

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ – UNITAU
Diogo André Visoto Fernandes

**A IMPORTÂNCIA DAS AVALIAÇÕES DO AMBIENTE NO TRABALHO
EM ESPAÇO CONFINADO**

Taubaté
2009

**Ficha catalográfica elaborada pelo
SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU**

F363i Fernandes, Diogo André Visoto
 A importância das avaliações do ambiente no trabalho em espaço
 confinado / Diogo André Visoto Fernandes. - 2009.
 35f. : il.

 Monografia (especialização) - Universidade de Taubaté,
 Departamento de Engenharia Civil, 2009.
 Orientação: Prof. Dr. João Alberto Bajerl, Pró-reitoria de Pesquisa e
 Pós-graduação.

 1. Avaliações. 2. Ambiente. 3. Espaço confinado. I. Título.

Diogo André Visoto Fernandes

**A IMPORTÂNCIA DAS AVALIAÇÕES DO AMBIENTE NO
TRABALHO EM ESPAÇO CONFINADO**

Monografia apresentada para obtenção do Certificado de Especialização pelo curso Engenharia de Segurança do Trabalho do departamento de Pró Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação da Universidade de Taubaté.

Área de Concentração: Segurança do Trabalho

Orientador: prof^o João Alberto Bajerl

Taubaté
2009

Diogo André Visoto Fernandes

**A IMPORTÂNCIA DAS AVALIAÇÕES DO AMBIENTE NO
TRABALHO EM ESPAÇO CONFINADO**

Monografia apresentada para obtenção do Certificado de Especialização pelo curso Engenharia de Segurança do Trabalho do departamento de Pró Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação da Universidade de Taubaté.

Área de Concentração: Segurança do Trabalho

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Engº João Alberto Bajerl - Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Ms. Carlos Alberto Guimarães Garcez - Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Engº João Luiz de Campos - Universidade de Taubaté

Assinatura _____

RESUMO

Espaço Confinado por definição é qualquer área ou ambiente não projetado para ocupação humana contínua, que possua meios limitados de entrada e saída, cuja ventilação existente é insuficiente para remover contaminantes ou onde possa existir a deficiência ou enriquecimento de oxigênio. Por não se ter conhecimento exato das características do ambiente no espaço confinado e pelo potencial de risco que existe, a avaliação do ambiente para liberação de trabalhos ou atendimento de emergências nesses locais, torna-se de extrema importância para preservação da integridade física dos envolvidos e na redução de perdas materiais que podem ser causadas. Neste trabalho são apresentados os principais riscos ambientais encontrados em espaço confinado, os procedimentos para identificação e avaliação, além das as melhores práticas para realização de avaliações do ambiente confinado.

Palavra-chave: Avaliações do Ambiente.

ABSTRACT

Bordered space is any area or environment not projected for human continuous occupation, which has limited ways of entry and exit, which existent ventilation is insufficient to move contaminantes or where there could be the deficiency or enrichment of oxygen. Because of not knowing right the characteristics of the environment of the bordered space and for the potential of risk that exists, that for liberation of works into these places is made of extreme importance for preservation of the physical entirety of wrapped and in the reduction of material losses that can be caused. In this work there are presented the principal environmental risks found in bordered space, the proceedings for identification, evaluation and protection of all wrapped, besides the best practices for realization of evaluations of the bordered environment.

key word: Evaluations of the Environment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Pessoa ingressando em um espaço confinado	10
Figura 2 Conseqüência de explosão em silos	12
Figura 3 Oxidação de metais	14
Figura 4 Efeitos de exposição a CO	16
Figura 5 Presença de esgoto doméstico	19
Figura 6 Limites de inflamabilidade	22
Figura 7 Limites de inflamabilidade do metano	22
Figura 8 Limites de inflamabilidade do hexano	23
Figura 9 Comparação dos limites de inflamabilidade do hexano e metano	24
Figura 10 Desenho esquemático do sensor tipo eletroquímico	27
Figura 11 Desenho esquemático do sensor tipo catalítico	27
Figura 12 Desenho esquemático do sensor tipo infravermelho	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Correlação dos gases versus instrumentos	23
Tabela 2 Práticas seguras para monitorar gases e vapores inflamáveis	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
1.1 Objetivo	09
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
2.1 Legislação utilizada	10
2.2 Entrada em espaço confinado	10
2.3 Atmosfera de risco	11
2.4 Riscos físicos nos espaços confinados	17
2.5 Riscos biológicos	18
2.6 Riscos químicos	20
2.7 Riscos ergonômico	20
2.8 Riscos mecânicos	20
2.9 Avaliação e controle dos riscos atmosféricos no espaço confinado	21
2.10 Lei de Le Chatelier	23
2.11 Propriedade importante dos gases	25
2.12 Detectores de gases	26
2.13 Teste de resposta dos detectores de gases	28
2.14 Técnicas de medição – detectores de gases	29
2.15 Especificando detectores de gases portáteis	29
2.16 Ventilação em espaços confinados	30
3 METODOLOGIA	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
5 CONCLUSÃO	34
BIBLIOGRAFIAS	35

1 INTRODUÇÃO

Espaço confinado é qualquer área ou ambiente não projetado para ocupação humana contínua, que possua meios limitados de entrada e saída, cuja ventilação existente é insuficiente para remover contaminantes ou onde possa existir a deficiência ou enriquecimento de oxigênio.

É impossível determinar todos os tipos de espaço confinado, na maioria das vezes os espaços são existentes e devido a alguma situação de emergência e/ou manutenção é necessária à intervenção do homem nesses locais.

Os trabalhos em galerias e abertura de poços são os que aparecem com frequência maior nas estatísticas de acidentes.

Atualmente, com aprovação da Norma Regulamentadora Nº 33, o número de acidentes envolvendo espaços confinados reduziu drasticamente, porém, a falta de preparo e investimentos em equipamentos são barreiras que ainda precisam ser vencidas.

1.1 Objetivo

O objetivo desse trabalho é demonstrar a importância da avaliação do ambiente no espaço confinado para redução dos acidentes e reconhecer os principais agentes de risco, os efeitos que esses agentes podem causar no organismo humano e os procedimentos fundamentais para realização correta das avaliações.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Legislação utilizada.

Por se tratar de um trabalho com potencial de risco elevado, são utilizadas as seguintes legislações para implantação de um programa de prevenção de acidentes em espaço confinado:

- ✓ NBR 14787 (Espaço confinado – Prevenção de acidentes, procedimentos e medidas de proteção, publicada em dezembro/2001)
- ✓ NORMA NIOSH (Trabalhando em Espaços Confinados)
- ✓ NORMA OSHA (Espaço confinado que requer permissão de entrada)
- ✓ NORMA REGULAMENTADORA Nº 33 (Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaço Confinado)
- ✓ PROGRAMA DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA DA FUNDACENTRO

2.2 A Entrada em espaço confinado.

Ação pela qual as pessoas ingressam através de uma abertura para o interior de um espaço confinado.

Essa ação passa a ser considerada como tendo ocorrido logo que alguma parte do corpo do trabalhador ultrapasse o plano de uma abertura no espaço confinado.

Em espaços confinados precisamos ter certeza da eficiência da comunicação entre vigia e trabalhador (es). Se não for possível a comunicação por rádio, outra forma deverá ser estabelecida.



Figura 1 Pessoa ingressando em um espaço confinado.

Fonte: O autor, 2008.

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

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

IPVS = IDLH – Immediately Dangerous to Health and Life.

2.3 Atmosfera de risco.

Atmosfera de risco são as condições em que a atmosfera, em um espaço confinado, possa oferecer riscos ao local e expor os trabalhadores ao perigo de morte, incapacitação, restrição da habilidade para auto-resgate, lesão ou doença aguda causada por uma ou mais das seguintes causas:

A presença de gases e vapores inflamáveis que em concentrações superiores a 10% do seu Limite Inferior de Inflamabilidade LII ou Lower Explosive Limit LEL, podem inflamar-se causando uma explosão ambiental.

Esses gases e vapores inflamáveis podem estar presentes na atmosfera do espaço confinado, tornando-o uma área classificada. Por isso, são necessárias tomar precauções especiais para construção, instalação e utilização de equipamento elétrico nessas áreas.

A presença de poeiras combustíveis em espaço confinado pode, de acordo com a concentração, criar uma atmosfera explosiva.

Essas misturas de partículas combustíveis com ar somente podem sofrer ignição dentro de suas faixas explosivas as quais são definidas pelo limite inferior de inflamabilidade (LII) e o limite superior de inflamabilidade (LSI).

A maioria dos grãos é suscetível de desenvolver um processo rápido de combustão quando o tamanho das partículas for suficientemente pequeno.

Sob confinamento, essa combustão adquirirá condições para originar uma explosão, produzindo gases quentes, que por sua vez geram um aumento de pressão, conforme exemplo Figura 2.



Figura 2 consequências de explosão em silos.

Fonte: Revista Proteção, 2005.

Como no caso de explosões com gases, para haver uma explosão com poeiras, uma fonte de ignição e uma atmosfera explosiva são necessárias ao mesmo tempo. Centelhas produzidas por equipamentos elétricos (motores, dispositivos de comando, luminárias, entre outros), são as fontes de ignição mais comumente encontradas nas instalações com atmosferas explosivas.

Cabe ressaltar que o comportamento da poeira combustível é completamente diferente dos gases, enquanto os gases inflamáveis difundem-se facilmente no ar, buscando uma concentração homogênea, as partículas de poeiras tendem a assentar-se, produzindo acumulações na forma de montes ou camadas.

As partículas podem permanecer em suspensão por alguns momentos, dependendo de sua densidade e do diâmetro das partículas, e podem viajar do ponto que são liberadas até outros locais da planta.

Podem vazar de equipamentos e migrar para o interior de outros componentes (por exemplo, de um funil para uma caixa terminal de eletricidade).

Acumulam no piso, nas tubulações, nas superfícies de equipamentos, nas bandejas de cabos, nos eixos dos motores elétricos, etc.

As partículas de pó podem entrar em contato com fontes de ignição quando acumuladas em camadas e também ao formarem uma nuvem, ao serem postas em suspensão acidentalmente, ou mesmo por meio de uma operação “normal” (por exemplo, operações de limpeza com varrição).

Para que se produza uma explosão de poeiras, devem concorrer simultaneamente as seguintes condições:

- Partícula combustível em suspensão;
- A concentração de poeira em suspensão deve estar acima do limite inferior de inflamabilidade (LII);
- Partículas de tamanho conveniente;
- Ar (oxigênio) presente;
- Fonte de ignição de potência adequada;
- Espaço Confinado.

A principal medida preventiva a ser adotada para eliminação do risco de explosão envolvendo poeiras combustíveis é a adequação das fontes de risco.

A deficiência de oxigênio ocorre quando a concentração de oxigênio atmosférico fica abaixo de 19,5 % ou acima de 23 % em volume. Quando o volume de oxigênio é menor que 12,5% (em volume ao nível do mar), a atmosfera torna-se IPVS.

O excesso de oxigênio (acima de 23%) aumenta a inflamabilidade dos materiais.

Os principais efeitos de teores de oxigênio abaixo de 19,5% são:

- Entre 10-11% - A respiração se acelera e falta de coordenação, incremento da pulsação, euforia e dor de cabeça;
- Entre 6-10% - Náuseas e vômitos, dificuldade de movimentos, perda de conhecimento, falhas mentais, rosto pálido e lábios azuis;
- Menor que 6% - A respiração cessa, seguindo de parada respiratória e a morte em minutos.

As principais causas da deficiência de oxigênio são:

- O consumo de oxigênio ocorre na combustão, quando o Oxigênio do ar reage com o material combustível (incêndios, por ex.), na oxidação de metais (nas superfícies internas de reservatórios), em equipamentos de

processo de aço carbono sem pintura e fechados, e que sofreram jateamento recente, ou tratamento equivalente.



Figura 3 Oxidação de metais.

Fonte: Paula Scardino, 2003.

A inertização é um procedimento de segurança adotado em espaço confinado que visa evitar uma atmosfera potencialmente explosiva através da diluição da mesma por um fluido inerte. Este procedimento produz uma atmosfera IPVS deficiente de oxigênio.

O processo de inertização ocorre geralmente pela diluição da atmosfera interior pelo gás inerte (N₂, CO₂, Argônio, Hélio, etc..). Este deslocamento da atmosfera devido a entrada do gás inerte é uma inertização que impede a explosão. Portanto a inertização substitui uma atmosfera inflamável /explosiva por uma atmosfera asfixiante, geralmente IPVS.

A Diluição dá-se quando gases inertes são utilizados na inertização de tanques ou de equipamentos que vão sofrer manutenção.

A Adsorção é o apresamento e acumulação de gases, vapores ou matérias em solução na superfície de corpos sólidos com os quais entram em contato, por adesão molecular.

Pode ocorrer em leitos de carvão ativo no interior de reatores ou câmaras, tornando perigosas as operações de inspeção, recarga ou manutenção.

Os principais efeitos de uma atmosfera enriquecida de oxigênio são:

- Hiperoxia - Ato de respirar excesso de oxigênio. Os efeitos são a vaso dilatação cerebral (risco de edema); riscos ao pulmão (bronco displasia);

aumento de radicais livres de oxigênio no sangue, e como consequência lesão no Sistema Nervoso Central.

Os gases tóxicos, por sua ação ao organismo humano estão divididos em:

- **Asfixiante Simples:** São gases inertes, cuja presença em ambientes confinados poderá ocasionar ausência total de oxigênio. (Dióxido de Carbono, Nitrogênio, Hélio, Argônio, Metano e outros).
- **Asfixiantes Químicos:** Gases que agem bloqueando a fixação das moléculas de oxigênio pelas hemoglobinas. (Monóxido de Carbono e outros).
- **Irritantes:** são substâncias que agredem as vias aéreas (nariz, garganta e laringe), os pulmões e os olhos. (Gás Sulfídrico, Óxidos de Nitrogênio e outros).

Os principais gases tóxicos são:

Monóxido de Carbono - É um asfixiante bioquímico e Inflamável.

Não apresenta odor nem cor. É absorvido pelo pulmão até 100 vezes mais rápido que o Oxigênio. Nas concentrações de 1200 ppm, torna-se IPVS. No Brasil, seu limite de tolerância é de 39 ppm e nos E.U.A é 25 ppm.

Os efeitos causados pelo monóxido de carbono ao organismo humano considerando a concentração pelo tempo de exposição:

Em concentração de 200ppm por 3 horas de exposição, os efeitos são ligeira dor de cabeça e desconforto. Concentrações de 600ppm por 1 hora de exposição, os efeitos são dor de cabeça e desconforto. Concentrações de 2000ppm a 5000ppm por 30 minutos de exposição, os efeitos são de inconsciência. Concentrações de 10000ppm o efeito é fatal (Morte).

Gás Sulfídrico ou Sulfeto de Hidrogênio - Asfixiante bioquímico e Inflamável. Considerado um dos piores agentes ambientais agressivos ao ser humano. Em concentrações médias, inibe o olfato.

Nas concentrações de 100ppm, torna-se IPVS. No Brasil, seu limite de tolerância é de 8ppm e nos E.U.A é 10ppm. Os efeitos causados pelo gás sulfídrico ao organismo humano considerando a concentração pelo tempo de exposição:

Em concentrações entre 50 a 100ppm, por 1 hora de exposição, os efeitos são irritações moderada nos olhos e garganta. Em concentrações entre 200 a 300ppm, por 1 hora de exposição, os efeitos são forte irritação.

Concentrações entre 500 a 700ppm por 1,5 hora de exposição, os efeitos são inconsciência e morte por paralisia respiratória. Concentrações maiores que 1000ppm o efeito é fatal (Morte).

Monóxido de Carbono partes por milhão	Efeitos de Exposição a CO em homens e canários					
	2500 (0.25%)					
2000 (0.20%)						
1500 (0.15%)						
1000 (0.10%)						
500 (0.05%)						
	5	10	20	40	80	160
<i>Tempo de exposição em minutos</i>						

Figura 4 Efeitos de exposição a CO.

Fonte: Manual de Proteção respiratória, 1998.

Dióxido de Carbono - Não apresenta coloração e cheiro. Encontrado nos processos de combustão, inertização, sistemas automáticos de extinção de incêndio, respiração de grãos e sementes, resultante do processo.

Se Inalado causará vertigem, dor de cabeça, sonolência e perda dos sentidos. Pele cianótica (ou azulada).

Nas concentrações de 40.000ppm, torna-se IPVS. No Brasil, seu limite de tolerância é de 4290ppm e nos E.U.A é 5000ppm.

Acetileno - Asfixiante simples, irritante e anestésico. Possui cheiro característico de alho e é dificilmente detectado pelo olfato em baixas concentrações.

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

É encontrado nos processos Oxidocombustíveis: Corte, Solda, Brasagem, Aquecimento, Goivagem, Flamagem de Plásticos, Têmpera Superficial, Geração de Fuligem e Metalização com Pó.

2.4 Riscos físicos nos espaços confinados.

Atmosfera Aquecida - Os ambientes quentes representam um dos pontos mais importantes da patologia ocupacional devido a alta fadiga física, aumentando a perda de produtividade, motivação, velocidade, precisão, continuidade e aumento da incidência de acidentes.

Além disso, aumenta a instabilidade do sistema cardiocirculatório (edema do calor e síncope do calor) e os distúrbios hidroeletrólíticos (desidratação, depleção de sal) – hiponatremia (excessiva ingestão de água, diminuindo a concentração de sódio), câimbras; distúrbios dermatológicos (erupção cutânea).

Os Fatores que influenciam a troca térmica no interior do espaço confinado são a temperatura do ar; a velocidade do fluxo de ar; a umidade relativa do ar e o calor radiante.

Umidade e calor radiante são difíceis de controlar. Quando a temperatura do corpo atinge 38,9°C, a probabilidade do trabalhador ser acometido de distúrbio por calor é muito grande.

Atmosfera Fria - O frio pode causar geladuras, congelamento das extremidades e hipotermia. A hipotermia pode causar lesões permanentes na pele, e pode levar a morte.

Vibração - A vibração pode ser transmitida ao corpo inteiro ou localizada.

Os efeitos das vibrações para o organismo humano são a visão turva, que ocorre a partir de 4 Hz; A perda de equilíbrio e degeneração gradativa dos tecidos muscular e nervoso; Os danos permanentes de órgãos do corpo e a falta de concentração.

Ruído - O ruído pode estar presente no espaço confinado ou pode ser gerado pelo trabalho a ser executado. É necessário utilizar os protetores auditivos adequados ao local onde estaremos expostos.

A ausência do EPI em questão poderá ocasionar perda auditiva e conseqüente diminuição na qualidade de vida.

2.5 Riscos biológicos.

Os riscos biológicos também estão presentes nos espaços confinados, principalmente em galerias de esgoto, comunicação, poços, caixas de águas, cisternas e etc. Nesses ambientes é facilmente encontrado:

A barata de esgoto normalmente habita locais com muita gordura e matéria orgânica em abundância como galerias de esgoto, bueiros, caixas de gordura e de inspeção. São excelentes voadores.

As baratas domésticas são responsáveis pela transmissão de várias doenças, principalmente gastroenterites, carregando vários agentes patogênicos através de seu corpo, patas e fezes, pelos locais por onde passam (são por isso considerado vetores mecânicos).

O ataque do carrapato estrela freqüentemente resulta em intenso prurido no homem, que comumente conduz à formação de lesões nos locais das picadas, causadas pelo ato de coçar. A cicatrização dessas lesões é lenta, podendo demorar meses.

Os sintomas clássicos iniciais da doença incluem febre, náuseas, cefaléias, mialgia e máculas. Estas, inicialmente, são pequenas, achatadas e rosadas.

Surgem nas palmas e nas solas dos pés, pulsos e no braço anterior, progredindo pelo resto dos membros até alcançar o tórax e o abdome. A lesão característica de petéquias vermelhas da febre maculosa geralmente aparece após o sexto dia. Quando o quadro clínico atinge tal magnitude, o diagnóstico é desfavorável. Se não tratada a tempo, essa enfermidade pode levar à morte.

Tétano (locais com ferrugem e oxidação) - A bactéria é encontrada nas fezes de animais ou humanos que se depositam na areia ou na terra. A infecção se dá pela entrada das bactérias por qualquer tipo de ferimento na pele contaminado com areia ou terra.

Queimaduras e tecidos necrosados também são porta de entrada para a bactéria.

O tétano caracteriza-se pelos espasmos musculares e suas complicações. Eles são provocados pelos menores impulsos, como barulhos e luzes, e continuam durante períodos prolongados.

O primeiro sinal de tétano é o trismus, ou seja, contração dos músculos mandibulares, não permitindo a abertura da boca.

Isto é seguido pela rigidez do pescoço, costas, risus sardonius, (riso causado pelo espasmo dos músculos em volta da boca), dificuldade de deglutição, rigidez muscular do abdômen. O paciente permanece lúcido e sem febre.

A presença de esgoto doméstico pode estar presente no espaço confinado e nele (esgoto) é provável a existência de vírus e bactérias.



Figura 5 Presença de esgoto doméstico.

Fonte: Paula Scardino, 2003.

Esses vírus podem causar a hepatite A. A transmissão do vírus da hepatite A é fecal-oral, e pode ocorrer por meio da ingestão de água e alimentos contaminados ou diretamente de uma pessoa para outra.

A infecção é muito comum onde o saneamento básico é deficiente ou não existe, mesmo sem a ocorrência de inundações. Como consequência, a maioria da população dessas áreas foi infectada quando criança e tem imunidade contra a doença.

Presença de ratos - A leptospirose é causada por uma bactéria, a *Leptospira interrogans*, que é eliminada através da urina de animais, principalmente o rato de esgoto, e sobrevive no solo úmido e na água. As inundações facilitam o contato da bactéria com seres humanos.

A *leptospira interrogans* pode penetrar no organismo através do contato da pele e de mucosas com a água e a lama das enchentes. A infecção também pode

ocorrer por ingestão, uma vez que as inundações podem contaminar a água de uso doméstico e os alimentos. As manifestações, quando ocorrem, aparecem entre 2 e 30 dias após a infecção.

A Hepatite E, para a qual ainda não existe vacina disponível, tem transmissão e evolução semelhantes às da hepatite A, porém está mais associada a inundações.

A Hepatite B é transmitida por relações sexuais e por transfusões de sangue. A vacinação produz imunidade apenas após a aplicação de três doses, que são feitas ao longo de seis meses. Portanto, a vacinação contra a hepatite B não é procedimento útil em caso de enchentes.

A Febre tifóide é uma doença causada pela *Salmonella typhi*, uma bactéria que é adquirida através da ingestão de água e alimentos contaminados. Pode haver contaminação de poços, sistemas de abastecimento e de alimentos, com subsequente proliferação bacteriana possibilitando a ocorrência de casos.

O controle de riscos biológicos depende da avaliação do médico do trabalho e da identificação do tipo de espaço confinado. Só o médico pode avaliar a necessidade de um programa de vacinação. Várias infecções de pele podem ser causadas pelo contato com matéria orgânica infectada de microorganismo.

2.6 Riscos químicos.

Os riscos químicos estão presentes em diversas atividades que são realizadas em espaços confinados.

Processos de limpeza, pintura, impermeabilização, solda, jateamento, etc., poderão gerar atmosferas com riscos químicos.

2.7 Riscos ergonômicos.

Os riscos ergonômicos, normalmente, estão associados às reduzidas dimensões do acesso ao espaço confinado exigindo contorções do corpo, o uso das mãos e dificultando o resgate em caso de acidente.

2.8 Riscos mecânicos.

Os riscos mecânicos podem ser causados por andaimes; Tubos; Pranchões de madeira; Chapas metálicas; Queda de ferramentas; Movimentação de carga.

2.9 Avaliação e controle dos riscos atmosféricos nos espaços confinados.

As avaliações e controle dos riscos atmosféricos nos espaços confinados são fundamentais para prevenção de acidentes e proteção dos trabalhadores.

A exata natureza do risco depende do tipo de gás que está presente, mas em geral, nós dividimos em três classes:

Inflamáveis - Metano, Butano, GLP, Gás Natural, Hidrogênio, Acetileno, Vapor de Gasolina e Álcool;

Tóxicos - Cloro, Amônia, Monóxido de Carbono, Gás Sulfídrico;

Asfixiantes - Nitrogênio, Argônio, Dióxido de Carbono.

Monitorando Gases e Vapores Inflamáveis.

Os Gases e Vapores Inflamáveis são substâncias que misturadas ao ar e recebendo calor adequado entram em combustão.

Para entendermos melhor os limites de inflamabilidade, tomamos como exemplo o funcionamento de um motor à combustão:

A faísca é a fonte de ignição, O combustível é comprimido até se tornar vapor e o oxigênio vai completar a mistura da câmara.

O motor não funcionará (não há combustão) se: não houver faísca, não houver combustível, a mistura ar e combustível estiver pobre ou rica.

Limites de Inflamabilidade - L.I.I. e L.S.I.

Limite Inferior de Inflamabilidade - L.I.I. é o ponto onde existe a mínima concentração para que uma mistura de ar mais gás/vapor se inflame.

Limite Superior de Inflamabilidade - L.S.I. é o ponto máximo onde ainda existe uma concentração de mistura de ar + gás/vapor capaz de se inflamar.

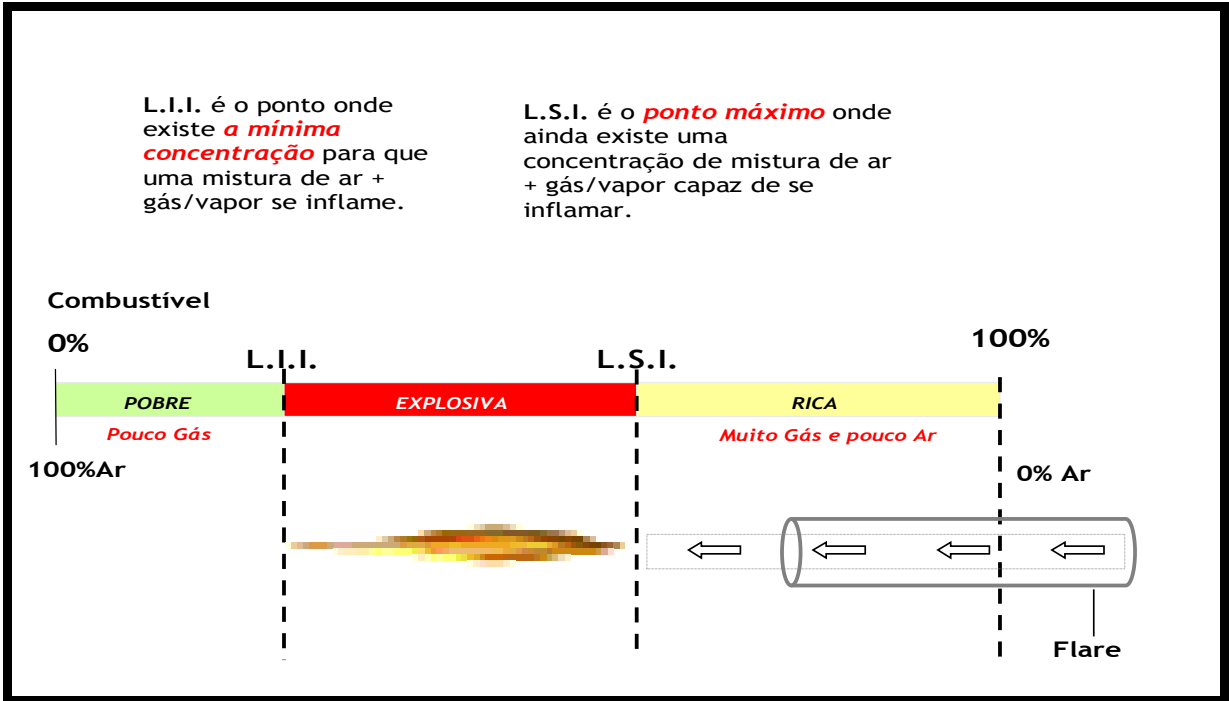


Figura 6 Limites de inflamabilidade.

Fonte: Maurício Moniz, 2007.

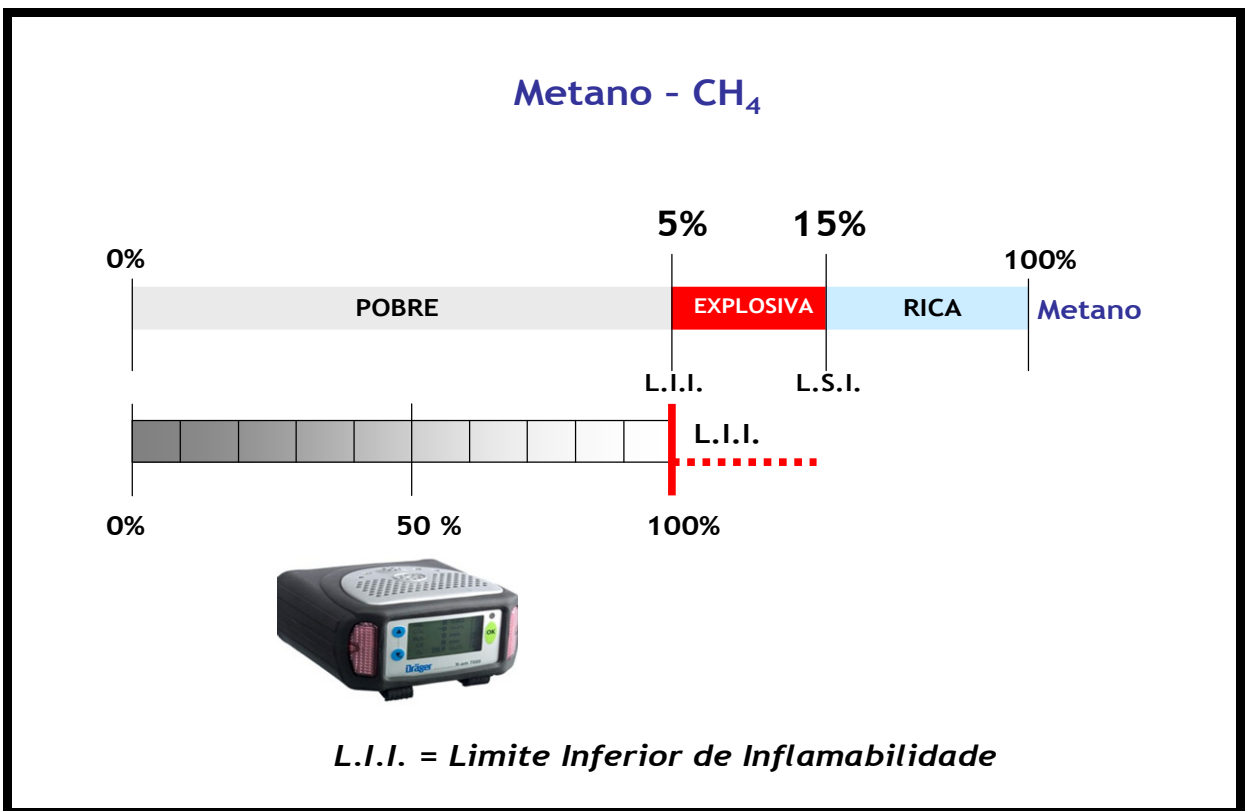


Figura 7 Limites de inflamabilidade do metano.

Fonte: Maurício Moniz, 2007.

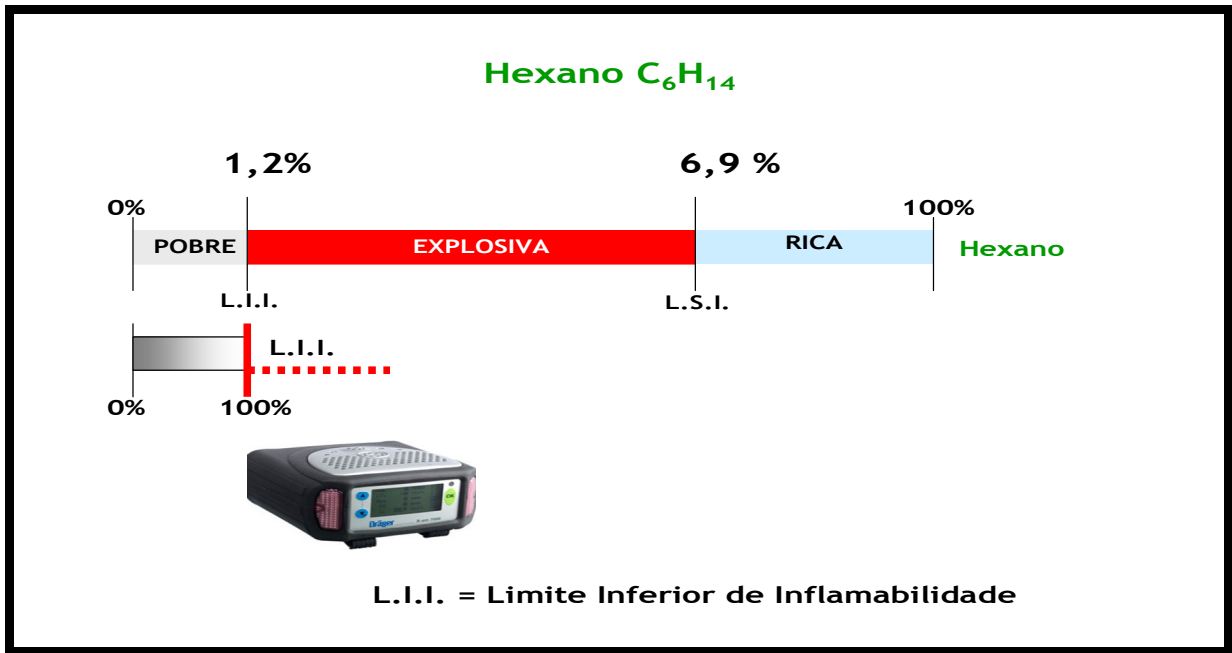


Figura 8 Limites de inflamabilidade do hexano.

Fonte: Maurício Moniz, 2007.

2.10 Lei de Le Chatelier (Qualificação de atmosfera inflamável).

Quando na atmosfera se encontrar a presença de mais de um gás inflamável, identificamos a mesma para obtenção dos Limites (inferior + superior) da atmosfera inflamável MISTA.

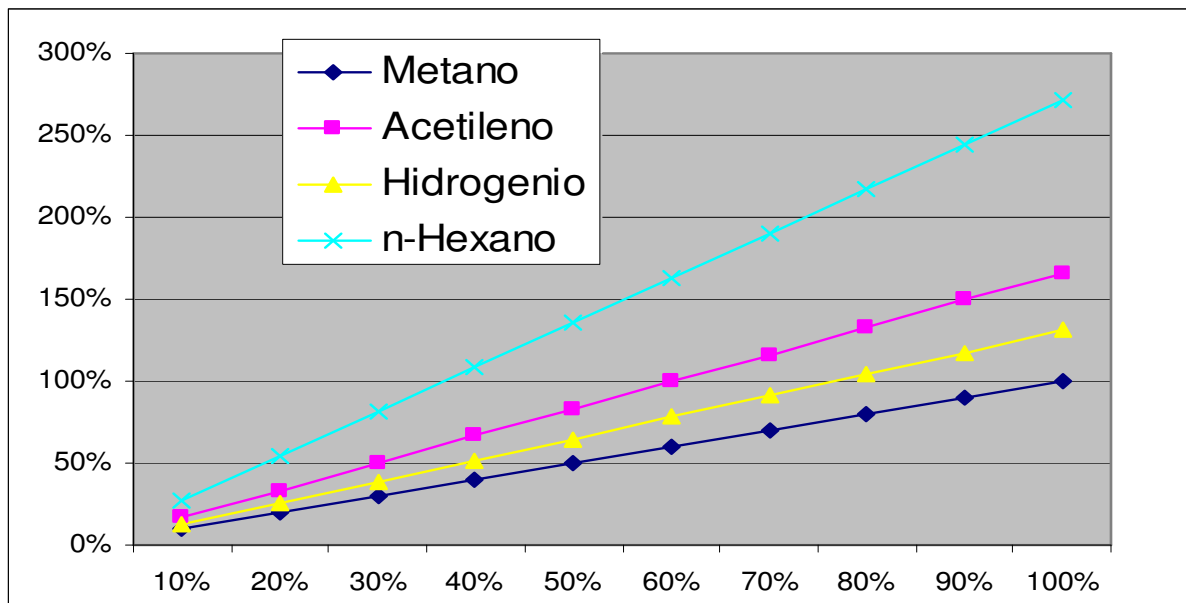


Tabela 1 Correlação de gases versus instrumento.

Fonte: Maurício Moniz, 2007.

Cada substância inflamável possui um L.I.I. % de Volume. O sensor de gás inflamável do detector deve ser calibrado com um gás padrão, que será a referência do mesmo em % de volume; Quando um detector for calibrado com gás metano, LII = 5,0% VOL (por ex.), e encontrar com uma atmosfera com gás hexano, LII = 1,2% VOL, a leitura de 25% do LII será, na verdade, de 104% do LII ($5,0/1,2 = 4,16$ como fator de multiplicação);

Medir em diferentes níveis de altura, devido a densidade dos gases que poderão estar no interior do E.C.

Em amostragens em zona 0 (área onde uma mistura explosiva ar/gás está continuamente ou presente por longos períodos) somente poderemos utilizar instrumentos que na sua totalidade sejam classificados e certificados por OCC do Inmetro, como sendo intrinsecamente seguro Ex ia.

Importante: Caso o instrumento não seja apropriado para zona especificada, deveremos fazer uso de sistema de amostragem, tipo bomba (elétrica ou manual) succionando a amostra para o equipamento que deverá estar localizado no lado externo do espaço onde exista a atmosfera potencialmente explosiva.

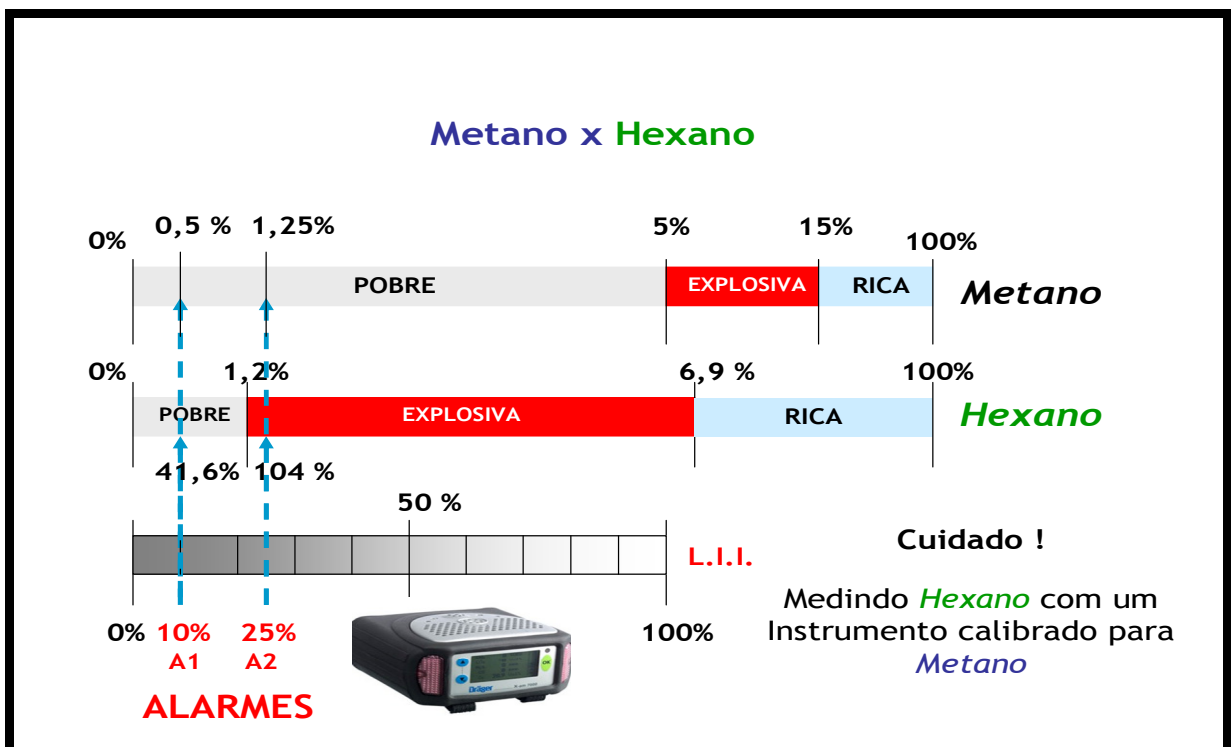


Figura 9 Comparação dos limites de Inflamabilidade entre o hexano e o metano.

Fonte: Maurício Moniz, 2007.

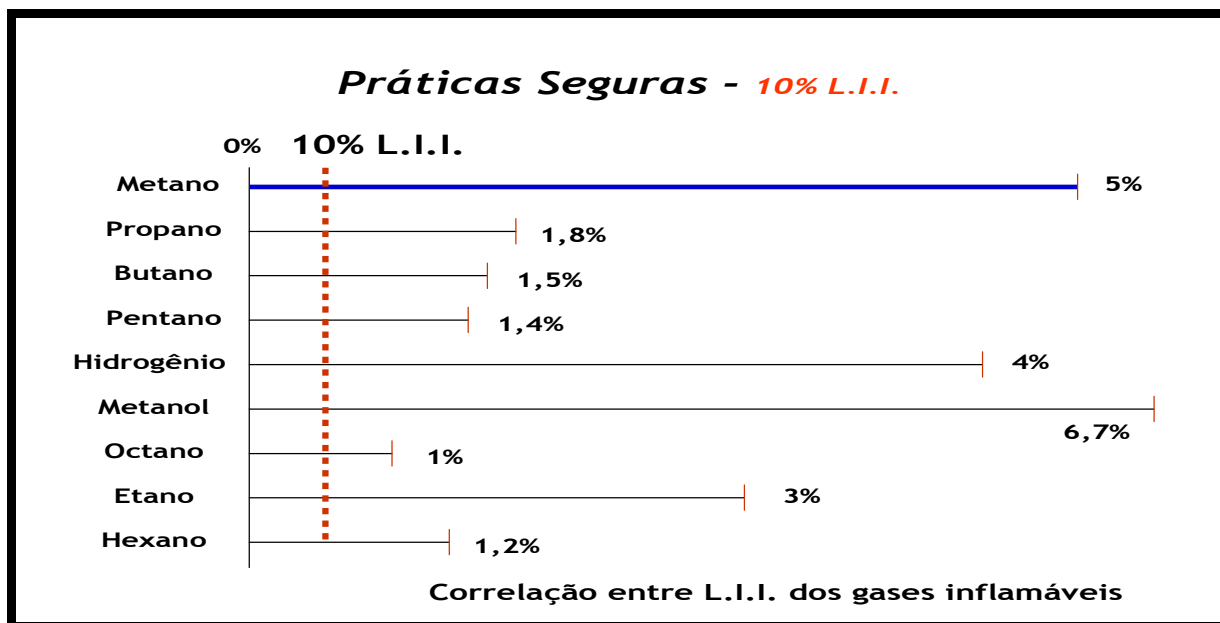


Tabela 2 Práticas Seguras para Monitorar Gases e Vapores Inflamáveis.

Fonte: Maurício Moniz, 2007.

2.11 Propriedades importantes dos gases que temos que conhecer para realização das avaliações atmosféricas.

Densidade

Conhecer a densidade de um gás é importante para podermos identificar se este gás, ao vazar, irá subir, ou depositar-se nas partes mais baixas do ambiente.

Quando a densidade é maior que 1, significa que o gás é mais pesado que o ar e quando é menor que 1, significa que o gás é mais leve que o ar.

Ponto de Fulgor (Flash Point)

Ponto de Fulgor é a menor temperatura na qual um líquido libera vapor/gás em quantidade suficiente para formar uma mistura inflamável.

Nesta temperatura a quantidade de vapor não é suficiente para assegurar uma combustão contínua. Forma-se uma chama rápida (Flash).

Temperatura de Auto Ignição

Auto Ignição é a temperatura na qual uma concentração de gás inflamável explode sem a presença de uma fonte de ignição.

Fontes de Ignição

Diversos tipos de fontes que podem ocasionar a ignição de substâncias inflamáveis. Como: chamas vivas, superfícies quentes, equipamentos elétricos, automóveis, cigarros, faíscas por atrito e eletricidade Estática.

Cargas estáticas acumuladas em vasos, tubulações que manuseiem fluidos inflamáveis devem ser escoadas para a estrutura da plataforma, eliminando possíveis fontes de ignição.

Tensões induzidas em elementos metálicos, como trechos de tubulação, trança metálica de cabos elétricos, etc., devem ser eliminadas, referenciado-as ao terra.

2.12 Detectores de gases.

Para avaliação dos gases nos espaços confinados é necessário utilizar equipamento de leitura direta, intrinsecamente seguro, provido de alarme, calibrado e protegido contra emissões eletromagnéticas ou interferências de rádio-freqüência.

O princípio de medição dos detectores de gases são:

Eletroquímico

São os mais confiáveis para a medição de gases tóxicos (H₂S, CO, NH₃, Cloro...), por apresentarem alta seletividade, baixo efeito as variações de umidade e temperatura.

Limitações: Vida útil de dois anos, necessidade de calibrações periódicas, contaminação por outros gases, sensibilidade cruzada e saturação à grandes concentrações.

Princípio de Funcionamento: O Eletrólito reage com o gás detectado e inicia um processo de migração de íons entre eletrodos, provocando uma diferença de potencial (mV).

Figure 1 Two - Electrode Sensor

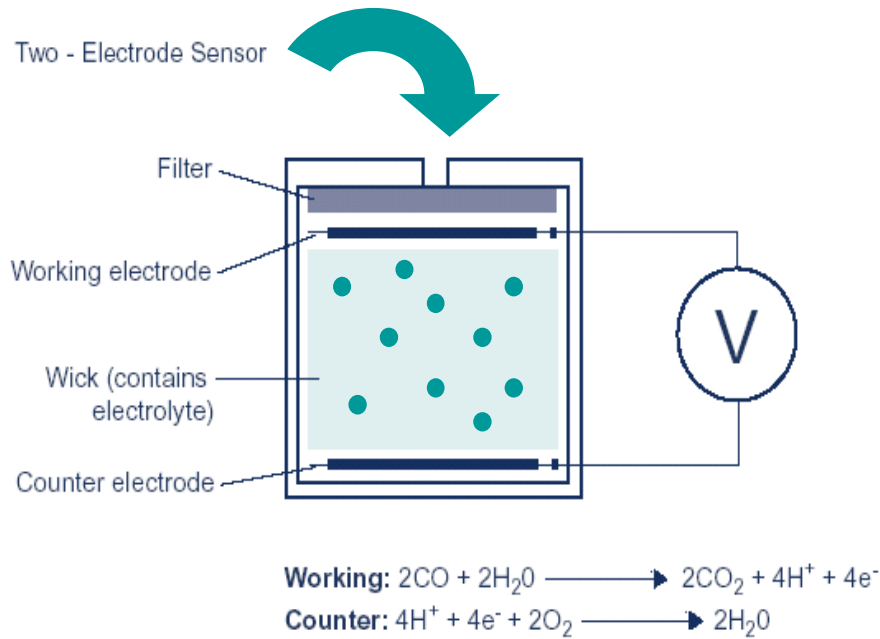


Figura 10 Desenho esquemático do sensor tipo eletroquímico

Fonte: Maurício Moniz, 2007.

Catalítico

Utiliza-se do princípio de combustão.

Dentro de uma pequena câmara porosa, um filamento metálico é embebido com catalizador. A combustão acontece quando o gás inflamável encontra este filamento, que está energizado. A temperatura é elevada a aprox. 400 graus dentro da câmara. A elevação da temperatura altera a resistência de um dos elementos, desequilibrando a ponte de Wheatstone. Proporcionalmente a corrente deste circuito é alterada. Este sinal elétrico é tratado de forma que seja feita a medida de 0 a 100% L.I.I.

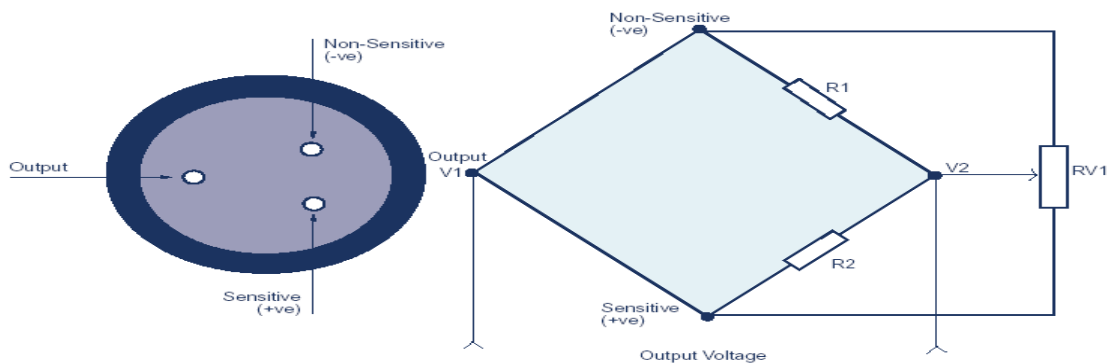


Figura 11 Desenho esquemático do sensor tipo catalítico.

Fonte: Maurício Moniz, 2007.

Por funcionar pelo princípio de combustão, é necessário que exista o oxigênio para seu funcionamento. Em atmosferas inertes - Sem Oxigênio - não há medição.

Limitações: Vida útil limitada de 2 a 3 anos, necessidade de calibrações periódicas. Envenenamento por altas concentrações de compostos sulfurosos, fosforosos e chumbo.

É inibido por produtos clorados e fluorados, bem como produtos que contenham silicone. Satura em grandes concentrações de HC.

Infra-Vermelho

O princípio de Detecção Pontual Infravermelho é baseado na absorção de Hidrocarbonetos através da luz infravermelha em um comprimento de Onda específico.

O desenho abaixo é usado para ilustrar o comprimento de onda típico usado em detectores pontuais.

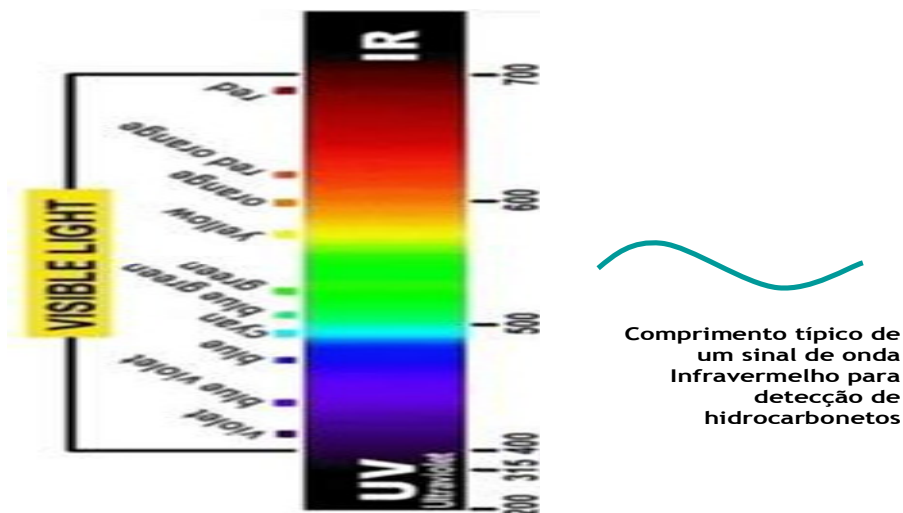


Figura 11 Desenho esquemático do sensor tipo infravermelho.

Fonte: Maurício Moniz, 2007.

2.13 Teste de resposta dos detectores.

Testar os equipamentos de medição antes de cada utilização consiste em testar os sensores com gás padrão, assegurando que estes respondem à presença de gás. Esta é a única maneira segura de garantir que os sensores estão ativos.

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

Teste de Resposta:

1. Ajuste de Zero (referência na atmosfera).
2. Confinar Sensores e Aplicar Gás (0,5 litros/min).
3. Aguardar estabilizar a leitura.
4. Parar Gás – Aguardar retorno ao valor da atmosfera.
5. Ver tela de Pico.

2.14 Técnicas de medição - Detectores de gases.

As avaliações atmosféricas iniciais devem ser realizadas fora do espaço confinado.

Antes de Entrar (do lado de fora), medir (Succionar a amostra), em diferentes “alturas” antes de entrar no Espaço Confinado.

Monitorar continuamente a atmosfera nos espaços confinados nas áreas onde os trabalhadores autorizados estiverem desempenhando as suas tarefas, para verificar se as condições de acesso e permanência são seguras.

Monitorar permanentemente durante a execução dos trabalhos no Espaço Confinado.

2.15 Especificando um detector de gás portátil.

A especificação de um detector de gás portátil deve considerar:

Aspectos construtivos: Peso; Mobilidade; Tamanho; Confiabilidade; Proteção IP.

Operação: Temperatura e Umidade de operação; Alarmes: Sonoro, Visual, Vibratório.

Baterias: Alcalinas, recarregáveis (Tempo de duração/ Tempo de Recarga); Acessórios: Clipes de fixação, alças (facilidade para transportar); Bomba de amostragem; Mangueira; Ponta telescópica.

Software: Registro de dados e software de calibração.

Manutenção e Calibração: Kit de calibração (Gás padrão, válvula reguladora, mangueira cristal).

Documentos: Certificado de Conformidade para área classificada. (Exd – Exi); Certificado de Calibração; Certificado do Gás padrão que calibrou o instrumento; Manual em português.

Importante: Confiabilidade; Facilidade de Manutenção; Compromisso do fornecedor; Treinamento de uso e calibração.

2.16 Ventilação em espaços confinados.

É o procedimento de movimentar continuamente uma atmosfera limpa para dentro do espaço confinado. Para isso, são necessários a utilização das seguintes técnicas:

Insuflação

Consiste em introduzir AR limpo no Espaço, diluindo a atmosfera e restabelecendo a condição de oxigênio.

Objetivos da insuflação: Assegura a quantidade de oxigênio; Conforto Térmico (calor ou frio); Remove odores fortes; Dilui e desloca contaminantes;

Exaustão

Consiste em remover a atmosfera diretamente da fonte geradora.

Objetivos da exaustão: Remove vapores formados por aplicações de solventes; Remove contaminantes formados pela solda ou corte (Fumos metálicos).

Purga

É o procedimento de limpar o espaço confinado, deslocando a atmosfera contaminada com Ar, Vapor ou Gás Inerte. Em alguns casos mais de uma purga é necessária, por exemplo uma atmosfera inflamável com risco de incêndio poderá ser purgada com Nitrogênio para minimizar os efeitos e depois com Ar Limpo para restabelecer uma atmosfera respirável.

Tempo de Purga: $T = 7,5 V/C$

Onde: T = Tempo de Purga; V = Volume do Espaço em m³; C = Capacidade do Exaustor

Cuidados Importantes para ventilação de espaços confinados

Alguns cuidados são fundamentais para realizar de uma boa ventilação no espaço confinado, como posicionar corretamente a tomada de ar contaminado, evitando um “curto circuito”.

Solda e Corte

Operações de solda e corte podem produzir fumos metálicos ou gases como Monóxido de Carbono (CO), Ozônio (O) e Óxidos Nítricos (NOx).

Estes contaminantes podem trazer danos ao trabalhador, e podem ser facilmente controlados por uma exaustão local, capturando-os próximo à fonte geradora levando em conta a densidade dos gases.

Quando os contaminantes são mais leves que o Ar ou em elevadas temperaturas a exaustão deverá ser colocada no topo do espaço e a tomada de ar ser colocada por baixo.

Quando os contaminantes são mais pesados que o Ar pode ser vantajoso instalar a exaustão na parte mais baixa do espaço enquanto na parte superior o ar limpo é puxado naturalmente.

Especificando um Ventilador / Exaustor

Para especificar um ventilador e/ou exaustor é fundamental verificar:

Características: A capacidade de Fluxo (Vazão); A curva Vazão pela Pressão; Alimentação (Elétrico ou Combustível); Certificado para área classificada. (Exd – Exi); Peso; Mobilidade; Nível de Ruído.

Dutos: são utilizados para direcionar o fluxo de ar. São normalmente flexíveis e podem ser sanfonados para facilitar manuseio e guarda.

Deve ser dimensionado levando em consideração seu diâmetro e comprimento a alcançar.

Aterramento: Devemos verificar o aterramento dos dutos para evitar a possibilidade de explosão por carga estática

Perda de carga: Dobras e curvas podem ocasionar perda de carga. Normalmente 10% da carga é perdida em um cotovelo de 90 graus

3 METODOLOGIA

Como metodologia de estudo, adotou-se a pesquisa bibliográfica para buscar as definições dos conceitos sobre o tema e a experiência de outros profissionais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Resultados

Avaliando as informações coletadas na pesquisa bibliográfica, verifica-se que qualquer trabalho em espaço confinado possui diversos critérios e procedimentos a serem estabelecidos e cumpridos.

Discussões

No Brasil, muitas das mortes causadas por acidente de trabalho, estão relacionadas diretamente com espaços confinados.

Em 2008, ocorreram diversos acidentes envolvendo espaços confinados, com um índice elevado de mortes.

Os trabalhos em galerias e abertura de poços são os que aparecem com frequência maior nas estatísticas de acidentes.

Atualmente, com aprovação da Norma Regulamentadora N^o 33, o número de acidentes envolvendo espaços confinados reduziu drasticamente, porém, a falta de preparo e investimentos em equipamentos são barreiras que ainda precisam ser vencidas.

5 CONCLUSÃO

Nesse trabalho ficou evidente a importância de conhecer os principais agentes encontrados nos espaços confinados, seus efeitos ao organismo humanos e as principais técnicas para identificação e avaliação dos agentes.

BIBLIOGRAFIAS

MONIZ, Maurício. Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados, São Paulo, 2008.

TORLONI, Maurício. Proteção Respiratória em Espaços Confinados, São Paulo, 2008.

Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. Manual de Proteção Respiratória, São Paulo, 1998.

ATLAS Editora, Manual de Legislação Atlas – Segurança e Medicina do Trabalho – Portaria n. 3.311 de 29 de novembro de 1989, Atlas, São Paulo, 55ª Edição, 2004, p.488.

BRASIL.Ministério do Trabalho e Emprego,Norma Regulamentadora nº33.Disponível em:http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_33.asp. Acesso em: 15 de outubro de 2009.

REVISTA PROTEÇÃO. Trabalho de risco, ed. 155, ano XIX, jan. 2005. 36 p.