UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL
CENTRO TECNOLÓGICO- CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO
ENGENHEIRO DE CAMPO - SMS

JULIANO NASCIMENTO DURÃO

GESTÃO DE SEGURANÇA E SAÚDE NOS TRABALHOS EM ESPAÇOS CONFINADOS COM A PRESENÇA DE HIDROCARBONETOS

VITÓRIA
2015

GESTÃO DE SEGURANÇA E SAÚDE NOS TRABALHOS EM ESPAÇOS CONFINADOS COM A PRESENÇA DE HIDROCARBONETOS

Monografia apresentada ao Curso de Pós Graduação – Lato Sensu Engenheiro de Campo – SMS do Departamento de Engenharia Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para obtenção do título de Especialista em Engenharia de Campo - SMS

Orientador: Prof. Luciano Rubim Franco, ESP.

VITÓRIA

2015

JULIANO NASCIMENTO DURÃO

GESTÃO DE SEGURANÇA E SAÚDE NOS TRABALHOS EM ESPAÇOS CONFINADOS COM A PRESENÇA DE HIDROCARBONETOS.

Monografia apresentada ao Curso de Pós Graduação – Lato Sensu. Engenheiro de Campo SMS do Departamento de Engenharia Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para obtenção do título de Especialista em Engenharia de Campo – SMS

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Luciano Rubim Franco. Esp- Orientador
Universidade Federal do Espírito Santo

_____

Prof. Daniel Rigo, D. Sc.
Universidade Federal do Espírito Santo

VITÓRIA
2015

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Jesus pela sua graça e misericórdia, seguindo seu exemplo, que nas horas mais difíceis suportou e desprezou a afronta, que no cumprimento de seu propósito, foi fiel até o fim.

Ao Professor Luciano Rubin, que se dispôs orientar e participar deste projeto.

A todo corpo docente e ao coordenador Daniel Rigo, a qual se dedicou ao contribuir a realização do curso.

EPÍGRAFE

“O que adquiri entendimento ama a sua alma; o que conserva a inteligência achará o bem”.

Provérbios 19: 8

RESUMO

A evolução industrial e o desenvolvimento econômico, e conseqüentemente com o aumento da demanda, a indústria do petróleo tem empregado uma alta tecnologia em seus processos produtivos e requer mão de obra especializada. Os hidrocarbonetos e seus derivados presentes tanto em seus processos quanto no acondicionamento e transporte, são compostos altamente inflamáveis e tóxicos, principalmente nos trabalhos em espaços confinados, que além de suas características físicas de entrada e saída, pelos riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e mecânicos, presentes ou gerados no decorrer das atividades laborais, torna esse trabalho ainda mais perigoso. É evidente que a prevenção de acidentes e as medidas de proteção devem ser adotadas através da gestão de segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados, para a eliminação ou mitigação dos riscos. Todo processo produtivo está sujeito a falhas e perigos, sejam elas humanas ou de equipamentos, podendo desencadear incidentes, acarretando consequências desastrosas para todos os envolvidos. Assim torna-se de grande valia a necessidade analisar os trabalhos em espaços confinados com a presença de hidrocarbonetos e em caso de um acidente, uma avaliação de atendimento a emergências de salvamento e resgate, tornando indispensável para a complementação à gestão dos riscos, contribuindo para preservação da saúde e segurança dos trabalhadores neste setor.

Palavra-Chave: Espaço confinado; Gestão; Segurança; Saúde; Risco.

ABSTRACT

The industrial evolution and economic development, and therefore with increasing demand, the oil industry has employed a high technology in their production processes and require specialized labor. Hydrocarbons and its derivatives present both in its processes and in packaging and transport, are highly flammable and toxic compounds, especially when working in confined spaces, which in addition to their physical input and output, by physical, chemical, biological, ergonomic and mechanical, present or generated in the course of work activities makes this work even more dangerous. It is clear that accident prevention and protection measures should be taken through the security management and health at work in confined spaces, to eliminate or mitigate the risks. All production process is subject to failures and hazards, be they human or equipment, and could trigger incidents, resulting in disastrous consequences for everyone involved. So it becomes of great value the need to analyze the work in confined spaces with the presence of hydrocarbons and in the event of an accident, an evaluation of assistance to search and rescue emergencies, making it essential to complement risk management, contributing to preserving the health and safety of workers in this sector.

Keyword: Confined Space; Management; Safety; Health; Risk.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Número de vítimas fatais múltiplas em espaço confinado.....18
FIGURA 2 – Números de óbitos para mortes em espaços confinados.....19
FIGURA 3 – Exemplo de espaço confinado. (Tubulação).....44
FIGURA 4 – Exemplo de espaço confinado. (Biodigestor)..... 44
FIGURA 5 – Exemplo de espaço confinado. (Galeria).....44
FIGURA 6 – Exemplo de espaço confinado. (Tanque de armazenamento).....44
FIGURA 7 – Exemplo de espaço confinado. (Silo) 44
FIGURA 8 – Monitor multi gases portátil.....52
FIGURA 9 – Aparelho eletrônico de leitura direta que utiliza método químico com indicadores colorimétricos..... 53
FIGURA 10 – Sistema de ventilação por insuflação.....54
FIGURA 11 – Sistema de ventilação por exaustão.....54
FIGURA 12 – Equipamento de Proteção Respiratória.....56
FIGURA 13 – Sistema de sinalização em espaços confinados.....58
FIGURA 14 – Sistemas de trava, bloqueios e barreiras.....58
FIGURA 15 – Equipamentos de resgate em espaço confinados.....61
FIGURA 16 – Efeitos fisiológicos em diferentes concentrações de oxigênio..... 65
FIGURA 17 – Teste e monitoramento atmosférico..... 67
FIGURA 18 – Limite Inferior de Explosividade e Limite Superior de Explosividade...68
FIGURA 19 – Tanque de Armazenamento de Líquido Inflamável..... 71
FIGURA 20 – Respiro sujeito ou não a descargas contínuas.....71
FIGURA 21 – Serviço de solda em espaço confinado.....75
FIGURA 22 – Maçariqueiro executando corte na tubulação..... 76
FIGURA 23 – Esmerilhamento de solda.....76

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Exemplos de espaços confinados por setor econômico.....43
QUADRO 2– Atmosferas inflamáveis. (LIE) e (LSE)..... 70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAF - Análise de Árvore de Falhas

AAE - Análise de Árvore de Eventos

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACGIH - American Conference of Governmental Industrial Higyenists

APR - Análise Preliminar de Riscos

BOED - Barris de Óleo Equivalente por Dia

BS - Brithist Standard

CIPA - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes

CLT - Consolidação das Leis do Trabalho

CNAE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas

DRT - Delegacias Regionais do Trabalho

EC - Espaço confinado

EPC - Equipamento de Proteção coletiva

EPI - Equipamento de Proteção Individual

EPR - Equipamento de Proteção Respiratória

FMEA - Análise dos Modos de Falhas e Efeitos

FMECA - Análise dos Modos de Falha, Efeitos e Criticidade

GLP - Gás Liquefeito de Petróleo

HAZOP - Estudo de perigo e operabilidade

ICBM - Minuteman Intercontinental Ballistic Missile

ICI - Imperial Chemical Industries

IEC - International Electrotechnical Commission

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

ISO - International Standard Organization

IPVS - Imediatamente Perigosa à Vida ou à Saúde

MTE - Ministério do Trabalho e Emprego

NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health

NTOF - National Traumatic Occupational Fatalities

NR - Norma Regulamentadora

OHSAS - Occupational Health and Safety Assessment Services

OSHA - Occupational Safety and Health Administration

PCMSO - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional

PET - Permissão de entrada e trabalho

PPR - Programa de Proteção Respiratória

PPRA - Programa de Prevenção dos Riscos Ambientais

SESMT - Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho

SSST - Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho

SST - Segurança e Saúde do Trabalho

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 14
1.1 OBJETIVOS.....16
1.1.1 Objetivo geral 16
1.1.2 Objetivos específicos..... 16
1.1.3 Justificativa.....16
1.1.4 Metologia.....20
2. GESTÃO DE SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO.....22
1.1 CONCEITO DE SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO 22
2.2 ACIDENTES DE TRABALHO.....23
2.2.1 Perspectiva legal.....23
2.2.2 Perspectiva prevencionista.....24
2.2.3 Doença profissional e a doença do trabalho.....24
2.3 GERENCIAMENTO E ANÁLISE DE RISCOS.....25
2.3.1 Conceito de perigo e risco.....25
2.4 TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO DE RISCOS.....26
2.4.1 Metodologias de avaliação de riscos.....26
2.4.1.1 Métodos de avaliação qualitativos (*MAQL*).....27
2.4.1.2 Métodos de avaliação quantitativos. (*MAQT*).....27
2.4.1.3 Métodos de avaliação semi-quantitativos (*MASQT*).....28
2.4.2 APR - Análise Preliminar de Riscos.....29
2.4.3... E SE “What-if” swift……..……..…….....…...30
2.4.4 *HAZOP* – Estudo de Perigo e Operabilidade - *HAZARD AND OPERABILITY STUDY*.....31
2.4.5 *FMEA* – Análise dos Modos de Falha e Efeitos / FMECA - Análise dos Modos de Falha e Efeitos e Criticidade.....33
2.4.6 *AAF* - Análise de Árvore de Falhas.....34
2.4.7 *AAE* – Análise de Árvore de Eventos.....34
2.5 ASPECTOS LEGAIS E NORMATIVOS RELACIONADOS SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO.....35
2.5.1 Aspecto legal.....35
2.5.1.1 Constituição da Republica Federativa Brasil –05/10/1988.....35
2.5.1.2 Código civil - lei 10.406 de 10 de janeiro de 2002.....36

2.5.1.3 Código penal – Decreto – Lei 2.848 de 7 de dezembro de 1940.....36
2.5.1.4 Consolidação Das Leis Do Trabalho – Decreto – Lei 5.452, de 1° de Maio de 1943.....37
2.5.1 Aspecto Normativo.....37
2.5.2.1 ASPECTOS NORMATIVOS RELACIONADOS AO TRABALHO EM AMBIENTE CONFINADO.....38
3. GESTÃO EM SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO EM AMBIENTES CONFINADOS.....41
3.1 ASPECTOS GERAIS – ESPAÇO CONFINADO.....41
3.2. DEFINIÇÃO ESPAÇO CONFINADOS.....41
3.3 VARIABILIDADE DOS ESPAÇOS CONFINADOS.....42
3.4 IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS DOS ESPAÇOS CONFINADOS 44
3.5 RISCOS ENCONTRADOS NOS ESPAÇOS CONFINADOS.....45
3.5.1 Riscos Ambientais 45
3.5.1.1 Riscos Físicos.....45
3.5.1.2 Riscos Químicos 46
3.5.1.3 Riscos Biológicos.....47
3.5.1.4 Riscos Ergonômicos.....47
3.5.1.5. Riscos Mecânicos.....48
3.6. PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA NECESSÁRIOS PARA A EXECUÇÃO DO TRABALHO EM ECS.....49
3.6.1. Sistema de permissão de entrada.....49
3.6.2. Designação de trabalhadores autorizados.....50
3.6.3. Testes e monitoramento da atmosfera em áreas classificadas.....50
3.7. EQUIPAMENTOS ESPECIALIZADOS.....52
3.7.1. Equipamentos utilizados no monitoramento da atmosfera.....52
3.7.2 Equipamentos de proteção coletiva.....53
3.7.3 Equipamentos de proteção individual - Proteção Respiratória em Espaços Confinados.....55
3.7.4 Equipamentos utilizados em ECs.....56
3.7.5 Equipamentos utilizados como medidas de proteção ao acesso nos espaços confinados.....57

3.8 PROCEDIMENTOS E EQUIPAMENTOS DE RESGATE EM ESPAÇOS CONFINADOS.....59
3.8.1 Procedimentos de emergência.....59
3.8.2 Equipe de emergência e resgate em espaços confinados.....62
3.8.2.1 Método de avaliação.....62
4. INDÚSTRIA PETRÓLEO E GÁS: ATIVIDADES EM ESPAÇOS CONFINADOS.....64
4.1 ESPAÇOS CONFINADOS: AMBIENTE CARACTERÍSTICO DA ATIVIDADE....64
4.2 OS RISCOS DO TRABALHO EM ESPAÇO CONFINADO NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO E GÁS.....64
4.2.1 Deficiência e enriquecimento de O_2.....65
4.2.2 Atmosferas inflamáveis e tóxicas - gases e vapores.....66
4.2.3 Áreas Classificadas.....69
4.3 TRABALHOS TÍPICOS EM AMBIENTES CONFINADOS P & G.....73
4.3.1 Processos de inertização.....73
4.3.2 Trabalho a quente – soldagem e corte.....74
4.3.3 Operação de passagem de pig.....77
5. DISCUSSÃO.....78
6. CONCLUSÃO.....80
7. REFERÊNCIAS.....81

1 INTRODUÇÃO

O surgimento e desenvolvimento da indústria do petróleo no mundo teve início nos Estados Unidos da América (EUA), em 1854, onde iniciaram as primeiras pesquisas para obtenção do petróleo e foi fundada a primeira companhia petrolífera – a *Pennsylvania Rock Oil Company of New York*. A incessante necessidade de descobrir e acessar novas e rentáveis reservas de hidrocarbonetos, tornou a indústria do petróleo palco de intensas disputas políticas e econômicas entre empresas e países (LUSTOSA, 2002).

No Brasil, a extração do petróleo iniciou-se a partir 1858, quando Marquês de Olinda assina o Decreto n° 2.266, concedendo a José Barros Pimentel o direito de extrair mineral betuminoso para fabricação de querosene, em terrenos situados à Margem do Rio Mirau, na então província da Bahia. Em 1953, Durante o governo de Getúlio Vargas, foi instituído o monopólio estatal do petróleo com a criação da Petrobras (PROMINP, 2007).

A partir daí, ao longo de sua evolução, o desenvolvimento da indústria foi fortemente marcado por inovações tecnológicas, tanto na sua infraestrutura, como no fornecimento de equipamentos, assim formando uma cadeia produtiva diversificada e abrangente na indústria do petróleo e gás e requerendo assim, mão-de-obra especializada.

Em suma, como é consenso que todo processo produtivo esteja sujeito a falhas e a perigos, sejam elas humanas ou de equipamentos, as falhas podem desencadear situações sobre as quais não se tem controle, acarretando consequências desastrosas.

Segundo (MUNIZ, 2011), o histórico de ocorrência de acidentes de grandes proporções comprova este fato:

- Explosão em um reator de produção de Caprolactama, em 1974, na cidade de Flixborough (Inglaterra) que acarretou a morte 28 pessoas;

- Acidente em um reator químico, com liberação de dioxina, no ano de 1976, em Seveso (Itália);
- San Carlos (Espanha, 1978);
- Bhopal (Índia, 1984) com mais de 2.000 mortos;
- Cidade do México (México, 1984);
- Chernobyl (Ucrânia, 1986);
- Piper Alpha (Mar do Norte, 1988);
- P-36 (Rio de Janeiro, 2001);
- Deep Water Horizon (Golfo do México, 2010)

Neste cenário é imperativo entender o contexto desse setor industrial e analisar as atividades em quais as envolvem. Os trabalhos em espaços confinados na indústria do petróleo e gás que, além de suas características físicas, podem apresentar riscos presentes ou gerados no decorrer das atividades laborais, e devido às condições inadequadas de oxigênio, e por conter compostos de hidrocarbonetos e derivados altamente inflamáveis e tóxicos, os trabalhos nestes ambientes tornam-se ainda mais perigoso.

Isto evidencia a importância de estudos mais aprofundados no que se refere aos trabalhos em espaços confinados com a presença de hidrocarbonetos, para a correta identificação dos perigos, eliminação ou mitigação dos riscos, e se mesmo assim, não sendo suficiente para o completo controle destes riscos, é também necessário avaliar o atendimento a emergências e salvamento e resgate, tornando indispensável para a complementação à gestão SST em espaço confinados, contribuindo assim para preservação da saúde e segurança dos trabalhadores.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Identificar e analisar os riscos do trabalho em espaços confinados com a presença de hidrocarboneto.

1.1.2 Objetivos específicos

- Apresentar os requisitos para a identificação e avaliação de riscos nos espaços confinados;

- Verificar as medidas de controle dos riscos existentes (NRs, NBRs, Normas, procedimentos), ressaltando aspectos legais e medidas de proteção ao trabalhador;

- Apresentar as medidas específicas para os trabalhos em espaços confinados, citar formas de prevenção de acidentes, e salvamento e resgate, por meio de procedimentos específicos a serem observados;

- Propor uma avaliação de emergência de salvamento e resgate para o trabalho em espaço confinado, como complemento a gestão SST.

1.1.3 Justificativa

A Segurança e Saúde do Trabalho (SST) são condições e fatores que afetam ou poderiam afetar a saúde e a segurança no exercício laboral dos trabalhadores, e aborda temas relacionados à preservação da vida e a saúde dos trabalhadores, e sendo uma aliada nos cuidados com a segurança, meio ambiente e saúde. A realidade brasileira em SST é extremamente heterogênea, gera indicadores e diagnósticos em eventos adversos, que evidencia situações complexas que demandam estudos mais aprofundados.

O paradigma cultural predominante no Brasil em relação à SST baseia-se na visão de que o sistema técnico é confiável e o ser humano constitui o elo frágil da corrente. As falhas humanas são consideradas decorrentes de fatores individuais e do desrespeito às normas prescritas, fruto de decisões conscientes dos trabalhadores. Nesse contexto as medidas adotadas quase sempre se resumem a punições e treinamentos, (MTE, 2010).

Segundo (SOARES, 2012), devido aos riscos presentes em um espaço confinado, os acidentes nestes ambientes podem ser fatais. Diversos fatores podem contribuir para a ocorrência de acidentes, tais como negligência, desqualificação e violação das normas e dos procedimentos de segurança.

Grande parte dos acidentados é de empresas terceirizadas, além de estarem em maior número permanecem durante as suas jornadas mais expostos aos riscos que os empregados próprios (De Deus, 2003).

O trabalho realizado em um espaço confinado é agravado principalmente pelas características físicas de acesso e permanência, de restrições de entrada e saída, pelos contaminantes gerados no próprio desenvolvimento das atividades laborais, pela ausência ou insuficiência de circulação do ar, pelos riscos físicos, químicos, biológicos, atmosféricos e mecânicos, tornando esse trabalho ainda mais perigoso.

No Brasil, o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) possui um cadastro e dados estatísticos, que são registrados através da Previdência Social (Instituto Nacional do Seguro Social) para fins de resguardar os direitos e benefícios do trabalhador, que é feito através da Comunicação de Acidente do Trabalho (CAT). Não há registros ou estatísticas ao que se refere a acidentes de trabalho em espaços confinados. O registro de acidentes do trabalho pelo Ministério do Trabalho e Emprego é classificado como acidentes típicos ou doenças do trabalho.

No entanto, criada em 1966 a Fundação Jorge Duprat Figueiredo De Segurança E Medicina do Trabalho (Fundacentro) vem desenvolvendo medidas de proteção e prevenção de acidentes em espaços confinados, visando garantir e desenvolver

métodos e procedimentos em segurança e medicina do trabalho para atividades em espaços confinados.

Institutos, organizações e departamentos internacionais que atuam na preservação da segurança e saúde do trabalhador também são preponderantes quando se trata de desenvolver procedimentos, normas capazes de mitigar ou controlar os riscos existentes ao que se refere a atividade laboral do trabalhador.

A Saúde e Segurança Executivo "*Health and Safety Executive"* (*HSE*) em seu Relatório de Ferimentos, Doenças e Ocorrências Perigosas (RIDDOR) no setor de indústria de Petróleo e Gás (*Offshore)*, regulamento publicado em 2013 (GRÃ BRETANHA, 2013), também não traz dados estatísticos com acidentes de trabalho em espaço confinados, mas sim por natureza do acidente.

Segundo o Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional *"National Institute for Occupational Safety and Health"* (NIOSH), do Departamento de Segurança dos Estados Unidos e dados extraídos do relatório de Fatalidades Ocupacionais Traumáticas Nacionais "*National Traumatic Occupational Fatalities"* (NTOF), publicado em 1994, Trabalhadores Mortos em Espaços Confinados "*Worker Deaths in Confined Spaces*", registrou entre 1980 e 1989, 585 acidentes fatais, sendo 72 acidentes (12%) envolvendo mais de uma vítima, totalizando 670 trabalhadores.

Número de incidentes fatais

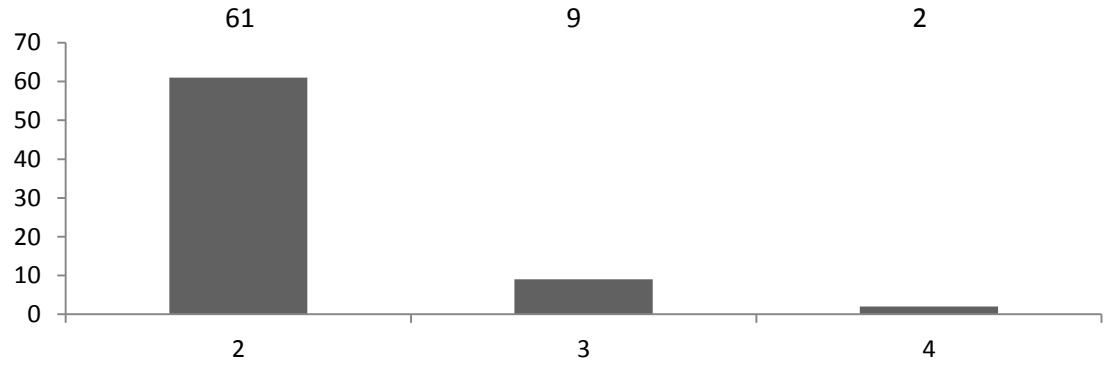

Figura 1: Número de vítimas fatais múltiplas em espaço confinado identificado pela NTOF entre 1980 e 1989.
Fonte: NIOSH (1994).

Um agravante em acidentes relacionados com espaço confinado é a ocorrência de vários óbitos num mesmo acidente, também conhecido como “efeito cascata ou dominó”. Essa situação ocorre quando um ou mais trabalhadores tenta socorrer o seu colega e acaba se tornando mais uma vítima.

Do total, 152 casos foram registrados na indústria, 128 na agricultura, 90 na construção civil, 77 em transporte\comunicação\utilidade pública e 63 nos setores de mineração, petróleo e gás. Durante o período de 10 anos, o índice de fatalidades da mineração, petróleo e gás foi 0,69 trabalhadores a cada 100.000 trabalhadores por ano.

Em relação à natureza dos acidentes, 55.67% foram por condições atmosféricas inadequadas, 33,88% por engolfamento por materiais e 10% por outras causas.

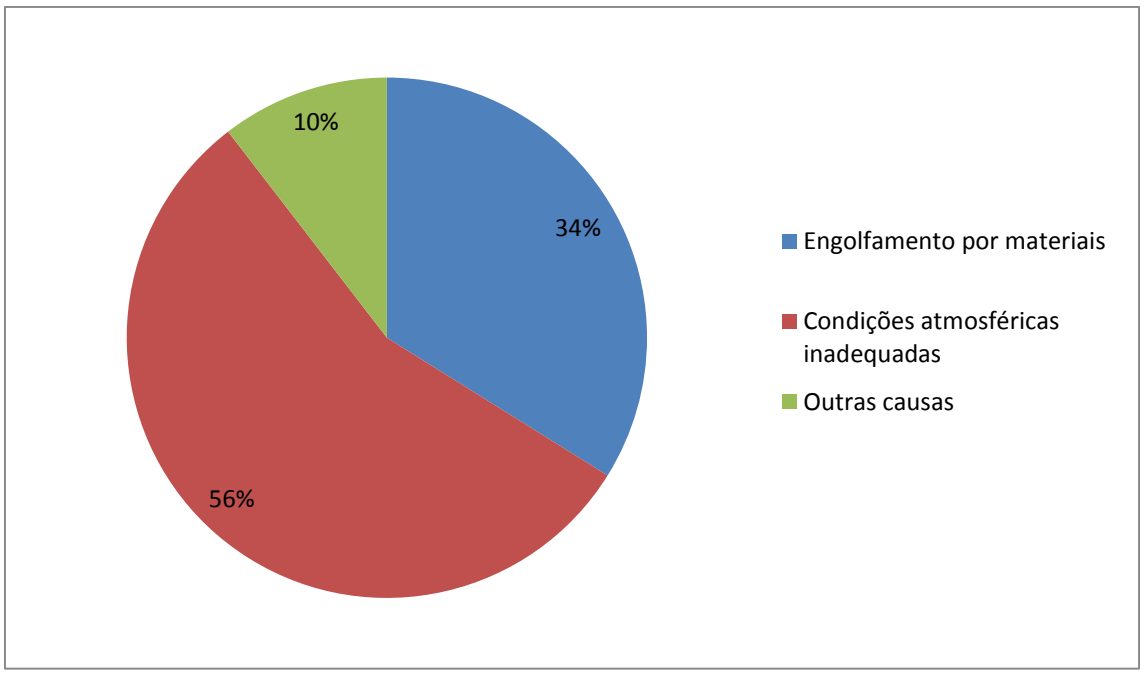

Figura 2: Circunstâncias anotadas nos atestados de óbitos para mortes em espaços confinados. Identificado por NTOF, 1980-1989 (N=670).
Fonte: NIOSH (1994).

Em relação às condições atmosféricas, 45% dos casos a causa da morte foi por asfixia, 41% por envenenamento, e 14% por afogamento, totalizando 373 trabalhadores.

Segundo Soares (2012), acidentes fatais ocorreram em espaços confinados no Brasil. Diversos fatores contribuíram para a ocorrência desses eventos, tais como negligência, desqualificação e violação das normas e procedimentos de segurança.

Segundo a análise De Deus 2003, concluiu que, os acidentes típicos com lesão, em sua maioria são de trabalhadores terceirizados sem qualificação e treinamento desejável e a falta comprometimento das organizações convergem para um mesmo sentido, aumento dos riscos de acidentes em todas as frentes de trabalho, principalmente em espaços confinados.

A elaboração desse estudo contribuirá para a preservação da saúde e segurança do trabalhador e seguramente, uma fonte de informação capaz de ser utilizada como base para trabalhos futuros.

1.1.4 Metodologia

Em virtude da natureza das questões formuladas, e do objetivo deste projeto, a pesquisa efetuada pode ser classificada como: aplicada, qualitativa, explicativa e bibliográfica, (Silva, 2005).

Considerando a sua natureza, trata-se de uma pesquisa aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos a respostas a questões especificas em relação ao tema proposto.

Do ponto de vista da abordagem da obtenção das respostas às questões formuladas, é uma pesquisa qualitativa, pois consiste em análise, (normas, documentos) comparação e interpretação, onde se pretende tecer observações que possam contribuir para a redução dos seus efeitos no trabalho em espaço confinados.

A pesquisa foi elaborada a partir de livros, artigos, legislação e normas nacionais e internacionais, cujas fontes de consulta incluem a Internet, através de páginas oficiais de organizações, abordando temas que buscam detalhar o assunto a ser trabalhado. A revisão da literatura e a reflexão prévia permitiram focalizar objetivamente as questões a serem investigadas e formular as suas respostas.

2 GESTÃO DE SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO

2.1. CONCEITO DE SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO

A Segurança e Saúde do Trabalho (SST) são um conjunto de medidas de segurança e higiene ocupacional que tem como objetivo de estabelecer os meios para atenuar as condições ou fatores que contribuem ou poderiam contribuir para a ocorrência de acidentes de trabalho e exposição a riscos ambientais, que venham a causar doenças e prejudicar a capacidade de trabalho durante sua vida laboral. Segundo a (OHSAS 18001: 2007) a definição para SST são:

> [...] condições e fatores que afetam, ou poderiam afetar, a saúde e a segurança de empregados ou outros trabalhadores (incluindo trabalhadores temporários e pessoal terceirizado), visitantes ou qualquer outra pessoa no local de trabalho.

A BS OHSAS 18001, série de avaliação de segurança e saúde em segurança do trabalho (*OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY ASSESSMENT SERVICES*, 18001), perfaz em caráter normativo como base para certificação de saúde ocupacional e segurança do trabalho de uma organização, visando estabelecer, documentar, implementar, manter e melhorar continuamente seu sistema e desenvolver e implementar uma política de SST, assim como a gestão de seus riscos, identificando seus perigos, avaliando seus riscos e adotando medidas de controle de modo a garantir as metas e objetivos propostos. Segundo a própria (OHSAS 18001:2007) as:

> [...] Organizações de todos os tipos estão cada vez mais preocupadas em atingir e demonstrar um sólido desempenho em OH&S [saúde e segurança no trabalho (SST)], por meio do controle de seus riscos de SST, de forma consistente com sua política e objetivos de SST. Elas agem assim dentro de um contexto de legislação cada vez mais exigente, de desenvolvimento de políticas econômicas e de outras medidas que promovam boas práticas de SST, e de uma preocupação crescente, expressa pelas partes interessadas com questões de SST.

Em seu aspecto mais amplo de sua concepção, a gestão de SST tem como método de avaliação, além dos aspectos normativos, atender aos requisitos legais aplicáveis, procedimentos e manuais de boas práticas das organizações, visando

avaliar e monitorar os riscos em todas as atividades ocupacionais que possam colocar em perigo a saúde do trabalhador.

2.2 ACIDENTES DE TRABALHO

Acidente pode ser definido como um evento inesperado, não previsto e não desejado, que pode provocar ou não uma lesão, em uma ou em várias pessoas ao mesmo tempo. De acordo com (RUPPENTHAL, 2013) acidente é:

> [...] Toda ocorrência não programada que pode produzir danos. E um acontecimento não previsto, ou se previsto, não e possível precisar quando acontecera.

Segundo guia de análise acidentes de trabalho do (MTE, 2010), o acidente do trabalho é uma ocorrência “não planejada, que resulta em dano à saúde ou integridade física de trabalhadores ou de indivíduos do público”.

Assim, o acidente de trabalho produzir agravos à sua saúde em decorrência da atividade laboral, recebendo interferências das variáveis inerentes à própria pessoa, tanto como riscos de acidentes, como também riscos de adoecimento, além do ponto de vista físico ou psíquico, bem como do contexto social, econômico, político.

2.2.1 Perspectiva legal

Em uma perspectiva legal, conforme dispõe o Artigo 19 da Lei n.º 8.213/91, tem como definição de acidente do trabalho:

> Acidente do Trabalho é aquele que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa, provocando lesão corporal ou perturbação funcional, que cause a morte, ou perda, ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho.

Além destas terminologias e definições referentes à gestão SST, cabe ressaltar os conceitos os quais as evolvem. Para um melhor entendimento desta análise, é importante apresentar o conceito legal e prevencionista de acidente e o conceito de

incidente do trabalho: O conceito "legal" de acidente do trabalho, definido pelo Artigo 2º da Lei nº 6.367/76 é: (Esta lei foi revogada pela 8.213/94)

> [...] Aquele que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa, provocando lesão corporal, funcional ou doenças que cause a morte, ou perda, ou redução permanente ou temporária da capacidade para o trabalho.

2.2.2 Perspectiva prevencionista

Conceito prevencionista para (RUPPENTHAL, 2013) define de forma sucinta:

> Acidente é uma ocorrência não programada, inesperada ou não, que interrompe ou interfere no processo normal de uma atividade, ocasionando perda de tempo útil, lesões nos trabalhadores ou danos materiais.

Para a série de Avaliação da Saúde e Segurança no Trabalho, BS OHSAS 18001:2007 define que o acidente é “um incidente que resulta em lesão, doença ou fatalidade”.

Portanto a OHSAS 18001:2004 define um incidente como:

> [...] um evento relacionado ao trabalho no qual ocorreu ou poderia ter ocorrido lesão ou doença (não importando a severidade) ou morte; um incidente onde não houve lesão, doença ou morte pode ser ainda chamada de “quase-acidente”, “quase-perda” ou “ocorrência perigosa”.

2.2.3 Doença profissional e doença do trabalho

O artigo 20 da Lei n.º 8.213, ainda acrescenta o que é considerado acidente de trabalho: doença profissional e doença do trabalho.

> I - Doença profissional, assim entendida a produzida ou desencadeada pelo exercício do trabalho peculiar a determinada atividade e constante da respectiva relação elaborada pelo Ministério do Trabalho e da Previdência Social (Artigo 20, inciso I, da Lei n.º 8.213, de 24 de julho de 1991).
>
> II – Doença do trabalho, assim entendida a adquirida ou desencadeada em função de condições especiais em que o trabalho é realizado e com ele se relacione diretamente (Artigo 20, inciso II, da Lei n.º 8.213, de 24 de julho de 1991).

No ponto de vista ocupacional, as doenças produzidas ou adquiridas no exercício laboral são aquelas decorrentes a exposição dos trabalhadores aos riscos ocupacionais no ambiente de trabalho, que são capazes de interferir na saúde do trabalhador, a qual se estabelece o nexo causal entre a exposição a determinados riscos e aos danos observados na saúde do indivíduo.

2.3 GERENCIAMENTO E ANÁLISE DE RISCOS.

O gerenciamento de riscos deve ser tratado como a parte central da gestão estratégica de qualquer organização, sendo um processo pelo qual as organizações lidam com os riscos inerentes às suas atividades. A aplicação dos princípios de gerenciamento, por meio de normas de saúde, higiene e segurança permite a identificação dos perigos, avaliação e controle dos riscos relacionados ao processo, de modo a prevenir a ocorrência de acidentes.

Os procedimentos de análise e avaliação de riscos ocupacionais são uma base fundamental para a implementação de medidas de controle dos riscos ocupacionais. As medidas de controle devem estar claramente alinhadas com os perigos/riscos e com os danos potenciais identificados durante os procedimentos de análise de riscos, devendo prevenir a ocorrência destes danos. Este alinhamento pressupõe o conhecimento claro dos danos individuais potencialmente associados à exposição aos perigos/riscos, (CABEÇAS; PAIVA, 2010).

2.3.1 Conceito de perigo e risco.

Subjacente à noção de avaliação de risco existem dois conceitos importantes a distinguir: o de perigo e o de risco.

O perigo é uma condição que devido suas características físicas ou químicas, em qualquer estado da matéria (sólido, liquido ou gasoso) tem um potencial de causar danos às pessoas, ao patrimônio e ao meio ambiente. As atividades industriais têm seus perigos associados aos tipos de atividades características de seus processos.

O conceito de perigo para a (OHSAS, 18001) é uma “Fonte, situação ou ato com potencial para provocar danos ao ser humano em termos de lesão ou doença ou uma combinação destas”.

A identificação de perigos é resultado coletas de informações, requisitos legais, normas técnicas de associações nacionais e internacionais, procedimentos de segurança, processos e boas práticas. A identificação da exposição dos trabalhadores ou de terceiros aos riscos são derivados de um processo de identificação prévia dos seus perigos e a definição de suas características.

Risco é uma situação com o potencial de consequências indesejáveis que podem resultar em perdas econômicas, danos ambientais ou lesões à vida humana e á saúde. Para (OHSAS, 18001) o risco é definido como uma:

> Combinação da probabilidade de ocorrência de um evento ou exposição (ões) perigosa(s) com a gravidade da lesão ou doença que pode ser ocasionada pelo evento ou exposição(ões).

Os riscos de um determinado processo são avaliados em termos da probabilidade de ocorrência de um acidente acontecer (frequência) e suas consequências (gravidade). De acordo com CHU, (2014), a análise de riscos consiste na determinação das consequências e suas probabilidades para eventos identificados de risco, levando em consideração a presença e a eficácia de quaisquer controles existentes. As consequências e suas probabilidades são então combinadas para determinar um nível de risco.

2.4 TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO DE RISCOS

A Avaliação de Riscos segundo a (OHSAS, 18001: 2007) consiste em um processo que é proveniente de perigos, considerando qualquer controle existente, decidindo assim se o risco é aceitável ou não. A NBR (ISO/IEC 31010, 2012), estabelece que o processo de avaliação num âmbito geral visa à identificação dos riscos, análise e avaliação.

As técnicas de avaliação de risco são de extrema importância num sistema de gerenciamento de riscos. Portanto as técnicas de análises riscos consistem num exame sistemático dos riscos de uma determinada instalação, entre os diferentes métodos de avaliação, pela qual pode ser aplicada tanto na fase de inicial de projetos, em processos e plantas em operação, parada de manutenção tanto preventiva como corretiva.

2.4.1 Metodologias de avaliação de riscos

Segunda a (OHSAS, 18001), avaliação de riscos é proveniente da identificação dos perigos, levando em conta a adequação de qualquer controle existente e medindo se o risco é ou não aceitável. É de suma importância que uma organização deve estabelecer, implementar e manter procedimentos para a identificação continuada de perigos, a avaliação de riscos e a determinação dos controles necessários para manter a Identificação de perigos, avaliação de riscos e determinação de controles aceitáveis .

A análise de riscos possui dois métodos de avaliação que são classificados como qualitativos, onde identifica, descreve e o classificam seus perigos e riscos, semi-quantitativos e posteriormente por métodos quantitativos, onde estes são mensurados, CHU (2014). A identificação dos riscos de uma organização requer o conhecimento prévio de suas atividades e processos, do mercado e do ambiente legal, social, político e cultural a qual está inserido, e para tanto, é preciso estejam bem definidos seus objetivos estratégicos.

Segundo (CARVALHO, 2007) existem diferentes tipos de métodos para avaliação de riscos conforme a seguir:

2.4.1.1 Métodos de avaliações qualitativas (MAQl)

Consiste em uma análise sistemática que é realizada nos locais de trabalho, com vista à identificação de situações capazes de provocar dano às pessoas. Esta avaliação baseia-se numa avaliação subjetiva da adequação das medidas

preventivas adotadas, Geralmente, com os MAQl recorre-se a uma avaliação de cenários individuais, estimando os diferentes riscos na base da resposta a questões do tipo o que acontecerá se....? . Os MAQl referem-se a avaliações puramente qualitativas da severidade e da probabilidade, sem que haja qualquer registo numérico associado. Este tipo de método é apropriado para avaliar situações simples, cujos perigos possam ser facilmente identificados pela observação e comparados com princípios de boas práticas, existentes para circunstâncias idênticas, (CARVALHO, 2007).

Em síntese, podemos considerar que uma avaliação de risco deverá começar por uma avaliação qualitativa que inclua considerações sobre as boas práticas utilizadas. No entanto, às vezes, torna-se necessário o recurso de avaliações mais rigorosas, recorrendo-se então a avaliações quantitativas ou semi-quantitativas.

2.4.1.2. Métodos de avaliação quantitativos (MAQt)

As avaliações quantitativas envolvem a quantificação objetiva dos diferentes elementos do risco, nomeadamente, da *Probabilidade* e da *Gravidade* das consequências. São métodos que visam obter uma resposta numérica da *Magnitude do risco*, pelo que, o cálculo da *Probabilidade* faz recurso a *técnicas sofisticadas de cálculo* que integram dados sobre o comportamento das variáveis em análise. Permitem determinar um padrão de regularidade na frequência de determinados eventos. A quantificação da Gravidade recorre a modelos matemáticos de consequências, de forma a simular o campo de ação de um dado agente agressivo e o cálculo da capacidade agressiva em cada um dos pontos desse campo de ação, estimando então os danos esperados. Este tipo de método é particularmente útil nos casos de risco elevado ou de maior complexidade (ex.: na indústria nuclear, na indústria química, etc..). Para a aplicação de MAQt existe uma variedade de metodologias e técnicas especiais que devem ser utilizadas na etapa da identificação dos perigos, (CARVALHO, 2007).

2.4.1.3 Métodos de avaliação semi- quantitativos (MASqt)

Quando a avaliação realizada pelos MAQl se torna insuficiente para alcançar uma adequada valoração de risco e, a complexidade subjacente aos MAQt não justifica o custo associado à sua aplicação, pode recorrer-se a MASqt. Nestes, estima-se o valor numérico da Magnitude do risco (R), a partir do produto entre a estimativa da *Probabilidade* do risco (P) se materializar e a *Gravidade* esperada (**G**) das lesões. Para a aplicação deste método é necessário construir a escala de hierarquização da probabilidade, da gravidade e do grau de risco, (CARVALHO, 2007).

De acordo com a (ABNT NBR ISO/IEC 31010:2012) – "Gestão de riscos – Técnicas de avaliação de risco", que toda a organização que envolve riscos deve ser gerenciadas, sendo em fase de projetos, processos e operações, a fim de antecipar o minimizar circunstâncias ou eventos futuros indesejáveis.

2.4.2 Análise preliminar de riscos (APR)

Análise Preliminar de Riscos (APR) é uma técnica que consiste em identificar, descrever e classificar o risco, utilizando método qualitativo, que visa identificar os riscos associáveis às instalações e seus potenciais desdobramentos em cenários acidentais com danos a pessoas, instalações ou meio ambiente. A APR é uma técnica que teve origem no programa de segurança militar do Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (EUA). Trata-se de uma técnica estruturada que tem como objetivo identificar os riscos presentes numa instalação, que podem ser ocasionados por eventos indesejáveis. (CETESB, 2003). Esta técnica pode ser utilizada em instalações na fase inicial de desenvolvimento, nas etapas de projeto ou mesmo em unidades já em operação, permitindo, neste caso, a realização de uma revisão dos aspectos de segurança existentes.

De acordo com o manual da (CETESB, 2003), a APR deve focalizar todos os eventos perigosos cujas falhas tenham origem na instalação em análise, contemplando tanto as falhas intrínsecas de equipamentos, de instrumentos e de materiais, como erros humanos. Deve-se minimamente identificar os perigos, as

causas e os efeitos (consequências) e as categorias de severidade correspondentes, bem como as observações e recomendações pertinentes aos perigos identificados, devendo os resultados ser apresentados em planilha padronizada. Além da APR, existem hoje diversas técnicas de análise de riscos que têm evoluído junto com os demais conhecimentos humanos, como por exemplo, Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP), Série de Riscos, Técnica de Incidentes Críticos (TIC), Análise de Modos de Falha e Efeitos (AMFE) e Análise de Árvore de Falhas (AAF).

2.4.3. ... E SE "*WHAT-IF*" *SWIFT*

Segundo o Anexo B da Norma NBR ISO/IEC 31010, secção B.9 com o tema *Structured "What-if" Technique*, a técnica SWIFT é uma técnica de identificação de perigos que consiste em identificar perigos utilizando um questionário aberto com perguntas tipo "o que aconteceria se..?", e "se…?" aplicadas a um conjunto de palavras ou frases de "comando" que são usadas pelo técnico num grupo de trabalho para estimular os participantes a identificar riscos. Aplica-se a um sistema, processo, equipamento ou evento e a tudo o que poderá causar um erro ou falha, (CHU, 2014).

A técnica SWIFT foi originalmente concebida para o estudo de perigos de instalações químicas e petroquímicas, com a seguinte estrutura de procedimento:

- Preparação das palavras-guia;
- Escolha da equipa de trabalho;
- Revisão dos antecedentes que leva à análise;
- Articulação do propósito da análise;
- Definição dos requisitos.

O conjunto padrão para análise crítica abrangente dos perigos ou riscos utiliza as seguintes palavras-guia SWIFT:

- Problemas materiais;
- Eventos ou influências externas;
- Erros operacionais e outros fatores humanos;
- Erros analíticos ou de amostragem;
- Equipamento ou mau funcionamento de instrumentação;
- Distúrbios do processo de origem não especificada;
- Falha de serviço público;
- Falha de integridade ou a perda de contenção;
- Operações de emergência.

A classificação de riscos qualitativa ou semi-quantitativa é por vezes utilizada para a avaliação de riscos e para priorizar as ações resultantes, no entanto a técnica *WHAT-IF* pode ser utilizada para identificar os riscos e perigos que podem ser levados mais adiante com um estudo quantitativo, (CHU, 2014).

2.4.4 HAZOP – Estudo de perigo e operabilidade - *HAZARD AND OPERABILITY STUDY;*

Segundo o Anexo B da Norma NBR ISO/IEC 31010, secção B.6 *HAZOP* é um processo estruturado e sistemático de análise de perigos (técnica qualitativa) para estudar não só os perigos de um sistema, mas também os seus problemas de operacionalidade.

De acordo com (CHU, 2014), a técnica Hazop foi desenvolvida para analisar sistemas de processo químico pela *Imperial Chemical Industries* (ICI) no Reino Unido no início de 1970, tanto em processos contínuos como em descontínuos, esta técnica consiste no tratamento dos desvios (diferença entre o valor atual e o esperado) das variáveis de processo (por deficiência de equipamentos ou projeto) para a qual foram projetadas. O estado normal de um processo é caracterizado pelas suas variáveis tais como:

- Vazão (gás, líquido, corrente elétrica);

- Pressão, temperatura, viscosidade, densidade;
- Nível, instrumentos, vibração;
- Reação, misturas, corrosão, erosão;
- Inspeção, vigilância;
- Reduzir (moagem, esmagamento, etc.);
- Purga, respiradouro;
- Arranque, encerramento.

A técnica Hazop deve ser realizada por uma equipe multidisciplinar, cuja constituição não seja muito elevada em número (não superior a sete) e liderada por um elemento experiente em Hazop, um engenheiro químico, um engenheiro de industrial e um operador de exterior/chefe de turno, etc; convém incluir pessoas que não estejam diretamente envolvidas no projeto (CHU, 2014).

A aplicação desta técnica engloba os passos que se indicam de seguida:

- Dividir o sistema, processo ou procedimento em elementos menores para tornar a análise crítica tangível;
- Acordar a intenção do projeto para cada subsistema, subprocesso e em seguida aplicar as palavras-guia, para verificar possíveis desvios que teriam resultados indesejáveis;
- Quando um resultado indesejável for identificado, sugerir como podem ser tratados para evitar que eles ocorram ou atenuar as suas consequências;
- Documentar os resultados assim como ações específicas para tratar os riscos identificados.

2.4.5 *FMEA* – A Análise dos Modos de Falha e Efeitos/ *FMECA*- Análise dos Modos de Falha, Efeitos e criticidade.

Segundo o Anexo B da Norma NBR ISO/IEC 31010, secção B.13. FMEA e FMECA.

A Análise dos Modos de Falha e Efeitos (FMEA) é uma técnica utilizada para identificar as formas em que os componentes, os sistemas ou os processos podem falhar. Isto é quando o componente de um sistema executa inadequadamente uma função ou deixa de executá-la, diz-se que esse componente falhou (o componente pode ser o homem ou o equipamento). As falhas são fatores de risco que na maioria dos casos, os acidentes ocorrem devido à ocorrência de algum tipo de falha.

O FMEA foi desenvolvido pelos militares dos EUA como uma técnica de análise formal (procedimento militar MIL-P-1629 agora MIL-STD-1629A). A Companhia Ford Motor reintroduz o FMEA no final dos anos 1970 para a segurança e considerações regulamentares, após várias automóveis terem explodido acidentalmente o tanque de gasolina. A Análise dos Modos de Falha, Efeitos e Criticidade FMECA, estendem a FMEA para que cada modo de falha identificado seja classificado de acordo com sua importância ou criticidade (CHU, 2014).

Grande parte da função do controle de riscos consiste em identificar possibilidades de falhas e adotar medidas para eliminá-las, reduzir a sua frequência ou neutralizar os seus efeitos. A teoria das falhas é uma ferramenta de análise que pode ser feita nas seguintes situações: a primeira é feita após o evento não esperado, o técnico descreve as falhas, identifica causas, e analisam as ações empreendidas na detecção e intervenção, a segunda é feita durante o evento, em que as falhas estão a decorrer e precisam ser eliminadas para que sejam controladas (CHU, 2014).

Esta técnica também é muito útil na fase de planeamento da prevenção de riscos, uma vez que o conhecimento dos prováveis modos de falha que possam ocorrer permitem ao técnico eliminá-los ou minimizá-los, evitando as consequências que deles podem advir.

A técnica FMEA é um método de análise qualitativa e quantitativa utilizada para a avaliação de modos de falha.

O FMEA é uma técnica que dá respostas a uma série de perguntas como:

- O que pode falhar?
- Como ocorre a falha?
- Com que frequência irá falhar?
- Quais são os efeitos da falha?
- Qual é a consequência da falha de segurança?

2.4.6 – Análise de Árvore de Falhas (AAF)

Segundo o Anexo B da Norma NBR ISO/IEC 31010, secção B.14, a análise de árvore de falhas é uma técnica para identificar e analisar os fatores que podem contribuir para um evento específico indesejado (chamado "evento de topo").

A técnica AAF foi inventada e desenvolvida por H. Watson e Allison B. Mearns da Bell Laboratories para uso no Sistema de Orientação *Minuteman Intercontinental Ballistic Missile* (ICBM). Uma árvore de falhas pode ser utilizada qualitativamente para identificar potenciais causas e os caminhos para uma falha (o evento de topo) ou quantitativamente para calcular a probabilidade do evento de topo, dado o conhecimento das probabilidades de eventos causais e começa com uma representação gráfica (utilizando símbolos lógicos) de todas as sequências possíveis para todos os acontecimentos que podem dar origem a um acidente (CHU, 2014).

2.4.7 Análise de Árvore de Eventos (AAE)

Anexo B da Norma NBR ISO/IEC 31010, secção B.15, A análise de árvore de eventos é uma técnica gráfica de estrutura lógica para representar as sequências mutuamente excludentes de eventos após um evento iniciador de acordo com o funcionamento ou não dos vários sistemas projetados para mitigar as suas consequências.

A*AE* foi desenvolvida durante o estudo de segurança para o reator de uma central nuclear o (WASH-1400) para a comissão reguladora nuclear por volta de 1974 (CHU, 2014).

2.5 ASPECTOS LEGAIS E NORMATIVOS RELACIONADOS SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO.

2.5.1 Aspecto legal

A Constituição da Republica Federativa Brasil promulgada em 05/10/1988 estabelece o estado democrático de direito. As principais leis incluem a Constituição (1988), o Código Civil (2002) e o Código Penal (1940). Outras leis relevantes Consolidação das Leis Do Trabalho – (Lei 5.452/1943) assim como Normas Regulamentadoras do Ministério Do Trabalho E Emprego (Portaria GM n.º 3.214/1978), (VADEMECUM, 2012).

No Brasil, a segurança e saúde do trabalho é um procedimento de observância obrigatória pelas empresas privadas e públicas e pelos órgãos públicos da administração direta e indireta, bem como pelos órgãos dos Poderes Legislativo e Judiciário, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT, Portaria SIT n.º 84, de 04 de março de 2009 NR – 01 (MTE12/03/09). A legislação fornece aos trabalhadores padrões mínimos de segurança e saúde no local de trabalho.

2.5.1.1 Constituição da Republica Federativa Brasil – promulgada em 05/10/1988

CAPÍTULO II - DOS DIREITOS SOCIAIS ART. 7°

A Constituição Federal Brasileira estabelece no artigo 7º a qual diz respeito no Capítulo II sobre os Direitos Sociais, garantias aos direitos dos trabalhadores: “São direitos dos trabalhadores urbanos e rurais, além de outros que visem à melhoria de sua condição social” e elencando como medida protetiva em seu inciso XXII, redução dos riscos inerentes ao trabalho, por meio de normas de saúde, higiene e segurança, [...] “redução dos riscos inerentes ao trabalho, por meio de normas de saúde, higiene e segurança”.

2.5.1.2 Código civil – Lei 10.406 de 10 de janeiro de 2002.

TÍTULO IX DA RESPONSABILIDADE CIVIL CAPÍTULO I DA OBRIGAÇÃO DE INDENIZAR.

O código civil cita no artigo Art. 927 a qual diz respeito no Capítulo I da responsabilidade civil, garantias aos direitos dos trabalhadores: “Aquele que, por ato ilícito (arts: 186 e 187), causar dano a outrem, fica obrigado a repará-lo”.

> Parágrafo único. Haverá obrigação de reparar o dano, independentemente de culpa, nos casos especificados em lei, ou quando a atividade normalmente desenvolvida pelo autor do dano implicar, por sua natureza, risco para os direitos de outrem.

Os Art. 186 1 187 do código civil também são elencadas ao Art. 927 ao que se refere ao ato ilícito:

> Art. 186. Aquele que, por ação ou omissão voluntária, negligência ou imprudência, violar direito e causar dano a outrem, ainda que exclusivamente moral, comete ato ilícito.
>
> Art. 187. Também comete ato ilícito o titular de um direito que, ao exercê-lo, excede manifestamente os limites impostos pelo seu fim econômico ou social, pela boa-fé ou pelos bons costumes.

2.5.1.3 Código penal – decreto – lei 2.848 de 7 de dezembro de 1940: título ii: do crime. Relação de causalidade art. 13.

O código penal rege em seu artigo Art. 13 a qual diz respeito do crime relação de causalidade, também regidas em seu inciso. 2°, DO CRIME:

> Art. 13 - O resultado, de que depende a existência do crime, somente é imputável a quem lhe deu causa. Considera-se causa a ação ou omissão sem a qual o resultado não teria ocorrido.
>
> [...] § 2º - A omissão é penalmente relevante quando o omitente devia e podia agir para evitar o resultado. O dever de agir incumbe a quem:
> a) tenha por lei obrigação de cuidado, proteção ou vigilância;
> b) de outra forma, assumiu a responsabilidade de impedir o resultado;
> c) com seu comportamento anterior, criou o risco da ocorrência do resultado.

2.5.1.4 Consolidação das leis do trabalho – decreto – lei 5.452, de 1° de maio de 1943.

A Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) estabelece no artigo 154º, a qual diz respeito Capítulo V – Da segurança e da medicina do trabalho – Seção I: Disposições gerais, cita pela a norma regulamentadora NR-1 do MTE sobre as disposições gerais:

> Art. 154. A observância, em todos os locais de trabalho, do disposto neste Capitulo, não desobriga as empresas do cumprimento de outras disposições que, com relação à matéria, sejam incluídas em códigos de obras ou regulamentos sanitários dos Estados ou Municípios em que se situem os respectivos estabelecimentos, bem como daquelas oriundas de convenções coletivas de trabalho. (Redação dada pela Lei nº 6.514, de 22.12.1977).

No artigo 192º CONSOLIDAÇÃO DAS LEIS DO TRABALHO na Seção XIII – Das atividades insalubres ou perigosas:

> Art. 192. O exercício de trabalho em condições insalubres, acima dos limites de tolerância estabelecidos pelo Ministério do Trabalho, assegura a percepção de adicional, respectivamente de 40% (quarenta por cento), 20% (vinte por cento) e 10% (dez por cento) do salário-mínimo da região, segundo se classifiquem nos graus: máximo, médio e mínimo. (Redação dada pela Lei nº 6.514, de 22.12.1977).

2.5.2 Aspecto normativo

As normas desempenham um importante papel no intercâmbio e no comércio dentro e entre todos os países do mundo. Estas normas são desenvolvidas por muitas organizações, em níveis, regional, nacional e internacional. Em nível internacional, o processo de normalização voluntária é essencialmente coordenado pela Organização Internacional para a Normalização - ISO, da Comissão Eletrotécnica Internacional - IEC, e da União Internacional de Telecomunicações - ITU.

Estas organizações são provenientes de uma infraestrutura extensa, que tem sua fundação em nível nacional e estende-se para atividades regionais sempre que necessário. Este sistema global (isto é, normalização em níveis nacional, regional e internacional) está ligado via acordos de cooperação entre ISO, IEC e ITU em nível internacional; por acordos similares entre organizações de normalização em nível

regional, tais como CEN, CENELEC e ETSI na Europa; e na base, através de um extensivo conjunto de acordos de colaboração entre os organismos nacionais, membros das três organizações ápices (PROMINP, 2004).

2.5.2.1 Aspectos normativos relacionados ao trabalho em ambiente confinado.

NR 33 – Segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados

A Norma Regulamentadora NR-33 do (MTE, 2006) publicada pela Portaria GM n.º 202, 22 de dezembro de 2006 é a principal referência normativa dos trabalhos em ECs, que estabelece requisitos mínimos para identificação de espaços confinados e o reconhecimento, avaliação, monitoramento e controle dos riscos existentes, de forma a garantir permanentemente a segurança e saúde dos trabalhadores que interagem direta ou indiretamente nestes espaços. Portanto segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados, quando necessário podendo ser complementadas com outras formas e mecanismos de proteção existem como normas técnicas e procedimentos e sistemas de certificação nacionais e internacionais.

A Norma Regulamentadora NR 33 - é um instrumento de extrema importância para as organizações, pois uma vez que se efetive sua utilização no cotidiano das atividades laborais, será possível verificar ações preventivas e atitudes corretivas, disciplina de conduta e esclarecimentos relacionados à segurança do que trabalha em EC.

Segundo (MORAES, 2009), esta norma deverá estar integrada com outras, visando garantir a preservação da saúde e integridade física, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e controle dos ricos ambientais.

A NR-33 estabelece a implementação de medidas técnicas, de prevenção, procedimentos e condutas obrigatórias que envolvem a atividade, e cita, por exemplo, a quem se destinam as responsabilidades do trabalho em ambientes confinados, o que cabe ao empregador e aos trabalhadores. Contempla a gestão de segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados, as medidas técnicas de

prevenção, medidas administrativas, medidas pessoais, capacitação para trabalhos em espaços confinados, emergência e salvamento e disposições gerais de forma a assegurar as medidas de segurança, visando prevenir acidentes.

ABNT - NBR 14787 Espaço confinado - Prevenção de acidentes, procedimentos e medidas de proteção.

A norma técnica da Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 14787 – "Espaço confinado" tem como objetivo estabelecer os requisitos mínimos para proteção dos trabalhadores e do local de trabalho, controlar os riscos de entrada em nestes ambientes e vem a priorizar as condições em que o ambiente do espaço confinado, ressaltando os riscos ali existentes. A NBR 14787 define e classifica termos relacionados aos riscos em que são encontrados, e que envolvem tanto segurança do trabalho como higiene ocupacional, que possa tornar o ambiente em uma condição atmosférica "Imediatamente Perigosa à Vida ou à Saúde" (IPVS) como, por exemplo, atmosfera de risco. No item 3.6 da NBR 14787 (2001) refere-se à atmosfera de risco:

> Condição em que a atmosfera, em um espaço confinado, possa oferecer riscos ao local e expor os trabalhadores ao perigo de morte, incapacitação, restrição da habilidade para auto-resgate, lesão ou doença aguda causada por uma ou mais das seguintes causas:
>
> a) gás/vapor ou névoa inflamável em concentrações superiores a 10% do seu limite inferior de explosividade (LIE) (*lower explosíve limit*- LEL);
> b) poeira combustível viável em uma concentração que se encontre ou exceda o limite inferior de explosividade (LIE) (*lower explosive limit*- LEL);

Além dos procedimentos já citadas na NR-33, a NBR 14787 retrata as condições (tóxica ou inflamável) e define os limites de explosividade e a exposição à aerodispersóides citados em nota:

> 1 Misturas de pós combustíveis com ar somente podem sofrer ignição dentro de suas faixas explosivas, as quais são definidas pelo limite inferior de explosividade (LIE) e o limite superior de explosividade (LSE). O LIE está geralmente situado entre 20 g/m3 e 60 g/m3 (em condições ambientais de pressão e temperatura), ao passo que o LSE situa- se entre 2 kg/m3 e 6 kg/m3 (nas mesmas condições ambientais de pressão e temperatura); se as concentrações de pó puderem ser mantidas fora dos seus limites de explosividade, as explosões de pó serão evitadas.

> 2 As camadas de poeiras, diferentemente dos gases e vapores, não são diluídas por ventilação ou difusão após o vazamento ter cessado.
>
> 3 A ventilação pode aumentar o risco, criando nuvens de poeira, resultando num aumento da extensão.
>
> 4 As camadas de poeira depositadas podem criar um risco cumulativo, enquanto gases ou vapores não.
>
> 5 Camadas de poeira podem ser objeto de turbulência inadvertida e se espalhar, pelo movimento de veículos, pessoas, etc.
> [...] c) concentração de oxigênio atmosférico abaixo de 19,5% ou acima de 23% em volume;
> d) concentração atmosférica de qualquer substância cujo limite de tolerância seja publicado na NR-15 do Ministério do Trabalho e Emprego ou em recomendação mais restritiva (ACGIH), e que possa resultar na exposição do trabalhador acima desse limite de tolerância;
> e) qualquer outra condição atmosférica imediatamente perigosa à vida ou à saúde - IPVS.

ABNT - NBR 14606. Postos de serviço - Entrada em espaço confinado.

A norma NBR 14606 - “Postos de serviço - Entrada em espaço confinado”, objetiva a procedimentos de segurança para a entrada em espaço confinado em postos de serviço, restrita a entrada em tanque subterrâneo, define e cria procedimentos, desde ao acesso ao tanque, descreve na área de segurança, procedimentos necessários para uma situação emergência, procedimento de retirada do combustível, e como proceder com tanques sem boca-de-visita e procedimentos finais. Refere-se também ao método de trabalho, que pode ser a quente, que requer o uso de chama ou trabalho a frio, que não requer o uso de chama, assim dependendo do trabalho a ser realizado, podendo resultar em aumento da temperatura ou devido a concentração de vapores inflamáveis a atmosfera de risco.

A NBR 14.787, juntamente com a NBR 14.606, são referenciadas na NR 33, onde o legislador menciona que nos estabelecimentos onde houver espaços confinados devem ser observadas, de forma complementar a NR 33, os atos normativos dessas duas normas, bem como suas alterações posteriores, ou seja, as mudanças normativas que ocorrerem ao longo do tempo, devem ser incorporadas como uma prática legal.

3 GESTÃO EM SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO EM AMBIENTES CONFINADOS

3.1 ASPECTOS GERAIS – ESPAÇO CONFINADO

O Trabalho em Espaços Confinados é potencialmente perigoso e requer treinamento e uso correto de habilidades, técnicas e equipamentos. Para entendimento sobre as condições ambientais específicas para o trabalho em espaços confinados, são de grande relevância a classificação dos mesmos, a fim de estabelecer os requisitos mínimos para identificação, reconhecimento, avaliação, monitoramento e controle dos riscos existentes, de forma a garantir permanentemente a segurança e saúde dos trabalhadores que interagem direta ou indiretamente nestes espaços, possibilitando, previamente, a capacitação necessária para o trabalho nesses locais.

3.2 CONCEITO DE AMBIENTE CONFINADO

3.2.1 Definição espaço confinados

Existem diversas definições para EC, por diferentes instituições governamentais nacionais e internacionais, organizações e associações e indústrias. Apesar da maioria delas serem semelhantes, algumas são mais específicas e outras são mais abrangentes, mantendo, no geral, o mesmo conceito.

A definição de espaço confinado para a norma regulamentadora, NR 33 (MTE, 2006), é:

> Qualquer área ou ambiente não projetado para ocupação humana contínua, que possua meios limitados de entrada e saída, cuja ventilação existente seja insuficiente para remover contaminantes ou onde possa existir a deficiência ou enriquecimento de oxigênio. (NR-33, 2006, p.1)

Para a Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 14.787 (ABNT 2001), define EC como:

> Qualquer área não projetada para ocupação contínua, a qual tem meios limitados de entrada e saída e na qual a ventilação existente é insuficiente para remover contaminantes perigosos e/ou deficiência/enriquecimento de

> oxigênio, que possam existir ou se desenvolver (NBR 14.787, ABNT, 2001, p. 1).

De acordo com a *National Institute for Occupational Safety and Health* – NIOSH o espaço confinado é:

> Um espaço que por projeto tem aberturas limitadas para entrada esaída; ventilação natural desfavorável que poderia conter ou produzir contaminantes do ar perigosas, e que não se destina a ocupação contínua dos funcionários.

Segundo as recomendações de segurança da *Occupational Safety & Health Administration* OSHA, define os espaços confinados em 3 aspectos :

> É grande o suficiente e disposto de modo que um empregado pode entrar e executar o trabalho atribuído corporal;
> [...] tem limitado ou meios para a entrada ou saída restrito (por exemplo, tanques, navios, silos, silos de armazenamento, funis, abóbadas e poços são espaços que podem ter meios limitados de entrada.);
> [...] e não foi projetado para ocupação contínua dos funcionários.

Entre todas as definições é comum destacar as seguintes características ao que se refere a um espaço confinado:

- Não é projetado para contínua ocupação do homem;
- Aberturas limitadas ou restritas para entrar e sair;
- É enclausurado ou parcialmente enclausurado;
- Possui ventilação natural desfavorável que pode conter ou produzir perigosos contaminantes no ar.

3.3 VARIABILIDADE DOS ESPAÇOS CONFINADOS

O EC pode ser identificado em diferentes atividades e podem ser encontrados em diferentes setores econômicos, de acordo com (PIATTELLI, 2013) e podem variar de acordo com sua forma e tamanho (KULCSAR NETO, 2009).

SETOR ECONÔMICO	ESPAÇOS CONFINADOS TÍPICOS
Agricultura	Biodigestores, silos, moegas, tremonhas, tanques, transportadores enclausurados, elevadores de caneca, poços, cisterna, esgotos, vala, trincheiras e dutos
Construção Civil	Poços, valas, trincheiras, esgotos, escavações, caixas, caixões, *shafts* (passa dutos), forros, espaços limitados ou reduzidos e dutos.
Alimentos	Retortas, tubos, bacias, panelões, fornos, depósitos, silos, tanques, misturadores, secadores, lavadores de ar, tonéis e dutos.
Têxtil	Caixas, recipientes de tingimento, caldeiras, tanques e prensas.
Papel e Poupa	Depósitos, torres, colunas, digestores, batedores, misturadores, tanques, fornos e silos.
Editoras e Impressão Gráfica	Tanques.
Indústrias do Petróleo e Indústrias Químicas	Reatores, vasos de reação ou processos, colunas de destilação, tanques, torres de resfriamento, áreas de diques, filtros coletores, precipitadores, lavadores de ar, secadores e dutos.
Borracha	Borracha, tanques, fornos e misturadores.
Couro	Tonéis, tanques e poços.
Tabacos	Secadores e tonéis.
Concreto, Argila, Pedras, Cerâmica e Vidro	Fornos, depósitos, silos, tremonhas, moinhos e secadores.
Metalurgia	Depósitos, dutos, tubulação, silos, poços, tanques, desengraxadores, coletores e cabines.
Eletrônica	Desengraxadores, cabines e tanques.
Transporte	Tanque nas asas dos aviões, caminhões-tanque, vagões tanques ferroviários, tanques e navios-tanque.
Serviços Sanitários, de águas e de esgoto. Serviços de gás, eletricidade e telefonia.	Poços de válvula, galerias, tanques sépticos, poços, poços químicos, reguladores, poços de lama, poços de água, caixas de gordura, estações elevatórias, esgotos e drenos, digestores, incineradores, estações de bombas, dutos, caixas, caixões e enclausuramentos.
Equipamentos e Máquinas	Caldeiras, transportadores, coletores e túneis.
Operações Marítimas	Porões, contêiner, caldeiras, tanques de combustível e de água, compartimentos e dutos.

Quadro 1 **–** Exemplos de espaços confinados por setor econômico.
Fonte: Piattelli, (2013).

Figura 3.

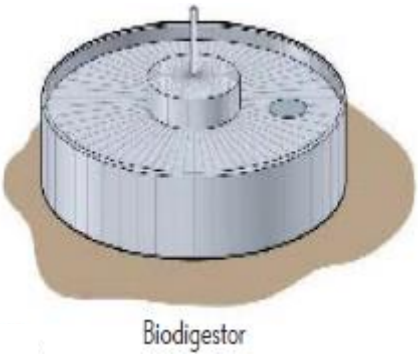

Figura 4.

Figura 5.

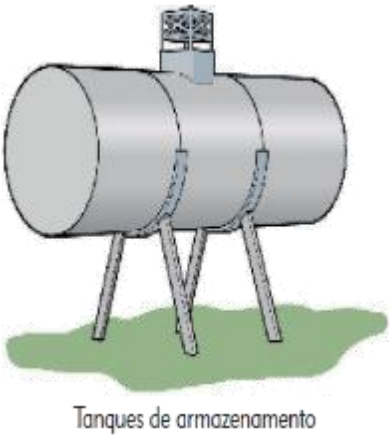

Figura 6.

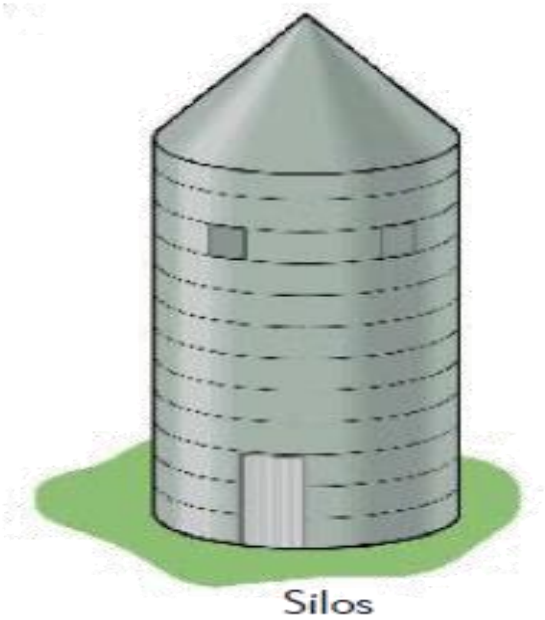

Figura 7.

Figuras 3 a 7: Exemplos de espaços confinados.
Fonte: Kulcsar Neto (2009), Espaço confinados: Livreto do trabalhador.

3.4 IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS DOS ESPAÇOS CONFINADOS

A identificação dos riscos existentes em cada espaço confinado é de fundamental importância para a elaboração de procedimentos de trabalho e adoção das medidas necessárias para a entrada, realização da atividade e saída do seu interior. A avaliação dos riscos, antes da autorização de entrada, através da Análise Preliminar de Riscos (APR) e a emissão da Permissão de Entrada e Trabalho (PET) são

indispensáveis para definir medidas adicionais para que o trabalho seja executado de forma segura (GARCIA; KULCSAR NETO, 2013).

ABNT - NBR 14787 Espaço confinado - Prevenção de acidentes, procedimentos e medidas de proteção, tem como objetivo estabelecer os requisitos mínimos para proteção dos trabalhadores e do local de trabalho contra os riscos de entrada em espaços confinados.

3.5 RISCOS ENCONTRADOS NOS ESPAÇOS CONFINADOS:

3.5.1 Riscos ambientais

De acordo com as características verificadas na estrutura dos EC, os trabalhos realizados nestes locais são submetidos a diferentes tipos de riscos ambientais. A verificação prévia dos possíveis perigos é de extrema importância para a realização de um trabalho seguro.

De acordo com a “NR-9 - Programa De Prevenção De Riscos Ambientais” do Ministério do Trabalho e Emprego de 1978 (alterado pela portaria ssst n.º 25, de 29 de dezembro de 1994) classifica os riscos, em 3 diferentes classes:

> 9.1.5 Para efeito desta NR, consideram-se riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador.

3.5.1.1. Riscos físicos

Segundo a “NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais”, os riscos provenientes de exposição de agentes físicos são caracterizados pelo item 9.1.5.1:

> Consideram-se agentes físicos as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhador como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como o infra-som e o ultra-som.

Nos espaços confinados são mais comuns riscos como: ruído, calor, radiações não ionizantes e umidade, que são encontrados com frequência.

- Ruído: O nível de pressão sonora muitas vezes provoca efeitos indesejáveis pela sua reflexão nas paredes e teto do espaço confinado.

- Calor: É intensificado pela circulação reduzida do ar, aquecimento de superfícies e equipamentos no interior do espaço confinado e radiação solar constante.

- Radiações não ionizantes: Radiações como a infravermelha e a ultravioleta, estão presentes em intensidades elevadas nas operações de soldagem. O risco ao trabalhador é aumentado devido à dificuldade para instalar biombos.

- Umidade: ocorre devido à dificuldade para a retirada de líquidos do espaço confinado, cujo nível do piso muitas vezes é inferior ao nível do lençol freático, podendo encharcar o uniforme e botas do trabalhador, nas atividades realizadas em galerias, tanques, poços subterrâneos, praça de máquinas, entre outros, (KULCSAR; GARCIA, 2013).

3.5.1.2. Riscos químicos

Segundo a “NR 9 - Programa de Prevenção De Riscos Ambientais”, os riscos provenientes de exposição de agentes químicos são caracterizados pelo item 9.1.5.2:

> Consideram-se agentes químicos as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão.

Os agentes químicos são classificados (aerodispersóides, gases ou vapores) são substâncias, elementos, compostos ou resíduos químicos que, durante sua fabricação, armazenamento, manuseio e transporte e pela decomposição de matéria orgânica, por vazamentos, ou pela atividade desenvolvida no espaço confinado, (MTE, 2013).

3.5.1.3. Riscos biológicos

É estabelecido também pela “NR 9 - Programa de Prevenção De Riscos Ambientais”, os riscos provenientes de exposição de agentes biológicos são caracterizados pelo item 9.1.5.3: **“**Consideram-se agentes biológicos as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros”.

Espaços confinados possuem condições propícias para a proliferação de microrganismos e algumas espécies de animais, em virtude da umidade alta, iluminação deficiente, água estagnada e presença de nutrientes. Ratos, morcegos, pombos e outros animais que possuem acesso fácil a espaços confinados, e os utilizam como abrigo contra seus predadores, são vetores de doenças transmissíveis ou hospedeiros intermediários. Cobras, insetos e outros artrópodes podem provocar intoxicações e doenças. As poeiras presentes nos espaços confinados podem conter material biológico potencialmente patogênico, pela presença de excrementos, urina, saliva e demais fluidos orgânicos provenientes desses animais, (KULCSAR; GARCIA, 2013). (ponto final)

3.5.1.4. Riscos ergonômicos

Em se tratando de espaço confinado, como apresentado e definido, os EC não são projetados para ocupação humana e o acesso é dificultado devido às características de entrada e permanecia nestes ambientes, o que faz com que o trabalhador tenha que adaptar ao ambiente e não o ambiente de trabalho ao trabalhador, caracterizando um risco à segurança e saúde do trabalhador.

A Norma Regulamentadora “NR 17 – Ergonomia”- *Portaria SIT n.º 13, de 21 de junho de 2007* do Ministério do Trabalho e Emprego estabelece parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas do homem:

> 17.1. Esta Norma Regulamentadora visa a estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente.

A NR 17 cita no item a seguir o que cabe ao empregador ao que se refere às condições ambientais dos postos de trabalhos:

> 17.1.1. As condições de trabalho incluem aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, ao mobiliário, aos equipamentos e às condições ambientais do posto de trabalho e à própria organização do trabalho.

Muitas doenças ocupacionais estão relacionadas a seus postos de trabalho, e que constituem o principal grupo de problemas à saúde, reconhecidos pela sua relação laboral, assim tornando o trabalho nestes espaços confinados ainda mais complexo.

3.5.1.5 Riscos mecânicos

Segundo a “NR-33 - Segurança e Saúde Nos Trabalhos em Espaços Confinados” citam também dos riscos mecânicos: ‘33.3.2 [...] c – proceder à avaliação e controle dos riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e mecânicos’.

De acordo com (KULCSAR; GARCIA, 2013), os riscos mecânicos incluem trabalho em altura, instalações elétricas inadequadas, contato com superfícies aquecidas, maquinário sem proteção, impacto de ferramentas e materiais, inundação, superfícies inclinadas, desabamento, e formação de atmosfera explosiva, que podem causar quedas, choques elétricos, queimaduras, aprisionamento e lesão em membro ou outra parte do corpo, afogamento, engolfamento, asfixia, incêndio e explosão.

Segundo a NR 35 – Trabalho em altura, define requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, considera que todo trabalho executado acima de 2,00 metros de diferença do nível inferior, onde a risco de queda, são tratados como trabalho em altura, obedecendo assim os procedimentos necessários á manutenção da segurança e saúde dos trabalhadores.

A norma da ABNT NBR 15475 “Acesso por corda – qualificação e certificação de pessoas” consiste em um sistema de qualificação e certificação para profissionais

que exercem a atividade de acesso por cordas, diretamente relacionados com os trabalhos em altura, complementando a parte técnica que envolve o trabalho em espaço confinado.

3.6. PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA NECESSÁRIOS PARA A EXECUÇÃO DO TRABALHO EM ECS

Assim que os perigos são identificados é necessário que os riscos sejam mitigados ou eliminados com a implantação de procedimentos, métodos e práticas, as medidas de proteção que são fundamentais para a segurança e saúde do trabalho em espaço confinado.

3.6.1. Sistema de permissão de entrada

Após a identificação dos EC e seus perigos, o sistema de permissão de entrada em espaço confinado é uma medida de proteção eficaz para a entrada nestes ambientes.

Permissão de entrada é um documento que certifica que precauções específicas, adotados antes que os trabalhadores entrem num espaço confinado. É um método sistemático para verificação de que todos os elementos do programa de entrada espaço confinados estejam funcionando.

Segundo, a NR-33, o Anexo II – Permissão de Entrada e Trabalho - apresenta modelo de caráter informativo, que deve ser utilizado como referência para o responsável técnico elaborar a Permissão de Entrada e Trabalho (PET). O Responsável Técnico deve incluir avaliações, medidas e procedimentos que não estejam previstas no modelo de PET apresentado no Anexo II da NR-33, mas que sejam necessárias pelas características do trabalho. No caso de exclusão de qualquer item da PET, o Responsável Técnico deverá fundamentar a sua decisão. (KULCSAR, 2009)

De acordo com a própria NR-33, a Permissão de Entrada e Trabalho pode ser adaptada as diferentes condições dos espaços:

> 33.3.3 [...] e – adaptar o modelo de Permissão de Entrada e Trabalho, previsto no Anexo II desta NR, às peculiaridades da empresa e dos seus espaços confinados;

A NBR 14787 no item nº 10 (Permissão de Entrada), apresenta requisitos de permissão de entrada nestes espaços e descreve as condições necessárias para sua autorização.

3.6.2. Designação de trabalhadores autorizados

A designação dos trabalhos em espaço confinados é de responsabilidade do empregador, a qual por requisitos legais e outros requisitos deve capacitar o trabalhador e identifica-lo. Para os trabalhadores que participarão das operações de entrada, identificando a função de cada trabalhador. Os trabalhadores designados podem atuar nas funções Vigia ou Supervisor de Entrada, sendo o ultimo como responsável técnico (Emissão da PET).

A NBR 14787 no item nº 12.2 (Deveres dos vigias) e 12.3 (Deveres do supervisor de entrada) descrevem, além das funções dos trabalhadores autorizados, os deveres do supervisor de entrada e vigia como procedimentos necessários para sua autorização sua entrada.

3.6.3. Testes e monitoramento da atmosfera em áreas classificadas.

O teste e monitoramento da atmosfera é um procedimento fundamental para o trabalho em espaço. É importante entender que alguns gases e vapores são mais pesados que o ar e irão se concentrar nas partes mais baixas do espaço confinado. Da mesma forma, existem alguns gases que são mais leves que o ar e serão encontrados ao redor do topo do espaço confinado. Assim é necessário medir todas as áreas (topo, meio e piso) dos espaços confinados com instrumentos adequadamente testados e calibrados.

Os testes de avaliação devem ser realizados antes que a entrada seja autorizada. Quando testar os riscos atmosféricos, em primeiro lugar deve ser levado em conta o teor de oxigênio, em seguida gases e vapores inflamáveis e finalmente os gases tóxicos, conforme OSHA, nos subitens 1910.146 (d) (5) (iii), que orienta a verificação das condições atmosféricas;

> Ao testar para riscos atmosféricos, teste primeiro para o oxigênio, em seguida, para gases e vapores combustíveis, em seguida, para gases e vapores tóxicos.

Se o teste revelar deficiência de oxigênio, ou a presença de gases ou vapores tóxicos, o espaço deverá ser ventilado e testado e reavaliado antes da entrada dos trabalhadores. Se a ventilação não é possível e a entrada é necessária (para resgate de emergência, por exemplo), os trabalhadores deverão usar equipamentos de proteção respiratória adequados.

O item nº 4.5 da NBR 14787 expõe as medidas necessárias para teste e monitoramento da atmosfera interna do espaço confinado, inclusive os cuidados e utilização dos equipamentos:

> Antes de um trabalhador entrar num espaço confinado, a atmosfera interna deverá ser testada por trabalhador autorizado e treinado, com um instrumento de leitura direta, calibrado e testado antes do uso, adequado para trabalho em áreas potencialmente explosivas, intrinsecamente seguro, protegido contra emissões eletromagnéticas ou interferências de radiofrequências, calibrado e testado antes da utilização para as seguintes condições:
>
> a) concentração de oxigênio;
> b) gases e vapores inflamáveis;
> c) contaminantes do ar potencialmente tóxicos.

No item 33.3.2, subitens J e K, como Medidas Técnicas de Prevenção, testar os equipamentos de medição antes de cada utilização; e utilizar equipamento de leitura direta, intrinsecamente seguro, provido de alarme, calibrado e protegido contra emissões eletromagnéticas ou interferências de radiofrequência, além de definir os tipos de equipamentos que devem ser utilizados em áreas classificadas e sua certificação:

> 33.3.2.1 Os equipamentos fixos e portáteis, inclusive os de comunicação e de movimentação vertical e horizontal, devem ser adequados aos riscos dos espaços confinados;
>
> 33.3.2.2 Em áreas classificadas os equipamentos devem estar certificados ou possuir documento contemplado no âmbito do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade - INMETRO.
>
> 33.3.2.3 As avaliações atmosféricas iniciais devem ser realizadas fora do espaço confinado.
>
> 33.3.2.4 Adotar medidas para eliminar ou controlar os riscos de incêndio ou explosão em trabalhos a quente, tais como solda, aquecimento, esmerilhamento, corte ou outros que liberem chama aberta, faíscas ou calor.

3.7. EQUIPAMENTOS ESPECIALIZADOS

3.7.1. Equipamentos utilizados no monitoramento da atmosfera

Os instrumentos de detecção de gás são responsáveis pelo monitoramento da atmosfera; são necessários para monitorar continuamente a atmosfera nos espaços confinados nas áreas onde os trabalhadores autorizados estiverem desempenhando as suas tarefas, para verificar se as condições de acesso e permanência são seguras.

Figura 8 – Monitor multi gases portátil.

Fonte: Dossiê técnico, Segurança do trabalho em espaços confinados, Nunes (2011).

Geralmente são utilizados aparelhos eletrônicos de leitura direta que utiliza método físico, portáteis que apresentam resultados instantâneos. Esses equipamentos

podem monitorar um ou mais gases simultaneamente (multigás), com O_2, CO H_2S, como contaminantes tóxicos juntamente com oxigênio e atmosferas inflamáveis.

Existem aparelhos eletrônicos de leitura direta que utilizam método químico, os mais utilizados são indicadores colorimétricos, cuja concentração de agentes químicos no ambiente é obtida através da alteração da cor proveniente de uma reação química. Utiliza-se um aparelho detector de gás no qual os tubos são inseridos, assim o ar com o contaminante é bombeado para os tubos colorimétricos. Também se utiliza tubos colorimétricos passivos onde a passagem do contaminante é feito através de difusão.

Figura 9 – Aparelho eletrônico de leitura direta que utiliza método químico com indicadores colorimétricos.
Fonte: http://anjosdasvidas.blogspot.com.br/2013. Acesso em: 16/09/2015.

3.7.2 Equipamentos de proteção coletiva

Equipamentos de proteção coletiva são utilizados para eliminar os possíveis contaminantes ainda existentes no espaço confinado. Este método utiliza equipamentos de insuflação e exaustão, com o objetivo de minimizar ou até eliminar a concentração os agentes como gases e vapores que a possam estar na atmosfera interna do EC.

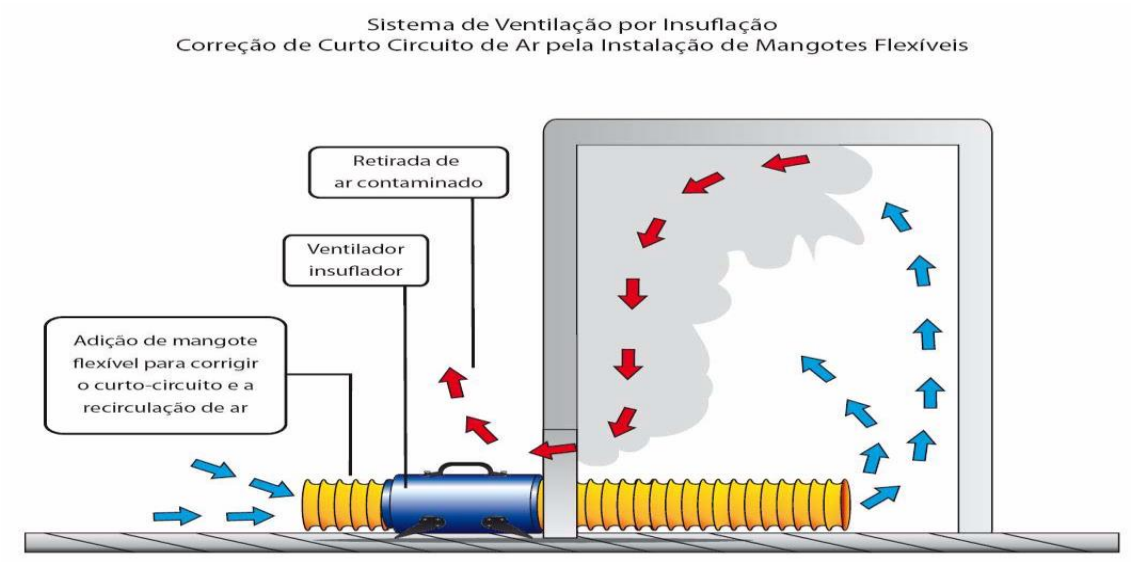

Figura 10 – Sistema de ventilação por insuflação.

Fonte: Guia técnico da NR- 33 (2013).

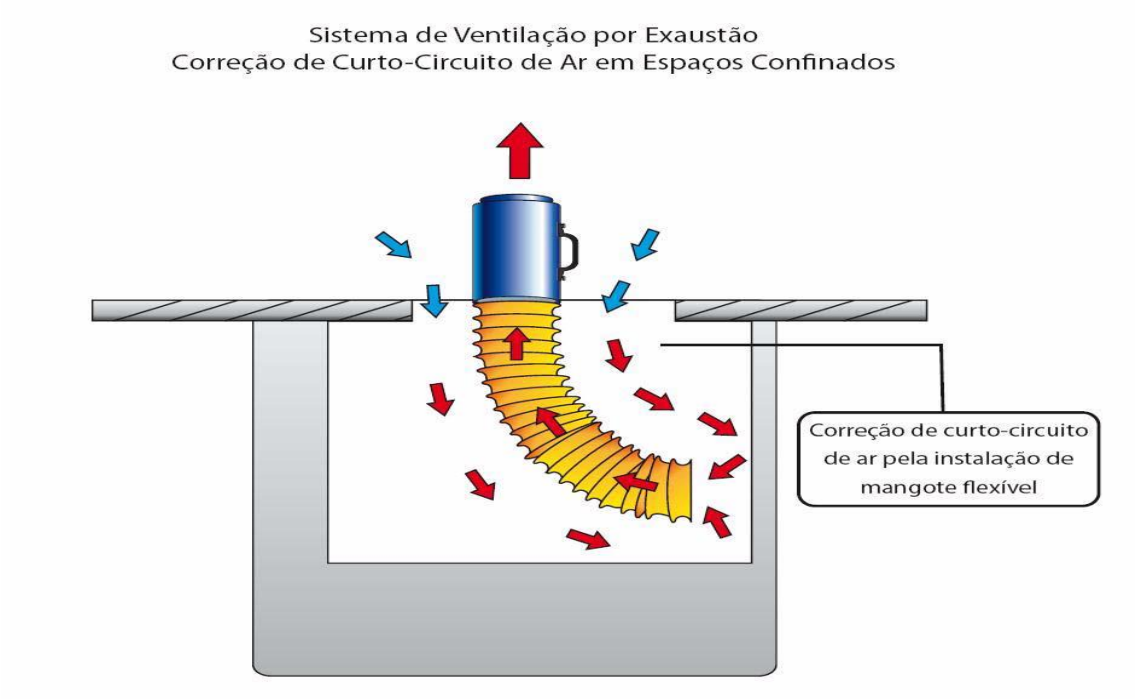

Figura 11 – Sistema de ventilação por exaustão.

Fonte: Guia técnico da NR- 33(2013).

3.7.3 Equipamentos de proteção individual - Proteção Respiratória em Espaços Confinados

A Norma Regulamentadora NR-33 recomenda a implementação de um programa de proteção respiratória:

> 33.3.3 [...] p – implementar um programa e proteção respiratória de acordo com a análise do risco, considerando o local, a complexidade e o tipo de trabalho a ser desenvolvido;

Sempre que for necessária a utilização de Equipamento de Proteção Respiratória (EPR), a empresa deve elaborar e implementar um Programa de Proteção Respiratória (PPR), conforme estabelece a Instrução Normativa Nº 1, de 11/04/1994. O PPR tem como finalidade a proteção respiratória adequada do trabalhador, durante o uso do respirador selecionado, (KULCSAR, 2013).

Os equipamentos de proteção respiratória para espaços confinados são respiradores purificadores de ar, que incluem as peças faciais completas e semi-faciais filtrantes ou um quarto facial e que utilizam filtros químicos ou mecânicos. Os EPR mecânicos são comumente utilizados para reter partículas sólidas ou líquidas (aerodispersóides). As utilizações dos filtros químicos são mais comumente utilizadas para contaminantes gasosos como gases e vapores. Também são utilizados os respiradores de adução de ar, que são respiradores que utilizam o ar de uma fonte externa do ambiente, que pode ser por ar natural, respirador de linha de ar comprimido ou aparelhos autônomos ou máscaras autônomas.

O equipamento de proteção respiratória, nessas áreas como IPVS, pode ser utilizado com equipamento com linha de ar, dotado de peça facial e cilindro auxiliar de ar comprimido para abandono da área. O ar respirador pelo trabalhador é o da linha de ar. No abandono desse ambiente, desconectando-se a mangueira de ar comprimido, abre-se a válvula do cilindro de abandono. Nessa situação, o usuário tem de 10 a 20 minutos de autonomia, dependendo do aparelho, para atingir área segura.

Um respirador autônomo de ar comprimido, de pressão positiva, com cilindro de ar de diversos tamanhos, também é um equipamento seguro para penetração e permanência em espaços confinados. É preciso atentar para a autonomia que o aparelho pode oferecer e observar os dispositivos de alarme que ele contém.

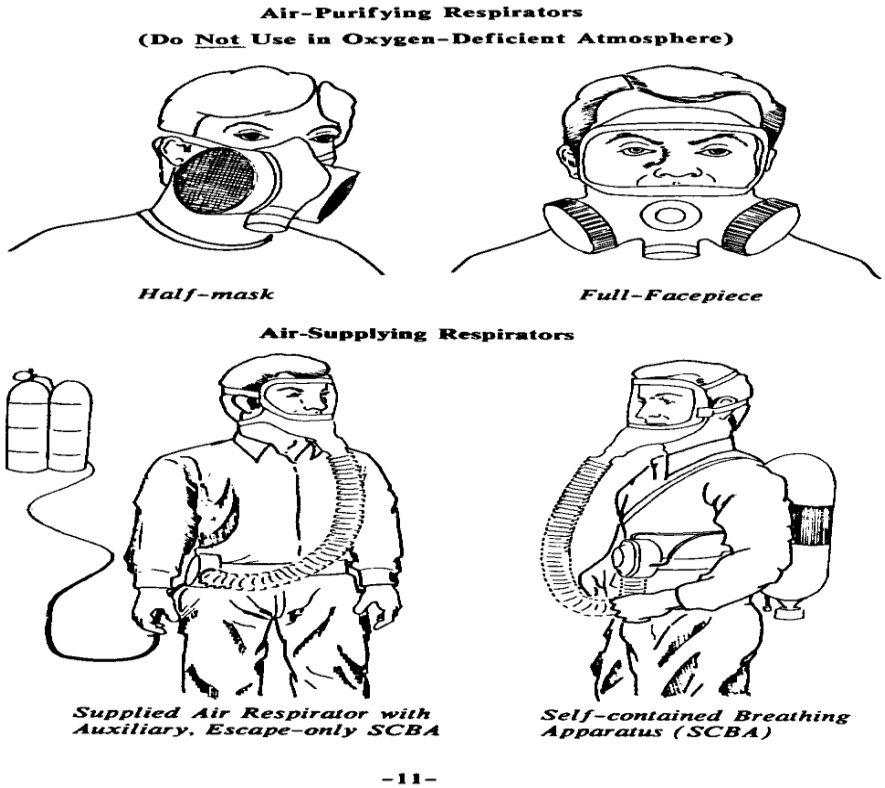

Figura 12 – Equipamento de Proteção Respiratória: Trabalhadores com purificadores de ar. Trabalhadores com Respiradores autônomos e com suprimentos de ar.
Fonte: – A Guide to Safety in confined space, Niosh (1987, pdf 87 – 113).

3.7.4 Equipamentos utilizados em EC.

Os equipamentos a serem utilizados em atmosferas potencialmente explosivas em área classificadas, devem possuir a certificação pelo Organismo de Avaliação de Conformidade acreditado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO).

A NR-33 e NBR 14787 determinam que os equipamentos devam estar disponíveis aos trabalhadores sem custos para os mesmos, assegurando o funcionamento e utilização correta por parte dos trabalhadores.

- equipamento de comunicação, adequado para trabalho em áreas potencialmente explosivas;

- equipamentos de proteção individual e movimentadores de pessoas adequados ao uso em áreas potencialmente explosivas;

- equipamentos para atendimento pré-hospitalar;

- equipamento de iluminação, adequado para trabalho em áreas potencialmente explosivas.

3.7.5 Equipamentos utilizados como medidas de proteção ao acesso nos espaços confinados.

O empregador deve implantar medidas capazes promover a proteção dos trabalhadores dentro dos EC, e impedir o acesso ou a entrada não autorizado em um espaço confinado, que deverá estar devidamente sinalizado. A NBR 14787 requisita o desenvolvimento e a implementação de meios, procedimentos e práticas necessárias para as operações de entradas seguras em espaços confinados, incluindo, Item 5.8 da NBR 14787:

> a) manter o espaço confinado devidamente sinalizado e isolado, providenciando barreiras para proteger os trabalhadores que nele entrarão;
> b) proceder a manobras de travas e bloqueios, quando houver necessidade;

A sinalização é indispensável, mesmo quando não estão sendo feitos trabalhos nos espaços confinados. A NR-33 estabelece medidas 33.3.3: [...] “c – manter sinalização permanente junto do espaço confinado, conforme o Anexo Ida presente norma”.

Figura 13 – Sistema de sinalização em espaço confinado.
Fonte: NR- 33 (2006).

Também o uso de dispositivos que são primordiais para a segurança nos trabalho confinados, como travas e bloqueios e barreiras.

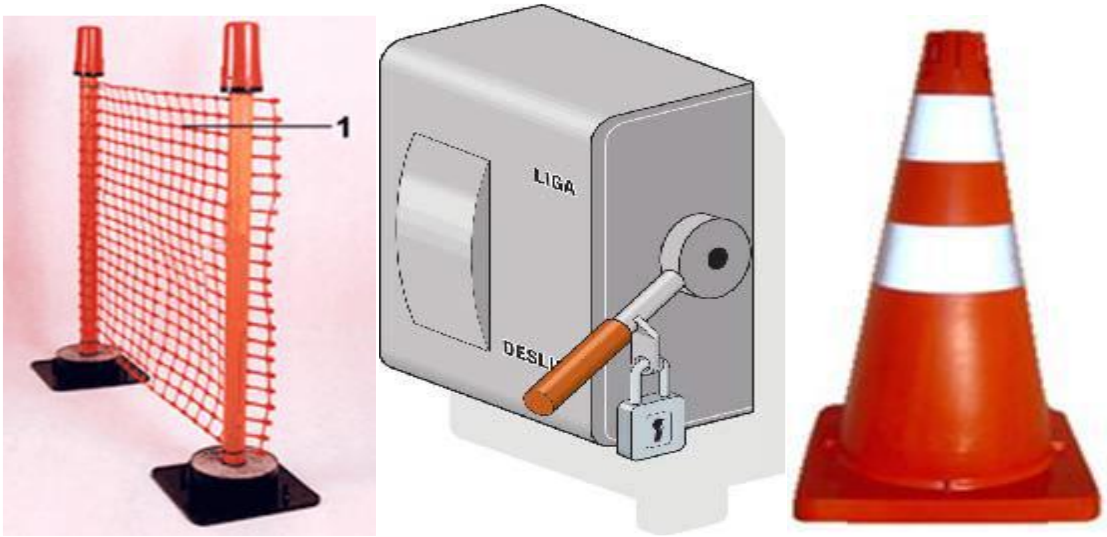

Figura 14 – Sistema de trava, bloqueios e barreiras.
Fonte: Dossiê técnico NR- 33 e Livreto do Trabalhador – Fundacentro (2011).

3.8 PROCEDIMENTOS DE EMERGÊNCIA E RESGATE EM ESPAÇOS CONFINADOS.

Há uma demanda e necessidade de técnicas e conhecimentos específicos em um atendimento à emergência e resgate em espaço confinado, que difere de outros tipos de ações de salvamento. Operações de trabalho nesses ambientes são altamente complexas, e no caso de um acidente, tanto os trabalhadores autorizados como do serviço de resgate devem estar preparados para enfrentar um ambiente em condições totalmente adversas.

Acidentes em espaços confinados exigem resposta eficaz, tendo em vista que o resgate, nesses casos, é realizado em condições adversas e demanda agilidade. Por isso, é indispensável uma adequada identificação e avaliação prévia dos riscos. O prévio conhecimento da configuração, tamanho e tipos de acessos ao espaço confinado é fundamental para a correta seleção dos métodos de resgate e dos equipamentos de movimentação, resgate, ventilação, comunicação e proteção respiratória, (KULCSAR, 2013).

Desta forma, para cada trabalho em espaço confinado deverá ser elaborado um plano de emergência de acordo com os riscos existentes para que os efeitos sejam minimizados.

3.8.1 PROCEDIMENTOS DE EMERGÊNCIA

A norma regulamentador NR-33 estabelece que o empregador defina medidas necessárias para emergência e salvamento e sua implementação, determinando critérios adequados de resgate em EC, a fim de resguardar a segurança e saúde do trabalhador. No item 33.4.1 de “a)” ao sub item “e)” descreve no mínimo, medidas necessárias para uma situação e emergência e salvamento:

> a) descrição dos possíveis cenários de acidentes, obtidos a partir da Análise de Riscos;
> b) descrição das medidas de salvamento e primeiros socorros a serem executadas em caso de emergência;

> c) seleção e técnicas de utilização dos equipamentos de comunicação, iluminação de emergência, busca resgate, primeiros socorros e transporte de vítimas;
> d) acionamento de equipe responsável, pública ou privada, pela execução das medidas de resgate e primeiros socorros para cada serviço a ser realizado; e
> e) exercício simulado anual de salvamento nos possíveis cenários de acidentes em espaços confinados.

No anexo II - Permissão de Entrada e Trabalho (PET) da NR-33 traz um modelo em caráter informativo para elaboração da Permissão de Entrada e Trabalho em Espaço Confinado, onde ressalta os procedimentos que devem ser completados antes da entrada e os procedimentos que devem ser completados durante o desenvolvimento dos trabalhos e os procedimentos de emergência e resgate.

Os procedimentos que devem ser completados antes da entrada são os itens 9 e 10 respectivamente, procedimentos de resgate e procedimentos e proteção de movimentação vertical, além dos equipamentos de proteção respiratória autônomos ou sistema de ar mandado com cilindro de escape para a equipe de trabalhadores autorizados quanto para a equipe de resgate.

A NR-33 também ressalta a importância da equipe de resgate no item 33.4.2 e 33.4.3, que o pessoal responsável pela execução das medidas de salvamento deve possuir aptidão física e mental compatível com a atividade a desempenhar, portanto, é necessária uma avaliação médica criteriosa para a atividade e o desempenho do trabalhador em uma situação de emergência; além da capacitação da equipe de salvamento deve contemplar todos os possíveis cenários de acidentes identificados na análise de risco.

A NBR 14787 determina que requisitos que se aplicam aos empregadores que tenham trabalhadores que entrem em espaços confinados para executar os serviços de resgate:

> a) o empregador, ou seu representante com habilitação legal, deverá assegurar que cada membro do serviço de resgate tenha equipamento de proteção individual, respiratória e de resgate necessários para operar em espaços confinados e que sejam treinados para seu uso adequado;
> b) cada membro do serviço de resgate deverá ser treinado para desempenhar as tarefas de resgate designadas;

> c) cada membro do serviço de resgate deverá receber o mesmo treinamento requerido para os trabalhadores autorizados;
> d) cada membro do serviço de resgate deverá ser capacitado, fazendo resgate em espaços confinados, ao menos uma vez a cada 12 meses, por meio de treinamentos simulados nos quais eles removam manequins ou pessoas dos atuais espaços confinados ou espaços confinados representativos;
> e) espaços confinados representativos são os que, com respeito ao tamanho da abertura, configuração e meios de acesso, simulam os tipos de espaços confinados dos quais o resgate será executado;
> f) cada membro do serviço de resgate será treinado em primeiros-socorros básicos e em reanimação cardiopulmonar (RCP). Ao menos um membro do serviço de resgate deverá estar disponível e ter certificação atual em primeiros-socorros e em RCP.

De forma também mais superficial, a NBR 14787 traz como medida sistemas de resgate (meios técnicos) que auxiliem o trabalho de resgate, que deve atender ao seguinte requisito;

> Para facilitar a retirada de pessoas do interior de espaços confinados sem que a equipe de resgate precise adentrar nestes, poderão ser utilizados movimentadores individuais de pessoas, atendendo aos princípios dos primeiros-socorros, desde que não prejudiquem a vítima.

De forma abrangente, mas não específica, sobre as técnicas utilizadas no resgate e salvamento em espaços confinados, tanto a NBR - 14787 “Espaço confinado - Prevenção de acidentes, procedimentos e medidas de proteção” a assim como a NR-33.

Figura 15 – Equipamentos de resgate em espaço confinados - Tripé com sistema de tração, Kit de resgate, Maca tip*o SKED (*Para resgate horizontal e vertical).

Fonte: Resgate em espaço confinado – Corpo de Bombeiros, RJ, (2013)

3.8.2. EQUIPE DE EMERGÊNCIA E RESGATE EM ESPAÇOS CONFINADOS

Além de adotar os critérios e procedimentos no serviço de emergência e resgate em espaços confinados, é necessário um programa de resgate e salvamento, devido às particularidades e a complexidade destes ambientes, ser de difícil acesso e riscos em potenciais, que dificultam ainda mais a identificação, atendimento a emergência e primeiros socorros e do grupo de resgate.

3.8.2.1 Método de avaliação

Antes que uma equipe de resgate ser selecionada ou treinada, no entanto, para obter um programa de espaço confinado satisfatório, é de extrema importância mapear e cadastrar os espaços confinados da organização e inventariar seus riscos, assim uma análise de todos os espaços confinados, para identificar todos os riscos potenciais, avaliação da equipe ou serviço de resgate.

Com base as recomendações de segurança da (OSHA) na norma 1910.146 apêndice F–“Equipe de resgate ou Critérios de Avaliação Serviço de Resgate em espaços confinados”, traz orientações aos empregadores na escolha de um serviço de resgate adequado. Contem critérios que podem ser usados para avaliar as capacidades tanto das equipes de resgates atuais e futuras.

Portanto, é importante para os empregadores e responsáveis técnicos avaliar os serviços de salvamento ou equipes, seja no local ou fora do local, se estão equipados e capazes de minimizar danos para ambos os trabalhadores e equipes de resgate em caso de acidente.

Para uma avaliação das equipes ou serviços de resgate nos trabalhos em espaços confinados, é necessário adotar como procedimentos, que deve ser compostos por dois componentes:

- AVALIAÇÃO INICIAL: Avalia se um serviço de resgate em potencial ou equipe de resgate estão adequadamente preparados e equipados para realizar salvamentos

em espaço confinados, e se tais equipes de resgate podem responder em tempo hábil, em caso de emergência. O empregador pode determinar também se a manutenção de uma equipe de resgate no local será mais viável do que obter os serviços de uma equipe de fora do local, sem ser significativamente mais eficaz, e decidir contratar um serviço de resgate.

- AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO: O responsável técnico ou empregador possa medir o desempenho da equipe ou serviço durante um resgate real ou em treinamento.

Durante uma avaliação de desempenho, o empregador pode decidir, depois de observar o serviço de resgate realizar um resgate prático, se o treinamento foi ou não adequado para efetuar um resgate em sua instalação e decidir selecionar outro serviço de resgate, ou formar uma equipe de resgate interno (OSHA 1998).

4 INDÚSTRIA PETRÓLEO E GÁS: ATIVIDADES EM ESPAÇOS CONFINADOS.

4.1 Espaços confinados: ambiente característico da atividade.

Os EC são ambientes típicos nas atividades das Indústrias petróleo, que pode variar de acordo com sua forma e tamanho. (PIATTELLI, 2013) e (KULCSAR, 2009), citam alguns exemplos destes ambientes, como reatores, vasos de reação ou processos, colunas de destilação, tanques, torres de resfriamento, áreas de diques, filtros coletores, precipitadores, lavadores de ar, secadores e dutos, e segundo (MUNIZ, 2011) são instalações bastante complexas e algumas podem incluir a produção e armazenagem de óleo e gás à alta pressão, a perfuração de poços e obras de construção e manutenção.

4.2 OS RISCOS DO TRABALHO EM ESPAÇO CONFINADO NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO E GÁS.

O trabalho em espaços confinados em atividades no setor petróleo pode conter contaminantes perigosos característicos, que são substâncias provenientes do petróleo bruto, com o gás natural, petróleo e do carvão mineral.

O petróleo bruto é uma complexa mistura de hidrocarbonetos, que apresenta elementos como enxofre, nitrogênio, oxigênio e metais, (MARIANO, 2003).

As atividades ocupacionais nestes ambientes pode promover uma atmosfera de risco, com deficiência ou enriquecimento de oxigênio e a inalação de outros gases ou vapores inflamáveis ou tóxicos.

No item 4.5 da NBR 14787 norma define 3 riscos no ambiente em espaços confinados:

- Concentrações inadequadas de oxigênio;

- Presença de gases e/ou vapores inflamáveis;

- Presença de gases e/ou vapores tóxicos

4.2.1 Deficiência e enriquecimento de O_2

Segundo a NR-33 no "ANEXO II - Permissão de Entrada e Trabalho – PET", a atmosfera em um espaço confinado devem conter uma concentração mínima de 19,5% de oxigênio para que o mesmo seja liberado para trabalho humano, sem a necessidade de utilização de equipamento autônomo ou ar induzido para respiração, e concentração atmosférica de oxigênio máxima de 23 %. De acordo com a NBR 14.787 os itens 3.4, 3.5 e 3.6; definem os limites mínimos e máximos de concentração de oxigênio para uma atmosfera sem uma condição imediatamente perigosa à vida ou à saúde (IPVS):

> 3.4 atmosfera pobre em oxigênio: Atmosfera contendo menos de 19,5% de oxigênio em volume;
> 3.5 atmosfera rica em oxigênio: Atmosfera contendo mais de 23% de oxigênio em volume;
> 3.6 atmosfera de risco: c) concentração de oxigênio atmosférico abaixo de 19,5% ou acima de 23% em volume.

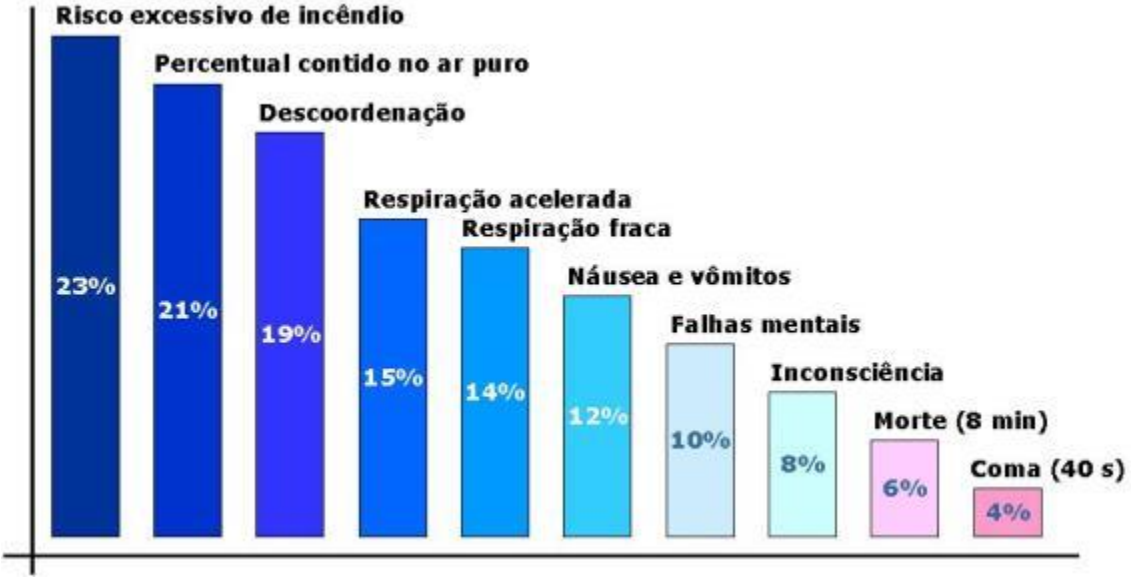

Figura 16: Efeitos fisiológicos em diferentes concentrações de oxigênio.

Fonte: Prominp, (2015).

A concentração normal de oxigênio no ar atmosférico é de aproximadamente 21,0%. Concentrações de oxigênio inferiores a 19,5% representam perigo imediato para o homem. Algumas causas da deficiência de oxigênio em espaços confinados são:

- O deslocamento do ar por gás ou vapor devido à inertização, desvaporização, elevada concentração de gases e vapores ao risco de incêndio;

- A digestão de matéria orgânica por microrganismos. Oxidação do ferro (ferrugem). Independente da causa, as consequências são similares, ou seja, a presença de uma atmosfera incapaz de sustentar a vida, em função da baixa concentração de oxigênio, (NIOSH, 1987).

Já uma atmosfera acima de 23% torna se altamente inflamável causando risco de explosão. E necessário uma avaliação criteriosa e responsável antes da liberação do trabalho no espaço confinado.

4.2.2 Atmosferas inflamáveis e tóxicas - Gases e vapores

Na indústria de petróleo e gás, deve-se levar em conta em um ambiente confinado à presença de vapores e os gases tóxicos e inflamáveis. Conhecer suas concentrações ambientais antes de penetrar num espaço confinado ajuda a selecionar o método de testar esses ambientes, mas as preocupações não devem ser limitadas a esses produtos químicos. CO e H_2S são gases tóxicos encontrados com frequência, assim como outros possíveis contaminantes.

Os gases, vapores ou poeiras inflamáveis são provenientes de tanques ou tonéis que armazenaram substâncias inflamáveis que estão em higienização, manutenção, e podem conter traços ou concentrações elevadas dos produtos que lá estavam armazenados que pode criar uma atmosfera de risco.

Figura 17 – Teste e monitoramento atmosférico.

Fonte: Niosh – A Guide to Safety in confined space (1987, Pg 07). Adaptado.

De acordo com a “NBR 14787 - Espaços confinados - Prevenção de acidentes, procedimentos e medidas de proteção”, no item 3.6 - atmosfera de risco, a respeito ao limite Inferior de explosividade (LIE) para gás/vapor ou névoa inflamável e limite inferior de explosividade (LIE) para poeira combustível:

> a) gás/vapor ou névoa inflamável em concentrações superiores a 10% do seu limite inferior de explosividade (LIE) (*lower explosive limit*- LEL); e
> b) poeira combustível viável em uma concentração que se encontre ou exceda o limite inferior de explosividade (LIE) (*lower explosive limit*- LEL).

A NBR 14787 trás em nota as concentrações para gás/vapor ou névoa inflamável e poeira combustível e suas características:

> [...] NOTAS.
>
> 1 Misturas de pós combustíveis com ar somente podem sofrer ignição dentro de suas faixas explosivas, as quais são definidas pelo limite inferior de explosividade (LIE) e o limite superior de explosividade (LSE). O LIE está geralmente situado entre 20 g/m3 e 60 g/m3 (em condições ambientais de pressão e temperatura), ao passo que o LSE situa- se entre 2 kg/m3 e 6 kg/m3 (nas mesmas condições ambientais de pressão e temperatura); se as concentrações de pó puderem ser mantidas fora dos seus limites de explosividade, as explosões de pó serão evitadas.
> 2 As camadas de poeiras, diferentemente dos gases e vapores, não são diluídas por ventilação ou difusão após o vazamento ter cessado.
> 3 A ventilação pode aumentar o risco, criando nuvens de poeira, resultando num aumento da extensão.

> 4 As camadas de poeira depositadas podem criar um risco cumulativo, enquanto gases ou vapores não.
> 5 Camadas de poeira podem ser objeto de turbulência inadvertida e se espalhar, pelo movimento de veículos, pessoas, etc.

Figura 18 – Limite Inferior de Explosividade (LIE) e Limite Superior de Explosividade (LSE).
Fonte: Prominp, Espaços Confinados (2015).

No item 3.6 detalha um pouco mais sobre as concentrações de oxigênio e determina a concentração atmosfera para qualquer substância para limites de tolerância e medidas mais restritivas como a ACGIH:

> [...]
> c) concentração de oxigênio atmosférico abaixo de 19,5% ou acima de 23% em volume;
> d) concentração atmosférica de qualquer substância cujo limite de tolerância seja publicado na NR-15 do Ministério do Trabalho e Emprego ou em recomendação mais restritiva (ACGIH), e que possa resultar na exposição do trabalhador acima desse limite de tolerância;
> e) qualquer outra condição atmosférica imediatamente perigosa à vida ou à saúde - IPVS.
>
> NOTA - IPVS - também é conhecido como IDLH –*Immediately dangerous to health and life*.

Os Ambientes Confinados na indústria de petróleo e gás com a presença de hidrocarbonetos podem apresentar diferentes substâncias químicas e que pode ser constituídos pelos seguintes elementos: enxofre, nitrogênio, oxigênio e metais.

Embora a maioria dos constituintes seja hidrocarboneto (83% a 87% em carbono e 11% a 15% em hidrogênio), a análise elementar mostra a presença de traços de nitrogênio (0% a 0,5%), de enxofre (0% a 6%) e de oxigênio (0% a 3,5%). Os elementos oxigênio, nitrogênio e enxofre, na forma de compostos orgânicos, podem aparecer complexados com metais. O enxofre pode também aparece na forma inorgânica, H_2S e S, (PROMINP, 2015).

Vários gases podem estar presentes nestes espaços confinados. O metano (CH4), formado pela decomposição de resíduos orgânicos, presente também na composição do petróleo, é um gás inflamável e asfixiante simples. Em altas concentrações, desloca o oxigênio do ar existente no espaço confinado.

O gás sulfídrico ou sulfeto de hidrogênio (H2S), formado em processo de biodegradação da matéria orgânica, é um gás tóxico, asfixiante químico e inflamável, pode ser encontrado no petróleo e gás na sua forma in natura e pode ser resultante da degradação de matéria orgânica pela ação bactérias, (NIOSH, 2007).

O monóxido de carbono (CO), formado pela queima em presença de pouco oxigênio (combustão incompleta) e/ou alta temperatura de carvão ou outros materiais ricos em carbono, é um gás altamente tóxico e inflamável. Possui grande afinidade pela hemoglobina do sangue, impedindo a oxigenação dos tecidos. Isto pode levar à morte por asfixia química.

4.2.3 Áreas classificadas

Áreas Classificadas de acordo com a “NR-33 - Segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados” são áreas potencialmente explosivas ou com risco de explosão. A atmosfera explosiva é a mistura com o ar, sob condições atmosféricas de substâncias inflamáveis na forma de gás, vapor, névoa ou poeira, na qual, após ignição, inicia-se uma combustão auto-sustentada através da mistura remanescente.

Em ambientes confinados da indústria de petróleo podem ocorrer incêndio e explosão pela concentração de substâncias inflamáveis e tóxicas, tais como, GLP, gasolina, querosene, solventes etc.

Substância	LIE (%)	LSE (%)
Querosene	0,7	5,0
Aguarrás	0,9	6,7
Óleo diesel	1,0	8,0
Tolueno	1,2	8,0
Benzeno	1,4	8,0
Gasolina	1,5	7,6
Xileno	1,7	7,5
Etanol	3,3	19,0
Formol	7,0	73,0
Butano	1,8	8,4
Acetileno	2,3	80,0
Propano	3,4	13,8
Hidrogênio	4,0	74,0
Gás natural	5,0	15,0
Metano	5,0	15,0
Monóxido de carbono	12,0	75,0
Amônia	16,0	25,0

Quadro 02 – Atmosferas inflamáveis. Limite Inferior de Explosividade (LIE) e Limite Superior de Explosividade (LSE).
Fonte: Prominp, Espaços Confinados (2015).

Segundo (OTSUKA, 2011) em áreas nas quais quantidades e concentrações de vapores ou gases inflamáveis podem ocorrer, medidas de proteção devem ser aplicadas de forma a reduzir o risco de explosão. A norma ABNT NBR IEC 60079-10 define os critérios essenciais para os quais o risco de ignição pode ser avaliado, e oferece um guia para o projeto e controle de parâmetros que podem ser usados para reduzir o risco de explosão.

Ambientes nos quais o risco de explosão é alto, basicamente como motivo da circulação de material inflamável, são categorizados em áreas classificadas. As áreas classificadas são divididas basicamente em três níveis de periculosidade, de acordo com a frequência de circulação do material inflamável, que pode ser gás,

vapor ou poeira, em operação normal dos processos no ambiente em questão. As áreas são classificadas segundo a IEC 60079-10, em:

a) Zona 0: Atmosfera explosiva presente de forma contínua, por longos períodos ou freqüentemente.
b) Zona 1: Atmosfera explosiva que é prevista ocorrer ocasionalmente em condições normais de operação.
c) Zona 2: Atmosfera explosiva que não é prevista ocorrer em condições normais de operação, mas se ocorrer irá persistir por um curto período.

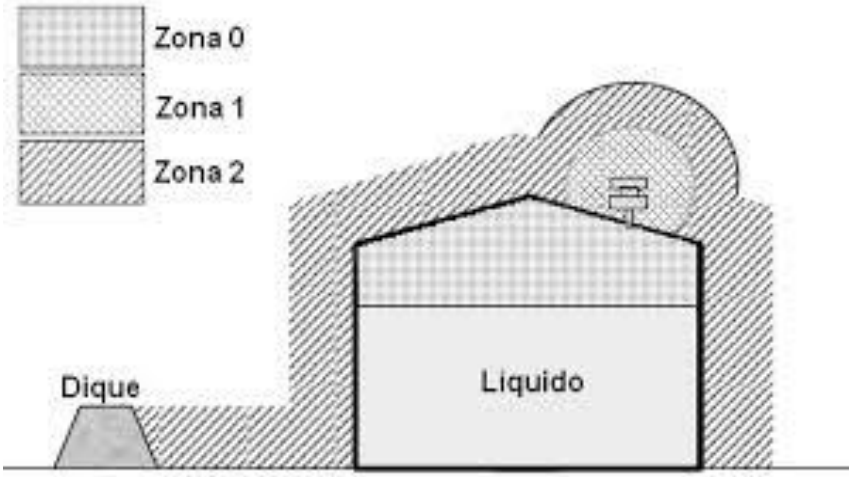

Figura 11 – Tanque de Armazenamento de Líquido Inflamável. Respiros de equipamentos localizados em ambientes externos e bem ventilados.
Fonte: Prominp, (2008).

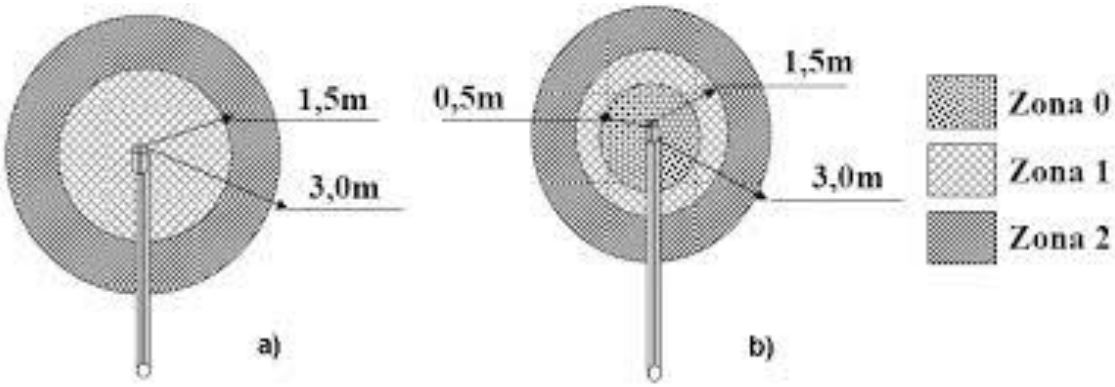

Figura 12 – a) Respiro não sujeito a descargas contínuas ou por longos períodos; b) Respiro sujeito a descargas contínuas ou por longos períodos. Fonte: Prominp (2008)

Em unidades de processos, espaços confinados com a presença de hidrocarbonetos requerem a utilização de equipamentos elétricos, em sua operação e manutenção, e a eletricidade é uma fonte de risco normalmente presente.

A utilização de equipamentos elétricos é um dos vários fatores que podem vir a ser fonte de ignição em uma atmosfera explosiva. Estes podem ser ocasionados por condições normais de operação do equipamento, tais como: centelhamentos provenientes da abertura e fechamento de contatos, centelhamento das escovas de motores elétricos, temperatura elevada proveniente das características de projeto do equipamento e arcos voltaicos devido à abertura e fechamento de contatos dos equipamentos de controle e proteção dos equipamentos elétricos, tais como: relês, contactores, disjuntores etc., entre outros, (JORDÃO, 2002).

Da mesma forma, podem ser ocasionados por condições anormais de operação tais como: correntes de defeito, travamentos de motores, mau contatos, falhas de montagem e manutenção, falta a terra, curtos-circuitos, etc.

Portanto é fundamental o conhecimento das peculiaridades de cada ambiente quanto ao aspecto da possibilidade da presença de uma atmosfera potencialmente explosiva, para uma correta especificação técnica de um equipamento elétrico.

A Norma Regulamentadora NR 10 – “Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade” especifica como medidas de controle a certificação dos equipamentos e materiais elétricos a serem utilizadas em áreas classificadas:

> 10.2- MEDIDAS DE CONTROLE
> [...] f) certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas;

A NR-33 e NBR 14787 definem como medidas técnicas de prevenção, a utilização de equipamentos de leitura direta utilizados em comunicação e movimentação de pessoas, medição e monitoramento da atmosfera e outros equipamentos de uso geral, tanto fixos como portáteis, intrinsecamente seguro, provido de alarme, calibrado e protegido contra emissões eletromagnéticas ou interferências de radiofrequência, além de definir os tipos de equipamentos que devem ser utilizados em áreas classificadas e possuir certificados ou possuir documento contemplado no âmbito do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade – INMETRO.

4.3 TRABALHOS TÍPICOS EM AMBIENTES CONFINADOS

O setor de petróleo e gás citado por (RANGEL, 2009) é um processo complexo, que em seus processos produtivos, podem ser acrescentados o processo de refino, acondicionamento, transporte e a distribuição de hidrocarbonetos e seus derivados, sendo assim de suma importância a adequação e especialização desses trabalhadores ao trabalho a ser realizado em EC.

De acordo com (MORAES, 2009), as principais atividades realizadas em um espaço confinado, tanto na construção e montagem, como em processos, são principalmente limpeza, inspeção, manutenção.

As entradas em espaços confinados provem principalmente em paradas de manutenção, que segundo (XENOS, 1998) tem com objetivo manter ou restaurar as condições físicas dos equipamentos, mas também manter as capacidades funcionais e garantir a qualidade dos produtos, a segurança e a integridade do meio ambiente.

4.3.1 Processos de inertização

Inertização é um processo pela qual um ambiente é higienizado por um gás inerte a fim de se obter uma atmosfera livre de um determinado agente tóxico ou inflamável. Segundo a NR-33 define inertização como:

> [...] deslocamento da atmosfera existente em um espaço confinado por um gás inerte, resultando numa atmosfera não combustível e com deficiência de oxigênio.

Após a inertização produz uma atmosfera IPVS deficiente de oxigênio onde o teor de oxigênio é baixo; é necessário um procedimento denominada purga, tornando a

As atividades que passam pelo processo de inertização, característica da indústria de petróleo, os gases utilizados para a inertização, podem reagir com materiais no espaço confinado, criando substâncias perigosas. Este procedimento deixa o ambiente com deficiência de oxigênio, portanto IPVS. A inertização de uma

atmosfera num espaço confinado tem por objetivo maior, evitar uma atmosfera potencialmente explosiva, eliminando o oxigênio do ambiente. Assim é importante que a atmosfera interior do EC esteja isentam de gases, vapores e outras impurezas indesejáveis, através de ventilação ou lavagem com água ou vapor, possibilitando à adequação da concentração de oxigênio nos limites ideais as condições normais de trabalho.

A indústria petrolífera gera resíduos com características e composições bastante diversificadas gerando resíduo dos separadores de água e óleo das plataformas marítimas, após ser submetido ao processo de inertização. Portanto, esse resíduo dos separadores de água e óleo das plataformas marítimas, tanto inertizado quanto cru pode ser muito perigoso se não houver as devidas precauções para atingir um espaço confinado sem os equipamentos apropriados, (SOARES, 2008).

4.3.2 Trabalho a quente - Soldagem e corte

Nos processos industriais os vapores gasosos podem impregnar as paredes, fato este que exige cuidado extremo ao trabalhador quando desenvolver atividade ocupacional a quente (soldagens) gera a produção de vapores e fumos nocivos, alterando a atmosfera do espaço confinado.

O trabalho a quente é uma atividade em que há liberação de calor, que pode ser produzir no processo de esmerilhamento, polimento, chama aberta, corte e solda, faíscas. (NR 33, 2006).

A Solda é um termo genérico aplicado à união de peças metálicas, por diversos processos, tendo como princípio transformar as superfícies de união em estado pastoso ou líquido, utilizando calor ou pressão, ou ambos os sistemas simultaneamente.

A soldagem é um processo que utiliza o calor para a fusão é gerado pela resistência com a passagem de uma corrente pelas peças a soldar. Geralmente é empregada para unir duas lâminas de metal sobrepostas. Os eletrodos conduzem a corrente

através das lâminas, as quais são rigidamente presas, para que sejam assegurados um bom contato e pressão suficientes para manter o metal fundido na união (INSPEÇÃO SOLDAGEM, 2015).

Segundo (GOMES, 2002), a soldagem dos metais com eletrodos revestidos, por exemplo, é um processo manual obtido pelo aquecimento elétrico das superfícies a serem unidos até um estado de fluidez, o que é conseguido pelo calor gerado pelo arco elétrico que ocorre entre o eletrodo revestido (consumível) e as peças a serem soldadas.

Figura 21 – Serviço de solda em espaço confinado.

Fonte: Método para identificação dos fatores que influenciam na segurança do trabalho em espaços confinados: uma aplicação na construção de embarcações, João Cesar Soares (2012).

A soldagem é iniciada através de um rápido curto-circuito entre o eletrodo e a peça formando o arco elétrico com um calor de aproximadamente 3.500 ºC, derretendo o metal de base formando uma cavidade na peça, fundindo a extremidade do eletrodo. Parte desta extremidade fundida passa através do arco e vai sendo depositado na cavidade formada, fundindo-se com o metal da mesma.

Fazendo parte do processo de manutenção, que diferentemente da solda por eletrodo revestido utiliza um maçarico (solda oxiacetilênica), instrumento de solda e corte por calor pela qual é alimentado combustível (acetileno e oxigênio).

Figura 22 – Maçariqueiro executando corte na tubulação.

Fonte: Método para identificação dos fatores que influenciam na segurança do trabalho em espaços confinados: uma aplicação na construção de embarcações, João Cesar Soares (2012).

O esmerilhamento faz parte do acabamento final do processo de solda ou corte no qual é utilizado um equipamento rotativo elétrico (normalmente com um disco de escova de aço), que é friccionado para o polimento e retirada de arestas (resíduos metálicos provenientes da manutenção).

Figura 23 – Esmerilhamento de solda.

Fonte: Método para identificação dos fatores que influenciam na segurança do trabalho em espaços confinados: uma aplicação na construção de embarcações, João Cesar Soares (2012).

4.3.3 A operação de passagem de *pig*

Segundo (SOARES, 2008), a utilização de dutos é o meio mais prático e econômico para o transporte de grande quantidade de fluídos, por dispensar a utilização de veículos, como navios ou caminhões. No caso da indústria *offshore,* oleodutos e gasodutos são utilizados para transportar petróleo, gás e seus derivados das plataformas para refinarias e centros de distribuição.

Ao longo do tempo, essas tubulações vão sofrendo diversos tipos de avarias, como corrosão, deformações, acúmulo de resíduos etc. Por isso, precisam ser inspecionadas periodicamente para evitar que estes fatores comprometam o fluxo dos produtos, ou até mesmo venham a causar acidentes, que poderiam ter sérias conseqüências para a operação e para o meio ambiente, uma vez que pelas tubulações são transportados produtos altamente tóxicos.

É importante frisar que os gases que transitam pelas plataformas são ricos em vapores de água e hidrocarbonetos pesados e esses elementos combinados com a alta pressão existente nos dutos das plataformas podem ocasionar a formação de resíduos (geralmente hidratos) que se acomodam ao longo dos dutos, sendo necessário limpá-los constantemente.

O procedimento consiste na introdução, no canhão da plataforma, de uma ferramenta chamada *pig*, que tem como função informar o estado do duto quanto ao acúmulo de resíduos, corrosão ou fissuras, ou ainda limpá-lo, dependendo da necessidade e do tipo de aparelho. Estando a ferramenta no interior do canhão utiliza-se um processo de alta pressão para conduzi-la pelos dutos até que atinja a outra plataforma.

5 DISCUSSÃO

A análise critica, em gestão e segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados com a presença de hidrocarbonetos, permitiu identificar os riscos ocupacionais em espaço confinados, e a existência dos perigos em relação a os riscos ambientais, identificado através do levantamento bibliográfico, e também existem riscos associados, inerentes a atividades em espaços confinados.

A exposição dos riscos que são provenientes a agentes físicos que estão presentes no ambiente de trabalho, devido não só as características do espaço confinado, que por sua vez favorece a atenuação dos riscos físicos ali existentes, como o aumento de temperatura provocado pelo trabalho a quente, e os que podem surgir através do processo de manutenção como: ruído, umidade, temperatura anormal.

Os agentes químicos presentes em um espaço confinado com a presença de hidrocarbonetos são substâncias constituintes, além do petróleo in natura, derivados tais como o Gás Liquefeito de Petróleo, gasolina, querosene, solventes, e compostos inflamáveis e tóxicos como H_2S, CO, N_2, que pode ser produzidas durante o processo de fabricação, armazenamento, manutenção e transporte, podendo expor os trabalhadores a estes riscos. Os riscos atmosféricos podem apresentar não somente condições inadequadas de oxigênio, mas, gases e vapores tóxicos e gases e vapores inflamáveis em áreas classificadas.

O risco ergonômico é um fator a ser considerado na ocupação dos trabalhadores aos espaços confinados. A adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores não sendo possível, faz com que o trabalhador tenha que adaptar ao ambiente e não o ambiente de trabalho ao trabalhador, dificultando seu acesso e permanência nestes espaços confinados.

De acordo com (MORAES, 2009), é necessário realizar avaliação riscos ocupacionais e reconhecimento dos riscos presentes nos locais e também considerar aqueles que são gerados de acordo com o trabalho a ser desenvolvido. Além dos riscos ambientais são encontrados outros riscos associados ao espaço confinado, como por exemplo, os riscos mecânicos.

Os riscos mecânicos apontados por (KULCSAR; GARCIA, 2013), nos trabalhos em espaços confinados e identificados neste trabalho, pode apresentar os riscos mecânicos que incluem trabalho em altura, e formação de atmosfera explosiva, incêndio e explosão devido o trabalho a quente em áreas classificadas.

O trabalho em altura exige medidas especiais de capacitação e treinamento, por se tratar de uma atividade que exige conhecimentos técnicos específicos. Em aspecto de caráter normativo a NR 35 determina as condições e procedimentos de segurança os trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com esta atividade.

A ABNT NBR 15475 - Acessos por corda têm como objetivo a qualificação e certificação para profissionais que exercem a atividade de acesso por cordas, principalmente as atividades com diferença de nível como o trabalho em altura, mas esta norma não se aplica a equipe serviços de emergência destinados a salvamento e resgate.

Devido à alta complexidade dos trabalhos em espaços confinados e apesar de requisitos e descrição dos procedimentos de emergência, é necessário adotar medidas, a fim de melhorar o desempenho de resposta à emergência de salvamento e resgate.

Com base nas recomendações de segurança (OSHA) na norma 1910.146 apêndice F - Equipe de resgate ou Critérios de Avaliação Serviço de Resgate em espaços confinados, não só trás orientações aos empregadores na escolha de um serviço de resgate adequado, mas avaliar a eficiência equipe de serviço de resgate e salvamento.

Assim a importância não somente para os trabalhadores autorizados, mas também para a equipe de resgate estar tecnicamente capacitada para exercer o resgate e salvamento em espaços confinados.

6 CONCLUSÃO

O estudo realizado demonstra a importância da segurança e saúde no trabalho em espaços confinados no setor de petróleo e gás, através de aspectos legais, das normas de SST e a gestão de riscos (técnicas de avaliação e análise de riscos) principalmente as que envolvem atividades ocupacionais com a presença de hidrocarbonetos.

Através deste estudo, verifica-se que os riscos presentes são característicos, e que às peculiaridades que envolvem os trabalho em espaços confinados no setor de petróleo e gás, como os riscos químicos, físicos e ergonômicos e podem ainda apresentar diferenças, nestes ambientes como aos riscos mecânicos associados a essa atividade.

Os riscos atmosféricos apresentam grande parte do trabalho em espaços confinados com a presença de hidrocarbonetos, pois nestes ambientes há substâncias e elementos nocivos a SST, que podem apresentar gerar uma atmosfera de risco, principalmente em áreas potencialmente explosivas.

Portanto, há uma carência e uma demanda de gestão de SST no trabalho em espaços confinados e que se torna indispensável uma avaliação mais criteriosa, tanto de medidas especiais de proteção, quanto aos métodos de avaliação do serviço emergência de resgate e salvamento em espaços confinados.

7 REFERÊNCIAS

ASSIS, JORGE CÉSAR de. **Código de processo penal militar anotado**. Curitiba: Juruá, 2010. 1° volume (artigos 1º a 169). 3.ed.v. 1. ISBN 978-85-362-2954-6.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14606. **Postos de serviço - Entrada em espaço confinado.** Rio de Janeiro, 2000.

_____. **NBR 14787: Espaço confinado - Prevenção de acidentes, procedimentos e medidas de proteção**. Rio de Janeiro, 2001.

_____. **NBR 15475: Acesso por corda – Qualificação e certificação de pessoas**. Rio de Janeiro, 2008.

_____. **NBR ISO/IEC 31010: Gestão de riscos – Técnicas de avaliação de risco.** Rio de Janeiro, 2012.

BARROSO, D; JUNIOR, M. A. A. **Vademecum**. São Paulo, 2011. Ed: Editora revisada dos tribunais. 2°editada e atualizada, 2012. ISBN 618-7dj-l228-h88b-c60j.

BRASIL. Ministério Da Previdência Social. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/leis/L8213cons.htm> e <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6367.htm>. Acesso: 29/06/2015 ás 20:22.

CABEÇASA, J. M; PAIVA, A. **Taxonomia e estrutura dos procedimentos de análise de riscos ocupacionais**. , Monte de Caparica, Portugal, 2010. A Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Bibliografia, ISSN: 1646-8929.

CHU, JORGE NOBRE**. Análise de Riscos nas Indústrias Petroquímicas: Atmosferas explosivas.** Instituto Politécnico de Setúbal/Escola Superior de Ciências Empresariais. (Mestrado em Segurança e Higiene do Trabalho). . Setúbal, 2014.

CARVALHO, F. C. V. DA S. P. M. **Avaliação de risco: Estudo comparativo entre diferentes métodos de Avaliação de Risco, em situação real de trabalho.** Ed: Universidade Técnica De Lisboa / Faculdade de Motricidade Humana. Dissertação (Mestre na Especialidade de Ergonomia na Segurança no Trabalho). Portugal, 2007.

CETESB. **Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos.** São Paulo, 2003. Páginas, 122.

DE DEUS, SÉRGIO FERREIRA. **Controle de riscos de acidentes nas frentes de Serviço da força de trabalho em terminal terrestre de petróleo e oleodutos.** Ed: Universidade Federal Fluminense – UFF. Dissertação (Pós-Graduação).Rio de Janeiro, 2003.

Grã Bretanha. The National Archives: The Reporting of Injuries, Diseases and Dangerous Occurrences Regulations 2013. Disponível em: http://www.legislation.gov.uk/uksi/2013/1471/contents/made. Acesso: 29/06/2015 ás 20:22.

GARCIA, S. A. L.; KULCSAR NETO, F. **Guia técnico da NR 33**.– Ministério do Trabalho e Emprego: Fundacentro. Brasília/DF, janeiro de 2013.

HSE. Safety report assessment manual. Health and Safety Executive, 2002. Disponível em: <http://www.hse.gov.uk/comah/sram/s8-15.pdf>. Acesso em: 17/05/2015.

HSE. Five steps to risk assessment. Health and Safety Executive, 2003.Disponívelem: <http://www.hse.gov.uk/pubns/indg163.pdf>. Acesso em: 17/05/2015.

INSPEÇÃO SOLDAGEM. Conceito de Soldagem e Solda. Disponível em: <http://googleweblight.com>. Acesso em: 16/07/2015.

JORDÃO, D. DE M. **Atmosferas Explosivas: Manual de instalações elétricas em indústrias químicas, petroquímicas e de petróleo**. Rio de Janeiro, 2002. Ed: Qualitymark Editora Ltda, p.19.

KULCSAR NETO, FRANCISCO. **Espaços confinados: livreto do trabalhador: NR 33 - segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados**. São Paulo: Fundacentro, 2009. p. il. color. ; 24 cm. ISBN 978-85-98117-45-4.

LUSTOSA, M. C. J. **Meio Ambiente, Inovação e Competitividade na Indústria Brasileira: a cadeia produtiva do petróleo**. Rio de Janeiro:IE/UFRJ, 2002. xviii, 246 p. 29,7 cm,Tese (Doutorado).

MARIANO, Jacqueline Barboza. **Impactos ambientais do refino de Petróleo**. Rio de Janeiro, 2003. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Tese (Mestrado em Planejamento Energético).

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Guia de Análise de Acidentes de Trabalho**. Secretaria de inspeção do trabalho Departamento de segurança e saúde no trabalho. Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. 2010.

_____. **Normas Regulamentadoras 33: Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados.** Brasília - DF, 2006. Disponível em:http://www.mte.gov.br/legislação/nr.pdf [01 á 36]. Acesso em: 22/04/2015.

_____. **Normas Regulamentadoras 35: Trabalho em altura.** Brasília - DF, 2012. Disponível em:http://www.mte.gov.br/legislação/nr.pdf [01 á 36]. Acesso em: 10/08/2015.

MORAES, GIOVANNI. **Normas Regulamentadoras Comentadas.** Rio de Janeiro, 2009. Ed: Verde Editora e Livraria Virtual.

MUNIZ, TIAGO DE PAULA. **Gerenciamento de riscos, uma ferramenta básica de segurança: estudo prático em uma unidade marítima de exploração de**

hidrocarbonetos. Rio de Janeiro: Ed, UFRJ/Escola politécnica, 2011. xi, 113 p.: il.; 29,7 cm.

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. NIOSH: Worker Deaths in Confined Spaces, [EUA], 1994. Disponível em: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/94-103/>. Acesso em 30/06/2015.

_____. NIOSH: Prevent fatalities occupational in confined spaces. [EUA],1986. Disponível em: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/86-110/>.Aacesso em 30/06/2015.

OHSAS 18001: **SÉRIE DE AVALIAÇÃO DA SAÚDE E SEGURANÇA NO TRABALHO.** Sistemas de gestão da saúde e segurança no trabalho. Tradução Target ERM, 2007. Traduzida de: Occupational Health and Safety Assessment Services – OHSAS 18001:2007.

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION. OSHA: General Environmental Controls. EUA, 2011. Disponível em: <http//www.osha.gov/SLTC/confinedspaces/hazards_solutions.html&prev=search>.Acesso em: 30/06/2015.

_____.OSHA: Confined Space Standard 1910-146. EUA, 2011. Disponível em: <https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=standards&p_id=9797>. .Acesso em: 30/06/2015

_____.OSHA: Gases, vapors, fumes, dusts, mists. Safety Standards For Construction and Health: Occupational Health and Environmental Controls.EUA, 1998.Fonte GPO: e-CFR1.926,55sub parte D. Disponível em: <https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10628>.Acesso 10/07/2015.

OTSUKA, AROLDO HITOSHI. **Análise quantitativa da extensão de áreas classificadas.** São Cristóvão, 2012. Ed: Programa de Pós-Graduação em

Engenharia Química, Pró - Reitoria de Pós - Graduação e Pesquisa, Universidade Federal de Sergipe – UFS. 71 f: il. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química).

PETROBRAS. Produção anual de petróleo e gás natural. Rio de janeiro, 2014. Disponível em: <http://www.petrobras.com.br/fatos-e-dados/batemos-em-dezembro-recordes-diario-mensal-e-anual-de-producao-de-petroleo-e-gas-natural.htm>. Acesso em: 22/05/2015.

PIATTELLI, BIANCA BARRETO. **Segurança e saúde em espaços confinados à luz da NR 33**. Porto alegre 2013. Ed: Universidade Federal do Rio Grande Do Sul/Escola de administração curso de administração de empresas - UFRGS.

PROMINP. Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural: **Avaliação do Impacto da Normalização na Competitividade da Indústria Nacional de Óleo e Gás.** [S.n], [2008]. Disponível em: <http://www.prominp.com.br/prominp/pt_br/projetos/projetos.htm>. Acesso em 01/07/2015.

_____. Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural. **Apostila Instrumentista Reparador: Áreas Classificadas**. [S.n], 2008. p 15.

_____. Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural. **Indústria do Petróleo e gás - I**, Vitória – ES, 2015.

Rangel, M. R. **Sistemática para gestão do processo de controle de emergência: uma aplicação em terminal terrestre de distribuição de petróleo e derivados**.: Ed, UFF, Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro, 2009.

SILVA, E. L. DA; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**/. Florianópolis, 2005. UFSC – 4. Ed. rev. atual. –138p. Título CDU: 001.8.

SOARES, L. DE C.; ALVAREZ, D; FIGUEIREDO, M. **Gestão do trabalho, saúde e segurança na indústria petrolífera offshore da bacia de campos: pistas a partir da análise crítica de um acidente de trabalho.** Rio de Janeiro, 2008. Xxviii encontro nacional de engenharia de produção.

SOARES, J. C.. **Método para identificação dos fatores que influenciam na segurança do trabalho em espaços confinados: Estudo de caso na construção de embarcações.** Rio de Janeiro, 2012: Ed, UFRJ/Escola politécnica & Escola de Química, 176 f, 136 il.30 cm.

Tubos colorimétricos. Aparelho eletrônico de leitura direta que utiliza método químico com indicadores colorimétricos: Anjos das vidas. Disponível em: http://anjosdasvidas.blogspot.com.br/2013/02/medidores-e-suas-habilidades.html. Acesso em: 16/09/2015.

UFES. Normalização e Apresentação de Trabalhos Científicos e Acadêmicos. Vitória, ES – 2015. Universidade Federal Do Espírito Santo / Biblioteca Central. – 2. Ed. – EDUFES.

XENOS,H. G. **Gerenciamento a manutenção produtiva**. Desenvolvimento gerencial. Belo Horizonte, 1998.