Insípido: Sem sabor, gosto ou aroma

Pressão parcial do O₂ - É a pressão exercida especificamente pelo oxigênio em uma mistura de gases (como o ar), correspondendo à parte da pressão total que o oxigênio representa.

Deficiência de O₂ - É a falta de oxigênio abaixo do limite mínimo sobre os tecidos (hipóxia) ou na corrente sanguínea (hipoxemia), essencial para a produção de energia celular e manutenção da Medições da concentração de O₂.

Existem três formas de medição:

Detector Multigás (Multigás/Quatro Gases): É o método mais comum em indústrias, mineração e construção. Ele monitora simultaneamente o nível de O₂ (geralmente entre 0% a 30% de volume), além de gases combustíveis (LEL), monóxido de carbono (CO) e sulfeto de hidrogênio (H₂S).

Oxímetro de Área/Pessoal: Dispositivos portáteis, muitas vezes presos à vestimenta do trabalhador, que emitem alarmes sonoros, visuais e vibratórios se o nível de oxigênio sair da faixa segura.

Amostragem por Difusão ou Bomba: O ar entra naturalmente no sensor (difusão) ou é puxado por uma bomba com mangueira, essencial para testar o ambiente antes da entrada, sem que o técnico precise entrar (ver Boletim 005/25).

TECNOLOGIAS

Atualmente, entre as soluções mais utilizadas, destacam-se os sensores com tecnologia eletroquímica e os sensores ópticos (baseados em luminescência ou extinção de fluorescência) os quais normalmente são utilizados em detectores portáteis. Além desses sensores existem o de zircônio e paramagnético aplicados em detectores fixos.

Essas tecnologias, no entanto, apresentam vantagens e limitações, que variam conforme a aplicação e as condições do processo.

LIMITES MÍNIMO E MÁXIMO ACEITÁVEIS

A concentração normal de oxigênio no ar ambiente é de 20,8% a 20,9 % de acordo com NBR 16577, NR 15, NR 33 e PPR (Programa de Proteção Respiratória), sendo aceitável o percentual mínimo de 19,5% e máximo até 23% de volume, desde que a causa da redução ou enriquecimento do O₂ seja conhecida e controlada.

PRESSÃO PARCIAL DO O₂

A pressão parcial de O₂ (PO₂) é a pressão exercida especificamente pelo oxigênio em uma mistura de gases (como o ar), correspondendo à parte da pressão total que o oxigênio representa.

Obs. (1): O detector de O₂ mede apenas % de O₂ e não a pressão parcial.

Obs. (2): Mesmo com a indicação normal o usuário poderá ter falta de oxigênio (hipóxia) em situações abaixo:

- Ambientes com gases inertes (ex: nitrogênio, CO₂)
- Altitude elevada
- Espaços confinados com alteração de pressão
- Salas limpas com processos sensíveis a contaminações.

INTERFERÊNCIAS NA MEDIÇÃO

Interferências como temperatura (altas e baixas), pressão atmosférica, umidade, solventes, contaminantes, envelhecimento do sensor podem impactar na leitura da concentração de O₂ nos ambientes atmosféricos causando instabilidade momentânea ou definitiva reduzindo a vida útil do sensor.

Alterações na concentração de O₂ no ambiente são causadas principalmente pelos seguintes fatores: Fogo, bactérias (anaeróbico), oxidação, respiração de seres vivos, concentrações de gases e presença de oxigênio em altas concentrações momentâneas providas de processos industriais e outros. No caso de necessidade de medições de outros gases inflamáveis em áreas classificadas torna-se obrigatório que o equipamento seja intrinsecamente seguro (ou a prova de explosão) evitando que ele próprio seja a fonte de ignição.

Exigências normativas – NBR 16577, NR 15, PPR (Programa de Proteção Respiratória)

CONCENTRAÇÃO DEFICIENTE DE O₂

Quando a ventilação natural não apresentar resultado satisfatório a atmosfera deve ser tratada com a ventilação mecânica que é a medida mais eficiente para controlar atmosferas perigosas em

virtude da presença de gases, vapores tóxicos, inflamáveis e deficiência de oxigênio. Além de renovar o ar, auxilia no controle do calor e da umidade no interior dos espaços confinados (NBR 16577- anexo B).

CONCENTRAÇÃO ENRIQUECIDA DE O₂

Presença de oxigênio puro sobre o ambiente não é inflamável, porém acelera de forma muito rápida a combustão como por exemplo:

- ✓ Materiais comuns pegam fogo com facilidade
- ✓ Faíscas pequenas podem gerar incêndios
- ✓ Fogo se espalha mais rápido
- ✓ Temperaturas ficam mais altas
- ✓ Explosões em ambientes confinados
- ✓ Impacto no ser humano

O excesso de O₂ (hiperoxia) no ser humano pode causar:

- ✓ Irritação pulmonar
- ✓ Inflamação dos pulmões
- ✓ Dor no peito
- ✓ Tosse
- ✓ Redução da capacidade respiratória
- ✓ Edema pulmonar
- ✓ Danos ao sistema nervoso

OBS: O oxigênio puro é amplamente usado em processos médicos, mas sempre de forma controlada e acompanhada por profissionais treinados.

Limites de Concentrações de Oxigênio na atmosfera

> 23%	Concentrações maiores de oxigênio tornam o ambiente perigoso, pois aumentam as chances de incêndios e explosões.
≤ 23%	Este é o limite máximo de concentração de oxigênio numa atmosfera considerada segura, desde que a causa do valor elevado de oxigênio seja conhecida e que sejam medidas para monitorar e controlar essa concentração.
20,9%	Esta é a concentração normal de oxigênio no nosso planeta, portanto, a concentração ideal para uma atmosfera segura.
≥ 19,5%	Este é o limite mínimo de concentração de oxigênio numa atmosfera considerada segura, desde que a causa do valor reduzido seja conhecida e que sejam medidas para monitorar e controlar essa concentração.
≤ 18%	Abaixo desse valor a atmosfera é considerada insuficiente em oxigênio, portanto, os equipamentos de proteção respiratória filtrantes, que dependem do oxigênio do ambiente, não são apropriados, devendo-se utilizar os respiradores independentes.
< 12,5%	Abaixo desse valor a atmosfera é IPVS, podendo gerar efeitos graves e imediatos no corpo humano.



TIPOS DE DETECTORES DE GASES E QUANDO UTILIZÁ-LOS

Detector multigás: É o mais indicado na maioria dos espaços confinados.

- Utilize sempre que encontrar:
- Risco de gases tóxicos (CO, H₂S etc.)
- Atmosfera inflamável
- Possibilidade de mudança na atmosfera
- Atividades como soldagem, limpeza química, fermentação
- Entrada em tanques, galerias, silos, reatores
- Histórico desconhecido do ambiente
- Variação do processo

Porque a NBR 16577 exige a monitoração de ambientes confinados considerando atmosferas explosivas e deficiência de oxigênio sempre com Certificação de Conformidade INMETRO operados em áreas com risco de explosão.

Detector monogás: Mede apenas oxigênio. Pode ser usado em situações específicas e controladas como por exemplo:

- O único risco identificado é a deficiência de O₂ ou enriquecimento de O₂
- O ambiente é conhecido e sem contaminantes
- Engarrafamento de líquidos, bebidas com gás carbônico
- Dorna de fermentação e outros

MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Toda manutenção preventiva e corretiva dos detectores de gases deve ser realizada por pessoal treinado e qualificado assim como peças de reposição devem ser fornecidas pelo fabricante do detector. (Vide Boletim 001/24 para maiores informações)

Documento elaborado pela **Comissão de Estudos Normativos, do CTEN – Detectores de Gases**, da Associação Nacional da Indústria de Material de Segurança e Proteção ao Trabalho (Animaseg)