

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA CAPITÃO-DE-CABOTAGEM

IGOR CAVALCANTI PINTO BANDEIRA

ENTRADA EM ESPAÇOS CONFINADOS A BORDO:
Riscos e cuidados a serem tomados

RIO DE JANEIRO

2015

IGOR CAVALCANTI PINTO BANDEIRA

**ENTRADA EM ESPAÇOS CONFINADOS A BORDO:
Riscos e cuidados a serem tomados**

Monografia apresentado como exigência para obtenção da habilitação de Capitão de Cabotagem da Marinha Mercante do Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais de Náutica, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador: Prof. Hermann Regazzi Gerk.

RIO DE JANEIRO

2015

IGOR CAVALCANTI PINTO BANDEIRA

ENTRADA EM ESPAÇOS CONFINADOS A BORDO:

Riscos e cuidados a serem tomados

Monografia apresentada como exigência para obtenção da habilitação de Capitão de Cabotagem da Marinha Mercante do Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais de Náutica, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

PROFESSOR-ORIENTADOR (trabalho escrito): _____

NOTA: _____

BANCA EXAMINADORA (apresentação oral):

Professor-Orientador Hermann Regazzi Gerk

Centro de Instrução Almirante Graça Aranha

Professora Laís Rayssa Lopes Ferreira

Centro de Instrução Almirante Graça Aranha

Professor Henrique Vaicberg

Centro de Instrução Almirante Graça Aranha

NOTA: _____

DATA: _____

NOTA FINAL: _____

AGRADECIMENTOS

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para este trabalho, em especial ao meu orientador, pelo voto de confiança e material disponibilizado.

Aos meus colegas oficiais, contramestre e marinheiros do navio ao qual sou imediato, que sempre me ajudam nos trabalhos em espaços confinados e que trocam experiências comigo as quais não seriam possíveis adquiri-las em nenhum curso.

À professora Cláudia Adler que me ensinou como elaborar essa pesquisa da melhor forma possível.

À minha família que mesmo estando longe, sempre me apoiou em todas as minhas decisões.

À minha amada esposa Érica que teve muita paciência nos vários finais de semana e feriados aos quais tive que abrir mão para a realização desse trabalho e que sempre me ajudou e me apoiou em tudo em que me aventurei a fazer.

Dedico este trabalho a Deus, que se não fosse por sua infinita misericórdia em minha vida, não teria chegado até aqui.

RESUMO

O presente estudo tem por objetivo mostrar os cuidados a serem tomados na entrada em espaços confinados a bordo identificando os principais riscos existentes e a partir destes, tomar as medidas de segurança a fim de neutralizar e atenuar os riscos ou diminuir os efeitos no trabalhador caso algum acidente ocorra. Os principais riscos encontrados a bordo foram abordados de forma objetiva e mais clara possível bem como as normas regulamentadoras as quais norteiam empresas e empregados, tanto no aspecto jurídico quanto no aspecto operacional. Baseado no método bibliográfico quanto à coleta das informações pertinentes aos riscos e formas de mitigá-los, diversas fontes de pesquisa foram verificadas entre livros e trabalhos científicos. O presente estudo também explora assuntos poucos abordados em outros estudos e treinamentos como os cuidados que se devem ter com guindastes e casa de bombas. Esta dissertação mostra os cuidados aos quais devem ser tomados frente aos diversos riscos abordados, principalmente no que tange a atmosferas de risco. O trabalho revelou que o ponto crítico e crucial de um trabalho em espaços confinados está na fase da preparação da análise preliminar de riscos com a consequente permissão de entrada e trabalho as quais bem gerenciadas tornarão a entrada no ambiente confinado bem sucedida.

Palavras-chave: Análise preliminar de riscos, cuidados, espaços confinados, permissão de entrada e trabalho; riscos.

ABSTRACT

This study aims show the cautions to be inside enclosed spaces on board ships identifying the main risks and from them, take safety measures in order to neutralize and attenuate the risks or reduce the accident injuries, if it happen. The main risks found on board are conducted in the most clear and objective ways as well as regulatory rules, which works as guide for companies and workers both legal and operational features. Based on bibliographic method regarding to relevant information gathering to the risks and ways to mitigate them, many research sources were checked like books and scientific publication. This work also explores some topics that aren't discussed in another studies and training programs like the special care that is necessary to take in cranes and pump rooms. This dissertation presents the cautions that should be taken in comparison to different risks discussed, especially the topic related to dangerous atmosphere. This study revealed that the most critical and crucial point for enclosed spaces jobs is the task risks assessment preparation phase and permit work permission following it which well managed will become the enclosed spaces entry successful.

Key words: preliminary risks assessment; cautions; enclosed spaces; permit to work; risks.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Identificação de espaços confinados	16
Figura 2 – Tanque de água	17
Figura 3 – Efeito da deficiência de oxigênio na pessoa	22
Figura 4 – Triângulo do fogo	24
Figura 5 – Célula Eletroquímica	31
Figura 6 – Comprimento de onda x absorvância dos gases	33
Figura 7 – Explosímetro	35
Figura 8 – Detector de gás de pulso	35
Figura 9 – Menor detector de gás existente	36
Figura 10 – Detecção de gases no topo do tanque	37
Figura 11 – Detecção de gases no meio do tanque	37
Figura 12 – Detecção de gases no fundo do tanque	38
Figura 13 – Ventilação por insuflação	40
Figura 14 – Ventilação por exaustão	41
Figura 15 – Ventilação por exaustão localizada	41
Figura 16 – Equipamento completo de ventilação	43
Figura 17 – Percurso da corrente no corpo humano	53
Figura 18 – Tripé	70
Figura 19 – Monopé	70
Figura 20 – Trava quedas	71
Figura 21 – Capacetes	72
Figura 22 – Viseiras	73
Figura 23 – Óculos de segurança	73
Figura 24 – Protetores auriculares	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição do ar na troposfera	20
Tabela 2 - Temperatura mínima de ignição	21
Tabela 3 - Limites de explosividade para gases inflamáveis	25
Tabela 4 - Exposição ao gás sulfídrico	27
Tabela 5 - Exposição ao monóxido de carbono	28
Tabela 6 - Limites de tolerância para ruídos contínuos ou intermitentes	45
Tabela 7 - Regime de trabalho intermitente com descanso no próprio local de trabalho por tipo de atividade	47
Tabela 8 - Tolerância para exposição ao calor	48
Tabela 9 - Relação entre o tipo de atividade e a queima calórica por hora	48
Tabela 10 - Gradação dos riscos	62
Tabela 11 - Riscos estimados	63
Tabela 12 - Matriz de classificação de riscos	63

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	DEFINIÇÃO DE ESPAÇO CONFINADO.....	14
2.1	Tipos de espaços confinados mais comuns que existem a bordo.....	17
2.1.1	Tanques de água	17
2.1.2	Tanques de Combustível.....	18
2.1.3	Cofferdam.....	18
2.1.4	Base de grandes guindastes	18
2.1.5	Sala de Bombas.....	19
2.1.6	Outros locais que também são espaços confinados.....	19
3	ATMOSFERA DENTRO DE UM ESPAÇO CONFINADO.....	20
3.1	Atmosfera rica em oxigênio.....	21
3.2	Atmosfera deficiente em oxigênio.....	21
3.3	Atmosfera de risco	23
3.3.1	Gases Asfixiantes	23
3.3.2	Gases inflamáveis	24
3.3.3	Gases tóxicos	26
3.4	GÁS SULFÍDRICO (H₂S)	27
3.5	Monóxido de carbono (CO)	28
3.6	Gás inerte	28
4	PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA MEDIR GASES...	30
4.1	Sensores Eletroquímicos	30
4.2	Sensores catalíticos	31
4.3	Sensores infravermelhos	33
4.4	Explosímetro	34
4.5	Detectores multigás	35
4.5.1	Uso dos detectores Multigás	36
4.5.1.2	Monitoramento Inicial	37
4.5.1.3	Cuidados com os equipamentos	38
5	VENTILAÇÃO DE ESPAÇOS CONFINADOS	39
5.1	Tipos de ventilação mecânica	40
5.1.1	Ventilação por insuflação	40
5.1.2	Ventilação por exaustão	41

		10
5.1.2.1	Ventilação por exaustão localizada	41
5.1.3	Combinação de ventilação e exaustão	42
5.2	Graus de ventilação	42
5.3	Equipamentos utilizados na ventilação	43
5.4	Outras formas de remoção de contaminantes	43
6	OUTROS RISCOS DOS ESPAÇOS CONFINADOS	45
6.1	Riscos físicos	45
6.1.1	Ruídos	45
6.1.2	Calor	47
6.1.3	Iluminação	50
6.1.4	Radiações ionizantes ou não ionizantes	50
6.1.5	Vibração	51
6.1.6	Outros Riscos Físicos	52
6.2	Riscos mecânicos	52
6.2.1	Riscos Elétricos	53
6.2.2	Produtos Químicos	56
6.2.3	Quedas	57
6.2.4	Máquinas e equipamentos	58
6.2.5	Outros Riscos Mecânicos	59
6.3	Riscos biológicos	59
6.4	Riscos ergonômicos	60
6.5	Riscos combinados	61
6.6	Riscos psicológicos	61
7	ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO E PERMISSÃO DE ENTRADA EM ESPAÇOS CONFINADOS	62
7.1	Análise preliminar de riscos	62
7.1.1	Supervisor de entrada	65
7.1.2	Vigia	66
7.1.3	Equipe de resgate.....	66
7.2	Permissão de entrada e trabalho	67
8	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO	69
8.1	Equipamentos de proteção coletiva	69
8.1.1	Equipamentos de Comunicação	69
8.1.2	Equipamentos de iluminação	70

		11
8.1.3	Tripés	70
8.1.4	Monopé	71
8.1.5	Trava quedas	72
8.1.6	Outros equipamentos de proteção coletiva	72
8.2	Equipamentos de Proteção Individual (EPI)	73
8.2.1	Proteção para a cabeça	73
8.2.2	Proteção visual e facial	74
8.2.3	Proteção auricular	74
8.2.4	Proteção para os membros superiores e inferiores	75
8.2.5	Proteção para o corpo inteiro	76
8.2.6	Cintos de Segurança	76
8.2.7	Equipamentos de proteção respiratória	76
8.2.7.1	Respirador de Fuga	79
9	RESGATE EM ESPAÇOS CONFINADOS	80
10	CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
	REFERÊNCIAS	84

1 INTRODUÇÃO

Os trabalhos em espaços confinados estão cada vez mais presentes nas tarefas marítimas, como por exemplo, em docagens, construções navais, manutenções de rotina e inspeções periódicas. Tem-se visto que muitos oficiais chegam a bordo se sequer saber o que é um espaço confinado assim como, de acordo com Araújo (2006), muitos trabalhadores tem entrado em ambientes confinados sem saber. Por isso, é de fundamental importância um trabalhador saber dos cuidados aos quais devem ser tomados na entrada em espaços confinados.

Barbosa Filho (2011), diz que os espaços confinados possuem diversas adversidades como dimensões e acessos restritos, podem ter características as quais a atmosfera favorece o acúmulo de contaminantes contrapondo-se à presença de oxigênio e sendo ainda, passível de ocorrência de explosões ou inundações repentinas. Apesar disso, muitas vezes o trabalho nesses ambientes se faz necessário e em razão do potencial perigoso à vida humana, medidas preventivas, bem como práticas operacionais de proteção, devem ser levadas a termo para que tais serviços sejam realizados com segurança.

Infelizmente, mesmo com todos os avanços em tecnologia e capacitação dos trabalhadores, ainda acontecem muitos acidentes em espaços confinados e mesmo que no Brasil não exista nenhum dado estatístico oficial (ARAÚJO, 2006), vez por outra chegam notícias relatando esse tipo de acidente.

De acordo com Barbosa Filho (2011), nos últimos 25 anos, no Brasil, foram registrados cerca de 30 milhões de acidentes de trabalho. Mais de cem mil pessoas morreram e esses dados fazem com que o país ocupe um lugar de destaque no *ranking* mundial da relação entre o número de trabalhadores acidentados e o número de trabalhadores formais na indústria.

Segundo Araújo (2006), o número de acidentes em ambientes confinados e suas graves consequências, chamaram a atenção dos órgãos voltados à segurança do trabalho no mundo todo. No Brasil, o Ministério do Trabalho e Emprego publicou a Norma Regulamentadora 33 a qual objetiva:

Estabelecer os requisitos mínimos para identificação de espaços confinados e reconhecimento, avaliação, monitoramento e controle dos riscos existentes, de forma a garantir permanentemente a segurança e saúde dos trabalhadores que interagem direta ou indiretamente nesses espaços.

Ainda, mesmo que esse tipo de trabalho seja comum a bordo, carece de pesquisas e estudos mais profundos aos quais abordem os aspectos que influenciam na atividade de trabalhadores em ambientes confinados (ARAUJO, 2006).

Face exposto, surge a necessidade de identificação dos perigos que existem nesses ambientes e algumas variações devido a natureza do trabalho a ser desempenhado e consequente cuidado a ser tomado para que a tarefa seja realizada de forma segura.

Para Araújo (2006), as causas geradoras de acidentes são apenas duas: a) não saber identificar um espaço confinado; e, b) desconhecimento dos riscos associados assim como medidas de segurança.

Por isso, a abordagem sobre a definição de espaço confinado e suas variações com exemplos nem sempre fáceis de identificar, bem como a identificação dos riscos mais comuns e suas medidas mitigadoras serão discorridos de forma a mostrar os cuidados a serem tomados a bordo em face desses riscos, para uma entrada segura e bem sucedida em espaços confinados.

2 DEFINIÇÃO DE ESPAÇO CONFINADO

O que é espaço confinado? Muitas pessoas tem muita dificuldade em identificar um espaço confinado, pois alguns espaços se tornam confinados em determinadas situações e outras não. Alguns lugares simplesmente não tem a aparência que o nome “confinado” traz, mas são locais considerados confinados. Muita gente não sabe, por exemplo, que uma caixa d’água, quando é preciso esvaziá-la e realizar manutenção, inspeção e limpeza com produtos químicos, pode se transforma em um espaço confinado.

A identificação de um espaço confinado é o primeiro passo a se dar antes de fazer um trabalho para verificar o grau de risco a ser observado no referenciado trabalho. É a fase mais importante no planejamento do trabalho pois, a partir do momento que o espaço é identificado como confinado é que muitos riscos serão identificados.

Saber definir um espaço confinado e ter em mente os procedimentos da empresa relativos a espaço confinado é de fundamental importância, pois poderá evitar muitos acidentes que na maioria das vezes podem ser fatal.

Como definição padrão de espaço confinado, muitos utilizam a Norma Regulamentadora 33 do Ministério do Trabalho e Emprego como base que fornece a seguinte definição:

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.

Em um primeiro momento, essa definição parece ser muito fácil e por isso muita gente acaba cometendo muitos erros pois acham que o espaço confinado só será caracterizado como tal se atender a esses três requisitos mencionados (não projetados para ocupação contínua, acesso limitado e ventilação insuficiente), mas não é.

Devido a muitos acidentes de trabalho em locais confinados, muitas empresas, por medidas de segurança, acrescentam outras áreas como espaço confinado caso haja qualquer evidência de que alguns espaços a bordo possam atender a pelo menos uma característica das indicadas na definição dada pelo Ministério do Trabalho e Emprego, ou seja, se existir um local com acesso limitado de entrada e saída, mas com ventilação suficiente para remover contaminantes e fornecer ar respirável, essa empresa pode considerar esse espaço como um espaço confinado. Ou caso seja um ambiente que possua um fácil acesso e ventilação

constante, mas não tenha sido projetado para a ocupação humana contínua, então também pode ser considerado um espaço confinado. Matos (2013) descreve espaço confinado como:

Espaço confinado é todo lugar que possui entradas ou saídas limitadas ou restritas, como por exemplo: vasos, colunas, tanques fixos, tanques para transporte, container, silos, diques, caldeira, etc., que não está designado para o uso ou ocupação contínua ou ainda que possua uma ou mais das seguintes características: contém ou conteve potencial de risco na atmosfera, possui atmosfera com deficiência ou excesso de O₂, possui configuração interna tal que possa provocar asfixia, claustrofobia e até mesmo medo ou insegurança e possui agentes contaminantes agressivos à segurança e à saúde.

Como exemplos de situações como definidos acima, tem-se a sala (ou casa) de bombas a bordo que mesmo tendo ventilação e exaustão contínua e acessos facilitados e normalmente seguros, são considerados espaços confinados por muitas empresas, pois não foram projetadas para que seja ocupado por pessoas continuamente (OCIMF, 1995). Um outro exemplo muito comum é, que em navios que possuem guindastes de grande capacidade de carga, a base do guindaste (que muitos utilizam como paiol), mesmo tendo acessos facilitados mas não possuem ventilação contínua então pode ser considerado um espaço confinado.

Em tese, pode ser correto afirmar que para aumentar o grau de segurança e minimizar a probabilidade de acidentes, qualquer local que atenda a pelo menos uma restrição colocada na definição da NR-33 poderá ser considerada um espaço confinado. Isso ainda gera muitas discussões uma vez que muitos trabalhadores ainda tenham dúvidas sobre a própria definição do espaço confinado pois sempre associam primeiramente o acesso restrito para depois pensar na ventilação.

É para evitar esse tipo de confusão que todos os locais aos quais sejam classificados como espaço confinado, devam ser identificados como tal. Essa identificação deverá ser de forma tal, que qualquer pessoa, apenas pela imagem saiba identificar os riscos ali presentes.

Kulcsar Neto, Possebon e Amaral (2009), definem a sinalização padrão para a identificação dos espaços confinados como indicados na figura 1.

Figura 1 - Identificação de espaços confinados.



Fonte: BARBOSA FILHO, 2011.

Uma sinalização como mostrado acima, deverá estar na entrada de todo e qualquer espaço confinado, principalmente se ele for de acesso fácil, ou seja, um acesso que não demanda esforço algum, como uma porta estanque, por exemplo (Norma Regulamentadora 33).

Espaços confinados de fácil acesso são os mais perigosos uma vez que a mente do trabalhador embarcado sempre associa espaço confinado somente a tanques, seja de óleo, lastro, água doce, vazio ou silos de grãos ao qual tem acesso extremamente restrito e é fechado continuamente por vários parafusos e porcas (estojos). Por isso acabam entrando em muitos espaços confinados sem saber e acaba se expondo a um risco que poderia ser facilmente evitado se houvesse uma sinalização apropriada no acesso. Nem sempre um espaço confinado terá um acesso difícil e restrito.

Infelizmente, devido a falta de treinamento adequado, muitos espaços confinados a bordo não possuem identificação correta, seja porque a identificação (placa ou adesivo) tenha caído, quebrado ou apagado ou seja por falhas dos supervisores em manter o local sempre bem sinalizado (falha ou negligência nas inspeções são frequentes) que acabam ficando sem a sinalização, que como agravante, se for um local de fácil acesso acaba ficando muito mais perigoso.

E também os próprios trabalhadores erram em não ler os procedimentos para trabalhos em espaço confinado de sua companhia pois, usualmente, nesses procedimentos são informados quais locais a bordo são considerados espaços confinados.

A informação e treinamento adequados são extremamente importantes, pois saber identificar corretamente um espaço confinado por si só, já mitigará vários riscos, inclusive a entrada desavisada nesses locais.

De acordo com a NR 33 do Ministério do Trabalho e Emprego no parágrafo 33.2.1 item e, diz que é dever do empregador garantir a capacitação continuada sobre os riscos as medidas de controle, de emergência e salvamento em espaços confinados.

2.1 Tipos de espaços confinados mais comuns que existem a bordo

Como abordado anteriormente, identificar o que é um espaço confinado é um dos pontos mais críticos para os trabalhadores. A seguir, serão ilustrados alguns espaços confinados mais comuns que se encontram a bordo aos quais mesmo que com a etiqueta ou placa de identificação não visível, pode-se identificar sem precisar entrar neles.

2.1.1 Tanques de água

Tanques de água doce ou lastro são os mais comuns e mais fáceis de ser identificados como espaços confinados e por incrível que pareça, ainda acontecem muitos acidentes dentro desses tanques. Normalmente, esses tanques tem o acesso bem restrito, limitando-se a uma abertura em forma de elipse ao qual poderá estar na horizontal caso esse tanque seja abaixo do convés ou na vertical se o tanque estiver atrás de uma antepara.

Quanto ao tamanho interno, pode se variar bastante pois isso depende de vários fatores, quanto ao tipo e construção do navio. Existem tanques aos quais uma pessoa de 1,8m e que pese 100 kg não consegue entrar e outros aos quais que qualquer pessoa consegue entrar.

Abaixo segue uma figura ilustrando um tanque de água que fica abaixo de um convés.

Figura 2 - Tanque de água doce.



Fonte: GERK, 2015.

Esses tipos de tanques, normalmente só são abertos caso houver alguma inspeção ou trabalho específico. Usualmente devem ficar fechados o tempo inteiro.

Esse é o típico caso ao qual a definição de espaço confinado definida na NR 33 do Ministério de Trabalho e Emprego se aplica todas as características.

2.1.2 Tanques de Combustível

Esses tanques são muito similares aos tanques de água, sendo que as maiores diferenças encontradas são que por medidas de segurança ao meio ambiente são tanques duplo-fundo e que se não for bem ventilado, poderá ter uma alta atmosfera explosiva e muitos gases nocivos à saúde.

2.1.3 Cofferdam

Cofferdam é um “Espaço entre duas anteparas transversais próxima uma da outra, que tem por fim servir como isolante entre um tanque de óleo e um tanque de água, um compartimento de máquinas ou de caldeiras, etc.” (FONSECA, 2002).

Esses espaços podem ser totalmente fechados como um tanque ou podem não ser fechados continuamente tendo circulação de ar o tempo todo. Mesmo que este espaço vazio tenha circulação de ar o tempo todo, ele se classifica como espaço confinado, pois como foi visto no início do presente capítulo, um local para ser considerado como espaço confinado, não precisa necessariamente apresentar todas as características descritas na definição e um *cofferdam* não foi projetado para a ocupação humana contínua e todas as precauções inerentes a entrada em espaços confinados devem ser verificadas.

2.1.4 Base de grandes guindastes

Em muitos navios e plataformas, devido ao tipo de trabalho que realizam, existem guindastes de grande capacidade instalados aos quais em algumas unidades a tonelage de operação ultrapasse 400 toneladas. Devido ao grande tamanho desses guindastes, a base deles são grandes e em muitos navios, dependendo do tipo do guindaste, essas bases são utilizadas até como paiol ao qual a entrada e saída não existem nenhum procedimento de segurança.

Mesmo que essas áreas não ofereçam grandes riscos, pois normalmente tem grandes portas estanques, esses locais não foram projetados para ocupação humana contínua e podem

oferecer riscos de atmosfera nociva pois não possuem ventilação contínua. O fato de não ter acesso difícil não deixa de ser um espaço confinado.

2.1.5 Sala de Bombas

Esse é um local que não possui uma entrada restrita pois o acesso são por portas estanques verticais (que dependendo do navio são duas), possui iluminação contínua, tem ventilação e exaustão continuamente. Mas porque então, pode ser considerado um espaço confinado?

Primeiramente, não são todos os navios aos quais a sala de bombas é considerado um espaço confinado. Normalmente esse tipo de espaço é considerado por medidas de segurança como espaço confinado em navios petroleiros pois mesmo com todos os equipamentos de segurança instalados, devido ao tipo de produto que transportam, essa área poderá se tornar uma área IPVS que pode ser definida como “Atmosfera Imediatamente Perigosa à Vida ou à Saúde: qualquer atmosfera que apresente risco imediato à vida ou imediato efeito debilitante à saúde” (PEREIRA, 2012).

Como uma sala de bombas é um local ao qual tem ventilação forçada por meio de exaustão, esse exaustor pode ser danificado ou não estar cumprindo sua função corretamente, então todos os cuidados que se tomam ao entrar em espaços confinados, devem ser tomados aqui também, principalmente no que tange ao uso de equipamentos portáteis de detecção de gases e equipamentos de proteção individual.

A OCIMF (*Oil Companies International Marine Forum*) recomenda vários procedimentos para entrada em salas de bombas as quais muito se assemelham as medidas de entrada em espaço confinados, por essa razão, para evitar enganos por parte dos trabalhadores, se inclui a sala de bombas na lista dos espaços confinados ou locais com cuidados semelhantes aos tomados na entrada em espaços confinados.

2.1.6 Outros locais que também são espaços confinados

Também existem vários outros locais aos quais são considerados espaços confinados como o paiol da amarra, qualquer outro tipo de tanque existente a bordo como o tanque séptico, tanque de carga (no caso dos navios tanque), pocetos, duto da quilha, e a caldeira.

A identificação dos espaços confinados a bordo é de vital importância uma vez que muitos locais são de difícil indenticação por parte dos trabalhadores.

3 ATMOSFERA DENTRO DE UM ESPAÇO CONFINADO

Quando se analisa os riscos em um espaço confinado, um dos maiores riscos que verifica-se, é quanto a atmosfera dentro do espaço. É que se chama de risco atmosférico. Isso é um item muito crítico visto que esse é um risco invisível e muitas vezes inodoro e quando a pessoa sente, já pode ser tarde demais.

Dentro de um espaço confinado, pode-se encontrar diversos gases nocivos à saúde e que podem levar a morte em questão de minutos. Esses gases vão variar dependendo do produto que se encontre dentro do local antes da entrada. No caso dos espaços vazios, o risco é o excesso ou a falta de oxigênio suficiente para a respiração.

Antes de iniciar a discussão sobre a atmosfera dentro de um espaço confinado, é importante definir de acordo com a norma em vigor o que é uma atmosfera IPVS. Atmosfera IPVS é:

Qualquer condição que coloque um risco imediato de morte ou que possa resultar em efeitos à saúde irreversíveis ou imediatamente severos ou que possa resultar em dano ocular, irritação ou outras condições que possam impedir a saída de um espaço confinado.”

(Fonte: Norma Regulamentadora 33 do Ministério do Trabalho e Emprego)

Entende-se como atmosfera normal para trabalho seguro, como o ambiente que possua uma camada gasosa de ar respirável dentro dos padrões normais de temperatura e pressão, ou seja, que de acordo com Gerk (2015) possua 78% de Nitrogênio, 20,9% de Oxigênio e 1% de Argônio e 0,1% de outros gases.

Aprofundando um pouco mais, de acordo Derísio (2000, *apud* ARAÚJO, 2006) a tabela abaixo mostra a composição do ar encontrado na Troposfera:

Tabela 1 – Composição do ar na troposfera.

<i>Componentes Gasosos</i>	<i>Composição</i>	
	ppm (volume)	ppm (peso)
Nitrogênio	780.000	755.100
Oxigênio	209.500	231.500
Argônio	9.300	12.800
Dióxido de Carbono	300	460
Neônio	18	12,5
Hélio	5,2	0,72
Metano	2,2	1,2
Criptônio	1,0	2,9
Óxido Nitroso	1,0	1,5
Hidrogênio	0,5	0,03
Xenônio	0,08	0,36

Fonte: ARAÚJO, 2006.

Quanto à quantidade de Oxigênio presente no ar, existe uma camada a qual é considerada segura para o trabalhador, que de acordo com Gerk (2015) pode variar entre de 19,5% e 22,5% de volume de Oxigênio. Qualquer valor fora dessa faixa deverá ser considerada perigosa para a atividade humana.

3.1 Atmosfera rica em oxigênio

Uma atmosfera rica em oxigênio, que de acordo com Gerk (2015) é quando o volume de oxigênio presente do ar está acima de 22,5%.

O maior risco de uma atmosfera enriquecida de oxigênio é que ela pode alterar as características de inflamabilidade de alguns materiais e não por si só deixar a atmosfera inflamável (ARAÚJO, 2006).

Uma atmosfera rica em oxigênio, pode ser criada devido ao vazamento de oxigênio em equipamentos de solda ou devido ao mau uso do mesmo pois muitos trabalhadores ainda acham que ar e oxigênio são a mesma coisa. Também pode-se ser criada uma atmosfera rica em oxigênio devido a um mau projeto do ambiente confinado ou mau funcionamento de outros equipamentos.

Abaixo, segue – se uma tabela que mostra a alteração na temperatura de ignição de alguns gases inflamáveis quando estão imersos em uma atmosfera rica em Oxigênio.

Tabela 2 - Temperatura mínima de ignição.

<i>Materiais</i>	<i>Temperatura Mínima de Ignição</i>	
	Ar (°C)	Oxigênio (°C)
Acetileno	305	296
Butano	288	278
Hidrogênio	520	400
Gasolina	440	316
Querosene	227	216
Álcool Propil	440	328

Fonte: Rekus (1994, *apud* ARAÚJO, 2006).

3.2 Atmosfera deficiente em oxigênio

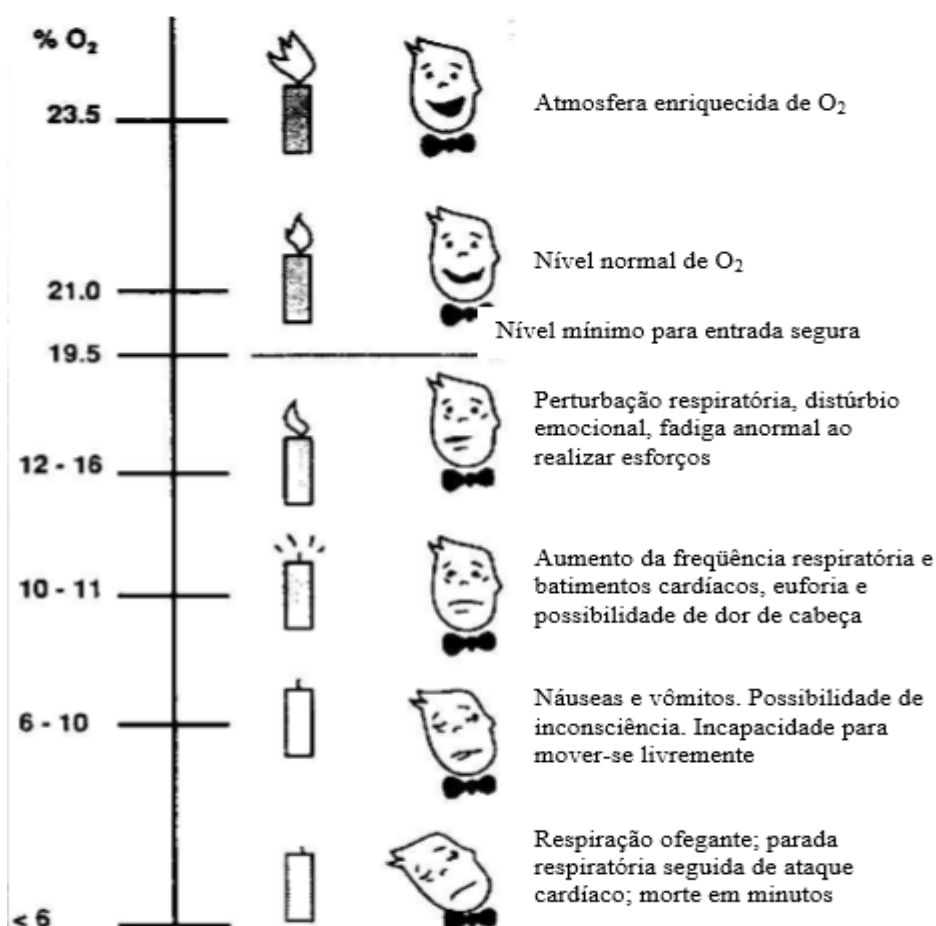
Devido a falta de renovação e circulação de ar dentro dos espaços confinados que muitas vezes passam semanas ou até meses fechados, pode causar uma queda nos níveis de

oxigênio dentro daquela atmosfera deixando o ambiente com deficiência de oxigênio caso a concentração seja inferior a 19,5% (GERK, 2015).

As causas são diversas, desde o próprio aquecimento do local que pode ser causado por um equipamento ou exposição da chapa da antepara ao sol, por exemplo, que por condução térmica passa o calor para dentro do ambiente; reações químicas dentro do ambiente como a oxidação das chapas de aço dentro do tanque ou secagem de pinturas; presença de microrganismos que consomem e liberam gases tóxicos; consumo do ar pelos trabalhadores; decomposição de material orgânico dentro do tanque, uma vez que esse tanque possa ter recebido água salgada; etc. (ARAÚJO, 2006).

Abaixo, segue a figura 3 que resume o efeito da deficiência em oxigênio para uma pessoa.

Figura 3 - Efeitos da deficiência de oxigênio na pessoa.



Fonte: REKUS (1994 *apud* ARAUJO, 2006).

3.3 Atmosfera de risco

Uma atmosfera pode ser considerada perigosa por conter gases tóxicos, inflamáveis ou asfixiantes. Também é considerado caso haja deficiência ou enriquecimento de oxigênio como discutido acima.

O que torna essa situação bem crítica, é o fato de que a sensação de risco pode não ser notada diretamente no corpo pois muitos gases não tem odor e quando a pessoa sente a presença ou ausência dos gases, pode ser tarde demais.

Antes de continuar essa discussão, é importante para esse estudo, se definir o que são gases e vapores. Araújo (2006) as define a seguir:

- a) Gases: são substâncias que em condições normais de temperatura e pressão, encontram-se no estado gasoso, como por exemplo o oxigênio e o hidrogênio.
- b) Vapores: é a fase gasosa de uma substância que, em condições normais de temperatura e pressão, é líquida ou sólida, como por exemplo pode-se encontrar vapores de água ou vapores de gasolina.

Quanto aos tipos dos gases presentes em um ambiente confinado, Gerk (2015) os classificam da seguinte forma:

3.3.1 Gases Asfixiantes

São gases que deslocam ou reagem com o oxigênio presente deixando a atmosfera deficiente em oxigênio.

Araújo (2006) ainda subdivide em dois grupos a saber:

- a) Gases asfixiantes simples: que são gases que deslocam o oxigênio presente no ambiente, não reagindo bioquimicamente com eles, como é o caso do Dióxido de Carbono (CO₂), acetileno, argônio, etano, hélio, hidrogênio, neon, nitrogênio e metano;
- b) Gases asfixiantes químicos: esses gases não alteram a composição do oxigênio dentro do organismo, mas ao serem inalados, dificultam ou bloqueiam a entrada de oxigênio a nível celular, impedindo a oxigenação dos tecidos do corpo humano. Os exemplos mais comuns são o gás sulfídrico (H₂S) e o monóxido de carbono (CO).

3.3.2 Gases inflamáveis

De acordo com Gerck (2015) são substâncias que em contato com o ar e recebendo calor adequado entram em combustão. Ainda de acordo com Gerck (2015) para que essa combustão aconteça, são necessárias três condições que são denominadas de triângulo do fogo.

Figura 4 - Triângulo do fogo.



Fonte: GERCK, 2015.

Ao se discutir sobre a inflamabilidade dos gases em um ambiente, sendo ele confinado ou não, é importante que se conheça os limites de explosividade dos gases, que é uma faixa de condições propícias para a combustão.

De acordo com Araújo (2006), o limite inferior de explosividade, é a mínima concentração na qual uma mistura se torna inflamável. É muito comum usar a sigla *LEL* que significa *low explosive limit*.

Quando essa mistura está com concentrações abaixo do limite inferior de explosividade, diz-se que a atmosfera está pobre, ou seja, mesmo que haja comburente e fonte de ignição, o combustível não é suficiente para ocorrer a combustão (PEREIRA, 2012).

Ainda, tem-se o limite superior de explosividade que é a máxima concentração que pode haver na qual uma mistura se torna inflamável. Também, muitos tem o hábito de usar o termo em Inglês *UEL* que significa *upper explosive limit*.

Se essa mistura estiver com a concentração acima do limite superior de explosividade, denomina-se que a atmosfera está rica, ou seja, a proporção de combustível em relação ao comburente é muito alta, impedindo assim que ocorra a combustão (PEREIRA, 2012).

E se a concentração da mistura estiver entre os limites superior e inferior de explosividade, denomina-se que a concentração está na faixa explosiva ou que a atmosfera é explosiva (PEREIRA, 2012) que significa que se houver comburente e uma fonte de ignição, o triângulo do fogo será formado.

Abaixo, tem uma tabela (em Inglês) sobre os limites de explosividade para os gases inflamáveis.

Tabela 3 - Limites de explosividade para gases inflamáveis.

Common Combustible Gas LEL's and UEL's			
		LEL	UEL
Acetone	(CH ₃) ₂ CO	2.15%	13.0%
Acetylene	C ₂ H ₂	2.5%	100%
Benzene	C ₆ H ₆	1.2%	8.0%
Butadiene	C ₄ H ₆	1.1%	12.5%
Ethane	C ₂ H ₆	3.0%	15.5%
Ethyl Alcohol	CH ₂ H ₅ OH	3.3%	19.0%
Ethyl Ether	(C ₂ H ₅) ₂ O	1.7%	36.0%
Ethylene	C ₂ H ₄	2.7%	36.0%
Hexane	C ₆ H ₁₄	1.1%	7.5%
Hydrogen	H ₂	4.0%	75.6
IsoButane	C ₄ H ₁₀	1.8%	8.5%
Isopropyl Alcohol (IPA)	(CH ₃) ₂ CHOH	2.0%	12.7%
Methane	CH ₄	5.0%	15.0%
Methanol	CH ₃ OH	6.0%	36.0%
Pentane	C ₅ H ₁₂	1.5%	7.8%
Propylene	C ₃ H ₆	2.0%	11.1%
Toluene	C ₇ H ₈	1.2%	7.0%

Fonte www.rkiinstruments.com.

Em se tratando de atmosferas explosivas, o ambiente pode ser classificado que de acordo com Pereira (2012) é uma área na qual uma atmosfera explosiva de um gás pode estar presente ou na qual é provável a sua ocorrência a ponto de exigir precauções especiais para construção, instalação e utilização de equipamentos elétricos.

Segundo as Instruções Gerais para instalações em atmosferas explosivas da Petrobrás (2002) as áreas podem ser classificadas em três zonas a saber:

- a) Continuamente presente ou zona 0: onde uma mistura explosiva ar/gás está continuamente presente ou presente por longos períodos. Como exemplo, um tanque contendo um pouco de líquido inflamável.
- b) Frequentemente presente ou zona 1: onde é provável ocorrer uma mistura explosiva ar/gás em uma operação normal. A exemplo, um tanque de lama em uma unidade de perfuração.
- c) Acidentalmente presente ou zona 2: onde é pouco provável que ocorra uma mistura explosiva ar/gás em uma operação normal e caso ocorra, será por um breve período

de tempo. Um exemplo é onde fica uma válvula de uma tubulação onde passam líquidos ou gases inflamáveis.

3.3.3 Gases tóxicos

São gases extremamente prejudiciais a saúde humana podendo causar inúmeros efeitos que podem ser reversíveis ou irreversíveis. Podem causar a morte (MATOS, 2013).

Esses gases e vapores, segundo Saliba (1998, apud Araújo, 2006) podem ser classificados em três grupos de acordo com a sua ação no organismo humano, a saber:

- a) Gases e vapores irritantes: são gases que produzem inflamação direta nos tecidos humanos. Como por exemplo de gases ou vapores que podem ser encontrados em espaços confinados são a amônia e o gás sulfídrico.
- b) Gases e vapores anestésicos: tem como característica principal o efeito anestésico, devido a ação depressiva no sistema nervoso central. Normalmente a penetração é através das vias respiratórias, mas em alguns casos podem ser pela pele. Esses gases e vapores são mais difíceis de serem encontrados em espaços confinados, pois são comuns em indústrias farmacêuticas e operações especiais com gás. Os exemplos mais comuns são o óxido nitroso e o ciclopropano.
- c) Gases e vapores asfixiantes: apresentado no item 2.3.1 do presente estudo.

A relação entre tempo (efeito cumulativo) de exposição e concentração (efeito imediato) do gás tóxico é de fundamental importância (GERK, 2015) pois é essa relação que vai definir se a pessoa que ficou exposta irá reverter os danos à saúde ou não.

De acordo com Gerk (2015) os limites dos gases tóxicos em relação ao tempo é dado pela sigla em Inglês TWA (*Time Weight Average*) – Concentração Média Ponderada no Tempo.

Quando a exposição a gases tóxicos é por um período de até 8 horas, é chamada de LTEL (*long-term exposure limit*) que é o limite de exposição por longo período e quando a exposição é de até 15 minutos, classifica-se de STEL (*short-term exposure limit*) que é o limite de exposição por curto período (GERK, 2014).

Quanto à concentração dos gases tóxicos, é por conveção medido em partes por milhão (ppm) que tem a seguinte relação: 1% volume = 10.000 ppm

Como exemplos de gases tóxicos, segundo Matos (2013), tem – se o monóxido de carbono, gás sulfídrico, amônia, dióxido de enxofre, cloro e gás cianídrico.

Como os gases foram classificados de acordo com os efeitos que podem causar em uma pessoa, os gases mais comuns de serem encontrados em espaços confinados a bordo serão analisados um pouco mais detalhadamente.

3.4 Gás Sulfídrico (H₂S)

O gás sulfídrico(H₂S) pode ser considerado como um dos gases mais perigosos à saúde e à vida humana quando se trabalha em espaços confinados. De acordo com GERK (2015) é um dos piores agentes ambientais agressivos ao ser humano.

Esse gás é tóxico, inflamável e asfixiante. Pode ser encontrado em tanques aos quais houve óleo cru (petróleo), água armazenada por muito tempo ou tenha ocorrido alguma reação química devido a mistura de outros produtos.

A sua principal característica é que dentro da concentração mínima, tem forte odor de “ovo podre” e a medida que aumenta-se a exposição, poderá inibir o olfato (GERK, 2015).

Ele é um gás que fica armazenado nas partes inferiores dos tanques e que dependendo do tamanho do tanque, podem existir “bolsões” de gás sulfídrico escondidos entre anteparas ou em quinas de tanques. Caso haja resíduo de óleo cru (borra), também será muito provável que tenha H₂S ali.

Segundo GERK (2015) o gás sulfídrico tem como limite inferior de explosividade de 4,3% e limite superior de explosividade de 45%, com temperatura de ignição de 260,2°.

Na tabela 5 são apresentados a relação tempo, concentração e efeitos no ser humano ao se expor ao H₂S.

Tabela 4 – Exposição ao Gás Sulfídrico.

<i>Sinais e Sintomas da Exposição</i>	<i>Nível de Gás Sulfídrico (ppm)</i>	<i>Tempo de Exposição</i>
Odor	0,1	-
Moderado Odor	5,0	-
OSHA PEL	20	8 horas
ACGIH TLV	10	8 horas
	15	15 min
NR 15	8	48 horas/semana
Tolerável, mas forte, odor desagradável	25	-
Irritação olhos, tosse, perda do olfato	100	2 a 5 min
Forte irritação nos olhos e irritação respiratória	200 - 300	1 hora
Perda da consciência e possibilidade de morte	500 - 700	30 a 60 min
Rápida perda de consciência, angustia respiratória e morte	700 - 1000	minutos
Inconsciência quase imediata. Parada repiratória, morte em poucos minutos	1000 - 2000	-

Fonte: ARAÚJO, 2006.

3.5 Monóxido de carbono (CO)

O monóxido de carbono é um gás tóxico e asfixiante. Como visto anteriormente, ele é um gás asfixiante químico que não tem cor e nem cheiro (ARAÚJO, 2006) e tem a densidade aproximadamente igual a do ar de 0,97 (GERK, 2015). Ao ser inalado é absorvido pelo pulmão até 200 vezes mais rápido pelo oxigênio (GERK, 2015) e passa para a corrente sanguínea substituindo o oxigênio na hemoglobina formando um complexo químico chamado de carboxihemoglobina (ARAÚJO, 2006) e que conseqüentemente gerará uma diminuição do oxigênio nos tecidos que vão falecendo gradativamente. De acordo com Gerck (2015), 10.000ppm de CO poderá ser fatal.

O monóxido de carbono é um gás resultante da combustão, solda ou provenientes de locais adjacentes ao espaço confinado (FALCK, 2008)

Na tabela 6 está a relação entre os sintomas, tempo de exposição e o nível de monóxido de carbono em partes por milhão (ppm).

Tabela 5 - Exposição ao monóxido de carbono.

<i>Sinais e Sintomas da Exposição</i>	<i>Nível de Monóxido de Carbono (ppm)</i>	<i>Tempo de exposição</i>
OSHA PEL	50	8 horas
ACGIH TLV-TWA	25	8 horas
Possível dor de cabeça	200	2 a 3 horas
Dor de cabeça e náusea	400	1 a 2 horas
Dor de cabeça occipital	400	2,5 a 3,5 horas
Dor de cabeça, tontura e náusea	800	20 min
Colapso e possível morte	800	2 horas
Dor de cabeça, tontura e náusea	1600	20 min
Colapso e possível morte	1600	2 horas
Dor de cabeça e tontura	2300	5 a 10 min
Perda da consciência, perigo	3200	10 a 15 min
Efeito imediato, perda de consciência, perigo ou morte	128000	1 a 3 min

Fonte: Rekus (1994 *apud* ARAÚJO, 2006))

3.6 Gás inerte

Esse tipo de gás é muito utilizado em navios petroleiros quando os tanques de óleo cru estão sendo descarregados com a finalidade de transformar uma atmosfera potencialmente inflamável em não inflamável, não explosiva, não reativa, através da diluição da atmosfera original, com um gás considerado como inerte ou não reativo (FALCK, 2008).

Esse gás pode ser resultante da combustão da caldeira ao qual é o método mais utilizado (também existem geradores próprios de gás inerte) em navios petroleiros. Também pode ser usado o gás Nitrogênio, pois praticamente não reage com nenhuma substância (GERK, 2015).

A grande característica desse gás é a quantidade reduzida de oxigênio, ao qual torna o ambiente com a atmosfera pobre de comburentes. Também, como é proveniente de uma combustão, existem diversos gases tóxicos ao ser humano.

Também é possível encontrar monóxido de carbono, porém em poucas partes por milhão.

4 PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA MEDIR GASES

Como visto anteriormente, um dos principais riscos encontrados em espaços confinados são os gases que podem existir dentro desses ambientes, assim como a variação na quantidade de oxigênio que se estiver fora da faixa considerada de segurança, pode levar a morte em questão de minutos.

Devido a esse grande risco, existem equipamentos que fazem a medição da concentração desses gases em um espaço confinado. De acordo com a Norma Regulamentadora 33 do Ministério do Trabalho e Emprego, esses equipamentos devem ser intrinsecamente seguros que segundo a mesma norma quer dizer:

Situação em que o equipamento não pode liberar energia elétrica ou térmica suficientes para, em condições normais ou anormais, causar a ignição de uma dada atmosfera explosiva, conforme expresso no certificado de conformidade do equipamento.

Esses equipamentos podem ser fixos, em alguma antepara, ou portáteis (mais comum). Também podem ser fabricados para detectar apenas um tipo de gás ou vapor ou de vários gases ou vapores aos mesmo tempo, chamados de multigás (FALCK, 2008).

Ainda de acordo com a NR 33, esses equipamentos deverão ser certificados pelo INMETRO.

Segundo Gerk (2015) os medidores de gases podem ser classificados em três categorias de acordo com princípios de medição e a que tipos de gases se destinam a medir.

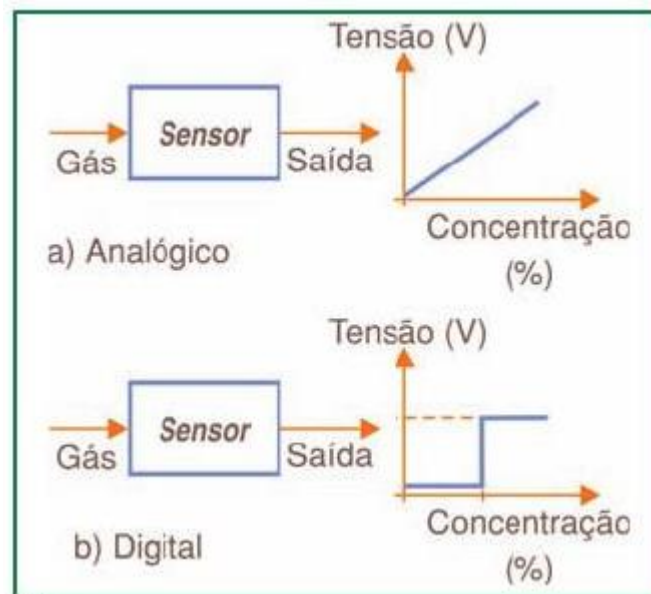
4.1 Sensores Eletroquímicos

São os mais confiáveis para medição de gases tóxicos como gás sulfídrico, monóxido de carbono e cloro, por apresentarem alta seletividade e baixo efeito com variações de umidade e temperatura. Em contrapartida, tem uma vida útil de apenas 2 anos, necessita-se de calibrações periódicas, pode ficar contaminado por outros gases e pode ter sensibilidade cruzada e saturação a grandes concentrações (GERK, 2015).

O princípio de funcionamento é a reação de um eletrólito com um gás detectado ao qual se inicia um processo de migração de íons entre eletrodos provocando uma diferença de potencial, essa diferença de potencial é proporcional a concentração do gás presente no ambiente (GERK, 2015).

A figura 5 ilustra resumidamente o funcionamento de uma célula eletroquímica.

Figura 5 - Célula eletroquímica.



Fonte: www.mecatronicaatual.com.br

4.2 Sensores catalíticos

Os sensores catalíticos são utilizados em detectores de gases inflamáveis e hidrocarbonetos como hidrogênio e gasolina.

A bordo, ele é utilizado em medições de hidrogênio nas salas de baterias.

Gerk (2015) explica o funcionamento de um sensor catalítico da seguinte forma:

Se utiliza o princípio da combustão. Dentro de uma pequena câmara porosa, um filamento metálico é envolvido com catalizador. A combustão ocorre quando um gás inflamável encontra este filamento, que está energizado. A temperatura é elevada a aproximadamente 400 graus Celsius 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

Segundo Thyago Ribeiro, a ponte de Wheatstone é explicada como:

A ponte de Wheatstone é uma montagem que serve para descobrirmos o valor, com boa precisão de uma resistência elétrica desconhecida. A ponte consiste em dois ramos de circuito contendo dois resistores cada um e interligados por um galvanômetro. Todo conjunto deve ser ligado a uma fonte de tensão elétrica. Variando-se a resistência do reostato, pode-se obter um ponto em que a indicação no galvanômetro fica nula, aí a ponte está

equilibrada. Dos resistores R1, R2, R3, um deles é o desconhecido, cujo valor desejamos determinar e os outros dois são resistores conhecidos.”

Como esse sistema funciona pelo princípio da combustão, é muito importante que no ambiente em que se ocorre a medição haja oxigênio presente, pois se for numa atmosfera inerte, ou seja, com deficiência de oxigênio, não haverá reação e o sensor não vai acusar a presença do gás no qual se quer medir a concentração.

As principais desvantagens segundo Gerk (2015) é a facilidade de envenenamento por parte das substâncias tóxicas sulfurosas, fosforosas e chumbo, satura em altíssimas concentrações de hidrocarbonetos, é inibido por produtos clorados e fluorados bem como produtos que contenham silicone, tem vida útil de dois a três anos e necessidade de calibração periódica e como visto anteriormente, necessidade de existir oxigênio para realizar a combustão. Também, esses tipos de sensores não distinguem a natureza do gás.

Os sensores catalíticos são os mais utilizados na indústria, por isso o cuidado com leituras falsas devem ser sempre observados. Assim uma falsa indicação ocorrerá numa atmosfera já dentro da faixa de inflamabilidade. Significa que se uma concentração de gás acima do limite inferior de inflamabilidade é aspirado pelo instrumento, o ponteiro do medidor irá defletir rapidamente até o fundo de escala (isto é, 100% LEL) e pode “zerar” a indicação logo em seguida. Caso ocorra esta rápida deflexão e queda brusca para zero e, em não sendo percebido pelo operador do instrumento, poderá causar a falsa impressão de que não há gás presente no ambiente. Isto porque, a contínua aspiração de tal mistura rica em gás, causa a “queima” do filamento do sensor, possivelmente em um tempo tão curto quanto 10 a 20 segundos (PETROBRAS, 2002).

Ainda segundo a Petrobras (2002), em atmosferas inertes, como é um ambiente com deficiência de oxigênio, não haverá a combustão para a realização da combustão, também não é indicado para medições de tanques e “*cofferdams*” pois caso tenha ocorrido o processo de corrosão ali dentro, houve consumo de oxigênio então provavelmente o volume de oxigênio estará abaixo de 19,5%.

Em camadas gasosas que contenham água ou vapor d’água, o detector poderá ter problemas similares ou apresentar leituras imprecisas com a possibilidade de condensação dentro do equipamento (PETROBRAS, 2002).

Caso dentro do espaço confinado venha ocorrer serviços de solda, pintura e pulverizações, também poderão ocorrer a falha do equipamento por envenenamento que ocorre quando os agentes químicos não foram totalmente queimados na combustão e ficam

depositados no filamento causando erro de leitura ou até mesmo a não detecção dos gases (PETROBRAS, 2002).

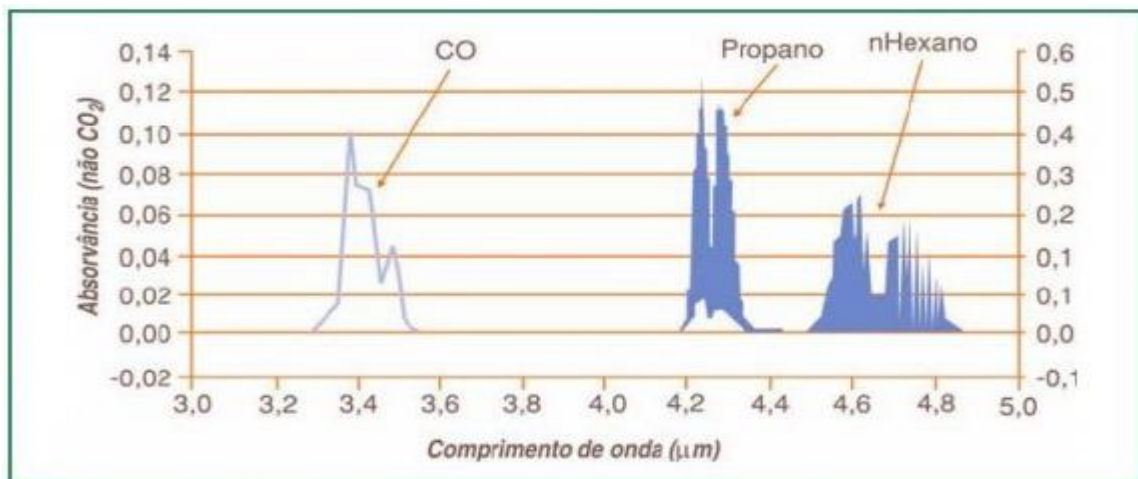
4.3 Sensores infravermelhos

Os sensores infravermelhos são os melhores para medir gases ou vapores combustíveis em ambientes com pouco ou nenhum oxigênio. Também é excelente na medição de CO₂ (dióxido de carbono) na atmosfera. Esse tipo de sensor também é imune a envenenamento por parte dos compostos químicos (MATOS, 2013).

Segundo a revista Mecatrônica Atual na edição número 36 diz que o princípio de funcionamento desse sistema, é aproveitando a propriedade ao qual os gases possuem que é o de absorção de espectros infravermelhos diferentes, então pode-se utilizar essa característica para elaborar sensíveis sensores seletivos de gases, utilizando-se um emissor infravermelho e um sensor infravermelho com filtros ópticos apropriados.

Abaixo, a figura 6, mostra o gráfico da relação entre o comprimento de onda e a absorvância de três gases.

Figura 6 - Comprimento de onda x absorvância dos gases.



Fonte: Mecatrônica Atual - Ano 6 - Edição 36 - Nov/07)

Em uma câmara em que flui o referido gás a ser monitorado, existem vários elementos aos quais formam o sistema sensor. O primeiro elemento é uma fonte de radiação que tenha componentes infravermelhos com uma certa faixa que abranja o espectro de absorção do gás que deve ser detectado. Essa fonte pode ser uma lâmpada comum, por exemplo. Depois, existem dois sensores colocados atrás de filtros que determinam a faixa de onda da radiação que deve ser monitorada. Um serve de referência e o outro é o sensor propriamente dito.

Assim, o sinal obtido na saída do sensor vem da diferença entre o sinal do elemento o qual tem o filtro que absorve o comprimento monitorado e o elemento que tem o filtro de referência. Isso significa que os dois elementos sensores estão sintonizados para comprimentos de onda diferentes.

Como o que o sensor detecta é a absorção da radiação na trajetória que é dada pela quantidade de moléculas do gás existente nesse percurso, mostra que a detecção depende da pressão do gás. Por isso, é comum adicionar a esses sensores um outro sensor (adicional) barométrico ao qual possa dar informações ao circuito que vai processar as informações para compensar esse efeito.

Os sinais obtidos dos sensores normais e do adicional (barométrico) passam pelo conversor, depois são enviados para o micro controlador ao qual fornece a saída para atuação e controle de um dispositivo externo. Normalmente esse dispositivo é um dispositivo numérico que vai fornecer a concentração do referido gás e adicionalmente soará um alarme e acionará as bombas de exaustão do detector para expulsar o gás que foi detectado.

A única desvantagem a ser observado nesse tipo de sensor e o alto custo de aquisição (MATOS, 2006).

4.4 Explosímetro

Explosímetros são equipamentos especialmente fabricados para detecção de gases e vapores inflamáveis.

Inicialmente, os medidores de gases eram apenas um instrumento para cada gás, mas nos dias atuais, são mais comuns os multigás, ao qual um único instrumento pode medir a concentração de mais um gás.

Os explosímetros indicam em porcentagem da faixa de explosividade dos gases inflamáveis (que contenham hidrocarbonetos). Como o metano é o gás mais comum, normalmente utiliza-se esse gás como padrão para calibração. Eles também medem em volume a concentração de oxigênio no ambiente.

Seu sensor trabalha pelo método catalítico, mas já existem modelos que utilizam o sensor infravermelho.

Abaixo segue a figura 7 ao qual mostra um modelo de explosímetro que foi vendido entre 1955 e 2004.

Figura 7 – Explosímetro.



Fonte: Gas Detection History – rkiinstruments.com

Devido a necessidade de calibração constante e várias desvantagens, esse tipo de equipamento vem caindo em desuso e praticamente não é mais utilizado.

4.5 Detectores multigás

De acordo com o *Gas Detection History (RKI Instruments)* no final da década de 1970 foi quando surgiu o primeiro detector de gás que podia medir a concentração de 3 gases, no caso, hidrocarbonetos, oxigênio e gás sulfídrico. E já no início da década de 1980, desenvolveu-se o multigás vendido e largamente utilizado até hoje ao qual mede a concentração de hidrocarbonetos, oxigênio, gás sulfídrico e monóxido de carbono.

No ano 2000 foi desenvolvido o primeiro multigás de pulso e em 2001, desenvolveu-se o menor medidor de gás portátil do mundo (*GAS DETECTION HISTORY*).

Abaixo seguem as figuras 8 e 9 que mostram os referidos detectores de gás portáteis.

Figura 8 - Detector de gás de pulso.



Fonte: Gas Detection History – rkiinstruments.com

Figura 9 - Menor detector de gás existente.



Fonte: Gas Detection History – rkiinstruments.com

O grande segredo dos detectores multigás é que em um único aparelho, foi conseguido colocar mais de um tipo de sensor de detecção, ou seja, dentro de um detector portátil, por exemplo, o da figura 9, existem sensores catalíticos, eletroquímicos e galvânicos (*RKI Instruments*).

4.5.1 Uso dos detectores Multigás

A detecção dos gases que estão dentro de um espaço confinado, pode ser considerado como um dos principais procedimentos que antecedem a entrada nesse ambiente (ARAÚJO. 2006).

Para Gerk (2015) a detecção dos gases em um ambiente confinado tem como objetivos:

- a) Proceder a avaliação dos riscos químicos;
- b) Avaliar a atmosfera dentro de um ambiente confinado para definir as condições de entrada;
- c) Quando iniciado o trabalho no espaço confinado, realizar o monitoramento contínuo dos gases e níveis de oxigênio ali presentes.

Falck (2008), lista outras razões, mas não se limita a:

- Monitoramento e controle ambiental;
- Proteção coletiva dos trabalhadores;
- Indicação do equipamento de proteção individual;
- Indicação de vazamento de gases;

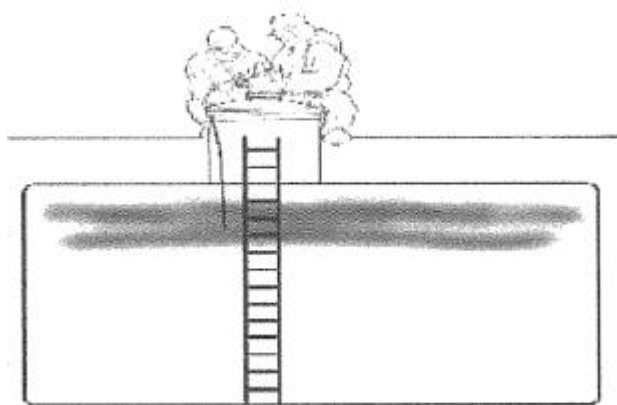
4.5.1.2 Monitoramento Inicial

Consiste numa avaliação inicial da atmosfera do ambiente confinado para ter uma primeira avaliação dos gases presentes no ambiente e o nível do oxigênio (FALCK, 2008).

A técnica de monitoramento consiste em avaliar os gases no topo, no meio e na parte inferior do espaço confinado (FALCK, 2008). Isso é em razão das características dos gases, pois alguns são mais pesados do que o ar, como o gás sulfídrico e se depositam na parte inferior, outros tem a densidade muito próxima ao do ar e ficam no mesmo nível, como o monóxido de carbono e outros tem densidade menor do que o ar e ficam no topo como o metano (ARAÚJO, 2006).

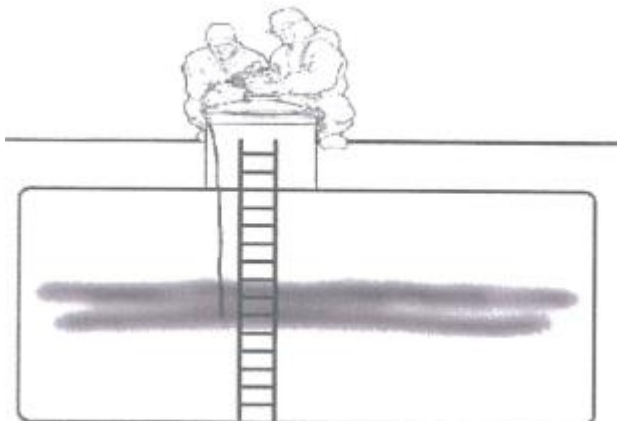
Abaixo, seguem as figuras 10, 11 e 12 que ilustram esse procedimento.

Figura 10 - Detecção de gases no topo do tanque.



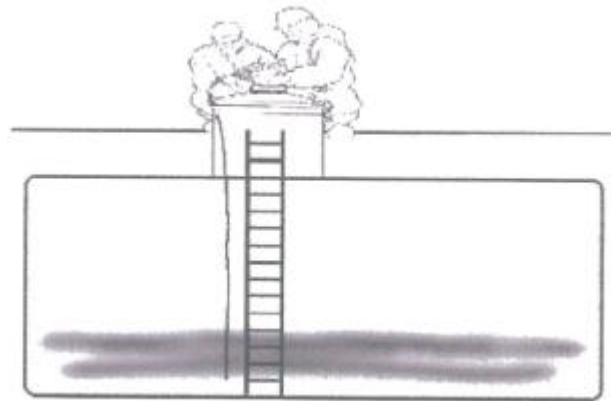
Fonte: Falk, 2008

Figura 11 - Detecção de gases no meio do tanque.



Fonte: Falk, 2008

Figura 12 - Detecção de gases do fundo do tanque.



Fonte: Falck, 2008.

É importante ressaltar que mesmo que a avaliação prévia indique que esteja seguro a entrada no espaço confinado, é fundamental que o monitoramento seja contínuo uma vez que já existam pessoas dentro do espaço confinado onde as concentrações dos gases poderão se alterar durante o trabalho. Também pode ocorrer aumento ou diminuição repentinos nos níveis de oxigênio no ambiente (FALCK, 2008).

4.5.1.3 Cuidados com os equipamentos

Segundo Gerk (2015), alguns cuidados com os detectores de gases devem ser observados:

- Testar os equipamentos antes do uso: consiste em testar os sensores com o gás padrão para certificar-se que os sensores responder a presença de gás;
- Utilizar equipamento de leitura direta, intrinsecamente seguro provido de alarme, calibrado e protegido contra emissões eletromagnéticas ou interferências de rádio-frequência;
- Em áreas classificadas, os equipamentos devem estar certificados ou possuir documento contemplado no âmbito do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade – INMETRO.

5 VENTILAÇÃO DE ESPAÇOS CONFINADOS

Segundo Araújo (2006) a ventilação é um procedimento que promove a renovação do ar e remove os contaminantes do ambiente.

Em espaços confinados, normalmente a ventilação não ocorre por meios naturais, ou seja, não há a circulação do ar no ambiente e também esse processo, quando é possível, é muito demorado e pode ser ineficiente e por isso é necessário fazer a ventilação mecânica (FALCK, 2008).

Para Pereira (2012), a ventilação pode ocorrer pelos seguintes motivos:

- 1) Quando os testes de gás iniciais não derem um resultado dentro dos limites satisfatórios;
- 2) Quando a ventilação natural não for adequada;
- 3) Quando houver a introdução de produtos químicos dentro do espaço confinado e for necessário a remoção dos mesmos.

Gerk (2015), define como objetivos da ventilação dos espaços confinados o restabelecimento das condições atmosféricas compatíveis com a saúde humana com a redução das concentrações das substâncias tóxicas assim como manter a concentração dos gases e vapores inflamáveis fora da faixa de explosividade.

Falk (2008), além dos objetivos acima citados, inclui que a ventilação deve também reduzir a temperatura do espaço confinado e aumentar as chances de sobrevivência de vítimas formando uma atmosfera respirável.

A ventilação é o que vai determinar a liberação do acesso dos trabalhadores ao espaço confinado de acordo com Rekus (1994, apud Araújo, 2006).

É proibido, em qualquer hipótese, a ventilação com oxigênio puro (ARAÚJO, 2006) pois pode deixar a atmosfera rica em oxigênio ficando assim propício para uma explosão.

Alguns critérios devem ser observados para o uso da ventilação (FALCK, 2008). São eles:

- a) Tipo do local a ser ventilado: a construção ou configuração interna do ambiente deverá ser verificado, pois determinados tipos de ventilação mecânica podem ter a eficiência influenciada dependendo do tipo do ambiente.
- b) Tipo da atmosfera: a identificação dos gases e vapores encontrados no espaço confinado, determinará qual será o tipo de ventilação mecânica a ser utilizado.

- c) Volume dos gases a serem removidos: o volume dos gases a serem removidos tem impacto direto na capacidade dos ventiladores (insufladores ou exaustores) a serem utilizados porque a capacidade dos mesmos é medida pela sua vazão (m^3/h).
- d) Duração da ventilação: é calculado ao dividir o volume do espaço confinado pela vazão do equipamento.
- e) Cuidados especiais caso ocorra serviço de solda em espaços confinados: caso ocorra serviço de solda, é necessário que ocorram simultaneamente, dependendo das substâncias metálicas ali presentes, o insuflamento e a exaustão.

5.1 Tipos de ventilação mecânica

Gerk (2015) define os tipos de ventilação mecânica em três tipos que são:

- Ventilação por insuflação;
- Ventilação por exaustão;
- Ventilação combinada.

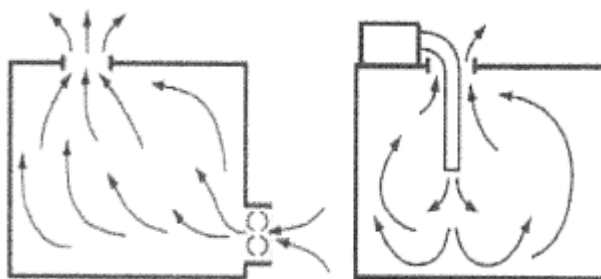
5.1.1 Ventilação por insuflação

Consistem em realizar uma ventilação de pressão positiva, ou seja, ao introduzir ar respirável dentro do espaço confinado, forçará a saída do ar contaminado do ambiente. Também é conhecida como ventilação geral ou diluidora (FALCK, 2008).

Esse método é muito eficiente quando o objetivo é proporcionar o conforto térmico e deixar as concentrações de oxigênio dentro dos limites de respiração do ser humano, porém ele não poderá ser o método mais eficiente em atmosferas com gases e vapores tóxicos pois quando é injetado o ar dentro do ambiente, causará um agito nos contaminantes e dispersá-los na atmosfera e isso não pode garantir que a quantidade total de contaminantes foi reduzido no espaço (FALCK, 2008).

A figura 13 ilustra o método de ventilação mecânica por insuflação.

Figura 13: Ventilação por insuflação.



Fonte Falck 2008

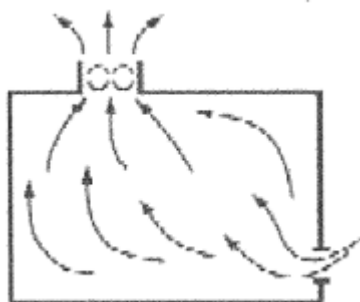
5.1.2 Ventilação por exaustão

Esse método consiste no uso da pressão negativa, ou seja, remover o ar contaminado do ambiente puxando-o para fora. O ar puro irá entrar no ambiente de forma natural por outra abertura e devido a força da exaustão tornar o ambiente com uma pressão negativa, irá arrastar esse ar puro pelo interior do espaço (FALCK, 2008).

Falck (2008) considera esse método como o mais eficiente para a remoção de gases e vapores tóxicos e inflamáveis e se a exaustão for colocada próximo ao contaminante, poderá ainda ser bem mais eficiente do que a ventilação por insuflação.

A figura 14 mostra como normalmente é feita essa ventilação.

Figura 14 - Ventilação por exaustão.



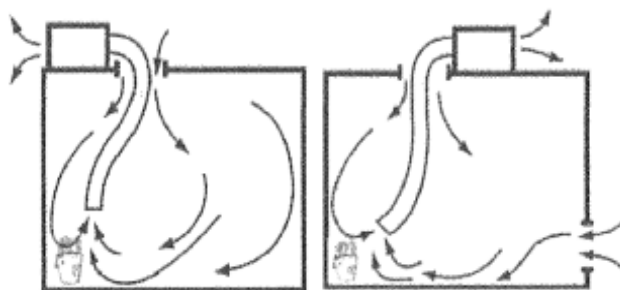
Fonte Falck 2008.

5.1.2.1 Ventilação por exaustão localizada

Ainda para Falck (2008), poderá existir uma situação ao qual o contaminante esteja localizado em um lugar específico dentro do espaço confinado e que será necessário direcionar a exaustão para esse local específico. Também é aconselhável em caso de serviços a quente ou quando se usa solventes.

Abaixo, na figura 15 há uma ilustração de como esse método é aplicado.

Figura 15: Ventilação por exaustão localizada.



Fonte Falck 2008

5.1.3 Combinação de ventilação e exaustão

Dependendo da situação atmosférica, será necessário combinar os dois métodos acima discutidos. Primeiramente se introduz o ar puro dentro do ambiente pelo método da insuflação e uma vez que os gases tóxicos estão diluídos na atmosfera, extrai-se esses gases pela exaustão. Esse método pode aumentar a eficiência da ventilação mecânica, porém para talvez sejam necessários um número grande de ventiladores e dutos aos quais por limitações do espaço confinado não poderão ser usados (FALCK, 2008).

5.2 Graus de ventilação

Para Gerk (2015), graus de ventilação é um conceito qualitativo ao qual define se a intensidade da ventilação diminuirá ou não o grau de risco do espaço confinado e está diretamente relacionado a velocidade do ventilador (insuflação ou exaustão) e o número de trocas de ar desejadas por tempo.

Segundo Falck (2008) e Gerk (2015) existem três graus de ventilação, são eles:

- a) Ventilação de grau alto: consiste na redução instantânea na concentração de gases e vapores tóxicos e inflamáveis dentro do espaço confinado;
- b) Ventilação de grau médio: adequação do espaço confinado após seis trocas de ar por hora.
- c) Ventilação de grau baixo: adequação do espaço confinado a valores abaixo de seis trocas de ar por hora.

5.3 Equipamentos utilizados na ventilação

O equipamento utilizado para suprir de ar fresco ou remover o ar contaminado de um ambiente confinado é ventilador que dependendo de qual parte esteja conectado ao duto de ventilação, pode funcionar na função de insuflador ou exaustor (FALK, 2008).

Para Gerk (2015), é necessário considerar a capacidade de fluxo (vazão), a curva vazão *versus* pressão, o tipo de alimentação (normalmente é o elétrico, mas pode ser também combustível), se é certificado para área classificada, o peso do ventilador, a capacidade de mobilidade e o nível de ruído.

Adicionalmente ao ventilador, são conectados dutos de ventilação que são utilizados para direcionar o fluxo de ar entre o ventilador e o espaço confinado e são normalmente flexíveis e sanfonados para facilitar a girada e manuseio (GERK, 2015).

Gerk (2015) lembra a necessidade de aterramento deste equipamento (quando elétrico) para evitar a possibilidade de explosão por carga elétrica.

Abaixo, a figura 16 ilustra um equipamento utilizado para ventilação completo.

Figura 16 - Equipamento completo de ventilação.



Fonte: GERK, 2015.

5.4 Outras formas de remoção de contaminantes

De acordo com Falck (2008), ainda existem mais duas formas aos quais são possíveis utilizar para remoção de contaminantes no estado líquido ou gasoso, que são:

- a) Purgação: é o processo de dispersar os gases e vapores perigosos de um espaço confinado através da lavagem com a injeção de gases ou vapores inertes. Esse

processo pode ser muito eficiente para remoção de solventes hidrocarbonetos com baixo ponto de fulgor, porém produz um novo risco de deixar a atmosfera com deficiência de oxigênio, por isso é recomendável que esse processo seja seguido de uma ventilação;

- b) Drenagem: como o próprio nome diz, é o processo de drenagem de líquidos ou substâncias pressurizados armazenadas no interior do espaço confinado ou nas tubulações existentes no ambiente confinado.

6 OUTROS RISCOS DOS ESPAÇOS CONFINADOS

Como visto nos capítulos anteriores, a atmosfera presente em um espaço confinado é considerado como um dos maiores riscos que se pode encontrar em um espaço confinado a bordo.

Mas, os riscos encontrados nos ambientes confinados, não se resume só aos riscos atmosféricos, existem outros riscos ao qual irão ser abordados.

6.1 Riscos físicos

De acordo com FALCK (2008) os riscos físicos estão relacionados a agentes que possuem a capacidade de alterar as características físicas existentes no ambiente.

Ainda segundo FALCK (2008) as lesões provocadas pelos agentes físicos podem ser: queimaduras, desidratação, instabilidade no sistema cardiocirculatório, hipotermia, hipertermia, perda auditiva, visão turva, perda de equilíbrio, etc.

6.1.1 Ruídos

O som pode oferecer sensações muito agradáveis, trazer à memória recordações e momentos felizes, todavia pode provocar sensações incômodas e até mesmo dolorosas. Quando o som assume o caráter indesejável, geralmente é chamado de ruído (BARBOSA FILHO, 2011).

Ainda de acordo com Barbosa Filho (2011), o ruído afeta o ser humano nos planos físico, psicológico e social. Além de distúrbios auditivos, o ruído pode causar alterações gastrointestinais, dilatação da pupila, alterações cardiovasculares, alterações neuropsíquicas (ansiedade, irritação, etc.) e alterações na habilidade (redução do rendimento, aumento no número de erros e da possibilidade de acidentes). Ainda se acrescenta a dificuldade na comunicação entre as pessoas.

A poluição sonora é uma das formas de maior potencial danoso à saúde humana.

De acordo com a Norma Regulamentadora 15 do Ministério de Trabalho e Emprego, o ruído pode ser classificado em três tipos: contínuo, intermitente e de impacto.

O ruído de impacto é o ruído que apresenta picos de energia acústica de curta duração (BARBOSA FILHO, 2011). Qualquer ruído que não seja de impacto, é classificado como ruído contínuo ou intermitente ao qual, segundo a Norma Regulamentadora 15 deve ser

medido em decibéis (dB). É com a leitura dos níveis de ruídos que serão verificados o tempo de permanência e medida de proteção a ser utilizado.

Em relação aos níveis de ruídos ao qual o trabalhador poderá ficar exposto, a Norma Regulamentadora 15 fornece uma tabela padrão ao qual todas as empresas que operam no Brasil devem seguir.

Tabela 6 - Limites de tolerância para ruídos contínuos ou intermitentes.

NÍVEL DE RUÍDO dB (A)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte: Norma Regulamentadora 15

Quando o trabalhador estiver exposto a diferentes níveis de ruídos por períodos distintos, deve ser considerada a combinação dos seus efeitos, de modo que a soma das seguintes frações não exceda a unidade, NR 33 (2006, apud Barbosa Filho, 2011).

$$\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \dots + \frac{C_n}{T_n}$$

Onde Cn é o tempo total de exposição a um nível de ruído específico; Tn é a máxima exposição diária permissível a este nível segundo o quadro acima.

É muito importante frisar que o uso não contínuo dos protetores auriculares resulta em uma proteção muito inferior daquela indicada pelo fabricante e comprovada pelo Certificado de Aprovação, por exemplo, um protetor que forneça uma atenuação de 15 dB (A) quando usado em tempo integral (toda a jornada de 8 horas) atenuará somente 4 dB (A) se for utilizado na metade do tempo de exposição (BARBOSA FILHO, 2011).

Dentro de um espaço confinado, basicamente o ruído poderá vir de diversas fontes, como um motor que esteja em funcionamento, martelete pneumático, marteladas manuais, lixadeiras, etc. No caso de navios, tem que se notar que o ruído também pode vir de áreas externas como, por exemplo, caso esteja ocorrendo o tratamento de uma chapa de aço no convés com um martelete pneumático e o ambiente confinado for imediatamente abaixo desse local, com certeza o ruído irá atingir a área confinada.

6.1.2 Calor

O calor está presente em diversos ambientes e claro, em ambientes confinados, uma vez que são locais aos quais não possuem ventilação é ineficiente para o ser humano.

Barbosa Filho (2011) diz que devido a necessidade de regulação de temperatura do organismo humano, este é considerado uma complexa máquina térmica. Devido as trocas de calor que o ser humano realiza ao executar suas atividades metabólicas colocam-no diante da necessidade de reposição energética de água e sais.

Como o homem é um ser homeotérmico, ou seja, para manter a sua sobrevivência, necessita manter a temperatura interna do seu organismo constante girando em torno de 37°C e admitindo variações entre 36,1°C e 37,2°C sendo que os extremos para a sobrevivência são 32°C como mínima temperatura e 42°C de máxima (BARBOSA FILHO, 2011).

Normalmente, quando se é considerado a condição térmica de um ambiente, apenas se verifica a temperatura do local, mas isso é uma prática considerada errônea visto que além da temperatura do ambiente, se deve ser considerado também a intensidade do esforço físico a ser despendido, a ventilação do local, a umidade, características construtivas do ambiente e a vestimenta do trabalhador (BARBOSA FILHO, 2011).

O corpo humano se utiliza de três formas para realizar trocas de calor com o meio ambiente a saber, Ruas (1999, *apud* Araújo, 2006):

- a) Convecção: acontece quando o ar está mais frio do que o corpo, então o corpo transfere calor para o ar frio que está ao redor.
- b) Radiação Térmica: é o processo pelo qual a energia radiante é transmitida da superfície quente para a fria por meio de ondas eletromagnéticas que ao atingirem a superfície mais fria se transformam-se em calor.
- c) Evaporação: quando as condições ambientais são tais que as trocas de calor por convecção e radiação térmica não são suficientes para equilibrar a temperatura do corpo humano, então as glândulas sudoríparas intensificam sua atividade fazendo

com que o corpo humano perca calor por evaporação da sua humidade (suor) que se forma na pele.

Em vista dos três mecanismos de troca de calor que o corpo humano pode utilizar, pode-se então utilizar o termo conforto térmico para definir essa troca de calor com meio ambiente, ou seja, sempre que a diferença de calor entre o ser humano e o ambiente ao qual está inserido for nulo, diz-se que ali há conforto térmico (ARAÚJO, 2006).

A legislação brasileira na Norma Regulamentadora 15 estabelece o uso do índice de bulbo úmido – termômetro de globo (IBUTG) que é definido pelas equações:

a) Ambientes internos ou externos sem carga solar:

$$\text{IBUTG} = 0,7T_{bn} + 0,3T_g$$

b) Ambientes externos com carga solar:

$$\text{IBUTG} = 0,7T_{bn} + 0,2T_g + 0,1T_{bs}$$

Onde:

T_{bn} – temperatura de bulbo úmido natural (°C);

T_{bs} – temperatura de bulbo seco;

T_g – temperatura de globo.

Em função do índice obtido no cálculo acima, a Norma Regulamentadora 15 define o regime de trabalho intermitente na tabela 7.

Tabela 7 - Regime de trabalho intermitente com descanso no próprio local de trabalho por tipo de atividade.

REGIME DE TRABALHO INTERMITENTE COM DESCANSO NO PRÓPRIO LOCAL DE TRABALHO (por hora)	TIPO DE ATIVIDADE		
	LEVE	MODERADA	PESADA
Trabalho contínuo	até 30,0	até 26,7	até 25,0
45 minutos trabalho 15 minutos descanso	30,1 a 30,5	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
30 minutos trabalho 30 minutos descanso	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9
15 minutos trabalho 45 minutos descanso	31,5 a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
Não é permitido o trabalho, sem a adoção de medidas adequadas de controle	acima de 32,2	acima de 31,1	acima de 30,0

Fonte: NR15.

E na tabela 8, a tolerância para exposição ao calor:

Tabela 8 - Tolerância para exposição ao calor.

M (Kcal/h)	MÁXIMO IBUTG
175	30,5
200	30,0
250	28,5
300	27,5
350	26,5
400	26,0
450	25,5
500	25,0

Fonte: NR15

Para a taxa de metabolismo médio ponderado, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$M = \frac{M_t \times T_t + M_d \times T_d}{60}$$

60

Onde:

M – taxa de metabolismo média ponderada para o período de uma hora;

M_t – taxa de metabolismo no local de trabalho (encontra-se na figura XX);

T_t – soma dos tempos, em minutos, que se permanece no local de trabalho;

M_d – taxa do metabolismo no local de descanso (encontra-se na figura XX);

T_d – soma dos tempos, em minutos, em que se permanece no local de descanso.

Tabela 9 - Relação entre o tipo de atividade e a queima calórica por hora.

TIPO DE ATIVIDADE	Kcal/h
SENTADO EM REPOUSO	100
TRABALHO LEVE	
Sentado, movimentos moderados com braços e troncos (ex. datilografia)	125
Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (ex. dirigir)	150
De pé, trabalho leve, em máquina ou bancada, principalmente com os braços	150
TRABALHO MODERADO	
Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas.	180
De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	175
De pé, trabalho moderado em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	220
Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar.	300
TRABALHO PESADO	
Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos (ex. remoção com pá).	440
Trabalho fatigante.	550

Fonte: NR15

Infelizmente, esse fator não é muito considerado em trabalhos confinados a bordo, visto que muitas vezes os trabalhadores envolvidos só se preocupam com a ventilação relativa a expulsão de gases tóxicos, inflamáveis e asfixiantes. Devido a todos os riscos envolvendo o calor, é muito importante que o trabalhador se atente para essa variável.

6.1.3 Iluminação

Usualmente, um espaço confinado é um local sem iluminação apropriada ou até sem iluminação alguma, sendo necessário o uso de luminárias e lanternas intrinsecamente seguras para a realização do trabalho.

Mas, ao se trabalhar a questão de iluminação, não tem sido observada, assim como a questão do calor, com muita importância. Normalmente se utiliza o mínimo para realizar o trabalho sem se perceber que a falta de iluminação adequada pode trazer outros riscos como tropeções e quedas.

Os olhos são responsáveis pela a maioria dos estímulos que chega ao homem, assim assumem um fundamental papel sobre o desempenho, seja na própria percepção, seja, no controle das ações e movimentos realizados. Portanto a iluminação oportuna em termos de quantidade e qualidade (brilho, cor, etc) e a sua distribuição no ambiente são fatores fundamentais para atingir a performance visual requerida para a realização das tarefas (BARBOSA FILHO, 2011), como por exemplo, não é adequado a realização de uma inspeção de tanque apenas utilizando uma lanterna ou realizar uma pintura com pouca iluminação pois alguns cantos podem passar despercebidos devido a falta de iluminação.

6.1.4 Radiações ionizantes ou não ionizantes

Para Barbosa Filho (2011), radiações ionizantes são aquelas cujo o nível de energia fornecido é suficiente para ionizar átomos e moléculas, ou seja, a energia de interação altera o estado vigente.

Esse tipo de ionização pode alterar nossas células causando vários distúrbios e podendo até levar a morte.

Como exemplos tem-se os raios x, raios gama, partículas alfa e partículas beta.

Por sua vez, os raios não ionizantes, por terem níveis de energia relativamente baixos, não tem a capacidade de interação com as células, porém podem causar

alguns danos a saúde e por isso também alguns cuidados são requeridos (BARBOSA FILHO, 2011).

Os raios infravermelhos, ultravioletas, micro-ondas, laser e radiofrequência são alguns exemplos.

Quando ocorre a exposição do corpo humano a radiação, quatro eventos podem ocorrer Okuno (1988, apud Barbosa Filho, 2011):

- a) A radiação passa próximo ou através da célula sem produzir dano;
- b) A radiação danifica a célula, mas ela é reparada adequadamente;
- c) A radiação mata a célula ou a torna incapaz de se reproduzir;
- d) O núcleo da célula é lesado, sem, no entanto, provocar morte celular. A célula sobrevive e se reproduz na sua forma modificada.

A situação mais comum de se encontrar radiações em espaços confinados a bordo, é quando é feita a medição de espessura de chapa e quando existem motores dentro desses espaços aos quais se faz necessário fazer pesquisas sobre desgaste.

Em termos de radioproteção, de acordo com Barbosa Filho (2011), baseia-se em três medidas básicas:

- 1) Blindagem: que diz respeito a proteção individual, de partes do corpo ou corpo inteiro, com a finalidade de reduzir a incidência da intensidade da energia radiante;
- 2) Distanciamento da fonte: uma vez que a intensidade da radiação incidente sobre um corpo é inversamente proporcional ao quadrado da distância entre este a fonte emissora;
- 3) Redução do tempo de exposição: adequação do tempo de exposição ao mínimo necessário em função da técnica utilizada.

Assim, é necessário uma boa avaliação do trabalho a ser executado quando se tratando de radiação.

6.1.5 Vibração

Para Barbosa Filho (2011) a vibração pode ser entendida como a oscilação de segmentos de um corpo em torno de determinado ponto fixo ou de referência.

Muitas atividades cotidianas submetem o corpo a exigências de natureza vibratória. Normalmente a vibração atinge mais as mãos e os membros superiores e ainda podem incidir nos sistemas circulatórios, neurológico e ósteo-muscular (ossos, tendões e articulações). Por

isso, os cuidados com a vibração vão além fornecer meros equipamentos de proteção individual (BARBOSA FILHO, 2011).

Os critérios de avaliação quanto a severidade dos efeitos da sujeição à vibração segundo Iida ((1990, apud Barbosa Filho, 2011), são:

- a) Limite de conforto: sem maior gravidade, como ocorre em veículos de transporte coletivos;
- b) Limite de fadiga (ou capacidade de desempenho): provoca a redução na eficiência do trabalhador, como por exemplo, ao utilizar máquinas que vibram.
- c) Limite de exposição (segurança): corresponde ao limiar do risco à saúde.

As medidas de prevenção são eliminatórias ou apenas minimizam as vibrações, sejam na fonte ou na redução do tempo de exposição àquela vibração.

A bordo o martetele pneumático é o exemplo mais comum de vibração.

6.1.6 Outros Riscos Físicos

De face exposto acima, ainda existem outros tipos de riscos físicos aos quais são mais raros de se encontrar a bordo e que não são objetos do presente trabalho tais como fadiga e pressão anormal (FALCK, 2008).

6.2 Riscos mecânicos

Para Falck (2008) os riscos mecânicos estão ligados ao contato físico direto com a pessoa para produzir mecanismo nocivo de lesão. Assim, quando um trabalhador manuseia uma ferramenta ou fica exposto a um sistema não protegido poderá ser vítima de lesões aos quais pode até levar a morte.

As lesões provocadas pelos riscos mecânicos podem ser engolfamentos, choques, amputações, perfurações, esmagamentos, etc.

A seguir, serão discutidos alguns riscos mecânicos que podem ser encontrados em espaços confinados a bordo.

6.2.1 Riscos Elétricos

Extremamente necessária em todo o mundo pelas facilidades proporcionadas ao homem moderno, a energia elétrica também se caracteriza pela enorme potencialidade de riscos ao qual pode oferecer (BARBOSA FILHO, 2011).

Para Barbosa Filho (2011) o choque elétrico é uma perturbação que se manifesta no organismo, quando é percorrido por uma corrente elétrica.

Os fatores a seguir, são determinantes para a gravidade do choque elétrico (BARBOSA FILHO, 2011):

- O percurso da corrente elétrica no corpo humano;
- A intensidade da corrente;
- A espécie de corrente elétrica (corrente contínua ou corrente alternada);
- A tensão elétrica;
- O tempo de duração do choque elétrico;
- A frequência da corrente elétrica (Hz);
- As condições orgânicas do indivíduo.

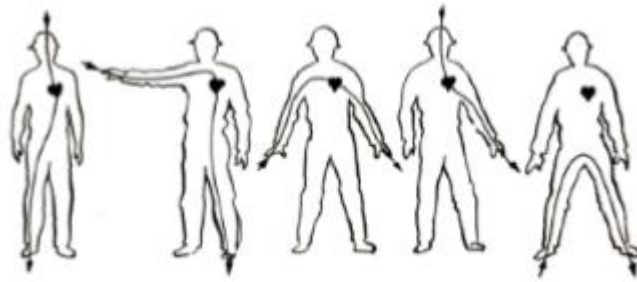
Ainda de acordo com Barbosa Filho (2011) as principais perturbações causadas ao organismo decorrente do choque elétrico, são:

- a) Câimbras: em si, não trazem maiores problemas, entretanto podem gerar outros de maior gravidade como a queda de um andaime;
- b) Tetanização: enrijecimento muscular que, em alguns casos, pode impedir que o trabalhador solte o elemento de tensão;
- c) Parada respiratória: acontece quando ocorre a paralisação dos músculos respiratórios cuja a gravidade varia de acordo com a duração do choque.
- d) Fibrilação: ocorre quando as fibras musculares do coração perdem o sincronismo normal que faz com que ocorra uma parada da função de bombeamento e que pode gerar todos os danos referentes à ausência dessa função no corpo humano;
- e) Queimaduras: podem ser várias intensidades e danos. Os efeitos da queimadura podem até levar uma pessoa à morte. A queimadura ocorre pela ação da corrente elétrica sobre a pele ou por contato com o material queimado (muito quente) que se originou devido ao efeito térmico produzido pela aquela corrente. A gravidade da queimadura também depende do órgão afetado, como por exemplo, os tecidos

nervosos não suportam temperaturas superiores a 45°C e que se isso acontecer poderão ocorrer danos vitais.

A figura 17 demonstra os caminhos que a corrente elétrica pode percorrer no organismo, os mais perigosos são os que passam pelo coração.

Figura 17 – Percurso da corrente no corpo humano



Fonte: Araújo, 2006.

Em relação ao elemento causador do choque, para Barbosa Filho (2011), existem três classificações a seguir:

- Choque estático: ocorre quando há contato físico com o capacitor carregado;
- Choque dinâmico: ocorre quando existe o contato físico com um condutor energizado;
- Choque atmosférico: ocorre por ação de descarga elétrica na atmosfera no corpo humano.

Em espaços confinados a bordo, o choque elétrico pode ocorrer basicamente ao fazer a instalação elétrica para as luminárias, uma vez que a maioria dos espaços confinados a bordo não possui iluminação.

Adicionalmente, podem existir máquinas elétricas dentro do espaço em questão em que cuidados adicionais são muito importantes.

Quanto aos cuidados a serem tomados, Babosa Filho (2011) classifica três aspectos a saber:

- a) Proteção contra contato direto:
 - Afastamento do trabalhador da rede elétrica;
 - Uso de barreiras;
 - Isolamento adequadamente realizada.

- b) Proteção contra o contato indireto:
 - Erro na instalação elétrica ou defeitos de isolamento;
 - Energização de peças metálicas.
- c) Cuidados extras:
 - Ferramentas inadequadas;
 - Ambientes úmidos;
 - Manutenção de equipamentos;
 - Proteção do trabalhador.

Um cuidado muito importante a ser notado, é quanto a questão do aterramento do equipamento elétrico. Gerk (2015) define alguns cuidados quanto ao aterramento elétrico. São eles:

O aterramento deve limitar a tensão (“voltagem”) que pode estar presente entre a carcaça metálica de um equipamento com falha de isolamento e a estrutura da plataforma. A corrente deve ser drenada pelo cabo de aterramento ao invés de circular pelo corpo de uma pessoa que possa estar em contacto com o equipamento.

Fornecer um caminho de baixa resistência ou baixa impedância para as correntes de falha (curto-circuito) para a “terra”.

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, referenciando-as ao terra.

Aterramento destinado à compatibilidade eletromagnética (CEM) para evitar interferências de/para equipamentos eletrônicos sensíveis.

Aterramento para circuitos intrinsecamente seguros, que deve assegurar potencial de terra e proteção em caso de falha nos sistemas intrinsecamente seguros.

Deve ser independente do aterramento de segurança.

De acordo com a Norma Regulamentadora 10 do Ministério do Trabalho e Emprego todos os serviços executados em instalações elétricas devem ser previstas e adotadas, prioritariamente, medidas de proteção coletiva que podem ser aplicáveis para garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores. Prioritariamente deve-se aplicar a desenergização, se não for possível, o emprego de rede de tensão de segurança.

Mesmo que não seja possível implantar as medidas de segurança informadas no parágrafo anterior, outras medidas devem ser utilizadas como medidas de proteção coletiva,

tais como: isolamento das partes vivas, obstáculos, barreiras, sinalização, sistema de seccionamento automático de alimentação e bloqueio do religamento automático (NR 10).

Caso seja impossível aplicar medidas de proteção coletiva, adotam-se medidas de proteção individuais que estão abordados na Norma Regulamentadora 6 do Ministério de Trabalho e Emprego. Ainda a NR 10, define que os equipamentos de proteção individuais deverão ser adequados as atividades desenvolvidas e que devem contemplar fatores de condutibilidade, inflamabilidade e influências eletromagnéticas. Entretanto não há uma definição clara quanto ao tipo de equipamento individual a ser utilizado, nesse caso, quanto as vestimentas. Por isso, durante a análise de riscos, esses fatores devem ser considerados e definidos quais equipamentos de proteção devem ser usados. Esse assunto será abordado futuramente.

6.2.2 Produtos Químicos

Os produtos químicos estão presentes na maioria dos produtos industrializados. Mesmo sem perceber, muitas vezes estamos em contato com produtos químicos.

A bordo, principalmente em espaços confinados, o contato com esses produtos são muito perigosos uma vez que qualquer medida de resgate ou segurança é dificultado pois é um local de difícil acesso ou com outros riscos pertinentes àquele local.

Os riscos aos produtos químicos estão associados a reações alérgicas na pele, dos pelos do corpo, do aparelho respiratório, das mucosas, etc. (BARBOSA FILHO, 2011).

Alguns conceitos sobre toxicologia são pertinentes a esse estudo aos quais Oga (1996, *apud* BABOSA FILHO, 2011) descreve:

Toxicologia: é a ciência que estuda os efeitos nocivos decorrentes das interações de substâncias químicas com o organismo;

Agente tóxico ou toxicante: é a entidade química capaz de gerar dano a um sistema biológico.

Veneno: é um agente tóxico que altera ou destrói as funções vitais.

Droga: é toda substância capaz de modificar ou explorar o sistema fisiológico ou estado patológico.

Fármaco: é uma droga que atua em benefício do organismo receptor.

Toxidade: é a propriedade que tem os agentes tóxicos de promoverem danos às estruturas biológicas, por meio de interações físico-químicas.

Ação tóxica: é a maneira pela qual um agente tóxico exerce sua atividade sobre estruturas teciduais.

Xenobiótico: é o termo usado para designar substâncias químicas estranhas ao organismo.

Ainda Rahde (1992, *apud* BARBOSA FILHO, 2011) aponta outros conceitos muito importantes associados à toxicologia. São eles:

Dose: é a quantidade de substância administrada a um organismo.

Dose letal: é a quantidade de substância que provoca a morte do organismo.

Perigo: associado à toxicidade de um agente, é a propabilidade de que este cause um efeito prejudicial ao organismo.

Em se tratando da ocorrência de eventos que geram a intoxicação, seus sinais e sintomas, Oga (1996, *apud* BARBOSA FILHO, 2011) define em quatro fases, a saber:

- 1) Fase de exposição: é a fase em que as superfícies externa ou interna do organismo entram em contato com o toxicante.
- 2) Fase de toxicocinética: inclui todos os processos envolvidos na relação entre a disponibilidade química e a concentração do fármaco nos diferentes tecidos do organismo. Intervêm nessa fase a absorção, a distribuição, o armazenamento e a excreção das substâncias químicas. As propriedades físico-químicas dos toxicantes determinam o grau de acesso aos órgãos-alvo, assim como a velocidade de sua eliminação pelo organismo.
- 3) Fase de toxicodinâmica: compreende a interação entre as moléculas do toxicante e os sítios de ação, específicos ou não, dos órgãos e, conseqüentemente, o aparecimento de desequilíbrio homeostático.
- 4) Fase clínica: é a fase em que há evidências de sinais e sintomas, caracterizando os efeitos nocivos provocados pela interação do toxicante ao organismo.

Os cuidados ao manusear produtos químicos, como por exemplo tintas e solventes, em espaços confinados são muito importantes uma vez que a condição especial de ventilação, iluminação e temperatura podem não estar adequados.

6.2.3 Quedas

Alguns espaços confinados a bordo, tem um fato complicador que é a altura, ou seja, para acessar ao piso do espaço confinado, uma vez lá dentro, o acesso se dar por meio de escadas que causam um risco de queda.

Para o exercício dessa atividade conjugada (espaço confinado e trabalho em altura), é requerida tanto do material a ser utilizado quanto dos trabalhadores que irão executar esse serviço a mais estreita confiabilidade (BARBOSA FILHO, 2011).

Se dentro do espaço confinado for utilizados andaimes, cuidados específicos deverão ser tomados não apenas durante o uso, mas durante a montagem e desmontagem do andaime, pois nesses diferentes momentos, acidentes podem acontecer (BARBOSA FILHO, 2011).

Ainda de acordo com Barbosa Filho (2011), jamais improvisações calços devem ser utilizados.

A Norma Regulamentadora 18 do Ministério do Trabalho e Emprego nos itens 12 e 13 traz orientações quanto à proteção no uso de escadas, rampas e passarelas provisórias e contra quedas de altura aplicáveis à construção civil, mas para Barbosa Filho (2011), podem ser aplicadas em outras indústrias.

Como uma embarcação reage a todos os efeitos da natureza, principalmente o balanço e o caturro, faz com que muitas empresas restrinjam o uso desses equipamentos a bordo.

Normalmente as escadas são fixas e podem ou não possuir guarda corpo e a montagem de andaimes pode ou não se liberada em alto mar. Cada trabalhador deve se adequar ao procedimento de sua empresa.

Quando o presente estudo abordar o uso dos equipamentos de proteção individuais, os equipamentos relativos à atividades em altura serão abordados adequadamente.

6.2.4 Máquinas e equipamentos

Ao lado das inúmeras vantagens trazidas com a introdução das máquinas ao processo produtivo, igualmente afloraram aspectos negativos. A existência de partes móveis, aquecidas e de brusco movimento, arestas cortantes, além dos sistemas de transmissão de força e os elementos de operação propriamente ditos, causaram e ainda causam muitos acidentes de trabalho (BARBOSA FILHO, 2011).

Ainda segundo Barbosa Filho (2011), quando se refere à ampliação da capacidade produtiva propiciada por um aparato, tem-se que considerar também para tal finalidade, além das máquinas, todas as ferramentas, pois estas servem justamente a este propósito: ampliar a capacidade de trabalho do ser humano. Então, ferramentas manuais devem ser analisadas quanto à segurança oferecida ao usuário.

Em relação a essas ferramentas manuais é onde acontecem muitos acidentes de trabalho, principalmente relativo as máquinas e equipamentos perfurantes ou cortantes.

6.2.5 Outros Riscos Mecânicos

Segundo Falk (2008) outros riscos mecânicos podem ser associados aos espaços confinados, tais como descargas de energia, seja na forma de calor, pneumáticos ou hidráulicos.

Na questão da descarga de fluidos pressurizados (seja na forma de ar comprimido, óleo hidráulico, água quente, etc.), é importante notar que é muito comum redes pressurizadas passarem por dentro de ambientes confinados e que uma pancada acidental com o capacete pode danificar essas redes e ocorrer um grave acidente caso o fluido pressurizado atinja olhos, mão ou a face.

Adicionalmente, comumente existe muita dificuldade para o ser humano se locomover dentro de espaços confinados a bordo e por isso, muitos trabalhadores se utilizam dessas redes como apoio para se locomover ao qual pode causar dano na rede e vazamento do fluido no trabalhador.

Ainda de acordo com Falk (2008), escorregões e tropeções podem ocorrer em ambientes confinados uma vez que como explicado anteriormente, a locomoção dentro de ambientes confinados são muito difíceis.

6.3 Riscos biológicos

Riscos biológicos são aqueles decorrentes dos chamados agentes biológicos introduzidos nos processos de trabalho como parte integrante do processo produtivo (FALCK, 2008).

Para Araújo (2006), são considerados agentes biológicos os micro-organismos que podem contaminar o trabalhador e são basicamente: bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários e vírus.

Um cuidado muito importante que deve-se ter, principalmente quando se entra em tanques de lastro, que a água introduzida naquele tanque pode estar poluída e/ou contaminada e seus agentes biológicos ficaram dentro do tanque mesmo após o descarte da água.

Quanto à periculosidade, esses agentes biológicos estão classificados em quatro classes (BARBOSA FILHO, 2011). São elas:

- a) Classe 1: contempla os agentes não perigosos ou de mínimo perigo.
- b) Classe 2: são os agentes de perigo potencial comum. Se inclui nessa classe todos os agente que podem provocar enfermidades com graus variados de gravidade.

- c) Classe 3: nessa classe inclui patógenos que requerem condições restritivas especiais.
- d) Classe 4: são os mais perigosos que podem causar epidemias.

Ainda segundo Barbosa Filho (2011), as principais formas de contágio são:

Contágio direto: vias respiratórias, pele, beijo e relações sexuais;

Contágio indireto: por meio de objetos contaminados ou pelo ar ambiente;

Transmissão por vetores mecânicos: feitos normalmente por insetos;

Transmissão via vetores biológicos: é quando há um hospedeiro intermediário na transmissão da doença, como o mosquito *anopheles* que abriga o plasmódio, causador da malária;

Transmissão por vetores intercalados: ocorre quando, para completar seu ciclo de vida, o agente etiológico necessita de mais de um vetor para infestar o homem;

Transmissão por meio de alimentos: água não tratada ou alimentos mal conservados tornam-se perigosos e comum forma de contágio por agentes biológicos;

Transmissão pelo solo: algumas formas de agentes biológicos permanecem ativas na superfície do solo e mesmo a alguns centímetros abaixo desta.

Para efeitos de espaços confinados a bordo, é muito importante o cuidado com a transmissão direta e indireta que são as mais comuns. Existe um cuidado especial ao se trabalhar dentro de tanques de água para consumo humano em navio, justamente para evitar esse tipo de contaminação. Pessoas doentes ou resfriadas não devem entrar nesses tanques, pois podem contaminar o ambiente e passar os agentes biológicos para água que será consumida pela tripulação.

6.4 Riscos ergonômicos

Antes de definir os riscos ergonômicos, é importante explicar o que é a ergonomia. Para Barbosa Filho (2011), define da seguinte forma:

Ergonomia é o termo designativo da aplicação multidisciplinar de conhecimentos que trata de uma série de cuidados que envolve o homem e as particularidades inerentes a cada tarefa que realiza na condição de trabalho, observadas as características e limitações individuais. Para tanto, esse trabalho deve ser entendido em sua forma mais ampla, não apenas relacionado ao esforço físico, mas em todas as dimensões. Só assim serão plenamente atingidos os objetivos de potencializar os resultados desse trabalho e de minimizar os esforços, o desgaste e os possíveis danos à integridade da saúde humana provenientes dessa condição.

Em virtude disso, tem-se como consequência os riscos ergonômicos que para Falck (2008) são os riscos introduzidos nos ambientes de trabalho e inadequados às limitações dos seus usuários. Sua atuação é caracterizada por atingirem exclusivamente os trabalhadores.

Como exemplos a bordo, é comum encontrar elipses muito estreitas, acessos limitados e muitas vezes, o excesso de peso de equipamentos, ferramentas ou equipamentos de proteção individuais (FALK, 2008).

6.5 Riscos combinados

Para Falk (2008), durante a análise prévia dos riscos envolvidos, deve-se observar a possível combinação de riscos desenvolvidos que pode resultar em um terceiro risco diverso e/ou não previsto, como por exemplo, um curto circuito que pode provocar um centelhamento e assim servir como fonte de ignição para uma explosão ou um grande incêndio que, por sua vez, pode provocar a deficiência de oxigênio no ambiente.

6.6 Riscos psicológicos

São riscos de fundo comportamental de cada trabalhador no que se refere aos aspectos emocionais individuais motivados por algum tipo de despreparo ou desequilíbrio psíquico ou de saúde (Falck, 2008).

Esses riscos são aspectos subjetivos, ou seja, são fatores limitantes para os trabalhadores que vão além da falta de qualidade na execução do trabalho ou mesmo a falta de treinamento, como por exemplo a claustrofobia, a fadiga ou o ruído podem causar situações de estresse emocional que irá expor o trabalhador no espaço confinado.

7 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO E PERMISSÃO DE ENTRADA EM ESPAÇOS CONFINADOS

Não há dúvidas de que em maior ou menor grau, todas as atividades produtivas possuem riscos que podem estar sujeitos a todos que estão relacionados a ela, seja direta ou indiretamente (BARBOSA FILHO, 2011).

Os riscos em espaços confinados, devem, sempre que possível, ser identificados e elencados no planejamento do trabalho a ser executado, identificando as causas e efeitos e estabelecer uma ordem de gravidade para esses riscos definindo medidas para suprimi-las ou mitigá-las, seja por medidas preventivas ou proteção, ou seja, ações de previsão (BARBOSA FILHO, 2011).

7.1 Análise preliminar de riscos

Durante o planejamento do serviço, é muito importante que o trabalho a ser feito seja bem entendido pois a partir daí é que os riscos serão identificados e discutidos para posteriormente serem tomados os cuidados adequados. Essa fase de planejamento da tarefa a ser executado é uma fase muito crítica, pois uma falha na identificação de riscos, irá gerar uma falta de cuidado em determinado risco e poderá gerar um acidente ou uma fatalidade.

Assim, Barbosa Filho (2011) define que essa antecipação de riscos e cuidados a serem tomados ainda na fase de concepção do trabalho chama-se de “Análise preliminar de perigo ou risco” ou simplesmente APP ou APR.

Ainda segundo Barbosa Filho (2011), a análise preliminar de risco é uma técnica qualitativa realizada antes da execução do trabalho, com a participação com a participação dos gestores, trabalhadores e especialistas.

No planejamento do trabalho, é importante verificar se os trabalhadores envolvidos na tarefa tem o curso de entrada em espaço confinado e são certificados de acordo com a Norma Regulamentadora 33 do Ministério de Trabalho e Emprego, pois ninguém deve entrar em espaço confinado sem o referido curso. Caso alguém não tenha o curso ou esteja com o certificado vencido, esse trabalhador deverá ser substituído por outro habilitado (NR 33).

É importante ressaltar que, mesmo a APR por definição seja uma técnica utilizada durante a fase inicial de um trabalho, é muito importante que se aquele trabalho ou tarefa se torne repetitivo, um padrão de rotina de revisão da determinada APR seja feita para identificar possíveis riscos não detectados anteriormente.

Cada empresa tem no seu sistema interno de SMS (Segurança, Meio ambiente e Saúde) um formulário padrão de APR adotado para que os trabalhadores sigam a fim de mitigar possíveis erros durante a confecção de uma APR.

Assim, tem-se que o risco é decorrente da presença de perigo, ao qual pode ser minimizado com ações que objetivam a prevenção de um acidente ou minimizar suas consequências. Então para uma mesmo perigo em situações distintas, em razão das salvaguardas existentes para cada cenário, podem haver graus de riscos diferentes, em outras palavras, de propabilidade de ocorrência de um evento indesejado (BARBOSA FILHO, 2011).

Em síntese, para Barbosa Filho (2011), a gradação dos riscos podem ser classificados, quanto ao potencial danoso ao sistema produtivo e às pessoas da seguinte forma:

Tabela 10 - Gradação dos riscos.

Grau	Severidade	Características
I	Desprezível	Não causa degradação impeditiva de funcionamento ao sistema produtivo (processo ou instalações) ou ameaça os recursos humanos.
II	Marginal / Limítrofe	Degradação moderada com danos menores, sem causar lesões. Compensável ou controlável.
III	Crítica	Degradação crítica. Dano substancial, com lesões, impondo ações imediatas.
IV	Catastrófica	Causador de séria degradação ou perda do sistema produtivo, bem como lesões graves ou mortes.

Fonte: BARBOSA FILHO. 2011, p. 315.

E ao considerar a frequência esperada para a ocorrência, Barbosa Filho (2011) estima qualitativamente o risco do empreendimento qualquer pela tabela a seguir:

Tabela 11 - Riscos estimados.

Categoria	Frequência anual	Descrição
A – Extremamente Remota	$f < 10^{-4}$	Conceitualmente possível, mas de ocorrência extremamente improvável durante toda a vida útil do sistema produtivo.
B – Remota	$10^{-4} < f < 10^{-3}$	Ocorrência não esperada durante a vida útil do sistema produtivo.
C – Pouco Provável	$10^{-3} < f < 10^{-2}$	Pouco provável de ocorrer durante toda a vida útil do sistema produtivo.
D – Provável	$10^{-2} < f < 10^{-1}$	Esperado ocorrer até uma vez durante a vida útil do sistema produtivo.
E – Frequente	$f > 10^{-1}$	Ocorrência esperada por várias vezes durante a vida útil do sistema produtivo

Fonte: BARBOSA FILHO, p. 316.

De posse das avaliações quanto à frequência esperada e à gravidade das ocorrências, se torna possível estabelecer uma priorização relativa entre os casos possíveis e suas potenciais consequências, bem como no que se refere às medidas decorrentes a serem tomadas gerada matriz de classificação de riscos resultante, ilustrada na tabela abaixo (BARBOSA FILHO, 2011):

Tabela 12: Matriz de classificação de riscos.

Severidade		Frequência		Risco	
I	Desprezível	A	Extremamente Remota	1	Desprezível
II	Marginal	B	Remota	2	Menor
III	Crítica	C	Improvável	3	Moderado
IV	Catastrófica	D	Provável	4	Sério
		E	Frequente	5	Crítico

Fonte: BARBOSA FILHO, p. 317

De posse dos dados acima explicados, já se pode iniciar uma análise preliminar de riscos.

Basicamente uma Análise Preliminar de Riscos (APR) contém os nomes dos responsáveis pelo trabalho, uma data para que seja rastreada no futuro, nome da empresa, identificação da tarefa a ser executada, uma lista com o máximo de detalhes possíveis de todos os riscos inerentes a tarefa, descrição dos EPI's e, se necessário, EPC's, equipamentos a

serem utilizados na tarefa com seus respectivos riscos (como explicado anteriormente). Também, normalmente uma APR contém as normas de segurança que devem ser observadas, todas as etapas do trabalho com seu risco específico com as medidas mitigadoras e/ou preventivos.

7.1.1 Supervisor de entrada

Durante essa fase inicial do planejamento do trabalho, no caso da entrada em espaços confinados, entre os trabalhadores, deve-se ser identificados o Supervisor de Entrada que basicamente é responsável, conforme a Norma Regulamentadora 33 – Ministério do Trabalho e Emprego, por:

- a) emitir a Permissão de Entrada e Trabalho antes do início das atividades;
- b) executar os testes, conferir os equipamentos e os procedimentos contidos na Permissão de Entrada e Trabalho;
- c) assegurar que os serviços de emergência e salvamento estejam disponíveis e que os meios para acioná-los estejam operantes;
- d) cancelar os procedimentos de entrada e trabalho quando necessário; e
- e) encerrar a Permissão de Entrada e Trabalho após o término dos serviços.

É importante frisar que as funções do Supervisor de Entrada normalmente não se resume ao que a Norma Regulamentadora descreve, mas as empresas podem delegar para ele outras atribuições, dependendo da complexidade do trabalho, tais como: verificar se o isolamento do local está adequado a fim de evitar que pessoas estranhas acessem o espaço confinado, verificar se a sinalização permanente (que serve como alerta para os riscos inerentes ao espaço confinado) junto a entrada do espaço confinado está correto, quanto aos equipamentos elétricos, caso hajam, ele deve verificar se estão desligados e devidamente isolados para que não haja a movimentação acidental de máquinas ou equipamentos ou até choques elétricos. Se no espaço confinado em questão houver redes com válvulas e riscos de alagamento acidental, ele deve assegurar que as redes e válvulas estão devidamente isoladas mecanicamente.

De acordo com a Norma Regulamentadora 33 do Ministério do Trabalho e Emprego, para que um trabalhador esteja apto a ser o Supervisor de Entrada em Espaço Confinado, ele deverá fazer um curso de capacitação de 40 horas em uma escola de treinamento habilitada.

Os testes que ele deverá executar são medições dos níveis de Oxigênio, gases e vapores tóxicos e inflamáveis. Como visto anteriormente, essas medições são indispensáveis para que não ocorram acidentes por asfixia, intoxicação, incêndio ou explosão. O Supervisor

de Entrada deverá estar muito bem familiarizado aos equipamentos de medição de gases para não fazer medições erradas e causar um acidente.

7.1.2 Vigia

Além do Supervisor de Entrada, uma outra figura muito importante nesse trabalho é o Vigia. O Vigia é o elo entre os trabalhadores que estarão dentro do espaço confinado e a parte externa. O Vigia é quem fica na entrada do espaço confinado controlando e verificando o acesso ao espaço confinado.

As funções do Vigia, conforme a Norma Regulamentadora 33 – Ministério do Trabalho e Emprego são:

- a) manter continuamente a contagem precisa do número de trabalhadores autorizados no espaço confinado e assegurar que todos saiam ao término da atividade;
- b) permanecer fora do espaço confinado, junto à entrada, em contato permanente com os trabalhadores autorizados;
- c) adotar os procedimentos de emergência, acionando a equipe de salvamento, pública ou privada, quando necessário;
- d) operar os movimentadores de pessoas; e
- e) ordenar o abandono do espaço confinado sempre que reconhecer algum sinal de alarme, perigo, sintoma, queixa, condição proibida, acidente, situação não prevista ou quando não puder desempenhar efetivamente suas tarefas, nem ser substituído por outro Vigia.

O Vigia exerce uma função de fundamental importância pois, será ele quem deverá chamar a equipe de resgate, mas devido a falta de preparo, muitos acidentes vem acontecendo aos quais poderiam ser evitados. Muitas vezes os trabalhadores passam mal dentro do espaço confinado e ao invés do Vigia chamar a equipe de resgate, ele entra para ajudar e acaba se acidentando ou morrendo junto com os outros. O Vigia não deve entrar no espaço confinado.

7.1.3 Equipe de resgate

A equipe de resgate não faz parte da equipe de trabalhadores destinados ao trabalho no espaço confinado. Eles são uma equipe à parte que estará pronta para fazer o resgate, caso necessário. É importante ressaltar que uma operação de resgate também é um trabalho em espaço confinado.

Esse assunto será tratado no último capítulo do presente trabalho.

7.2 Permissão de entrada e trabalho

Normalmente, quando a Análise Preliminar de Riscos (APR) fica pronta, o próximo passo é a confecção da Permissão Entrada e Trabalho (PET) que é um documento ao qual estão reunidos todos os procedimentos de segurança para a realização da tarefa. Na PET também podem ser anexados a APR respectiva e “*checklists*”. A PET e deverá ser feito pelo Supervisor da Entrada (NR 33).

Para Falk (2008) a PET é um formulário ao qual está de acordo com os procedimentos gerais de segurança e saúde da empresa. É uma autorização por escrito para a execução de qualquer trabalho objetivando oferecer as mais seguras condições de trabalho naquele local e preservando as melhores condições dos equipamentos, sistemas e do local.

Normalmente a PET é adaptada por cada empresa à sua realidade e contém pelo menos três vias e é numerada para facilitar a rastreabilidade. Também são assinadas e datadas. Caso haja algum incidente ou acidente, a PET será o documento oficial a ser utilizado durante a investigação.

Na realidade, a abertura de uma Permissão de Entrada e (PET) é o final do planejamento do trabalho a ser feito e a partir do momento em que a PET foi aberta o trabalho poderá ser iniciado, ou seja, é o elo de ligação entre a fase de planejamento e a execução da tarefa.

A PET é emitida em pelo menos três vias, segundo Falk (2008), uma via ficará com o emissor da PET, outra com o Vigia e a última via com os trabalhadores autorizados.

Ainda de acordo com Falck (2008), a PET deverá conter pelo menos:

- Identificação do espaço confinado que vai ser adentrado;
- Objetivo da entrada;
- Data e duração da permissão;
- Relação dos trabalhadores autorizados, vigia e equipe de resgate;
- Assinatura e identificação do supervisor que autorizou a entrada;
- Riscos do espaço confinado a ser adentrado;
- Medidas utilizadas para isolar ou mitigar os riscos.

Os itens relativos aos riscos, usualmente são contemplados no momento em que a APR é feita e anexados a PET.

Se durante a execução do trabalho, certas ocorrências não planejadas acontecerem, a PET deverá sofrer uma revisão pois podem revelar falhas no sistema de permissão de entrada,

a Norma Regulamentadora 33 do Ministério de Trabalho e Emprego lista essas circunstâncias, a saber:

- a) Entrada não autorizada em um espaço confinado;
- b) Identificação de riscos não descritos na PET;
- c) Acidente, incidente ou condição não prevista durante a entrada;
- d) Solicitação do SESMT ou da CIPA;
- e) Identificação da condição do trabalho mais segura.

Para Falk (2008), uma PET pode também ser cancelada caso ocorram:

- As recomendações nela contidas não estejam sendo atendidas;
- As condições do local de trabalho apresentem mudanças que ofereçam riscos;
- Ocorrer uma demora superior ao fixado na permissão para o seu início ou ocorrer uma paralisação durante o trabalho por igual período;
- Ocorrer alguma emergência no local de trabalho.

O encerramento da PET quando ao final do trabalho, prazo de validade da PET ou período de trabalho do requisitante, deverá ser feito pelas partes que assinaram a abertura (requisitante e emissor) observando a inspeção do local de trabalho pelos mesmos para assegurar a integridade dos trabalhadores envolvidos, do local, máquinas e equipamentos (FALCK, 2008).

É importante salientar que uma PET tem como data de validade a saída dos trabalhadores daquele espaço confinado ou um determinado tempo máximo ao qual os trabalhadores podem ficar ali, mesmo que o trabalho não tenha sido finalizado, ou seja, se por exemplo, os trabalhadores precisarem sair do espaço confinado para almoçar ou a equipe seja substituída por outra, a PET que foi aberta antes dessa entrada deverá ser fechada e uma nova PET deverá ser aberta antes da próxima entrada (NR 33).

Após qualquer interrupção do trabalho, antes da retomada deste trabalho, mesmo sendo a mesma tarefa, todos os passos na fase de planejamento deverão ser refeitos e se aplicável, acrescidos de itens novos não vistos anteriormente.

O anexo A do presente trabalho mostra o modelo de PET sugerido pela Norma Regulamentadora 33 do Ministério de Trabalho e Emprego.

8 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO

Todo o trabalhador deseja ao final de jornada de trabalho, retornar para casa e encontrar sua família o descanso. Porém essa visão romântica do trabalho encontra um contraponto ao qual as empresas tem que lidar todos os dias que é a questão do gerenciamento dos riscos (BARBOSA FILHO, 2011).

Em face disto, as empresas procuram sempre bloquear os riscos ao máximo e como última tentativa nessa luta entre riscos e danos utilizam-se os equipamentos de proteção.

Os equipamentos de proteção serão utilizados quando o trabalho a ser feito produza ou contenha riscos ao trabalhador ou ao ambiente.

De acordo com Barbosa Filho (2011), é dever do empregador fornecer material de proteção de boa qualidade e confiabilidade.

Os equipamentos de proteção se dividem em Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) e Equipamentos de Proteção Individual (EPI).

8.1 Equipamentos de proteção coletiva

Zago (2013) define equipamentos de proteção coletiva como sendo dispositivos usados no ambiente de trabalho com a finalidade de proteger os trabalhadores como um todo de um risco que não interfere apenas um indivíduo e sim a todos como por exemplo, o ruído e a ventilação.

8.1.1 Equipamentos de Comunicação

Quando se fala em equipamentos de proteção coletiva, segundo Falck (2008) a comunicação se torna um elemento de vital importância.

Comunicações claras, rápidas e seguras são essenciais para a segurança dos trabalhadores em espaços confinados (FALCK, 2008).

Ainda de acordo com Falck (2008), a comunicação poderá ser:

- a) Visual: requer uma visão direta entre os trabalhadores, no caso de espaço confinado, entre o vigia e os trabalhadores. Como em ambientes confinados normalmente existem muitos obstáculos e baixa luminosidade, esse método pode se tornar ineficiente.

- b) Comunicação verbal: usualmente em espaços confinados há muito barulho e devido a esse fato, essa técnica também poderá se tornar ineficaz.
- c) Sinais táteis: utiliza cordas como meio de comunicação;
- d) Sistemas de comunicação sem fio: talvez seja o método mais utilizado pois, pode acomodar um número ilimitado de pessoas e não restringem os movimentos dentro dos ambientes confinados, entretanto, podem existir interferências de outras frequências e pontos de intermitência.
- e) Sistemas de comunicação por fio: é o método que oferece mais vantagens pois a comunicação fica mais clara, as mãos ficam livres e não pode ser ofertada por interferência entre outras, porém, limita os movimentos dentro do espaço confinado e pode haver entrelaçamento entre os fios e outros equipamentos.

A comunicação em um espaço confinado deverá ocorrer, pelo menos entre os trabalhadores e o vigia e entre o vigia e a equipe de resgate e se durante uma entrada, não seja possível efetuar comunicação em nenhum dos métodos descritos anteriormente, todos os trabalhadores deverão sair do espaço confinado imediatamente (FALCK, 2008).

8.1.2 Equipamentos de iluminação

Em face exposto no capítulo cinco subitem 1.3 do presente trabalho, a iluminação de um espaço confinado é normalmente deficiente ou inexistente (MACHADO, 2012), sendo assim necessário a adição de iluminação temporária em espaços confinados.

Ainda para Machado, 2012, essa iluminação deverá ser feita por equipamento portátil ou por fio e à prova de explosão.

A iluminação é muito importante, pois será decisiva no caso de um abandono ou resgate (FALCK, 2008).

8.1.3 Tripés

Para Matos (2013), são estruturas posicionadas na entrada de espaços confinados aos quais possuem pernas encaixadas e que podem ser ajustadas para oferecer variação nas alturas oferecendo muita eficiência em subidas e descidas sem escada. Entretanto podem se tornar instáveis se houver muita força lateral.

Para Falck (2008) os seguintes cuidados devem ser tomados ao utilizar os tripés:

- Sempre seguir as instruções do fabricante na montagem, inspeção e uso do equipamento;
- Exceto em casos em que o equipamento seja classificado para duas pessoas, não se deve colocar mais de uma pessoa por vez no equipamento;
- Recomenda-se utilizar um sistema adicional como um sistema trava quedas.

A figura 18, ilustra um tripé, ao qual também pode ser utilizado em operações de resgate.

Figura 18 – Tripé.



Fonte: Falck. 2008.

8.1.4 Monopé

O monopé é um pequeno guindaste de elevação ou descida de pessoas no ambiente confinado. Para Falck (2008) tem vantagens em relação ao uso dos tripés por ter melhor fixação no piso e ter maior resistência a força lateral. Ainda para Falck (2008) os cuidados são os mesmos expostos para o tripé.

A figura 19 ilustra um monopé.

Figura 19: Monopé.



Fonte: FALCK, 2008.

8.1.5 Trava quedas

Trava quedas é um sistema de proteção contra quedas que se utiliza na maioria dos trabalhos aos quais se envolvam altura. São manivelas que contém um cabo de aço galvanizados e servem para subir ou descer pessoas onde escadas não existam. Em espaços confinados envolvendo altura também é acoplado ao tripé (FALCK, 2008).

Esse sistema objetiva ser um sistema secundário caso haja falha no sistema principal para locomoção em altura (FALCK, 2008).

A figura 20, ilustra alguns exemplos de trava quedas que podem ser encontrados a bordo.

Figura 20 - Trava quedas.



Fonte: FALCK, 2008.

8.1.6 Outros equipamentos de proteção coletiva

Além dos equipamentos mostrados anteriormente como equipamentos de proteção coletiva para espaços confinados, juntam-se a esse grupo, os ventiladores e os detectores de gás aos quais já foram discutidos anteriormente.

Dependendo do serviço a ser executado em um espaço confinado, pode-se incluir a essa lista, aplicando-se a definição de EPC, equipamentos de combate a incêndio como extintores de incêndio.

Barbosa Filho (2011) também inclui na lista de equipamentos de proteção coletiva os equipamentos de socorro imediato, como lava-olhos e barreiras (sanitária, acústica, térmica e radioativa) dentre outros.

8.2 Equipamentos de Proteção Individual (EPI)

A Norma Regulamentadora 6 do Ministério do Trabalho e Emprego, define equipamento de proteção individual como todo dispositivo ou produto de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.

O uso dos equipamentos de proteção individuais (EPI's), para Barbosa Filho (2011), deverá ser compreendida como forma complementar de segurança e jamais como escolha primeira, tampouco como capaz de substituir as demais formas de proteção.

Em complemento a essa afirmação, Gonçalves (2003) diz que quando se fala em prevenção de acidentes, existe um aspecto cultural de que a primeira idéia nesse assunto é o equipamento de proteção individual, que muitas vezes é simbolizada como um capacete, um par de luvas ou um par de botas. Entretanto, não se pode esquecer de que a rigor, o EPI não previne a ocorrência dos acidentes de trabalho, mas apenas evita ou atenua a gravidade das lesões. Por isso, se deve procurar, em primeiro lugar, os equipamentos de proteção coletivas, pois, estes, neutralizam ou eliminam os riscos ambientais em sua fonte produtora.

De acordo com Barbosa Filho (2011) os EPI's são classificados em função da parte do corpo a que oferecem proteção, recebendo por isso a seguinte classificação:

8.2.1 Proteção para a cabeça

De acordo com Machado (2012) o capacete é o equipamento utilizado para proteção da cabeça contra agentes meteorológicos e trabalho em local confinado, que protege a cabeça contra impactos provenientes de queda ou projeção de objetos, queimaduras, radiações solares e trabalhos onde possa haver risco de explosões com projeção de partículas.

Basicamente, os mais usuais são os capacetes com aba frontal e com aba total que estão ilustrados na figura 21.

Figura 21 - Capacetes.



Fonte: MACHADO, 2012.

Ainda de acordo com o Anexo I da Norma Regulamentadora 6, o capuz de segurança serve como equipamento de proteção individual do crânio e pescoço contra riscos de origem térmica, respingos químicos e ou onde haja riscos de contato com partes giratórias ou móveis de máquinas.

8.2.2 Proteção visual e facial

Essa proteção é feita basicamente pelos óculos de segurança aos quais existem uma vasta gama de modelos no mercado e viseiras aos quais são comumente acopladas ao capacete (figura 22).

Segundo Machado (2012) os óculos de segurança podem proteger os olhos contra impactos mecânicos, partículas volantes e raios ultravioletas e estão ilustradas na figura 23.

Figura 22 - Viseiras.



Fonte Machado 2012

Figura 23 -: Óculos de segurança.



Fonte Machado 2012

8.2.3 Proteção auricular

Essa proteção é utilizada onde houver ruídos excessivos (MACHADO, 2012) e o tipo irá variar de acordo com o nível de ruído (em dB) do ambiente. Com relação aos riscos inerentes ao ruído, foi exposto no capítulo 5 subitem 1.1. O tipo do protetor auricular é

verificado no ato da preparação da análise de riscos que deve verificar a intensidade do ruído presente, se houver.

Basicamente, quanto ao formato, existem dois tipos que são os abafadores tipo concha, aos quais envolvem a orelha e o ouvido como um todo e os *plugs* de ouvido que trabalham como um tampão do ouvido.

A figura 24 ilustra alguns tipos de protetores auriculares que existem no mercado.

Figura 24 - Protetores auriculares.



Fonte Zago 2013

8.2.4 Proteção para os membros superiores e inferiores

Nesse subitem, estão incluídos as luvas de proteção para as mãos, dedeiras (caso sejam necessárias), mangas de proteção para o braço e antebraço que protegem contra choques elétricos, agentes abrasivos, agentes constantes e perfurantes, agentes térmicos e umidade. Braçadeiras também são considerados equipamentos de proteção individual para membros superiores.

Em relação as luvas, um cuidado a ser observado é em relação ao tipo de luva a ser usado. É importante ressaltar que existem luvas relacionadas diretamente ao risco ao qual ela propõe a proteger contra.

Para a proteção dos membros inferiores, tem-se o calçado de segurança, que pode ser uma bota de cano longo (que protege também o tornozelo), um tênis de segurança, ou um calçado de cano curto e deverá proteger os pés contra os agentes térmicos, choques elétricos, agentes cortantes e químicos bem como, umidade.

A NR 6 ainda lista meias para trabalhos em baixas temperaturas e calças de segurança.

8.2.5 Proteção para o corpo inteiro

O macacão de segurança é um EPI largamente utilizado pois usualmente dá segurança ao tronco, pernas e braços, porém de acordo com a NR 6 deverá proteger contra chamas, agentes térmicos, produtos químicos e umidade.

Barbosa Filho (2011) ainda diz que existem roupas especiais para proteção contra temperaturas extremas, radiações e riscos noturnos e agentes biológicos.

8.2.6 Cintos de Segurança

Para Falck (2008), na maioria das entradas, o trabalhador deverá usar um cinto de segurança completo, tipo paraquedista, conectado a um cabo seguramente ancorada fora do espaço confinado.

A razão desse cuidado, para Falck (2008) se dá pelos seguintes motivos:

- 1) Realizar uma descida ou subida segura com o menor esforço possível;
- 2) Realizar algum trabalho posicionado a certa altura;
- 3) Facilitar uma possível ação de resgate através de uma não entrada;
- 4) Permitir aos resgatistas um método de localizar as vítimas dentro do espaço confinado;
- 5) Salvar uma vítima inconsciente de forma segura, o mais rápido e fácil possível;

Assim como todo EPI, o cinto de segurança deverá ter um certificado de autorização emitido por autoridade competente.

Falck (2008) ainda menciona alguns cuidados aos quais se devem ter em relação ao cinto de segurança tais como manter limpos e inspecionados antes e depois de cada trabalho.

8.2.7 Equipamentos de proteção respiratória

Em todos os locais aos quais haja deficiência de oxigênio e/ou risco de inalação de substâncias tóxicas prejudiciais à saúde, é importante que seja providenciado um equipamento de proteção respiratória a fim de evitar que ocorra qualquer possibilidade de interferência na função respiratória, lesão ou morte (MACHADO, 2012).

Segundo Machado (2012), uma atenção especial deve ser dada aos equipamentos de proteção respiratória visto que frequentemente esses equipamentos são mal empregados.

Ainda de acordo com ele, é que um programa de proteção respiratória seja seguido e que contenham:

- 1) Procedimentos escritos para o uso da proteção respiratória;
- 2) Devem ser selecionados mediante a realização de testes a fim de se determinar:
 - a) Os agentes contaminantes estão presentes;
 - b) O percentual desses agentes contaminantes;
 - c) O percentual de oxigênio presente.
- 3) Os tripulantes devem ter treinamento quanto ao correto uso dos EPR's;
- 4) Cada tripulante deveria ter seu próprio EPR disponibilizado no local de trabalho;
- 5) Programa e registro de limpeza e higienização periódica dos equipamentos;
- 6) Programa e registro de manutenção periódica dos equipamentos.

Além desses itens descrito acima, Torloni (2002, apud Araújo, 2006) sugere que também se leve em consideração o uso da barba, exames médicos do candidato ao uso dos respiradores e cuidados quanto à guarda dos equipamentos.

Falck (2008) define o programa de proteção respiratória como sendo um conjunto de procedimentos e instruções para o controle dos principais riscos respiratórios existentes em uma planta industrial que objetiva evitar ou minimizar os efeitos toxicológicos que comprometam a saúde do trabalhador, com o fornecimento do EPR correspondente.

Ainda de acordo com Falck (2008) existem diversos fatores que podem influenciar na escolha de um equipamento de proteção respiratória, que são:

- Atividade do usuário, tais como tipo do trabalho, turno do trabalho, tempo de exposição aos riscos, etc.
- Condições do uso do equipamento como características do equipamento, limitações de tempo e condições físicas do local;
- Localização da área de risco, pois é necessário que sejam determinadas áreas seguras para planejamento de abandono de área ou para a presença de pessoas responsáveis por reparos e resgate.
- A característica do trabalho pode influenciar no nível de esforço exigido do EPR e reduzir drasticamente a vida útil do equipamento;
- Barba, bigode, costeletas ou cabelos podem interferir no funcionamento das válvulas e prejudicar a vedação entre a máscara e a pele;

- Deve ser levado em consideração o uso de acessórios que permitam uma comunicação clara entre os usuários do EPR e demais trabalhadores;
- Óculos de proteção, lentes de contato, óculos para serviços de solda não deverão prejudicar a vedação do equipamento;
- Não podem ser usados bonés, gorros e viseiras para soldador aos quais interfiram na peça de vedação facial.

Quantos aos tipos de equipamentos de proteção respiratória, Falck (2008) lista três tipos, são eles:

a) Máscara purificadora de ar:

É o purificador no qual o ar ambiente, antes de ser inalado passa por um filtro ao qual remove os contaminantes (FALCK, 2008).

Quanto ao tipo de contaminante ele se destina a purificar, é classificado de acordo com a cor:

- 1) Cinza: gás sulfídrico, cloro, etc.
- 2) Marrom: vapores orgânicos.
- 3) Verde: amônia.
- 4) Amarelo: ácido sulfuroso, gás clorídrico e dióxido de enxofre.

Esses tipos de máscaras possuem algumas limitações tais como: só podem ser usadas em locais com oxigênio suficiente, a concentração do contaminante é conhecida, os níveis de contaminantes estão dentro das limitações da máscara e não é considerado o melhor tipo de respiração dentro de espaços confinados (FALCK, 2008).

b) Equipamento de respiração por linha de ar comprimido:

É um tipo de respirador por adução de ar ao qual o ar é proveniente de um compressor ou de um cilindro (FALCK, 2008).

Ainda de acordo com Falck (2008) tem muitas vantagens como, independe da concentração dos contaminantes, pode ser usado em ambientes com deficiência de oxigênio, tem grande autonomia, possui cilindro reserva para escape, tem pressão positiva e seu peso não é considerado alto, entretanto, reduz a mobilidade do usuário e pode apresentar limitações devido ao tamanho das mangueiras de ar.

c) Equipamento de respiração autônoma

Também conhecido de máscara autônoma, é um equipamento no qual o usuário transporta o próprio suprimento de ar em um cilindro e que possui basicamente as mesmas vantagens do equipamento de proteção por linhas de ar comprimido além de proporcionar maior mobilidade ao usuário e possuir uma alarme sonoro em caso de queda na quantidade de ar respirável no cilindro, porém, é mais pesado e o tempo de uso é limitado a cerca de 30 minutos (FALCK, 2008).

8.2.7.1 Respirador de Fuga

Para Falck (2008), esse equipamento tem sido a melhor alternativa para trabalhos em espaços confinados aos quais foram dispensados o equipamento de proteção respiratória, mas existe um monitoramento contínuo de oxigênio pois caso ocorra algum vazamento de gás contaminante ou o nível de oxigênio reduza, se torne possível a fuga dos trabalhadores utilizando esse equipamento.

9 RESGATE EM ESPAÇOS CONFINADOS

Quando se analisa os cuidados em espaço confinado, a questão do resgate em espaços confinados pode não ser levados em consideração, mas é inevitável que o trabalho de resgate também possuem cuidados a serem observados e por isso será abordado no presente estudo.

O resgate em espaços confinados se difere de outros tipos de resgate pois exige uma necessidade técnica e conhecimentos mais complexos e ao ser necessário o resgate em espaços confinados, o ambiente será bem mais complexo (PINTO e MARTINS, 2012), devido a todos os riscos aos quais foram discutidos anteriormente.

Ainda de acordo com Pinto e Martins (2012), com tantas ameaças presentes, nem o uso de todos os equipamentos disponíveis pode garantir a segurança completa ao resgatista.

De acordo com a Norma Regulamentadora 33, o empregador devera elaborar e implementar procedimentos de emergência e resgate para espaços confinados que devam conter no mínimo:

- 1) Descrição dos possíveis cenários de acidentes, obtidos através da APR;
- 2) Descrição das medidas de salvamento e primeiros socorros a serem executadas em casos de emergência;
- 3) Seleção e técnicas de utilização dos equipamentos de comunicação, iluminação de emergência, busca, resgate, primeiros socorros e transporte de vítimas;
- 4) Acionamento de equipe responsável, pública ou privada, pela execução de medidas de resgate e primeiros socorros para cada serviço a ser realizado;
- 5) Exercício simulado de acidente nos possíveis cenários uma vez por ano.

Para Falck (2008), esses itens da NR 33 ainda são muito poucos em se tratando em eventos marcados pela multi-fatalidade, por isso, baseado em normas americanas (NFPA 1670 e NFPA 1006), ele elenca algumas aptidões aos quais a equipe de resgate deverá possuir:

- Planejar e implementar uma operação apropriada para o resgate em espaço confinado;
- Identificação dos deveres do resgatista, resgatista de apoio, atendentes e chefe da equipe de resgate;
- Determinar fatores que influenciaram a existência de condições potenciais;
- Estabelecer contato com as vítimas onde for possível;

- Reconhecer e identificar os perigos associados ao atendimento de uma emergência sem uma entrada;
- Procedimentos para executar uma recuperação de vítimas sem uma entrada;
- Procedimentos para implementar um sistema de resposta de emergência;
- Procedimentos para estabelecer um controle do local e um gerenciamento do cenário;
- Procedimentos para proteger o pessoal de perigos dentro do espaço confinado;
- Avaliar continuamente a existência de condições potenciais de riscos;
- Procedimentos que assegurem que os membros da equipe tenha condições de administrar os desafios psicológicos e físicos que afetam os resgatistas;
- Procedimentos para avaliar continuamente ou em intervalos frequentes a atmosfera em todas as partes do espaço a ser adentrado;
- Procedimentos para uso seguro e efetivo dos equipamentos de mobilização de vítimas;
- Transferência de vítimas e primeiros socorros básicos; e,
- Programa de treinamento da equipe de resgate.

Para Pinto e Martins (2012) um item psicológico muito importante a ser observado se refere a questão de medo normal e fobia. Para eles, medo é a reação psicológica normal de alguma ameaça ou perigo. Fobia que não é uma doença, mas um sintoma excessivo do medo. Por isso, o socorrista deverá estar bem preparado para um resgate em espaços confinados.

Falck (2008) sugere que o modelo de gerenciamento de uma emergência que envolva espaços confinados tenha 5 fases, a saber:

- 1) Preparação: nessa fase, estão incluídos o treinamento e experiência do pessoal envolvido no resgate bem como a preparação do equipamento propriamente dita pois como dito anteriormente, são equipamentos especiais. É importante salientar que nessa fase de preparação, já tenha ocorrido um planejamento prévio para enfrentar riscos específicos que possam interferir em suas operações de resgate tal como a descarga de energia elétrica.
- 2) Avaliação: é o início da execução do plano de resgate, ou seja, é a primeira fase operacional de um resgate em espaços confinados. Essa avaliação se divide em avaliação do cenário – obtenção da dimensão inicial da situação a fim de identificar os riscos – e, avaliação dos recursos – que é uma avaliação do potencial

humano e seus equipamentos para executar a operação. Operações de resgate bem sucedidas ocorrem quando se dispõe de um processo perfeito de coleta de informações para uma eventual entrada.

- 3) Pré-entrada: é a fase onde ocorrem os preparativos finais para a entrada no espaço confinado. É onde se define a forma de abordagem da vítima e onde a equipe se aproxima da entrada no local do acidente. Também é o momento onde ocorrem as últimas instruções e ratificações das funções de cada membro do resgate.
- 4) Entrada e resgate: nessa fase, as funções dos resgatistas se resumem em localizar, acessar, estabilizar e transportar.
- 5) Término da operação: é o momento onde os registros e relatórios serão realizados. Haverá uma avaliação médica e psicológica da equipe que efetuou o resgate. Também nessa fase deve haver a limpeza, manutenção e guarda dos equipamentos bem como manter o local isolado e protegido até o final da investigação do acidente.

Quanto aos equipamentos de proteção utilizados em um resgate, são basicamente os mesmos utilizados para um trabalho descritos no capítulo 7 do presente trabalho acrescido de equipamentos de primeiros socorros como macas e imobilizadores, caso sejam necessários.

Como este estudo não objetiva o treinamento de resgate ou primeiros socorros em espaços confinados, não serão abordadas as técnicas de forma mais detalhadas.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo mostra em um aspecto mais avançado, porém claro e objetivo os cuidados que devem ser tomados na entrada em espaços confinados a bordo. Por isso, é muito importante saber identificar um ambiente confinado, pois, a partir dessa identificação é que os riscos começarão a se tornar visíveis.

O resultado desse estudo mostra que a análise preliminar de riscos é o ponto mais relevante e sensível porque ao se analisar os perigos que o espaço confinado tem, conseqüentemente surgirão cuidados pertinentes e bem sucedidos a serem tomados. Entretanto se esses riscos não forem corretamente identificados, seja por negligência ou despreparo dos trabalhadores, implicará numa falha na segurança ocupacional e poderá gerar um acidente que talvez seja fatal.

Um cuidado tomado é um risco atenuado ou eliminado, em virtude disso, conhecer profundamente os equipamentos de proteção coletiva e os equipamentos de proteção individual é vital pois, não adianta conhecer os riscos e desconhecer como utilizar as ferramentas mitigadoras.

Com a permissão de entrada e trabalho assinada, assume-se que os trabalhadores já possuem os riscos e cuidados identificados, mas é importante ressaltar que poderão aparecer outros perigos aos quais não foram identificados antes por isso a percepção de riscos deverá ser constante.

Ainda que exista uma regulamentação em vigor no Brasil para trabalhos em ambientes confinados, este trabalho mostrou que esta norma, por si só, não se torna suficiente para todos os riscos envolvidos e que se faz necessário recorrer a outras normas e procedimentos para atender todos os aspectos que envolvem um trabalho em espaço confinado.

O conhecimento profundo nesse assunto em todos os seus aspectos (jurídico, operacional e administrativo) são importantíssimos para reprimir os riscos existentes visto que a falta de conhecimento é a causa geradora da maioria dos acidentes.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Adriana Nunes: **Análise do trabalho em espaços confinados: o caso da manutenção de redes subterrâneas**. Porto Alegre: UFRGS, 2006.
- BARBOSA FILHO, Antônio Nunes: **Segurança do Trabalho & Gestão Ambiental**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 06: Equipamento de proteção individual - EPI**. Disponível em < <http://portal.mte.gov.br>> Acesso em 8 out. 2015.
- _____. **NR 10: segurança em instalações e serviços em eletricidade**. Disponível em < <http://portal.mte.gov.br>> Acesso em 4 out. 2015.
- _____. **NR 15: atividades e operações insalubres**. Disponível em < <http://portal.mte.gov.br>> Acesso em 3 out. 2015.
- _____. **NR 18: condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção**. Disponível em < <http://portal.mte.gov.br>> Acesso em 4 out. 2015.
- _____. **NR 33: segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados**. Disponível em < <http://portal.mte.gov.br>> Acesso em 20 set. 2015.
- FALCK, Nutec: **Treinamento de entrada em espaços confinados**. Macaé, 2008.
- FONSECA, Maurílio Magalhães: **Arte Naval**. 6. ed. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação da Marinha, 2002.
- GERK, Hermann Regazzi: **NR 33: Segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados**. Rio de Janeiro, 2015.
- GONÇALVES, Edwar Abreu: **Manual de Segurança e Saúde no Trabalho**. 2ª Ed. São Paulo: LTr, 2003.
- KULCSAR NETO, Francisco, AMARAL, Norma Conceição do, POSSEBON, José: **Espacos Confinados: Livreto do trabalhador**. São Paulo: Fundacentro, 2009.
- MACHADO, Marcelo Rezende: **Operação em espaço confinado**. Rio de Janeiro: CIAGA, 2012.
- MATOS, Carlos Alberto Silva: **Espaço confinado em unidades marítimas**. Rio de Janeiro: CIAGA, 2013.
- MECATRÔNICA ATUAL, Revista: **Sensores de gases tóxicos**. Disponível em <www.mecatronicaatual.com.br> Acesso em 2 out. 2015.
- OCIMF, Oil Companies International Marine Forum: **An information paper on pump room safety**. Londres: 1995.
- PEREIRA, Simone Dias: **Operação em espaço confinado**. Rio de Janeiro: CIAGA, 2012.

PETROBRAS: **Instruções gerais para instalações em atmosferas explosivas**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2002.

PINTO, José Carlos, MARTINS, João: **Resgate em espaços confinados**. 2012.

RKI, Instruments **Gas detection for life**. Disponível em <www.rkiinstruments.com> Acesso em 2 out 2015.

_____. **Gas detection history**. Disponível em <www.rkiinstruments.com> Acesso em 2 out 2015.

RIBEIRO, Thyago: **Ponte de Wheatstone**. Disponível em <www.infoescola.com.br> Acesso em 2 out. 2015.

ZAGO, Marcelo: **Análise da aplicação da NR 33 – Segurança e Saúde nos trabalhos em espaços confinados em silos de grãos**. Curitiba: UTFPR, 2013.

ANEXO A

MODELO DE PERMISSÃO DE TRABALHO

HOT		PERMIT NO.		
Rig Name: _____				
1. REQUEST				
Location of Work:		Required Certificates	Mechanical Isolation <input type="checkbox"/> #	
Nature of Work:			Electrical Isolation <input type="checkbox"/> #	
			Gas Test <input type="checkbox"/> #	
			Confined Space <input type="checkbox"/> #	
			Work Over The Side <input type="checkbox"/> #	
Requested by: _____ (Person performing the Work)	From: _____	Date: _____		
Raised by: _____ (Work Site Supervisor)	To: _____	Date: _____		
2. PRECAUTIONS				
We, the above named person in section 1 have discussed the work and agree to the work provided that the following precautions are taken:				
Isolation (Elec.)	Pre-Job Meeting	JSA Ref. # _____ Others/Comments: Signature: _____ (Work Site Supervisor) Signature: _____ (Person Performing Work) Signature: _____ (Fire Watch)		
Isolation (Mech.)	Pollution Prevention			
Protective Clothing	Standby Watch			
Eye Protection	Radio Communication			
Ear Protection	Standby Boat			
Hand Protection	Lifest			
Fire (Watch)	Safety Harness			
Gas Test	Erect Barriers			
B.A. Set	P.A. Announcement			
Ventilation	Radio Silence			
3. ISOLATION				
I certify that the required isolation measures specified on the attached isolation certificate have been carried out.				
Signature: _____		Electrical Isolation Certificate Attached	Yes	No
Position: _____ (Mech/Elec.)		Mechanical Isolation Attached	Yes	No
4. GAS TEST				
I certify that gas tests have / will be carried out as per requirements of attached Gas Test Certificate.				
Signature: _____ (Authorized Gas Tester)				
5. PERMIT-TO-WORK APPROVAL				
Remarks:				
This permit is issued to _____ to carry out the stated work in section 1 and follow the precautions in section 2.				
Signature: _____ (OIM/Rig Manager)		Time: _____	Date: _____	
Signature: _____ (Operator Rep)		Time: _____	Date: _____	
6. COMPLETION OF WORK				
I declare that the work carried out under this permit has been Completed / Suspended and that all Person / Equipment connected with the permit has been withdrawn from the worksite.				
Signature: _____ (Person Performing Work) Time: _____ Date: _____				
I have checked the worksite and declare that the work carried out in connection with this permit is complete and that the Area / Equipment is safe for normal use.				
Signature: _____ (Work Site Supervisor)		Time: _____	Date: _____	
7. DE-ISOLATION				
I hereby certify that I have carried out the necessary de-isolations, replaced all guards and safety devices and that the equipment is safe for normal use.				
Signature: _____ (Mech / Elec.)		Time: _____	Date: _____	
8. PERMIT-TO-WORK TERMINATION				
I declare this "Permit-to-Work" terminated.				
Signature: _____ (OIM / Rig Manager)		Time: _____	Date: _____	

Fonte: MATOS, 2013.