

**PLANO DE EMERGÊNCIA A
DERRAMES DE HIDROCARBONETOS
E OUTRAS SUBSTÂNCIAS NOCIVAS
DO PORTO DO FORNO**

**ANEXO 26
INSTRUMENTOS PORTÁTEIS
DE MEDIDA**

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	3
2.	INSTRUMENTOS DE MEDIDA PARA GASES INFLAMÁVEIS E OXIGÊNIO	4
3.	INSTRUMENTOS DE MEDIDA PARA CONTAMINANTES TÓXICOS	6
4.	DOSÍMETROS PASSIVOS.....	8
APÊNDICE I - INSTRUMENTOS PORTÁTEIS DE MEDIDA OPERAÇÃO E LIMITAÇÕES		
1. INDICADORES DE GÁS COMBUSTÍVEL		
1.1.	OPERAÇÃO	9
1.2.	LIMITAÇÕES	9
2. INDICADORES DE OXIGÊNIO		
2.1.	OPERAÇÃO	11
2.2.	LIMITAÇÕES	11
3. TUBOS INDICADORES COLORIMÉTRICOS		
1.1.	OPERAÇÃO	12
1.2.	LIMITAÇÕES	12
4. DETECTORES DE IONIZAÇÃO		
4.1.	OPERAÇÃO	13
4.2.	LIMITAÇÕES	13
APÊNDICE II - AÇÃO DO PESSOAL DE INTERVENÇÃO BASEADA NAS LEITURAS DADAS PELOS INSTRUMENTOS DE MEDIDA		
16		
5.	BIBLIOGRAFIA	17

1. INTRODUÇÃO

Na ausência de capacidade para uma estimativa da concentração das substâncias na atmosfera, e ainda que tal seja viável, será necessário medir essa concentração sempre que possível.

O equipamento do pessoal de intervenção deverá comportar unidades de medição portáteis, capazes de medir a extensão de certos riscos na atmosfera nas proximidades do derrame. A maior parte destes dispositivos exige que tenha sido previamente identificada a substância perigosa em questão, de modo a ser obtida informação fidedigna referente ao risco. Todavia, existem outros dispositivos portáteis que podem também ajudar à identificação.

Muito resumidamente passa-se a descrever os equipamentos mais comuns para a medição de gases inflamáveis, de concentrações de oxigênio e de substâncias tóxicas. Nota-se. que cada instrumento apresenta as suas próprias limitações devidas à sua concepção, qualidade, risco em causa e erro do utilizador. Regra geral, o fabricante indica quais as especificações da unidade no manual de operação.

2. INSTRUMENTOS DE MEDIDA PARA GASES INFLAMÁVEIS E OXIGÊNIO

Em qualquer incidente que envolva substâncias perigosas o pessoal de intervenção pode se encontrar perante situações explosivas, tóxicas ou de carência de oxigênio. Por isso é importante que seja obtida informação tão rápida quanto possível, para serem avaliados os riscos e dar início a uma resposta imediata.

Nesse sentido têm-se projetado vários instrumentos para serem utilizados na recolha de dados qualitativos e quantitativos. Os detectores de oxigênio e os indicadores de gás combustível muitas vezes encontram-se combinados numa única unidade. Além disso, para se obter uma leitura imediata, muitas destas unidades possuem também alarmes sonoros ou visuais e dispositivo de registro.

INDICADORES DE GÁS COMBUSTÍVEL

São usados para determinar o potencial de explosão ou de combustão. A maior parte destes aparelhos faz leituras na escala abaixo do limite inferior de explosividade (LEL), cujas leituras são expressas em percentagens do LEL.

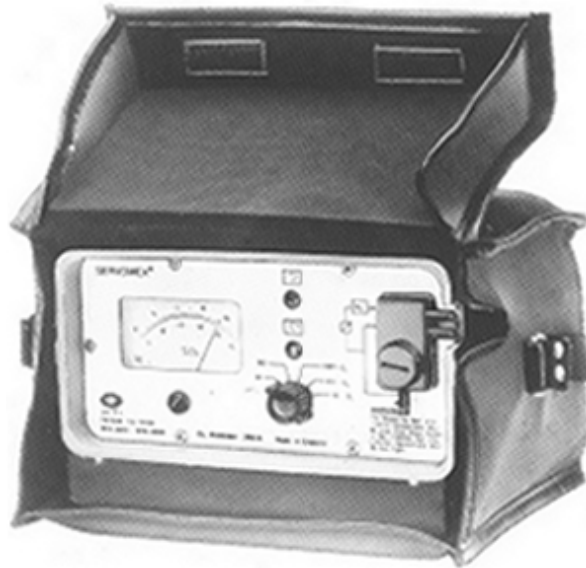
O explosímetro, utilizado para detectar concentrações de vapor abaixo do LEL, apenas funciona convenientemente quando o oxigênio disponível for suficiente. Não é adequado para detectar concentrações em p.p.m.



INDICADORES DE OXIGÊNIO

Utilizados para medir a concentração de oxigênio num tanque ou espaço fechado ou para verificar se um tanque contendo combustível líquido ou vapor, se encontra suficientemente inerte (teor em oxigênio abaixo de 5%).

O teor normal de oxigênio na atmosfera ao nível do mar é de 20,9%. Os indicadores de oxigênio dão a leitura da percentagem de oxigênio na atmosfera de prova, a maior parte dos quais entre valores de 0 - 25%. Estes tipos de aparelhos são mais úteis que os de leitura de 0 - 100% em casos de emergência.



DETECTORES DE CONDUTIVIDADE TÉRMICA

Existem dois tipos de instrumentos:

- Para detectar elevadas concentrações de gases em atmosferas inertes (tankscope).
- Para detectar baixas concentrações de vapores tóxicos no ar, em p.p.m.

A detecção é baseada na diferença de condutividade térmica de um vapor orgânico e ar ou gás inerte.

O "tankscope" é apenas adequado para medir a concentração de vapores de hidrocarbonetos num gás inerte ou azoto e não no ar.

3. INSTRUMENTOS DE MEDIDA PARA CONTAMINANTES TÓXICOS

TUBOS INDICADORES COLORIMÉTRICOS

Estes tubos permitem, de uma maneira relativamente simples, detectar baixas e elevadas concentrações de gases ou vapores tóxicos na atmosfera (no TLV ou abaixo), quando as substâncias são conhecidas. Cada tubo contém um indicador químico específico que reage com um dado gás quando o ar que contém o produto químico em questão é aspirado para o interior do tubo. Os tubos detectores são normalmente específicos para cada gás, mas alguns deles são fabricados para reagir com grupos de gases (por ex., os hidrocarbonetos). Existem tubos disponíveis para cerca de 150 a 200 diferentes vapores tóxicos.



ANALISADORES E DETECTORES DE GÁS/VAPOR

Como resultado de investigações e da evolução tecnológica, atualmente se encontra equipamento mais sofisticado.

Como exemplos deste tipo de equipamento podemos citar os detectores por ionização de chama, os fotoionizadores e os espectrômetros infravermelhos. Estes aparelhos, quando utilizados por pessoal de intervenção treinado, podem fornecer mais informação que os tubos indicadores colorimétricos, recomendando-se, no entanto, que os resultados não sejam baseados apenas numa única medição.

O detector por ionização de chama, usado para detectar baixas concentrações de vapores orgânicos no ar, pode fazer a determinação das concentrações totais de hidrocarbonetos e, em opção, realizar a cromatografia gasosa (GC), se for necessário separar os componentes da mistura.

A cromatografia gasosa é um método instrumental analítico que consiste na separação dos diversos constituintes de uma mistura para identificação e quantificação.

Inicialmente destinado para a indústria petrolífera, este aparelho pode constituir um instrumento eficaz na detecção e caracterização de substâncias químicas perigosas em caso de derrames. Pode ser utilizado para a monitorização de concentrações totais de hidrocarbonetos e como opção GC, efetuar análises qualitativas e quantitativas de um dado volume de ar.

O fotoionizador é um pequeno analisador portátil de gás utilizado para medir a concentração de uma grande variedade de tipos de gases, orgânicos e inorgânicos, em áreas industriais, no ar ambiente ou em atmosferas perigosas. Capaz de detectar baixas concentrações de vapores (inferiores a 0,1 ppm) é muito sensível a compostos aromáticos e heterocíclicos.

Este aparelho tem como vantagens o fato de ser portátil, ter múltiplas aplicações, proporcionar uma resposta rápida e ser de fácil operação. A finalidade principal deste equipamento é medir a concentração de um dado produto químico ou detectar a presença de um químico susceptível de ser fotoionizado.



O espectrômetro infravermelho, utilizado para medir baixas e elevadas concentrações de gases e vapores, baseia-se na especificidade de absorção dos raios infravermelhos pelos diversos compostos. O composto analisado absorve um comprimento de onda específico dentro do infravermelho. O aparelho mede a quantidade de raios infravermelhos absorvidos em ppm ou em percentagem absorvida.

Um dos modelos mais aperfeiçoados, para utilização em situações em que a substância é conhecida, pode ser ligado a um computador capaz de analisar o espectro infravermelho obtido e de reduzir ao mínimo a relação dos possíveis compostos. Desde que se disponha de informação suficiente, o aparelho é capaz de identificar os componentes. Contudo, os operadores deste equipamento devem estar perfeitamente familiarizados com as suas funções.

4. DOSÍMETROS PASSIVOS

Todos os instrumentos apresentados até aqui são considerados como unidades de amostragem ativa devido à necessidade do recurso a uma fonte de energia ou a determinada ação. Uma evolução relativamente recente na amostragem é a utilização de dosímetros passivos que permitem efetuar a recolha de uma amostra sem necessidade de energia ou ação. Atualmente existem dosímetros que permitem efetuar a amostragem de vapores orgânicos, vapores de mercúrio, amoníaco, dióxido de enxofre e dióxido de azoto num período que pode variar entre 15 minutos e 8 horas. Contudo, é necessário fazer uma análise laboratorial para identificar os produtos químicos que são efetivamente absorvidos pelo dosímetro.

NOTA: No [APÊNDICE I](#) são dados elementos sobre as operações e limitações destes equipamentos.

No [APÊNDICE II](#) é exemplificada qual a ação que o pessoal de intervenção deverá adotar no local de um derrame, baseada nas leituras dadas pelos instrumentos de medida.

APÊNDICE I - INSTRUMENTOS PORTÁTEIS DE MEDIDA OPERAÇÃO E LIMITAÇÕES

1. INDICADORES DE GÁS COMBUSTÍVEL

1.1. OPERAÇÃO

Um típico indicador de gás combustível, de filamento quente, é constituído por um sistema de fluxo de ar, câmara de combustão e ohmímetro.

O ar é aspirado para o interior do conjunto por meio de um bocal de aspiração, através de uma abertura de fluxo com regulagem, filtro e retentor de chamas até à câmara de combustão. Nesta câmara é aquecido um filamento de platina até que o gás em combustão, atinja a temperatura do filamento.

O filamento é parte integrante de um circuito de resistência chamado "Ponte de Wheatstone". À medida que a temperatura aumenta o mesmo acontece com a resistência no filamento de platina provocando desta forma um desequilíbrio na "Ponte de Wheatstone".

Este desequilíbrio é medido e lido diretamente num aparelho de medida.

Existem vários equipamentos diferentes funcionando segundo os princípios da difusão, absorção, adsorção e reações de oxi-redução. Nestes instrumentos o vapor é absorvido por um ressalto compacto provocando uma interação, que por sua vez vai fazer mudar a condutividade do material. Esta alteração é medida no aparelho.

1.2. LIMITAÇÕES

Os indicadores de gás combustível não operam convenientemente na presença de compostos de chumbo e silicões e o filamento de platina provavelmente será destruído por eles.

O equipamento, como um todo, deve ser submetido à aprovação de acordo com as especificações nacionais ou internacionais.

Um elemento de uma unidade específica não pode ser trocado com um elemento de um equipamento de outro fabricante.

Os resultados são dependentes da temperatura. Para melhores resultados a calibração e o uso devem ser utilizados no mesmo gradiente de temperatura.

O indicador é normalmente calibrado para um único vapor e as suas indicações só são válidas para esse vapor. Devem ser usados fatores de conversão adequados sempre que se pretenda trabalhar com um vapor diferente do testado.

A calibração é efetuada numa mistura de vapor/ar. A indicação da concentração de vapor pode não ser de confiança, se o ar se encontra diluído com um gás inerte.

A concentração à qual o vapor se torna tóxico muitas vezes é extremamente baixa, apenas uma pequena fração da concentração correspondendo ao LEL (Limite Inferior de Inflamabilidade). O instrumento é incapaz de indicar ou medir com segurança concentrações de vapor muito baixas.

Se a concentração de vapor que está sendo testada é superior ao LEL, o ponteiro do aparelho pode ficar tanto na marca de zero, como na de 100% do LEL.

Em virtude dos fatores acima mencionados, recomenda-se enfaticamente que ao ser testada uma atmosfera, o operador não fique satisfeito até que seja repetida uma leitura de zero. Além disso, o operador deve usar um estojo de teste apropriado, de modo a ficar plenamente satisfeito e sem qualquer dúvida de que o equipamento está funcionando corretamente antes de confiar a vida do pessoal às indicações dadas.

Ao utilizar o aparelho, qualquer movimento do ponteiro é de grande importância e não apenas a posição final.

O primeiro movimento revela a presença de algum vapor combustível e a posição final dá uma leitura calibrada da concentração de vapor expressa como percentagem do LEL.

Uma posição final dentro da escala, indica uma concentração de gás abaixo do LEL e expressa como percentagem do LEL. Uma posição final além de 100% do LEL indica uma concentração dentro do limite da inflamabilidade.

O movimento do ponteiro, primeiramente para acima de 100% do LEL e depois para uma posição final de zero, indica uma concentração de gás acima do UEL (Limite Superior de Inflamabilidade).

Não é recomendado o uso de indicadores de gás combustível em atmosferas deficientes em oxigênio, visto que a falta de oxigênio afetará a capacidade de resposta do aparelho em relação a gases combustíveis.

2. INDICADORES DE OXIGÊNIO

2.1. OPERAÇÃO

O detector de oxigênio consiste num sistema de fluxo de ar, num sensor de oxigênio e num micro-amperímetro.

O sensor de oxigênio opera devido a uma reação química de oxi-redução. A corrente gerada pela reação é lida num aparelho de medida exterior.

2.2. LIMITAÇÕES

Os resultados dados pelo detector de oxigênio são baseados na pressão parcial do oxigênio. Um medidor de oxigênio calibrado a 1.000 metros de altitude não dará leituras verdadeiras ao nível do mar.

A calibração deve ser feita numa atmosfera não contaminada.

Certos produtos químicos e gases (oxidantes) poderão interferir com a reação, em função do tipo de aparelho.

A presença de dióxido de carbono em percentagem superior a 1% diminuirá o tempo de vida do sensor.

3. TUBOS INDICADORES COLORIMÉTRICOS

1.1. OPERAÇÃO

Para se obter uma leitura adequada num tubo colorimétrico deve-se fazer passar através dele um certo volume de ar. O volume de gás necessário é dado pelas instruções do fabricante.

Os fabricantes dos tubos produzem também uma bomba concebida para aspirar um volume específico de gás.

Logo que o volume adequado de gás é aspirado através do tubo gera-se uma reação química entre a atmosfera de gás e o indicador químico que provoca uma mudança de cor. A extensão da cor é proporcional à concentração.

Nos indicadores do tipo normal, as amostras são aspiradas através de um produto químico sólido para um tubo de vidro. O produto químico detector, na presença do vapor, começa a perder a cor. A concentração de vapor é dada pela extensão da descoloração através da leitura no tubo ou através de uma escala graduada colocada ao longo do tubo.

1.2. LIMITAÇÕES

Os resultados obtidos poderão variar em função da variação do intervalo dos limites de leitura dos tubos.

Os tubos dependem do volume de ar. Aspirando uma quantidade de ar incorreta resultará numa falsa leitura.

Os tubos e as bombas são certificados com tolerâncias específicas (pelo menos +/- 25%).

Em alguns instrumentos até mesmo o comprimento da mangueira constitui um fator crítico para obtenção de uma leitura correta. Para se atingir esta precisão tanto os tubos certificados como as bombas devem ser usadas em conjunto. Uma bomba de um fabricante não pode ser usada com tubos de outro fabricante.

Os tubos detectores de produtos químicos são específicos para um ou mais (em certos casos) vapor(es) químico(s). Este(s) vapor(es) não devem ter propriedades inflamáveis ou combustíveis. Certos gases podem interferir no processo provocando falsas leituras. Os tubos são intencionalmente concebidos para medirem com precisão concentrações baixas de vapores e podem ser sempre usados quando o vapor químico apresenta um sério risco de inalação ou de absorção cutânea.

Estes tubos detectores têm normalmente um curto período de vida. Deverá ser assegurado o seu prazo de validade, já que os produtos químicos deterioram-nos ao longo do tempo e podem originar leituras incorretas.

4. DETECTORES DE IONIZAÇÃO

4.1. OPERAÇÃO

O detector de hidrogênio por ionização de chama mede a concentração de vapores orgânicos de uma amostra desconhecida, podendo ser relacionada com um gás de composição conhecida para o qual o aparelho tenha sido previamente calibrado.

A escala pode ser lida diretamente em partes por milhão (p.p.m.) de metano ou calibrada para outros elementos que possam interessar.

O detector de fotoionização é constituído apenas por uma fonte selada de luz ultravioleta (UV) que emite fótons que contêm energia suficiente para ionizar alguns vestígios de elementos, mas não para ionizar os principais componentes do ar. A corrente de ionização medida é proporcional à concentração dos vestígios dos elementos no ar.

Ambos os detectores podem ser usados em associação com a cromatografia gasosa.

4.2. LIMITAÇÕES

Apenas serão detectados os componentes ionizáveis pela fonte ultravioleta. Além disso, o aparelho não distingue constituintes ionizados de gás e apenas mede elementos ionizáveis totais em presença e não compostos específicos identificados.

O detector por ionização de chama (FID) opera de duas maneiras: método de pesquisa para concentrações de hidrocarbonetos totais (HC) e método de cromatografia gasosa (GC) para detecção mais específica e quantificação de constituintes de amostras.

Este aparelho dá uma boa resposta para os hidrocarbonetos e é capaz de detectar alguns vapores orgânicos que apresentam uma fraca resposta.

O melhor exemplo é o caso do metano cuja presença não é assinalada por detectores de fotoionização, mas a sua concentração poderá ser suficientemente elevada para encobrir a presença de outros vapores.

Considera-se que ao operar com FID em cromatografia gasosa a eficácia da detecção de determinados componentes da amostra é uma função do tipo, comprimento e temperatura da coluna, dimensão da amostra e interferências que nela possam ocorrer. Nenhuma coluna consegue separar todos os constituintes de uma amostra.

O Quadro A constitui uma comparação entre o FID típico e os detectores de fotoionização. Nota-se que cada instrumento apresenta as suas limitações próprias. Contudo, quando usados em conjunto proporcionam boa capacidade para a caracterização do local.

O Quadro B resume as principais características dos instrumentos de medida, tendo em vista a escolha dos equipamentos adequados às situações.

QUADRO A	
FOTOIONIZAÇÃO	IONIZAÇÃO POR CHAMA
<p><u>Reação:</u> Reage a muitas substâncias orgânicas e inorgânicas dependendo da potencialidade de ionização da amostra e da capacidade de ionização do instrumento. Não reage aos tipos de gases com um potencial de ionização superior ao valor eV (eletrovolts) fornecido pela lâmpada. Não reage ao metano.</p> <p><u>Tempo de Reação:</u> Muito rápido</p> <p><u>Especificidade:</u> Variável. Depende da lâmpada utilizada e das interferências presentes. Regra geral a especificidade é função da especificidade.</p> <p><u>Facilidade de Operação:</u> Muito fácil.</p> <p><u>Confiabilidade:</u> Muito boa.</p> <p><u>Manutenção:</u> Limpeza da lâmpada. Recarga da bateria.</p> <p><u>Calibração:</u> Fácil.</p> <p><u>Melhor Aplicação:</u> Instrumento de pesquisa indicando valores de concentração aproximados. Pode fornecer valores relativamente precisos se a substância for conhecida.</p>	<p>quando não usado em cromatografia</p> <p>Depende do método de operação: Em pesquisa, resposta rápida em GC, de rápida a lenta em função do tempo de retenção da coluna.</p> <p>Em pesquisa, nenhuma especificidade; em GC a especificidade é função da escolha das colunas e das interferências presentes.</p> <p>Mais complicado. Eficácia da operação aumenta com a experiência.</p> <p>Regular.</p> <p>Requer manutenção periódica preventiva.</p> <p>Fácil em pesquisa. Em GC mais difícil.</p> <p>Em pesquisa fornece concentrações de aproximadas de hidrocarbonetos totais; em GC, capacidade variável na detecção e na medição de compostos específicos.</p>

QUADRO B								
	EXPLOSÍMETRO	INDICADOR DE OXIGENIO	TUBOS COLORIMÉTRICOS	DETECTOR DE CONDUTIVIDADE TERMICA	ESPECTOMETRO INFRAVERMELHO	FOTOIONIZADOR	DETECTOR POR IONIZAÇÃO DE CHAMA	CROMATÓGRAFO FASE GASOSA
Escala de operação p.p.m.			X	X	X	X	X	X
Escala de operação %	X	X		X	X			
Calibrado para 1 composto	X	X		X		X	X	
Fatores de resposta disponíveis	X			X		X	X	
Calibrado para o composto a ser medido (pelo fabricante)			X					
Calibrado para o composto a ser medido pelo utilizador)					X	X	X	
Adequado para monitorização	X	X		X	X	X	X	
Verificação pontual			X					
Especificidade 1)	N	S	S	N	S	S/L	N	
Requisitos de operação 2)	S	S	S	S	E	T	T	

1) N = Não específico para detecção de compostos

2) S = Simples de operar

S = Específico para detecção de compostos

T = Necessário treino

L = Especificidade limitada, função da mistura

E = Necessário grande treino

APÊNDICE II - AÇÃO DO PESSOAL DE INTERVENÇÃO BASEADA NAS LEITURAS DADAS PELOS INSTRUMENTOS DE MEDIDA

AÇÃO DO PESSOAL DE INTERVENÇÃO BASEADA NAS LEITURAS DADAS PELOS INSTRUMENTOS DE MEDIDA (Em conformidade com a "Environmental Protection Agency - USA)			
INSTRUMENTOS DE MEDIDA	RISCO	LEITURA	AÇÃO
Explosímetro	Atmosfera explosiva	Abaixo de 10% LEL (li-mite inferior de explosividade).	Inspeção completa do local com monitorização permanente.
		Acima de 10% LEL.	Risco de explosão: evacuação imediata.
Indicador de Oxigênio	Oxigênio	Abaixo de 19,5%.	Inspeção completa com aparelho de respiração autônomo com monitorização permanente. NOTA: As leituras dadas por explosímetro não são válidas em atmosferas com menos de 19,5% de oxigênio.
		Acima de 25%.	Cessar a inspeção.
Tubos Indicadores Colorimétricos	Vapores e gases orgânicos e Inorgânicos	Segundo as substâncias.	Consultar documentação.
Detector de Fotoionização	Vapores e gases orgânicos e inorgânicos	Segundo as substâncias.	Inspeção completa do local com monitorização permanente.
Detector de Ionização de Chama	Vapores e gases orgânicos e inorgânicos	Segundo as substâncias.	Inspeção completa do local com monitorização permanente.

5. BIBLIOGRAFIA

MANUAL ON CHEMICAL POLLUTION, Section 1 – Problem Assessment and Response Arrangements - IMO

BENNET,G.F., FEATES, F.S., WILDER, I – Hazardous Materials Spills Handbook

FAWCETT, H.H. and WOOD, W.S. – Safety and Accident Prevention in Chemical Operations

Folhetos Técnicos de Fabricantes de Equipamentos.