

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
**Manoel Valladão de Mello Júnior**

**A IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO ATMOSFÉRICO CONTÍNUO,  
NAS ATIVIDADES E RESGATES EM ESPAÇOS CONFINADOS**

**Taubaté – SP**

**2019**

**Manoel Valladão de Mello Júnior**

**A IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO ATMOSFÉRICO CONTÍNUO,  
NAS ATIVIDADES E RESGATES EM ESPAÇOS CONFINADOS**

Monografia apresentada para obtenção do certificado de especialização em engenharia de segurança do trabalho do departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. Me. Carlos Alberto  
Guimarães Garcez

**Taubaté – SP**

**2019**

## **RESUMO**

As atividades em espaços confinados, incluindo os serviços de resgates são sabiamente reconhecidas como atividades que requerem o monitoramento e os cuidados necessários devido aos riscos existentes ou desenvolvidos neste ambiente.

Mesmo havendo leis e normas que regulam o trabalho nos espaços confinados, esta é mais uma das áreas em que ocorrem mais acidentes de trabalho.

Visando uma análise crítica sobre os fatores que possam vir a gerar acidentes nos espaços confinados, principalmente os acidentes de saturação do ambiente por gases contaminantes ou redução do oxigênio, esta monografia apresenta de forma didática alguns exemplos de situações de riscos que possam vir a causar tais tipos de acidentes nos espaços confinados.

Palavras chave: Espaço Confinado. Monitoramento. Gases Contaminantes.

## **ABSTRACT**

Confined space activities, including rescue services, are widely recognized as activities that require monitoring of this environment and the necessary care due to the risks that exist or develop in this environment.

From this point of view, even though there are laws and regulations that regulate work in confined spaces, this is yet another area in which most accidents occur at work.

Aiming at a critical analysis of the factors that may generate accidents in confined spaces, especially accidents of saturation of the environment by contaminating gases or oxygen reduction, this monograph didactically presents some examples of risk situations that may cause such types of accidents in confined spaces.

**Keywords:** Confined Space. Monitoring. Contaminating Gases.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Fluxograma para atividades em espaços confinados	11
Figura 2	Exposição ao monóxido de carbono	14
Figura 3	Exposição ao sulfeto de hidrogênio	14
Figura 4	Detector de gás inerte	15
Figura 5	Perigo dos gases inflamáveis	16
Figura 6	Atividade econômica e espaços confinados típicos	18
Figura 7	Maquete eletrônica de simulação vazamento	21
Figura 8	Croqui do sistema fixo de monitoramento de gases	23

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
1.1	Objetivo.....	7
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>26</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho refere-se à implementação de medidas de segurança nas liberações e acompanhamento de atividades e resgates em espaços confinados, especificamente sobre o monitoramento contínuo, o qual, se não ocorrer de forma correta, resultam em acidentes.

A REVISÃO DA LITERATURA apresenta as situações de atividades em espaços confinados que são realizados de forma mais comum nas pequenas empresas, as legislações pertinentes ao assunto, bem como, as situações de alteração do ambiente que possuem potencial para gerar acidentes.

A METODOLOGIA relaciona os meios e técnicas utilizadas para elaboração do estudo.

Em RESULTADOS E DISCUSSÕES são apresentadas as situações inadequadas que foram identificadas no estudo, com desvios que são potenciais para os acidentes de trabalho envolvendo atividades simultâneas e alteração no ambiente da atividade, bem como, a importância da conscientização, da capacitação e do treinamento dos trabalhadores que realizam atividades e resgates em espaços confinados.

A CONCLUSÃO evidencia a importância do monitoramento atmosférico contínuo nas atividades e resgates em espaços confinados na utilização dos detectores de gases fixos e portáteis nas atividades diversas, sendo necessário adotar práticas de segurança e escolha de equipamentos corretos na execução da medição do ambiente de trabalho visando a redução na exposição à gases e demais riscos de acidentes.

### 1.1 Objetivo

Mostrar a importância do monitoramento atmosférico contínuo nas atividades e resgates em espaços confinados para evitar acidentes.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Atualmente a realização de atividades em espaços confinados ou acesso à estes locais para resgate provém da aplicação dos inúmeros conhecimentos técnicos e práticos de medição ambiental que visam detectar e quantificar a possível concentração de gases para a posterior liberação de entrada ou recursos necessários para o ingresso neste, com a melhor utilização dos recursos disponíveis, preocupando-se com o meio ambiente e com as pessoas envolvidas neste árduo trabalho.

Sabe-se que no passado os mineiros costumavam levar pássaros para as minas. Era uma precaução fundamental para evitar a exposição em ambientes com deficiência de oxigênio e gases tóxicos. Caso o pássaro apresentasse algum sintoma ou morresse, era o sinal para que todos saíssem do local imediatamente. Os trabalhadores continuam a entrar em espaços confinados, muitas vezes sem as precauções elementares. Isso acontece em cisternas, dutos, silos, reatores, vasos, tanques, galerias, caixas de inspeção entre outros.

No Brasil, apesar de não existir dados confiáveis, é reconhecido o número expressivo de acidentes nos trabalhos em espaços confinados pelo desconhecimento dos riscos e das barreiras de segurança necessárias. Estima-se que 90 % resultem em fatalidade, não raramente envolvendo mais de um trabalhador.

A principal característica dos acidentes em espaços confinados está associada a mudanças na composição do ar atmosférico nestes ambientes. A maioria dos acidentes fatais acontecem em locais de acesso onde habitualmente se realizam essas atividades. Independente de gerar algum desconforto como náuseas, tontura pela presença de contaminantes, provocados em atividades ou situações anteriores e não despertavam nos trabalhadores o risco potencial de morte iminente pelo próprio desconhecimento da fisiologia respiratória juntamente com o grau de perigo dos contaminantes.

Um exemplo de acidente provocado por deficiência de oxigênio ocorre no processo da fermentação. Trata-se de reação química enzimaticamente controlada, na qual os microorganismos digerem a matéria orgânica. Nesse caso, os grãos em um silo o oxigênio é limitado, o oxigênio ambiente é consumido por uma reação que produz



dióxido de nitrogênio como subproduto, em outros casos, os microorganismos consomem o oxigênio ambiente produzindo gás carbônico como resíduo metabólico.

Como o gás carbônico é aproximadamente uma vez e meia mais pesado que o ar, ele penetra nos pontos mais baixos, deslocando o ar ambiente e reduzindo os teores de oxigênio

A maioria dos acidentes em espaços confinados, está diretamente ligada à intervenções no processo produtivo, na montagem de equipamentos ou na manutenção em geral. Na análise destes acidentes, deve-se verificar que os perigos potenciais inerentes nestas operações e situações geradoras de riscos não foram detectadas a total abrangência do monitoramento atmosférico contínuo, gerando perdas humanas e materiais, as quais comprometem significativamente na continuidade dos processos produtivos seguros.

A importância da análise crítica na gestão de segurança e saúde das atividades em espaços confinados com ambientes gasados, permitirá identificar os riscos ocupacionais e a existência dos perigos em relação aos gases, a exposição dos riscos que são provenientes das atividades ou presentes no ambiente de trabalho, devido não só as características do espaço confinado, como o aumento de temperatura provocado pelo trabalho a quente, e os que podem surgir através do processo de manutenção como: ruído, umidade, temperatura anormal. Os agentes químicos presentes em um espaço confinado com a presença de outros gases que podem ser produzidas durante o processo de fabricação, armazenamento, manutenção e transporte, podendo expor os trabalhadores a estes riscos. Os riscos atmosféricos podem apresentar não somente condições inadequadas de oxigênio, mas, gases e vapores tóxicos e gases e vapores inflamáveis em áreas classificadas, em complemento o risco ergonômico é um fator a ser considerado na ocupação dos trabalhadores aos espaços confinados. A adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores não sendo possível, faz com que o trabalhador tenha que adaptar ao ambiente e não o ambiente de trabalho ao trabalhador, dificultando seu acesso e permanência nestes espaços confinados. De acordo com (MORAES, 2008), é necessário realizar avaliação riscos ocupacionais e reconhecimento dos riscos presentes nos locais e também considerar aqueles que são gerados de acordo com o trabalho a ser desenvolvido.

Além dos riscos ambientais são encontrados outros riscos associados ao espaço confinado, como por exemplo, os riscos mecânicos. Com base nas recomendações de segurança Occupational safety and health administration (OSHA) tratando da equipe de resgate ou critérios de avaliação serviço de resgate em espaços confinados, não só trás orientações aos empregadores na escolha de um serviço de resgate adequado, mas avaliar a eficiência equipe de serviço de resgate e salvamento, assim a importância não somente para os trabalhadores autorizados, mas também para a equipe de resgate estar tecnicamente capacitada para exercer o resgate e salvamento em espaços confinados.

No Brasil, assim como no mundo todo, o acidente de trabalho representa um problema de saúde pública, devido ao potencial de incapacitar o colaborador, temporária ou indefinidamente, assim como ocasionar a morte, especialmente de pessoas em idade produtiva, gerando assim consequências sócias e econômicas.

Considerar como primordial a integridade física e psicológica de todos os trabalhadores, em especial nos casos em que se coloca em risco a saúde e a própria vida, sendo assim, o presente trabalho contribui de forma a esclarecer aos profissionais sobre a importância das medidas de prevenção a serem tomadas na execução de serviços em locais de espaço confinado.

Para a prevenção de acidentes, doenças ou mortes, os espaços confinados nas empresas, indústrias ou serviços devem apresentar condição ambiental aceitável, livre de quaisquer riscos, e os critérios técnicos de proteção devem permitir a entrada, permanência e saída do trabalho em seu interior com segurança, assim, é obrigação da empresa e organizações privadas ou públicas, a colaboração e a participação de todos, no que tange à saúde e segurança no trabalho e dessa forma, cada um deve assumir as responsabilidades a ele atribuídas.

Acidentes e óbitos em espaço confinado ocorrem devido a um conjunto de vários fatores, tornando-se extremamente necessário a realização de análises preliminares. Pode-se citar alguns exemplos: subavaliação dos riscos, espaço confinado não reconhecido, baixa percepção dos riscos, confiança nos sentidos, despreparo para resgates, bloqueio de equipamentos, falta de equipamentos de proteção individual (EPI) e testes de atmosfera.

Esses acidentes, geralmente com resultados graves, podem ocorrer devido à falta de previsão de controles preventivos na execução dos procedimentos internos das empresas.

Nem sempre estes ambientes são facilmente identificados, devido até mesmo a inexistência em determinadas situações, porém, em algumas atividades, o risco pode ser iminente, pois como não se pode esquecer pela definição do mesmo, o risco pode se desenvolver conforme a atividade executada, desta forma, todas as informações quanto aos locais, perigos e riscos devem ser repassadas aos trabalhadores, de forma a prevenir que os mesmos sejam acessados por trabalhadores despreparados.

Para um bom controle operacional deve-se dar prioridade a eliminações dos perigos ou evitar a existência dos mesmos, prevenindo assim a ocorrência de acidentes. Realizar essa forma de controle implica em utilizar novas tecnologias, mudança de processos e investimentos na busca de melhores resultados.

Deste modo empresa deve aplicar ou desenvolver processos de prevenção eficientes, estabelecendo os controles necessários, levando em consideração diversos fatores, tais como: a fonte do perigo, o meio, o indivíduo, o nível de risco, a praticidade do controle e a possibilidade de não gerar novos perigos. Para tanto, antes de entrar em um espaço confinado, efetuar a sequência de verificação e manter o monitoramento contínuo, principalmente por sistema fixo.

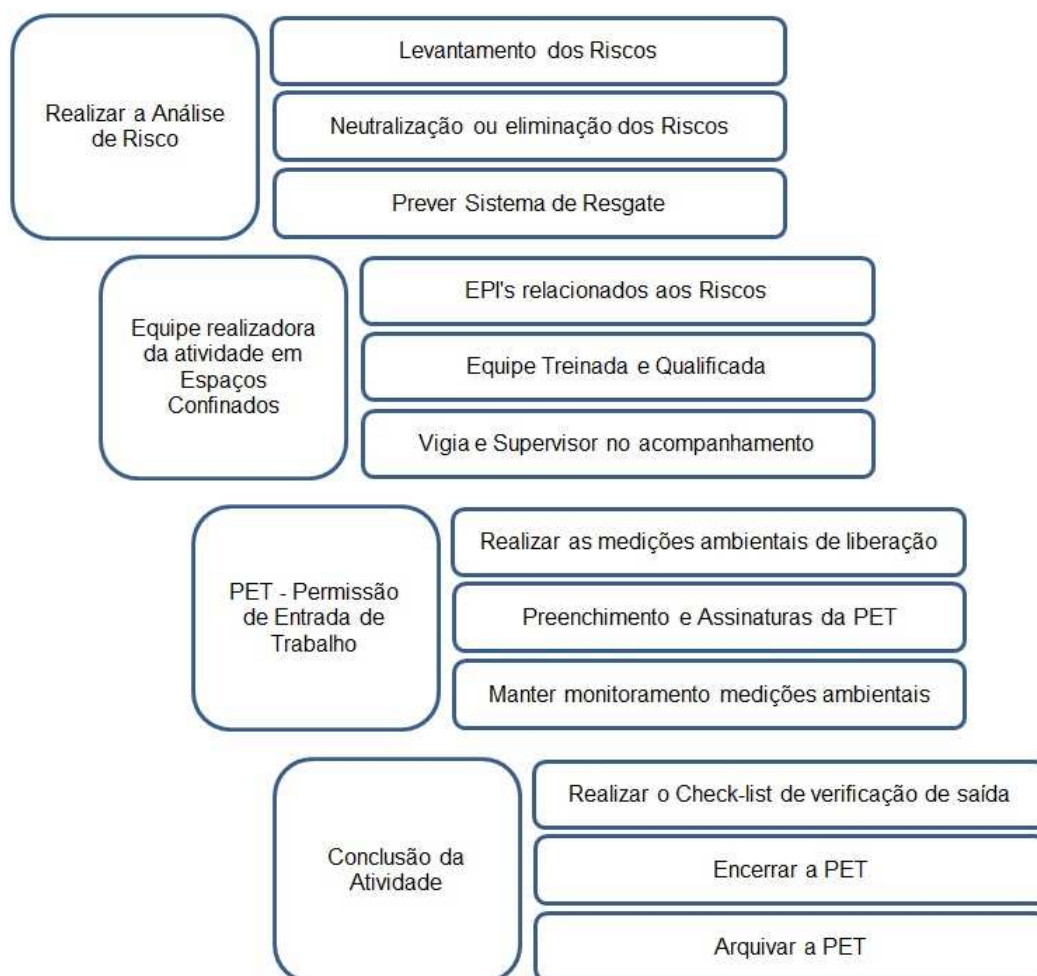


Figura 1 Fluxograma para atividades em espaços confinados  
Fonte: Do autor, 2019.

### **3 METODOLOGIA**

Está baseada na obtenção de dados de revistas científicas, análises bibliográficas, *sites* especializados em atividades em espaços confinados, *sites* de aparelhos de medição do ambiente em espaços confinados e no conhecimento do autor.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Entre os diversos agentes de risco existentes em áreas ocupacionais, os gases são sem dúvida o maior desafio do profissional de segurança. A maior parte dos gases nocivos são incolores e inodoros, e são encontrados em diversas etapas produtivas das indústrias em geral.

A NR-15 – atividades insalubres, é a norma que regulamenta os níveis de exposição ocupacional de agentes nocivos à saúde. Os limites de exposição de gases estão estipulados no anexo 11 – agentes químicos cuja insalubridade são caracterizadas por limite de tolerância e inspeção no local de trabalho.

Uma atmosfera segura é compreendida pela na condição de 78,0 % de nitrogênio, 20,9% de oxigênio, 1,0 % de argônio, 0,1 % de outros gases. Essa é a composição do ar que respiramos.

Especial atenção à classificação dos três tipos de gases, os quais podem ser do tipo tóxico, como exemplo a amônia anidra - NH<sub>3</sub>, monóxido de carbono - CO, gás cloro – CL<sub>2</sub>, sulfeto de hidrogênio – H<sub>2</sub>S, dióxido de enxofre – SO<sub>2</sub>, etc. – Podem ser definido como um composto, que quando inalado, ingerido ou absorvido em contato com a pele reage quimicamente com nosso organismo, provocando desde uma simples irritação até a morte. Em ambientes confinados a exposição a gases tóxicos é um grande risco. Se faz necessário monitorar a exposição, para que não exceda os valores de segurança, observando a concentração do gás que causa o risco imediato e o tempo de exposição, o qual pode causar o efeito cumulativo.

Exposição ao Monóxido de Carbono		
Concentração (PPM)	Tempo de Exposição	Reações
50		Limite de exposição, sem sintomas aparentes
100	Várias horas	Sem sintomas por longos períodos
200	2 a 3 horas	Possível cefaléia
400	1 a 2 horas	Cefaléia frontal e náuseas
800	45 minutos	Cefaléia, tonturas e náusas
800	2 horas	Possível perda da consciência
1600	20 minutos	Cefaléia, tonturas e náusas
1600	2 horas	Perda da consciência e possível morte
3200	5 a 10 minutos	Cefaléia e tonturas
3200	10 a 15 minutos	Perda da consciência e possível morte
6400	1 a 2 minutos	Cefaléia e tonturas
6400	0 a 15 minutos	Perda da consciência e possível morte
12800	Imediatamente	Perda da consciência
12800	1 a 3 minutos	Risco de morte

Figura 2 exposição ao monóxido de carbono  
Fonte: OSHA, 2019

Exposição ao Sulfeto de Hidrogênio	
Concentração (PPM)	Sintomas e Reações
0,00011 a 0,00033	Concentração atmosférica típica.
0,01 a 1,5	Limite de detecção através do olfato (possível verificar o odor de ovos podres). O odor torna-se mais agressivo em concentrações de 3 a 5 ppm. Acima de 30 ppm, o odor é descrito como adocicado ou muito doce.
2 a 5	Exposições prolongadas podem causar náuseas, lacrimação, cefaléia ou insônia. Alguns pacientes asmáticos apresentam constrição dos brônquios.
20	Possível fadiga, perda de apetite, cefaléia irritabilidade, problemas de memória, tonturas.
50 a 100	Conjuntivite branda e irritação do trato respiratório após 1 hora. Pode causar desconforto digestivo e perda do apetite.
100	Tosses, irritação dos olhos, perda do olfato após 2 a 15 minutos (fadiga olfativa). Respiração alterada, sonolência após 15 a 30 minutos. Irritação da garganta após 1 hora. Aumento gradual da severidade dos sintomas. Após 48 horas, pode levar à morte.
100 a 150	Perda do olfato (paralisia ou fadiga olfativa).
200 a 300	Conjuntivite intensa e irritação do trato respiratório após 1 hora. Edema pulmonar pode ocorrer quando houver exposição prolongada.
500 a 700	Perda do equilíbrio e colapso em 5 minutos. Graves danos aos olhos em 30 minutos. Morte após 30 a 60 minutos.
700 a 1000	Rápida perda da consciência, em uma ou duas inalações. A respiração pára, e o indivíduo morre em poucos minutos.
1000 a 2000	Morte quase instantânea.

Figura 3 exposição ao sulfeto de hidrogênio  
Fonte: OSHA, 2019

Os gases do tipo asfixiantes, os quais são gases inertes, mas quando em altas concentrações ocupam o lugar do oxigênio provocando asfixia progressiva em concentrações de oxigênio abaixo de 19,5%, provocam a alteração da respiração e estado emocional, fadiga anormal em qualquer atividade estando entre 12% e 16%; provocam o aumento da respiração e pulsação, coordenação motora prejudicada, euforia e possível dor de cabeça estando entre 10% e 12%, provocam náuseas, mobilidade limitada, possível inconsciência podem chegar a colapso se não houver socorro estando entre 6% e 10%, provocam a parada respiratória seguida de parada cardíaca, levando a óbito em minutos estando inferior à 6%, os quais podem ser do tipo asfixiantes, como exemplo o nitrogênio – N<sub>2</sub>, dióxido de carbono – CO<sub>2</sub> e o argônio – Ar, independente de ter no ambiente confinado estes gases, a deficiência de oxigênio pode ser causada também por combustão de substâncias inflamáveis em ambientes com pouca ventilação – (solda oxi-acetilênica, corte oxi-acetilênico, entre outros processos de trabalhos à quente), reações químicas de processos industriais ou naturais – (oxidação de superfícies, secagens de pinturas), ação de bactérias – (fermentação de materiais orgânicos em decomposição) e respiração humana – (trabalho pesado de pessoas por longo período em espaços confinados).



Figura 4 detector de gás inerte  
Fonte: Percon, 2019



Os gases do tipo inflamáveis e gases líquidos são substâncias que misturadas ao ar e recebendo calor apropriado entra em combustão e para que ocorra este tipo de reação se faz necessário ter três condições, sendo a presença de gás em quantidade suficiente, juntamente com a presença de ar em quantidade suficiente e ter uma fonte de ignição.

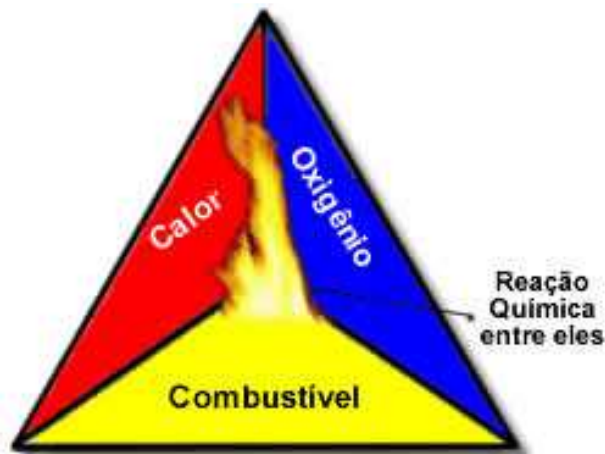


Figura 5 perigo dos gases inflamáveis  
Fonte: Enesens, 2019

A conceituação do espaço confinado é retratada de maneira equivalente por diversas normas e autores. A NR-33 (BRASIL, 2012) define espaço confinado como 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.

A NBR 14787 (ABNT, 2001) define como qualquer área não projetada para ocupação contínua, a qual tem meios limitados de entrada e saída e na qual a ventilação existente é insuficiente para remover contaminantes perigosos e/ou deficiência/enriquecimento de oxigênio que possam existir ou se desenvolver.

Para NIOSH (1978) a definição de espaço confinado está relacionada com a geometria, atmosfera e a forma de acesso/saída de um ambiente onde podem ocorrer inúmeras situações perigosas e que podem apresentar riscos, tais como físicos, químicos, biológicos, mecânicos e ergonômicos.

Em geral, os espaços confinados são locais que permanecem fechados por médios ou longos períodos de tempo, mas precisam ser acessados em determinado momento por profissionais encarregados de realizar um trabalho específico internamente, como manutenção inspeção, limpeza ou resgate (MORAES, 2009).

O local confinado, com sua geometria enclausurada, expõe o trabalhador a riscos de acidentes e óbitos. Não há estatísticas precisas no Brasil sobre acidentes em espaços confinados, pois as estatísticas oficiais distribuem os acidentes ou as mortes ocorridas em espaços confinados em outras categorias: incêndios, explosões e situações envolvendo produtos perigosos são alguns exemplos.

Segundo MORAES (2009), em número de óbitos, estes locais só são superados pelos acidentes com queda de altura na construção civil.

Os motivos que normalmente levam aos acidentes fatais nestes locais são: a não identificação do local como tal, a falta de cuidados específicos para a atividade (subestimação dos riscos), a ignorância dos riscos (falta de treinamento), presença de gases inertes imperceptíveis aos sentidos como o argônio e o nitrogênio, operações de resgate sem treinamento, etc.

Atividade econômica	Espaços confinados típicos
Agricultura	Biodigestores, silos, moegas, tremonhas, tanques, transportadores enclausurados, elevadores de caneca, poços, sistemas, esgotos, valas, trincheiras.
Construção Civil	Poços, valas, trincheiras, esgotos, escavações, caixas, caixões, shafts (passa-dutos), forros, espaços reduzidos (onde a movimentação é realizada por rastejamento).
Alimentos	Retortas, tubos, bacias, panelões, fornos, depósitos, silos, tanques, misturadores, secadores, lavadores de ar, tonéis.
Têxtil	Caixas, recipientes de tingimento, caldeiras, tanques, prensas.
Papel e Polpa	Depósitos, torres, colunas, digestores, batedores, misturadores, tanques, fornos, silos.
Editoras e Impressão Gráfica	Tanques
Indústria do Petróleo e Indústrias Químicas	Reatores, colunas de destilação, tanques, torres de resfriamento, áreas de diques, tanques de água, filtros coletores, precipitadores, lavadores de ar, secadores.
Borracha	Tanques, fornos, misturadores.
Couro	Tonéis, tanques, poços.
Tabaco	Secadores, tonéis.
Concreto, argila, pedras, cerâmica e vidro	Fornos, depósitos, silos, tremonhas, moinhos, secadores.
Metalurgia	Depósitos, dutos, tubulação, silos, poços, tanques, desengraxadores, coletores e cabines.
Eletrônica	Desengraxadores, cabines e tanques.
Transporte	Tanques nas asas dos aviões, caminhões-tanque, vagões ferroviários, tanque, navios-tanque.
Serviços de sanitários, de águas e de esgotos. Serviços de gás, eletricidade e telefonia.	Poços de válvulas, cabos, caixas, caixões, enclausuramento, poços, poços químicos, incineradores, estações de bombas, reguladores, poços de lama, poços de água, digestores, caixas de gordura, estações elevatórias, esgotos e drenos.
Equipamentos e Máquinas	Caldeiras, transportadores, coletores e túneis.
Operações Marítimas	Porões, contêineres, caldeiras, tanques de combustível e de água e compartimentos.

Figura 6 atividade econômica e espaços confinados típicos  
Fonte: BRASIL, 2013.

Segundo MORAES JUNIOR (2008), um dos grandes problemas das áreas ou espaços confinados é que nem todas as pessoas sabem como identificá-los, distinguindo-os dos demais locais de trabalho, e, principalmente, avaliar o risco envolvido nos trabalhos efetuados neste ambiente. Para o leigo, trabalhar neste ou naquele lugar não faz muita diferença, principalmente no que diz respeito aos riscos ali presentes.

Conforme a NBR 14787 (ABNT, 2001), todos os espaços confinados devem ser adequadamente sinalizados, identificados e isolados, para evitar que pessoas não autorizadas adentrem a estes locais. Antes de um trabalhador entrar num espaço confinado, a atmosfera interna deverá ser testada por trabalhador autorizado e treinado, com um instrumento de leitura direta, calibrado e testado antes do uso, adequado para trabalho em áreas potencialmente explosivas, intrinsecamente seguro, protegido contra emissões eletromagnéticas ou interferências de radiofrequências, calibrado e testado antes da utilização para as seguintes condições:

- a) concentração de oxigênio;
- b) gases e vapores inflamáveis;
- c) contaminantes do ar potencialmente tóxicos.

Atmosfera de risco é, segundo a NBR 14787 (ABNT, 2001), condição 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 autorresgate, lesão ou doença aguda causada por uma ou mais das seguintes causas:

- a) gás / vapor ou névoa inflamável em concentrações superiores a 10% do seu limite inferior de explosividade (LIE);
- b) poeira combustível viável em uma concentração que se encontre ou exceda o limite inferior de explosividade (LIE);
- c) concentração de oxigênio atmosférico abaixo de 19,5% ou acima de 23% em volume;
- d) concentração atmosférica de qualquer substância cujo limite de tolerância seja publicado na NR-15 do Ministério do Trabalho e Emprego ou em recomendação mais restritiva, como por exemplo da *american conference of governmental industrial hygienists* (ACGIH), e que possa resultar na exposição do trabalhador acima desse limite de tolerância;
- e) qualquer outra condição atmosférica imediatamente perigosa à vida ou à saúde (IPVS).

Relata a NBR 14787 (ABNT, 2001) que todo e qualquer trabalho em espaço confinado, obrigatoriamente, deverá ter no mínimo duas pessoas, sendo uma delas denominada vigia. Além disso, deverá desenvolver e implementar procedimentos para

os serviços de emergência especializada e primeiros-socorros para o resgate dos trabalhadores em espaços confinados. Desenvolver e implementar um procedimento para preparação, emissão, uso e cancelamento de permissões de entrada. Desenvolver e implementar procedimentos de coordenação de entrada que garantam a segurança de todos os trabalhadores, independentemente de haver diversos grupos de empresas no local. Interromper as operações de entrada sempre que surgir um novo risco de comprometimento dos trabalhos.

Circunstâncias que requerem a revisão da permissão de entrada em espaços confinados, porém não limitada a estas:

- a) qualquer entrada não autorizada num espaço confinado;
- b) detecção de um risco no espaço confinado não coberto pela permissão;
- c) detecção de uma condição proibida pela permissão;
- d) ocorrência de um dano ou acidente durante a entrada;
- e) mudança no uso ou na configuração do espaço confinado;
- f) queixa dos trabalhadores sobre a segurança e saúde do trabalho.

Consideram-se riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador (BRASIL, 2014).

O reconhecimento dos riscos atmosféricos presentes em um espaço confinado é fundamental para a escolha dos equipamentos de avaliação. O princípio de funcionamento dos sensores (eletroquímicos, catalíticos e infravermelho) e os efeitos provocados pelas variações de temperatura e umidade do ar, riscos de contaminação por outros gases e vapores, volume de oxigênio e faixas de medição devem ser considerados.

A avaliação inicial da atmosfera é importante para se determinar quais os riscos atmosféricos existentes no espaço confinado, quando da sua abertura ou para se detectar vazamentos ocorridos durante períodos em que o espaço confinado permaneceu aberto sem trabalhadores no seu interior.

Antes de entrar no espaço confinado, é necessário determinar a concentração de oxigênio e a presença de agentes tóxicos no seu interior. As avaliações iniciais deverão

ser realizadas fora do espaço confinado, através de sonda ou mangueira inserida no seu interior. A utilização de mangueiras com comprimento e diâmetro diferentes dos recomendados pelo fabricante pode alterar significativamente os resultados das avaliações. Não é seguro utilizar uma corda para baixar o equipamento e efetuar avaliações no interior de espaço confinado com abertura vertical. Esta prática não permitirá a leitura dos resultados em tempo real e pode levar a conclusões erradas. Quando da liberação, o espaço confinado deve estar isento de contaminantes, com 20,9% de oxigênio e sem a presença de inflamáveis/explosivos. Qualquer redução no percentual de oxigênio pode indicar a presença de contaminantes acima da concentração imediatamente perigosa à vida e à saúde.

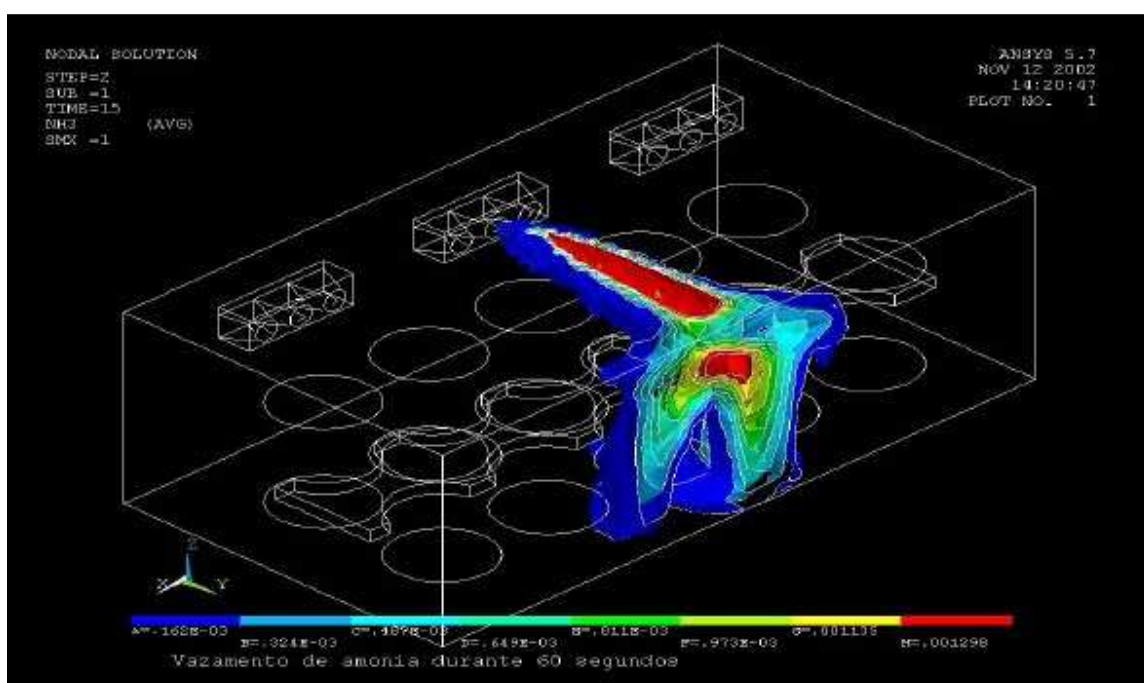


Figura 7 maquete eletrônica de simulação vazamento  
Fonte: Lel Ambiental, 2019.

Caso as avaliações iniciais indiquem a presença de riscos atmosféricos, o espaço confinado deve ser ventilado, purgado, lavado ou tornado inerte. A purga e a inertização são processos onde uma atmosfera perigosa é substituída por outra, com ar, vapor ou gás inerte. Importante informar que a inertização implica na formação de uma atmosfera imediatamente perigosa à vida e à saúde (IPVS).

A ventilação deve ser realizada para manter o percentual de oxigênio dentro de uma faixa segura, bem como proporcionar conforto térmico e respiratório aos trabalhadores. Pode ser usada a insuflação, a exaustão ou ambas. O emprego simultâneo da insuflação e exaustão oferece melhor eficácia. Ao se insuflar o ar, o contaminante é diluído e expelido do espaço confinado pela formação de pressão positiva. No processo de exaustão, o ar contaminado é retirado do seu interior, enquanto que ocorre a admissão de ar pela formação de pressão negativa.

O dimensionamento do sistema de ventilação deve considerar a forma como o risco atmosférico é criado e a sua concentração, as dimensões do espaço confinado e o número e tamanho das aberturas. O ar deve ser captado de fonte limpa, livre de gases provenientes dos motores à combustão. Mangueiras longas e curvas reduzem de forma significativa a eficiência do sistema de ventilação.

As boas práticas de segurança em espaço confinado exigem ventilação contínua, que deve ser iniciada antes da entrada e mantida durante a entrada e no decorrer da atividade.

Diante o detalhamento deste cenário, a atmosfera do espaço confinado deverá ser continuamente monitorada por meio de detectores portáteis transportados pelos trabalhadores autorizados, entretanto, neste estudo com a finalidade de propor o uso de detectores fixos, instalados próximo às tubulações, válvulas e demais locais onde possam ocorrer vazamentos ou formação de contaminantes durante a execução da tarefa. O monitor deve ter capacidade de detectar todos os gases e vapores existentes no espaço confinado. Os monitores mais utilizados detectam o percentual de oxigênio, limite inferior de explosividade de inflamáveis, monóxido de carbono e o gás sulfídrico, antes de cada utilização, o supervisor de entrada deve ajustar as configurações do equipamento portátil para a avaliação, verificar a carga das pilhas ou baterias, testar os sensores (*bump-test*) utilizando cilindros com as concentrações dos gases recomendadas pelos fabricantes, confirmar se a mangueira não está obstruída, bem como observar as recomendações do manual de operação.

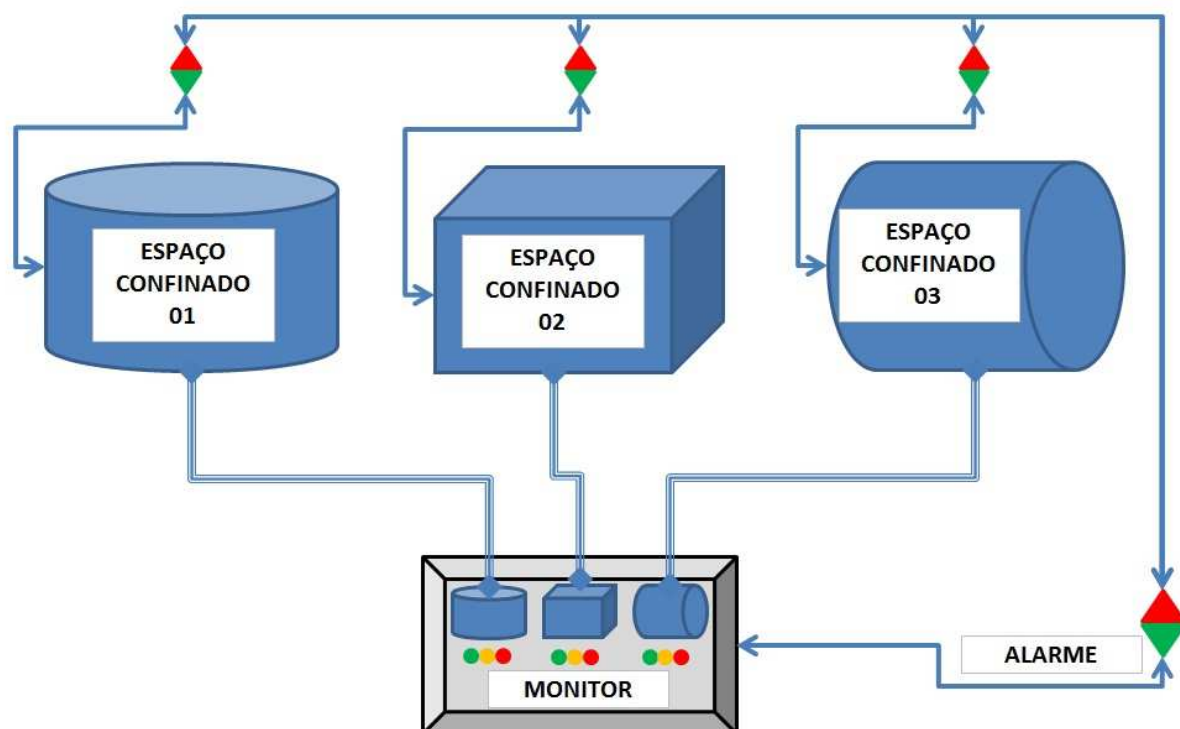


Figura 8 croqui do sistema fixo de monitoramento de gases  
 Fonte: Do autor, 2019.

Fazendo o uso do sistema fixo de monitoramento de gases, simplesmente funciona sem questionamentos, de forma que a equipe de trabalho em espaços confinados possa se concentrar no que é importante e na confiança de que seus monitores de área estão prontos para o que vier.

Ser instalado nos pontos estratégicos do ambiente desejado definindo um perímetro ou monitorando vazamentos ou espaços confinados, o detector permitirá implementações flexíveis para criar áreas de segurança entre seus trabalhadores e os riscos de gases.

A comunicação dos dados é de forma clara, com alarmes audovisual o qual garante que os trabalhadores não apenas saibam quando o instrumento está em alarme, mas também com a possibilidade de detectar o início de uma suposta modificação do ambiente.

Possibilita saber o que está acontecendo no ambiente confinado sem ter a necessidade de manter uma pessoal responsável na área interna da atividade, tendo a



leitura de gás em tempo real, podendo ser via *wireless* ou via rede, evitando também de manter e gerenciar seus instrumentos em campo, porque o monitor posicionado fora e se necessário, a uma distância segura do ponto de entrada do espaço confinado, possibilitando o uso contínuo do monitoramento da atmosfera durante procedimentos de entradas de longa duração em espaços confinados.

Este monitoramento de espaço confinado pode ser realizado por um vigia fora do espaço em todos os momentos, sendo aceitável que um vigia monitore vários espaços confinados, desde que ele possa ter a leitura direta independente de cada espaço confinado, monitorando a atmosfera e se comunicando com os realizadores das atividades em todos os espaços para os quais ele é responsável, pois quando as condições atmosféricas em um espaço mudam, o sistema irá alarmar, fazendo com que o monitor sinalizará e exibirá a condição e local perigoso. Desta forma, poderá reduzir os custos e aumentará a eficiência e a segurança das operações em espaço confinado, pois exigem monitoramento contínuo.

Apesar das poucas estatísticas disponíveis, está claro que os fatores potenciais de riscos são as dificuldades de se ter um eficaz sistema de monitoramento dos gases encontrados e ou desenvolvidos nos espaços confinados, que em complemento com a falta de conhecimento, falta da ferramenta adequada, falta de atenção, falta de consciência do perigo, hábitos e métodos equivocados de trabalho, estresse, trabalho em condições insalubres, ausência de equipamento de proteção coletiva (EPC) e equipamento de proteção individual (EPI). Contribui também para os acidentes a utilização inadequada de aparelhos de medição do ambiente, não compatível às atividades.

## **5 CONCLUSÃO**

Conclui-se, que a realização da medição do ambiente confinado, utilizando o sistema fixo de detecção diminui os riscos de acidentes com o trabalhador.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR nº 14.787 Espaço Confinado – **Prevenção de acidentes, procedimentos** e medidas de proteção. São Paulo: ABNT. 2001.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Norma regulamentadora nº33 segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados. Atualizada pela Portaria MTE nº 1.409, 29/08/2012

ENESENS. Empresa de monitoramento e detecção de gases. **Gases**. Disponível em: <<http://www.enesens.com.br/perigos-dos-gases-inflamaveis/>> Acesso em 2019

LEL AMBIENTAL. Empresa de produtos e serviços para detecção de gases. **Gases**. Disponível em: <<https://lelambiental.com.br/maquete-eletronica-simulacao-vazamento.jpg>> Acesso em 2019

MORAES, Giovanni Araújo. **Normas Regulamentadoras comentadas e ilustradas**. 7 Ed. Rio de Janeiro: Virtual. 2009.

MORAES JUNIOR, Cosmo Palasio de. **Espaços confinados**. 2008. Disponível em: <<http://www.cpsol.com.br/website/artigo.asp?cod=1872&idi=1&id=4123>>. Acesso em: 2019.

NIOSH. National Institute for Occupational Safety and Health. **Working in Confined Spaces**. 1979. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/niosh/docs/80-106/80-106.pdf>>. Acesso em 2019.

OSHA. Occupational Safety and Health Administration. Disponível em: <<https://osha.gov>>. Acesso em 2019

PERCON - Perfect Connection Empresa de aparelhos de detecção de gases .

Disponível em: <<http://acessopercon.com.br/percon/deteccao-de-gases-e-os-tipos-de-sensores/>> Acesso em 2019