

FELIPE VELLOSO DE ALBUQUERQUE
MARCOS ANTÔNIO SALMAZO
MARLENE MARTINIANO DE AZEVEDO

**Programa de segurança e saúde ocupacional em espaços
confinados aplicado à reforma de um tanque de água**

São Paulo
2008

FELIPE VELLOSO DE ALBUQUERQUE
MARCOS ANTÔNIO SALMAZO
MARLENE MARTINIANO DE AZEVEDO

**Programa de segurança e saúde ocupacional em espaços
confinados aplicado à reforma de um tanque de água**

Monografia apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Especialista em
Engenharia de Segurança do Trabalho.

São Paulo
2008

DEDICATÓRIA

À Fernanda pelo apoio, carinho e compreensão durante o curso e elaboração desta monografia (Felipe).

À Maura, minha esposa, minha filha Mariana e meus pais com amor, admiração e gratidão por sua compreensão, carinho, presença e incansável apoio (Marcos).

Aos familiares e amigos que me apoiaram e incentivaram, mesmo privados da minha companhia e atenção durante todo o curso e a elaboração deste trabalho (Marlene).

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Educação Continuada da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, pela oportunidade de realização do curso de Especialização.

Ao Prof. Dr. Sérgio Médici de Eston coordenador do curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho.

Ao Prof. Francisco Kulcsar Neto pela atenção, apoio, fornecimento de material didático e orientação durante a elaboração deste trabalho.

Aos demais professores e a todos aqueles que se empenham pela Segurança e Saúde no Trabalho, pela contribuição e enriquecimento deste trabalho.

RESUMO

ALBUQUERQUE, F. V.; SALMAZO, M. A.; AZEVEDO, M. M. **Programa de segurança e saúde ocupacional em espaços confinados aplicado à reforma de um tanque de água**. 2008. 100 f. Monografia (Especialização) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2008.

A Norma Regulamentadora nº 33 - Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados (NR-33), foi promulgada em 22 de dezembro de 2006 e é de suma importância, pois grande parte dos acidentes em espaços confinados são fatais. Este estudo descreve o programa de segurança e saúde ocupacional em espaços confinados, desenvolvido a partir da análise da NR-33, e o aplica na avaliação dos trabalhos de revestimento de um tanque utilizado como reservatório de água gelada. A NR-33 faz referência à NBR 14.787 – Espaços Confinados – Prevenção de Acidentes, Procedimentos e Medidas de Proteção, São Paulo, ABNT 2001, que estabelece os requisitos mínimos para a identificação de espaços confinados e o reconhecimento, avaliação, monitoramento e controle dos riscos envolvidos direta ou indiretamente, apontados pela Análise Preliminar de Riscos (APR). Esta monografia apresenta os conceitos básicos para o entendimento do programa de segurança e saúde ocupacional em espaços confinados, sendo suas exigências evidenciadas no estudo de caso desenvolvido em uma indústria que terceirizou os trabalhos de reforma do tanque de água. As empresas envolvidas adotaram uma postura prevencionista após a realização desse trabalho.

Palavras-chave: Programa. Espaços Confinados

ABSTRACT

ALBUQUERQUE, F. V.; SALMAZO, M. A.; AZEVEDO, M. M. **Programme of occupational safety and health in confined spaces applied to the reform of a tank of water.** 2008. 100 f. Monograph (expertise) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2008.

The Norma Regulamentadora nº 33 - Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados (NR-33), was promulgated on december 22, 2006 and it is very important, because many of the accidents are fatal in confined spaces. This study describes the programme of occupational safety and health in confined spaces, developed from the analysis of the NR-33, and applies in the evaluation of the work of lining of a tank used as a reservoir of chilled water. The NR-33 refers to the NBR 14.787 - Espaços Confinados – Prevenção de Acidentes, Procedimentos e Medidas de Proteção, São Paulo, ABNT 2001, which establishes the minimum requirements for the identification of confined spaces and the recognition, evaluation, monitoring and control of risks involved directly or indirectly appointed by the Preliminary Risk Analysis (PRA). This monograph presents the basic concepts to the understanding of the programme of occupational safety and health in confined spaces, and its demands showed in the case study developed in an industry that outsourced work to reform the tank of water. The companies involved have adopted a posture of prevention after the completion of that work.

Keywords: Program. Confined Spaces

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Trabalhos em espaços confinados.....	21
Figura 2 - Classificação dos riscos respiratórios	24
Figura 3 - Efeitos da deficiência de oxigênio	26
Figura 4 - A troca de gases nos pulmões	27
Figura 5 - Triângulo do fogo	31
Figura 6 - Tetraedro do fogo.....	32
Figura 7 - Exemplos de zonas.....	40
Figura 8 - Painel elétrico à prova de explosão	42
Figura 9 – Engolfamento	55
Figura 10 - Trabalho em espaço confinado.....	55
Figura 11- N° do certificado – INMETRO	61
Figura 12 - Sinalização para identificação de espaço confinado.....	64
Figura 13 - Teste da atmosfera	76
Figura 14 - Respiradores recomendados em função da porcentagem de oxigênio	77
Figura 15 - Isolamento	80
Figura 16 - Trava e etiquetagem	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principal mecanismo de uma explosão	33
Quadro 2 - Espaços confinados típicos por setor econômico	58
Quadro 3 – NR-33	59
Quadro 4 - Erros de ventilação.....	72

LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Monitoramento da atmosfera na região central do tanque.....	20
Foto 2 - Monitoramento da atmosfera, leitura: 20,9% de O ₂	20
Foto 3 - Danos provocados pela explosão de poeira no terminal graneleiro de Paranaguá – PR, nov. 2001	38
Foto 4 - Vala - escoramento das paredes	54
Foto 5 – Vala – escoramento das paredes e proteção do talude	54
Foto 6 - Solo contaminado na vala.....	56
Foto 7 - Detector de gases e explosímetro	75
Foto 8 – Travamento e sinalização	81
Foto 9 – Resgate – extração vertical.....	84
Foto 10 - Resgate – extração horizontal	84
Foto 11 - Tanque em aço carbono apoiado em berços de madeira	85
Foto 12 - Equipamento de exaustão	87
Foto 13 – Equipamento de exaustão com coletor para poeira	87
Foto 14 - Trabalhador com “escafandro” preparando a superfície para jateamento com granalha de aço	88
Foto 15 – Trabalhador com EPIs.....	88
Foto 16 - Aplicação do “primer” com rolo	89
Foto 17 - Aplicação da manta de fibra de vidro	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Identificação de espaços confinados.....	22
Tabela 2 - Variação da pressão atmosférica e da porcentagem de oxigênio com a altitude	27
Tabela 3 - Limites de Inflamabilidade de algumas substâncias mais comuns	34
Tabela 4 - Categorias de zonas perigosas	39
Tabela 5 – Grupos - produtos perigosos	40
Tabela 6 - Simbologia dos tipos de proteção	41
Tabela 7 - Classes de temperatura	43
Tabela 8 - Número de incêndios no Reino Unido (1979-1988)	44

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACGIH	American Conference of Governamental Industrial Hygienists
APR	Análise Preliminar de Riscos
ASO	Atestado de Saúde Ocupacional
CA	Certificado de Aprovação
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FISPQ	Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico
FUNDACENTRO	Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho
IEC	International Electrotechnical Commission
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
IPVS	Imediatamente Perigosa à Vida ou à Saúde
LIE	Limite Inferior de Explosividade
LSE	Limite Superior de Explosividade
LT	Limite de Tolerância
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NBR	Normas Técnicas Brasileiras
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
NR	Norma Regulamentadora
OIT	Organização Internacional do Trabalho
OSHA	Occupational Safety and Health Administration

PET	Permissão de Entrada e Trabalho
PPR	Programa de Proteção Respiratória
PCMSO	Programa de Controle Médico em Saúde Ocupacional
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
SESMT	Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho
SST	Saúde e Segurança no Trabalho
TLV	Threshold Limit Values
VGD	Ventilação Geral Diluidora
VLE	Ventilação Local Exaustora

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Percentual
°C	Grau Celsius
bar	Unidade de pressão
ppm	partes por milhão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	17
1.2 OBJETIVO	18
1.3 JUSTIFICATIVA	18
2 METODOLOGIA	19
3 REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1 ESPAÇO CONFINADO – DEFINIÇÃO	21
3.2 IDENTIFICAÇÃO DE ESPAÇOS CONFINADOS	22
3.3 RAZÕES TÍPICAS PARA ENTRADA EM ESPAÇOS CONFINADOS	22
3.4 RISCOS ESPECÍFICOS EM ESPAÇOS CONFINADOS	23
3.4.1 Atmosferas com deficiência de oxigênio	24
3.4.1.1 Deficiência de oxigênio	25
3.4.1.2 Pressão parcial de oxigênio	26
3.4.1.3 Causas da deficiência de oxigênio	30
3.4.2 Risco de incêndio e explosão	31
3.4.2.1 Conceitos iniciais	31
3.4.2.2 Mecanismos de explosão	32
3.4.2.3 Temperatura de inflamação, combustão e ignição	33
3.4.2.4 Limites de inflamabilidade	34
3.4.2.5 Fontes de ignição	35
3.4.2.6 Proteção primária contra explosão	36
3.4.2.7 Riscos de explosão a partir de poeiras combustíveis	37
3.4.2.8 Área classificada	38

3.4.2.8.1 <i>Zonas</i>	39
3.4.2.8.2 <i>Grupos</i>	40
3.4.2.8.3 <i>Tipos de proteção</i>	41
3.4.2.8.4 <i>Classes de Temperatura</i>	43
3.4.2.9 Incêndio e explosão em espaços confinados	43
3.4.2.10 Atmosferas enriquecidas por oxigênio	45
3.4.3 Riscos químicos	45
3.4.3.1 Princípios de toxicologia	46
3.4.3.2 Limites de exposição	48
3.4.3.3 Riscos respiratórios	49
3.4.3.3.1 <i>Agentes químicos</i>	49
3.4.3.3.2 <i>Contaminantes particulados</i>	50
3.4.3.3.3 <i>Contaminantes gasosos</i>	51
3.4.4 Riscos físicos	53
3.4.5 Riscos mecânicos e elétricos	53
3.4.6 Riscos biomecânicos	55
3.4.7 Riscos biológicos	56
4 ANÁLISE DA NORMA REGULAMENTADORA Nº 33 (NR-33)	57
4.1 RESPONSABILIDADES E DEVERES	60
4.2 GESTÃO DE SEGURANÇA E SAÚDE	60
4.2.1 Medidas técnicas de prevenção	61
4.2.2 Medidas administrativas	62
4.2.3 Medidas pessoais	63
4.2.4 Capacitação	63
4.3 EMERGÊNCIA E SALVAMENTO	64

4.4 DISPOSIÇÕES GERAIS	64
4.5 SINALIZAÇÃO	64
5 PROGRAMA DE SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL EM ESPAÇOS CONFINADOS	65
5.1 EXAME MÉDICO	65
5.2 CAPACITAÇÃO E TREINAMENTO	66
5.3 MEDIDAS DE CONTROLE	67
5.3.1 Ventilação em espaços confinados	68
5.3.1.1 Quando a ventilação não é possível	71
5.3.1.2 Erros comuns em ventilação de espaços confinados	72
5.3.2 Testes da atmosfera de espaços confinados	73
5.3.3 Respiradores para uso em espaços confinados	76
5.3.3.1 Respiradores para operações de jateamento	78
5.3.3.2 Tipos de respiradores	78
5.3.4 Equipamentos de proteção coletiva e individual	79
5.3.5 Isolamento, travamento e sinalização	80
5.4 EMERGÊNCIA E SALVAMENTO	82
6 ESTUDO DE CASO	85
6.1 APRESENTAÇÃO	85
6.2 DESENVOLVIMENTO	86
6.3 DISCUSSÃO	90
6.4 RECOMENDAÇÕES	92
7 CONCLUSÃO	93
REFERÊNCIAS	94
ANEXOS	99

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Em 22 de dezembro de 2006, através da Portaria MTE nº 202, foi promulgada a Norma Regulamentadora nº 33 - Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados (NR-33).

Sua importância deve-se ao fato de que em locais conhecidos como espaços confinados os trabalhadores estão sujeitos a danos irreversíveis à saúde e até mesmo à morte por tratar-se de ambientes inadequados para a permanência, com pouca ventilação natural e abertura limitada para entrada e saída de pessoas.

Diversas são as causas que podem levar a acidentes, tais como: asfixia, intoxicação, choques elétricos, quedas, exaustão, soterramento, afogamento, explosão e incêndio.

Os salvamentos devem ser planejados, munidos de equipamentos adequados e a entrada deve ser feita com segurança, evitando o conhecido “efeito dominó”, onde morrem muitos trabalhadores que agem de modo instintivo na prestação de socorro a um ou mais companheiros.

1.2 OBJETIVO

Esta monografia tem como objetivo a análise da Norma Regulamentadora nº 33 para o desenvolvimento de um programa de segurança e saúde ocupacional em espaços confinados e sua aplicação na avaliação dos trabalhos de reforma de um tanque de aço carbono, utilizado como reservatório de água gelada, caracterizado como espaço confinado.

1.3 JUSTIFICATIVA

A norma é de suma importância para a saúde e segurança dos trabalhadores, do meio ambiente, das comunidades vizinhas e do patrimônio das empresas.

As atividades realizadas em espaços confinados podem ser muito perigosas, pois apenas um detalhe negligenciado tem o potencial de desencadear verdadeiros desastres. “Dos acidentes em espaços confinados 90% são fatais e a grande maioria ocorre por falta de informações e conhecimentos técnicos que garantam a entrada e permanência seguras” (Espaços Confinados – Por que os acidentes acontecem, por Adriane do Vale e Simone Alves). “São os riscos invisíveis que tornam um espaço confinado, sem qualquer medida de segurança, em um local de elevado risco para a vida e saúde dos trabalhadores” (Sérgio Garcia).

2 METODOLOGIA

A elaboração deste trabalho iniciou-se com a revisão de literatura, necessária à compreensão dos conceitos envolvidos, análise da NR-33, desenvolvimento de um programa de segurança e saúde ocupacional em espaços confinados e estudo de caso com avaliação qualitativa e quantitativa dos riscos envolvidos na reforma de um tanque de água gelada, caracterizado como espaço confinado.

Qualitativo: a análise das condições de trabalho baseou-se no programa de segurança e saúde ocupacional desenvolvido e no estudo das seguintes normas: NR-6 - Equipamentos de Proteção Individual – EPI; NR-7 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional; NR-15 - Atividades e Operações Insalubres; NR-16 – Atividades e operações perigosas; NR-33 - Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados.

As atividades desenvolvidas em campo foram fotografadas, os trabalhadores envolvidos na reforma do tanque de água entrevistados informalmente e a Permissão de Entrada e Trabalho – PET, foi preenchida pelo Técnico de Segurança da empresa contratante com acompanhamento do funcionário da empresa contratada, conforme **ANEXO I - Permissão de Entrada e Trabalho – PET**.

Quantitativo: análise das leituras obtidas no monitoramento da atmosfera, realizado com equipamento de leitura direta (multigás), como mostram as fotos nºs 1 e 2.



Foto 1. Monitoramento da atmosfera na região central do tanque



Foto 2. Monitoramento da atmosfera – leitura: 20,9% de O₂

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ESPAÇO CONFINADO – DEFINIÇÃO

“Espaço Confinado é qualquer área ou ambiente não projetado para ocupação humana contínua, que possua meios limitados de entrada e saída, cuja ventilação existente é insuficiente para remover contaminantes ou onde possa existir a deficiência ou enriquecimento de oxigênio” (NR-33).

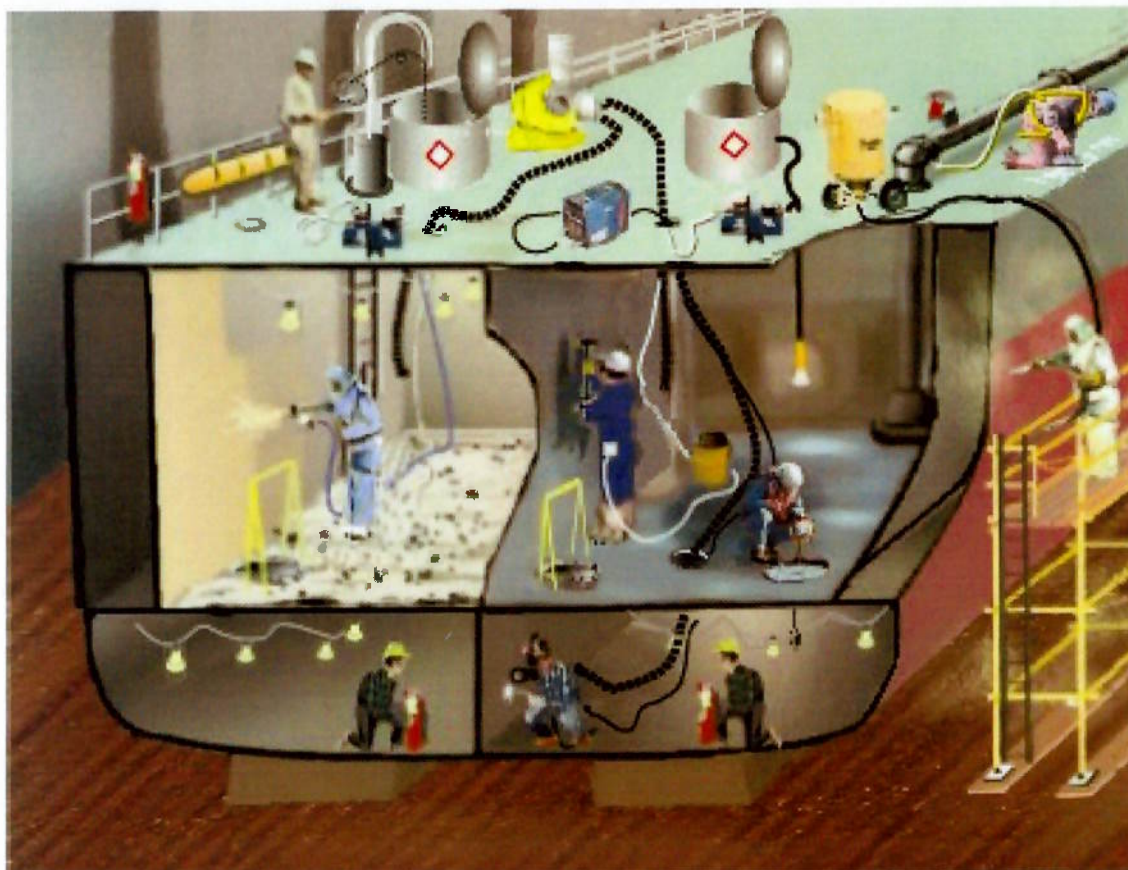


Figura 1. Trabalhos em espaços confinados. Fonte: www.osha.gov/.../shiprepair/hotwork/hotwork_confined.html

3.2 IDENTIFICAÇÃO DE ESPAÇOS CONFINADOS

Mc Manus (2006) sugere o uso da tabela 1 abaixo na identificação de um espaço confinado.

Tabela 1 - Identificação de espaços confinados

Foi projetado e construído para ocupação humana contínua?	Pode ocorrer uma atmosfera perigosa?	É um espaço confinado?
Sim	Sim	Não
Sim	Não	Não
Não	Sim	Sim
Não	Não	Não

Fonte: Confined Spaces Guideline-Occupational Health and Safety Branch. Ministry of Labour Ontario, 2006. Disponível em: <http://www.labour.gov.on.ca>

3.3 RAZÕES TÍPICAS PARA ENTRADA EM ESPAÇOS CONFINADOS

A entrada e o desenvolvimento de trabalhos em espaços confinados devem-se, normalmente, às seguintes atividades (REKUS, 1994):

- Limpeza e remoção de resíduos.
- Inspeção da integridade física do equipamento.
- Manutenção, tal como, limpeza com abrasivo e proteção superficial.
- Instalação, inspeção, reparo e substituição de válvulas, tubulações, motores, etc. abaixo do nível do solo.
- Reparos, incluindo soldas e ajustes, em equipamentos mecânicos.
- Ajustes e alinhamentos de dispositivos mecânicos e componentes.
- Checagem e leitura em medidores e indicadores.
- Instalações, reparos e inspeções elétricas, linhas de telefonia e cabos de fibra ótica.

- Resgate de trabalhadores feridos dentro dos espaços confinados.

Segundo Kulcsar (2007), por apresentarem riscos específicos estas atividades são contempladas por normas regulamentadoras que determinam precauções, procedimentos ou ações de segurança específicas, como por exemplo: NR-10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade; NR-18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção; NR-29 - Segurança e Saúde no Trabalho Portuário; NR-30 - Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário; NR-31 - Segurança e Saúde no Trabalho em Agricultura.

3.4 RISCOS ESPECÍFICOS EM ESPAÇOS CONFINADOS

Segundo o Livreto do Trabalhador (Fundacentro), os riscos típicos encontrados nos trabalhos em Espaços Confinados são:

- Falta ou excesso de oxigênio.
- Incêndio ou explosão.
- Intoxicações.
- Quedas.
- Choques elétricos.
- Soterramentos.
- Engolfamentos.
- Afogamentos.
- Infecções.

3.4.1 Atmosferas com deficiência de oxigênio

A figura 2 ilustra os riscos respiratórios que podem ser encontrados nos ambientes de trabalho.

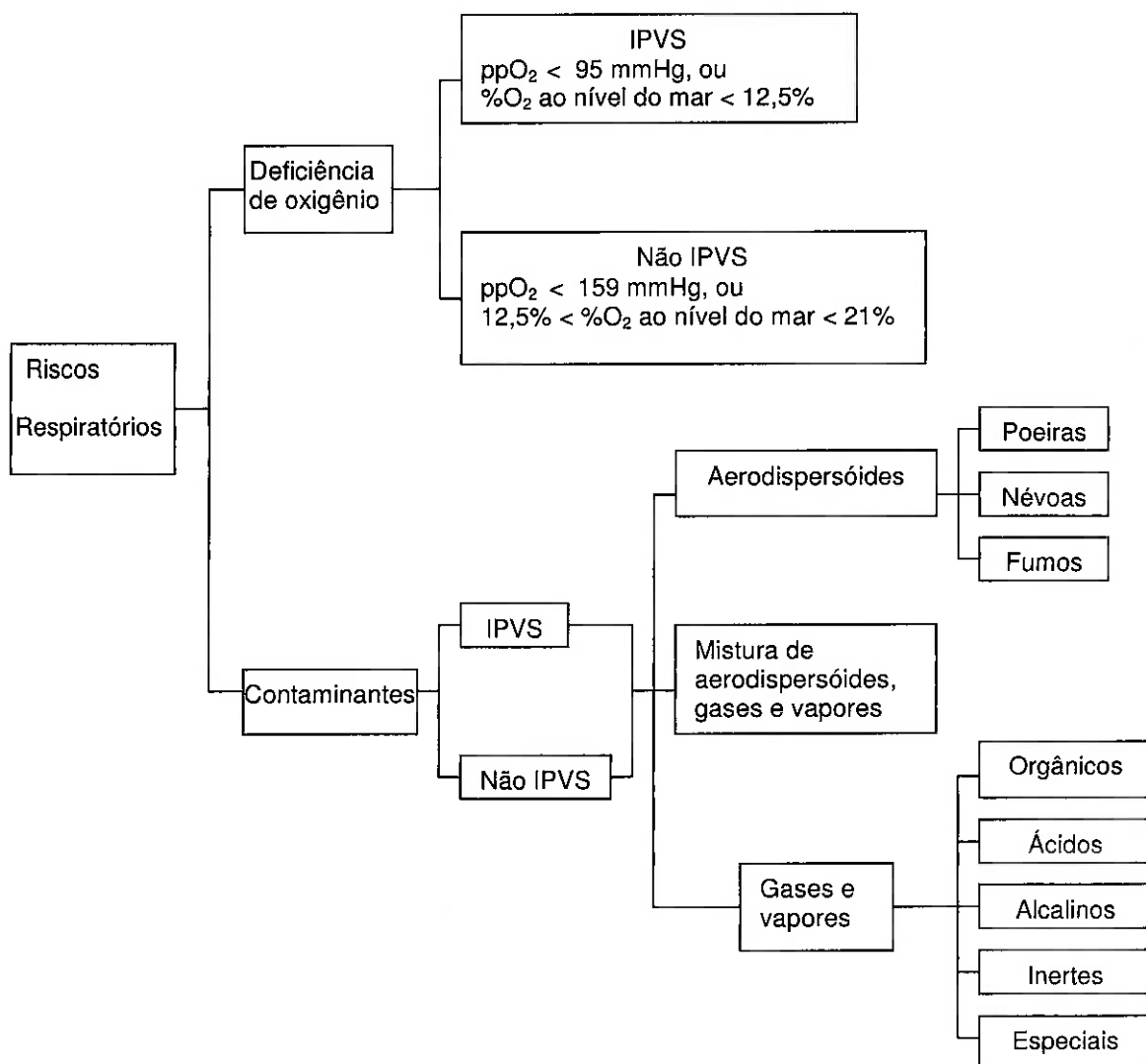


Figura 2. Classificação dos riscos respiratórios. Fonte: Torloni, Maurício Manual de Proteção Respiratória, 2006.

Esse item apresentará o tema deficiência de oxigênio e mais adiante, no item 3.4.3 (Riscos químicos), será feito um estudo mais aprofundado dos contaminantes apontados na figura 2.

Segundo Torloni (p. 129), o termo IPVS presente na figura 2 significa Imediatamente Perigoso à Vida ou à Saúde e refere-se à

[...] exposição respiratória aguda, que supõe ameaça direta de morte ou consequências adversas irreversíveis à saúde, imediatas ou retardadas, ou ainda exposições agudas aos olhos que impeçam a fuga da atmosfera perigosa.

Atmosfera Não IPVS - pode causar desconforto físico imediato, ou irritação, produzir algum mal após exposição prolongada, ou efeito crônico após exposições curtas e repetidas.

Atmosfera perigosa, quando se trata de riscos respiratórios, é aquela deficiente de oxigênio ou que contenha substâncias tóxicas em concentrações acima do limite de exposição.

3.4.1.1 Deficiência de oxigênio

Como não apresenta sinais de alerta, este risco quase sempre resulta em morte. A deficiência de oxigênio pode incapacitar o indivíduo de realizar movimentos ou de perceber o que está acontecendo. A falta de oxigênio durante 4 minutos produz danos permanentes, e de 6 a 8 minutos, a morte.

Diversas são as situações e locais com deficiência de oxigênio, tais como, incêndio, galerias subterrâneas, tubulações, silos, reservatórios vazios, reatores, porão de barcas ou de navios, valas abertas, esterqueiras, poços de água, elevadores de caneca na agroindústria, etc.

Os efeitos da deficiência de oxigênio estão resumidos na figura 3.

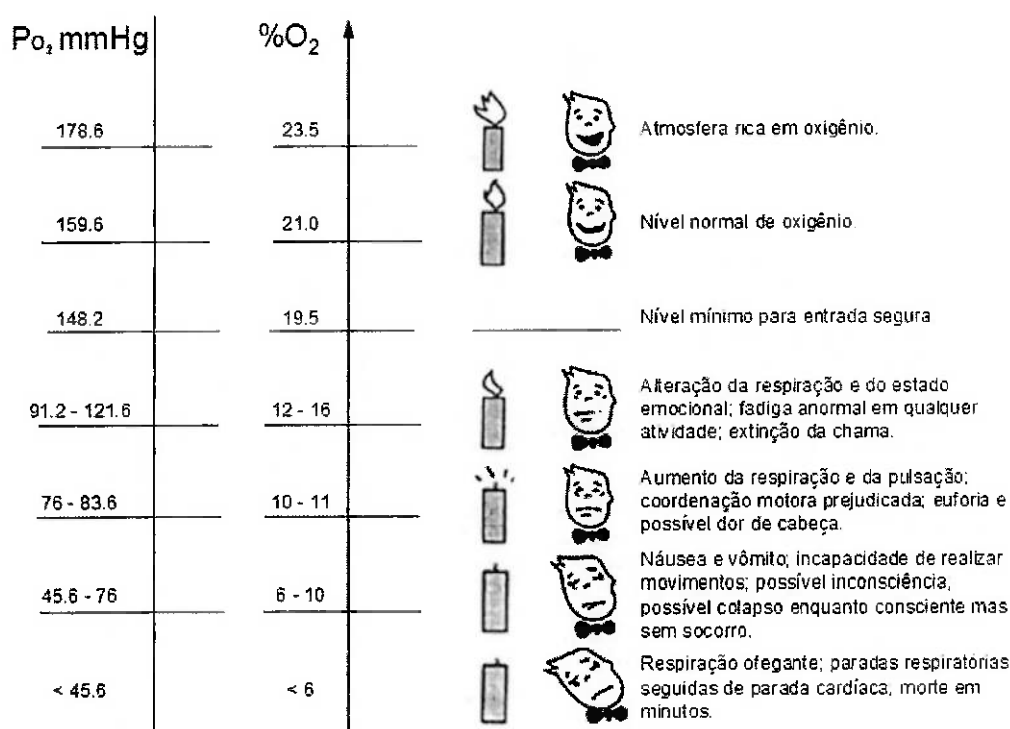


Figura 3. Efeitos da deficiência de oxigênio.

Fonte: Torloni, Maurício Manual de Proteção Respiratória, 2006

Nota: O termo PO_2 mmHg apresentado na figura 3 refere-se à pressão parcial de oxigênio que chamaremos de ppO_2 .

3.4.1.2 Pressão parcial de oxigênio

Para se caracterizar um ambiente como deficiente de oxigênio não é suficiente conhecer a porcentagem em volume desse gás, mas também a pressão atmosférica local. Isso é relevante, pois a porcentagem de oxigênio no ar atmosférico é praticamente constante ao redor da Terra e não varia com a altitude como mostram as três primeiras colunas da tabela 2, mas a pressão parcial de oxigênio (ppO_2) sofre grandes mudanças em função da pressão atmosférica local, como mostram a segunda e quarta colunas da tabela 2. A compreensão do significado da pressão

parcial é fundamental para o entendimento do risco respiratório “deficiência de oxigênio”, pois o transporte de oxigênio dos alvéolos para os glóbulos vermelhos contidos no sangue dá-se em razão da diferença da pressão parcial de oxigênio (ppO_2) nesses dois locais do organismo humano, como ilustra a figura 4.

Tabela 2 - Variação da pressão atmosférica e da porcentagem de oxigênio com a altitude ⁽¹⁾

Altitude (m)	Pressão atmosférica (mmHg)	O ₂ no ambiente (%)	ppO_2 (mmHg)	%O ₂ equivalente ao nível do mar (*)
Nível do mar	760	20,9	159	20,9
750	689	20,9	145	19,0
2.250	581	20,9	121	16,0
3.000	523	20,9	110	14,5
4.200	450	20,9	94	12,5
5.400	387	20,9	81	10,6
6.000	349	20,9	73	9,6
9.000	226	20,9	47	6,2
12.000	141	20,9	29	3,8

(*) Porcentagem de oxigênio no ar que, ao nível do mar, apresenta a mesma ppO_2 que na altitude considerada.

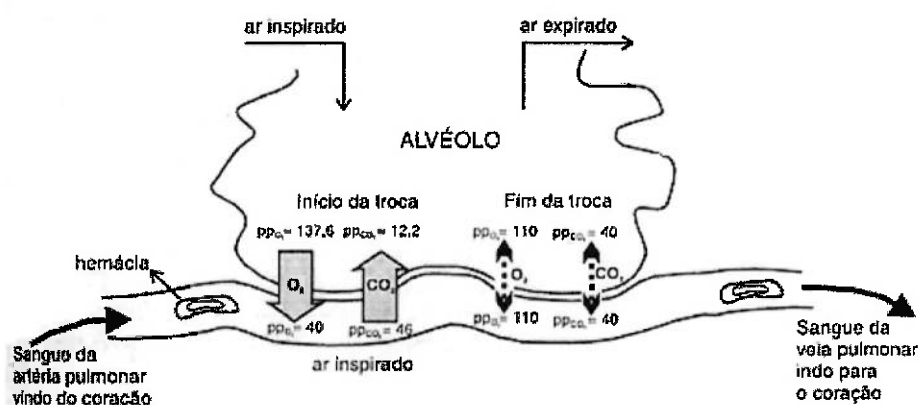


Figura 4. A troca de gases nos pulmões.

Fonte: adaptado de Torloni, Maurício Manual de Proteção Respiratória p.47

(1) A tabela 2 é uma adaptação do artigo Questão de Sobrevivência – revista Proteção e do Manual de Proteção Respiratória, Torloni, 2006.

No estudo da fisiologia respiratória, o ar seco pode ser considerado como tendo aproximadamente 20,9% de oxigênio, 0,04% de dióxido de carbono e o restante dos gases expressos com 79,06% de nitrogênio. Somente o oxigênio e o nitrogênio são essenciais para a respiração.

Os valores de pressão parcial de oxigênio que constam da quarta coluna da tabela 2 foram calculados pela seguinte equação, aplicada ao par: porcentagem de oxigênio no ambiente (%O₂) e Pressão atmosférica local (P), em cada altitude:

$$ppO_2 = \frac{\%O_2}{100} \cdot P \quad (1)$$

Um exemplo ilustrará melhor a obtenção dos valores da %O₂ equivalente ao nível do mar (última coluna da tabela 2). Considerando-se, por exemplo, a altitude de 2.250m teremos a pressão atmosférica local igual a 581 mmHg e %O₂ no ambiente igual a 20,9%. Levando-se esses dois valores à equação (1), teremos, aproximadamente, ppO₂ = 121 mmHg. O significado prático dessa “%O₂ equivalente ao nível do mar” é que o indivíduo aclimatado ao nível do mar ao subir até 2.250m sentirá no organismo certos efeitos que dependem dessa ppO₂ = 121 mmHg e não somente da “%O₂ no ambiente” que possui o mesmo valor em qualquer altitude. Ele irá sentir esses mesmos efeitos permanecendo ao nível do mar, mas respirando ar com menos oxigênio de tal modo que o par %O₂ equivalente ao nível do mar (x) e Pressão atmosférica ao nível do mar (760 mmHg) provoque a mesma ppO₂ = 121 mmHg. Essa %O₂ equivalente ao nível do mar (x) pode ser calculada por:

$$121 = \frac{x}{100} \cdot 760 \quad \Rightarrow \quad x = 16\%$$

Essas duas situações apresentam em comum a mesma ppO_2 e, portanto, os mesmos efeitos fisiológicos para o ser humano.

Mesmo mantendo a concentração de O_2 em 20,9%, quando a pressão atmosférica é reduzida, a pressão parcial de oxigênio (ppO_2) pode atingir valores muito baixos. Por isso, quando são realizados trabalhos em pressão atmosférica reduzida, deve-se exprimir a concentração de oxigênio em termos de pressão parcial de oxigênio e não em porcentagem em volume (Programa de Proteção Respiratória – PPR, Fundacentro).

A importância da diminuição de oxigênio ao nível dos tecidos (hipoxia) é a baixa acuidade mental que diminui o julgamento, a memória e a capacidade de realizar movimentos com prudência. Níveis elevados de hipoxia (que ocorrem em grandes altitudes) levam a conseqüências mais graves.

Segundo a NR-6 – Equipamento de Proteção Individual – EPI e a NR-15 – Atividades e Operações Insalubres, um ambiente é deficiente de oxigênio quando sua concentração em volume for inferior a 18%, sem, contudo, especificar a pressão, que julgamos ser a atmosférica, correspondente ao nível do mar.

A Norma Técnica Brasileira, NBR 12543 - Equipamentos de Proteção Respiratória - Terminologia, classifica as atmosferas com deficiência de oxigênio em:

- Imediatamente Perigosa à Vida ou à Saúde (IPVS) – quando o teor de oxigênio (em volume) no ambiente está abaixo de 12,5% ao nível do mar (760 mmHg), ou seja, quando a pressão parcial de oxigênio (ppO_2) é inferior a 95 mmHg.
- Não IPVS – quando o teor de oxigênio (em volume) está entre 12,5% e 21% ao nível do mar, ou quando a ppO_2 é superior a 95 mmHg. Portanto, 18% da NR-6 corresponde a uma deficiência de oxigênio Não IPVS.

Segundo o Programa de Proteção Respiratória - PPR da Fundacentro:

Os espaços confinados são causas de numerosas mortes e de sérias lesões. Portanto, qualquer espaço confinado com menos de 20,9% de oxigênio deve ser considerado IPVS, a menos que a causa da redução do teor de oxigênio seja conhecida e controlada. Esta restrição é imposta porque qualquer redução do teor de oxigênio é, no mínimo, uma prova de que o local não é adequadamente ventilado.

Pode ser permitida a entrada sem o uso de respiradores em espaço confinado que contenha de 18% até 20,9% em volume de oxigênio ao nível do mar, somente quando forem tomadas precauções extraordinárias, quando é conhecida e entendida a causa da redução do teor de oxigênio e ainda quando se tem certeza de que não existem áreas mal ventiladas nas quais o teor de oxigênio possa estar abaixo da referida faixa. Não se conhecendo a causa do baixo teor de oxigênio, ou se ela não for controlada, a atmosfera do espaço confinado deve ser considerada IPVS.

3.4.1.3 Causas da deficiência de oxigênio

A porcentagem de oxigênio num local pode diminuir devido ao consumo, à diluição e à adsorção.

O consumo pode ocorrer tanto na combustão, quando o oxigênio do ar reage com o material combustível, como na oxidação de metais (equipamentos de aço-carbono sem pintura e fechados, superfície interna de reservatórios que sofreram jateamento recente, etc.), podendo atingir condições IPVS.

Dá-se a diluição quando gases inertes, como o dióxido de carbono e o nitrogênio, são utilizados na inertização de tanques ou de equipamentos. A inertização é o "deslocamento da atmosfera existente em um espaço confinado por um gás inerte, resultando numa atmosfera não combustível e com deficiência de oxigênio" (NR-33).

“A adsorção do oxigênio do ar por sua vez pode ocorrer em leitos de carvão ativo no interior de reatores ou câmaras, tornando perigosas as operações de inspeção, recarga ou manutenção” (Torloni, 2006).

3.4.2 Risco de incêndio e explosão

3.4.2.1 Conceitos iniciais

Sabemos que para haver fogo três elementos são necessários: ar (oxigênio), combustível e fonte de ignição (calor), conforme representação do triângulo do fogo, abaixo:

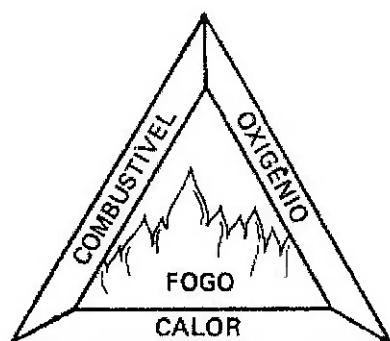


Figura 5. Triângulo do fogo.

Fonte: Riscos de incêndios. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/fogo.htm>>
Acesso em 28.02.2008

O modelo acima foi utilizado por décadas, porém recentemente, pesquisas indicam a necessidade de um quarto elemento. Trata-se da reação em cadeia, com a qual podemos definir o tetraedro do fogo conforme figura 6.

Após o início da combustão, os combustíveis geram mais calor liberando mais gases ou vapores combustíveis, que por sua vez irão gerar mais calor tornando a reação química em cadeia auto-sustentável.

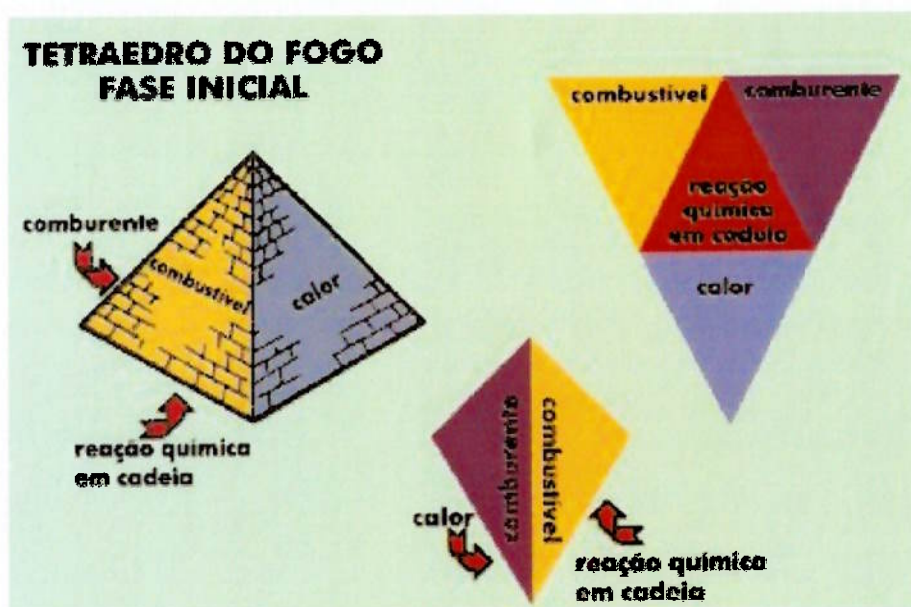


Figura 6. Tetraedro do fogo.

Fonte: CBMERJ – Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro.

Disponível em: <<http://www.cbmerj.rj.gov.br/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=58>>

Acesso em jan. 2008

3.4.2.2 Mecanismos de explosão

Para estabelecer uma atmosfera inflamável duas condições são necessárias: o oxigênio no ar e um gás, vapor ou mistura inflamável. Se uma fonte de ignição for introduzida em um espaço contendo uma atmosfera inflamável, isso resultará numa explosão

Freqüentemente, tanques supostamente “vazios” podem ainda conter quantidade substancial de resíduos que evaporam, formando uma mistura de vapor explosivo. A primeira coisa que devemos entender sobre inflamabilidade é que não é o líquido que queima, mas os vapores por ele gerados (REKUS, 1994).

Quadro 1. Principal mecanismo de uma explosão

Gás Inflamável (H ₂ , propano, etc)	+ Ar ou O ₂ +	Fonte de Ignição (faísca, chama viva, etc)	= EXPLOÇÃO
ou			
Vapores de líquidos inflamáveis (gasolina, álcool, etc)			
ou			
Sólidos Poeiras (pós finamente divididos em suspensão no ar)			

Fonte: Apostila – Proteção Contra Incêndio e Explosão - EPUSP/PECE, 2006

3.4.2.3 Temperatura de Inflamação, combustão e ignição

- Temperatura de Inflamação ou Ponto de Fulgor (*Flash Point*): Menor temperatura na qual a substância libera vapores combustíveis, suficientes para formar mistura que se inflama na presença de fonte de ignição e se extingue na ausência desta. Considera-se líquido combustível aquele com ponto de fulgor igual ou maior do que 37,8 °C (100 °F) e líquido inflamável com ponto de fulgor inferior a 37,8 °C.
- Temperatura de Combustão (*Fire Point*): Temperatura mínima a partir da qual a substância libera vapores combustíveis, suficientes para formar mistura que se inflama na presença de fonte externa sendo que a combustão se mantém mesmo sem a presença de fonte externa de ignição.
- Temperatura de ignição (*Ignition Point*): Temperatura mínima a partir da qual a substância libera vapores combustíveis, suficientes para formar mistura que se inflama sem a presença de fonte externa de ignição.

3.4.2.4 Limites de inflamabilidade

Segundo Dácio de Miranda Jordão (Manual de Instalações Elétricas em Indústrias Químicas, Petroquímicas e de Petróleo – Atmosferas explosivas, 2002):

A mínima concentração na qual a mistura se torna inflamável é chamada Limite Inferior de Inflamabilidade e a temperatura a ela associada é chamada de Ponto Inferior de Inflamabilidade. Se a concentração continua se elevando pelo acréscimo de temperatura, é atingido um grau de concentração em que a mistura possui uma alta porcentagem de gases e vapores de modo que a quantidade de oxigênio é tão baixa que uma eventual ignição não consegue se propagar pelo meio. Esta concentração é chamada de Limite Superior de Inflamabilidade e a temperatura a ela associada é chamada de Ponto Superior de Inflamabilidade.

Entre o limite inferior e o limite superior de inflamabilidade há uma faixa denominada faixa de inflamabilidade que geralmente é expressa a 20 °C e à pressão de 1 bar.

Gases diferentes têm diferentes faixas de inflamabilidade.

Na tabela 3, exemplos de limites de inflamabilidade.

Tabela 3 - Limites de Inflamabilidade de algumas substâncias mais comuns

Substância	Inferior (% vol.)	Superior (% vol.)	Inferior (g/m³)	Superior (g/m³)
Metano CH ₄	5	15	33	100
Benzeno C ₆ H ₆	1,2	8	39	270
Éter Etílico (C ₂ H ₅) ₂ O	1,7	36	50	1.100
Álcool Etílico C ₂ H ₅ OH	3,5	15	67	290
Dissulfeto de Carbono CS ₂	1	60	30	1.900
Hidrogênio H ₂	4	75,6	3,3	64
Acetileno C ₂ H ₂	1,5	82	16	880

Fonte: Jordão, Dácio Miranda - Manual de Instalações Elétricas em Indústrias Químicas, Petroquímicas e de Petróleo, 2007.

3.4.2.5 Fontes de ignição

Possíveis fontes de ignição que podem ser encontradas em espaços confinados: chamas abertas, arcos elétricos, faíscas geradas por fricção, superfícies quentes, eletricidade estática e reações químicas. Para ignição de poeiras combustíveis é necessário de 20 a 50 vezes mais energia do que para gases ou vapores inflamáveis.

- Chamas abertas: podem estar presentes em espaços confinados na forma de chama de maçarico para soldagem ou corte, ou ainda como a chama do isqueiro.
- Arcos elétricos: são descargas elétricas produzidas pela condução de corrente elétrica por meio do ar ou outro gás, entre dois condutores separados.
- Faíscas por fricção: podem ser produzidas quando um objeto de metal dá uma pancada em uma superfície dura. Exemplos típicos incluem choques entre ferramentas metálicas ou objetos de aço contra o concreto.
- Superfícies quentes: se uma superfície exposta for grande e quente o suficiente, pode tornar-se uma fonte de ignição. Como exemplo temos a linha de lâmpadas incandescentes, onde o bulbo desse tipo de lâmpada pode atingir aproximadamente 300 °C, que corresponde à temperatura de ignição de alguns gases e vapores.
- Eletricidade estática: gerada pelo fluxo de elétrons resultante do contato e separação de dois materiais. Processos geralmente reconhecidos como potenciais fontes de eletricidade estática incluem o fluxo de fluidos por tubos, contato e separação entre correias e polias, etc.
- Reações químicas: algumas reações químicas exotérmicas produzem calor suficiente para ignição de materiais combustíveis.

3.4.2.6 Proteção primária contra explosão

O princípio primário para se impedir uma explosão é evitando a formação de uma atmosfera explosiva. Pode-se também tentar evitar a ocorrência de uma ignição, tomando-se certas precauções:

- Medição das concentrações: dos gases, vapores e pós devem ser feitas imediatamente antes da liberação do trabalho.
- Não usar líquidos inflamáveis: verificar se a substância inflamável pode ser substituída por outra que não seja capaz de formar uma atmosfera explosiva
- Aumentar o ponto de fulgor: trabalhar com líquidos inflamáveis cujo ponto de fulgor se situe suficientemente acima das temperaturas ambiente e de trabalho.
- Limites de concentração: a formação de uma atmosfera explosiva no interior de um equipamento pode ser evitada ou minimizada pela limitação da quantidade de substância inflamável e sua concentração.
- Inertização: é um meio bem conhecido e tradicional que pode ser empregado como proteção primária. São normalmente usados: nitrogênio, dióxido de carbono, vapor de água, hidrocarboneto halogenado ou ainda substâncias inertes em pó. Sabe-se que uma atmosfera contendo menos do que 10% em volume de oxigênio não se torna explosiva.

Quando a razão volumétrica entre o gás inerte e o gás inflamável é no mínimo 25, não há possibilidade de se formar uma atmosfera inflamável, independentemente da quantidade de ar que esteja misturada com os gases ou vapores.

3.4.2.7 Riscos de explosão a partir de poeiras combustíveis

Quanto mais fino o pó, mais violenta será a explosão e menor a energia mínima necessária para a ignição.

A extensão da atmosfera explosiva causada por poeira pode ser muito diferente da que é causada pelos gases ou vapores, principalmente pelas seguintes razões:

- As camadas de poeiras, diferentemente dos gases ou vapores, não são diluídas por ventilação ou difusão após o vazamento ter cessado.
- A ventilação pode aumentar o risco, criando nuvens de poeira, resultando num aumento da extensão.
- As camadas de poeira depositadas podem criar um risco cumulativo, enquanto que os gases e vapores não.
- Camadas de poeira podem ser objeto de turbulência inadvertida e se espalhar, pelo movimento de veículos, pessoas etc.

Sabe-se que as poeiras podem ser inflamadas quer estejam em suspensão no ar, na forma de nuvem, formando uma mistura poeira-ar, ou ainda pela formação de camadas em cima dos equipamentos, existindo também o risco de ignição de gases combustíveis que são liberados durante a queima sem chama da camada de poeira, gases provenientes da volatilização de substâncias inflamáveis contidas na poeira.

A foto 3, ilustra bem as proporções de uma explosão causada por poeira orgânica.



Foto 3. Danos provocados pela explosão de poeira no terminal graneleiro de Paranaguá – PR – nov. 2001

3.4.2.8 Área classificada

Área na qual uma atmosfera explosiva de gás está presente ou na qual é provável sua ocorrência a ponto de exigir precauções especiais para construção, instalação e utilização de equipamentos elétricos.

Classificar uma área significa elaborar um mapa que define, entre outras coisas, a probabilidade de ser formada uma mistura inflamável, levando-se em conta o comportamento das substâncias inflamáveis, em relação às suas propriedades físicas e químicas, que podem estar presentes.

Cada ambiente ou área deve ser considerada individualmente na determinação da sua classificação.

Os ambientes onde pode ocorrer presença de produtos inflamáveis são definidos por três classes:

- Classe I - Gases e vapores.
- Classe II - Poeiras.
- Classe III – Fibras.

Na Europa e no Brasil (NBR-5418 – Instalações Elétricas em Atmosferas Explosivas), a classificação das áreas perigosas é feita usando-se os seguintes conceitos:

- Zonas (usadas para definir a probabilidade da presença de materiais inflamáveis).
- Grupos (caracterizam a natureza inflamável do material).
- Tipos de Proteção (nível de segurança para um dispositivo).

3.4.2.8.1 Zonas

As regulamentações internacionais usam as recomendações da IEC 79-10 (Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmosphere – Classification of Hazardous Areas), que distinguem as seguintes categorias de zonas perigosas (tabela 4).

Tabela 4 - Categorias de zonas perigosas

ABNT / IEC	Descrição
ZONA 0	Local onde a ocorrência de mistura inflamável/explosiva é contínua, ou existe por longos períodos;
ZONA 1	Local onde a ocorrência de mistura inflamável/explosiva é provável de acontecer em condições normais de operação do equipamento de processo; Ex: sala de peneira de lamas, sala de tanques de lama, mesa rotativa, respiro de tanques de processo.
ZONA 2	Local onde a ocorrência de mistura inflamável/explosiva é pouco provável de acontecer e se acontecer é por curtos períodos, estando associado à operação anormal do equipamento de processo. Ex: Válvulas, flanges e acessórios de tubulação para líquidos ou gases inflamáveis.

Fonte: Adaptado de Jordão, Dácio M. – Manual de Instalações Elétricas em Indústrias Químicas, Petroquímicas e de Petróleo - Atmosferas Explosivas, 2007

Na figura 7, exemplos de categorias de zonas perigosas:

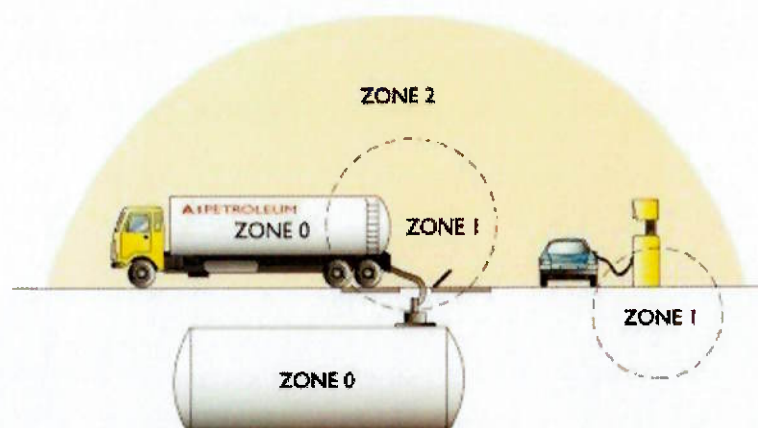


Figura 7. Exemplos de zonas. Fonte: apresentação Espaço Confinado, Paula Scardino Disponível em: <http://www.abratt.org.br/seminario/confinado.pdf>

3.4.2.8.2 Grupos

Os produtos perigosos são classificados pela ABNT (NBR 5418) em 4 grupos: I, IIA, IIB, IIC, a qual é baseada na Instrução Européia IEC 79/14 (Electrical Installations in Explosive Gas Atmospheres), conforme tabela 5.

Tabela 5. Grupos - produtos perigosos

Grupos	Equipamentos	Substância
Grupo I	Para operação em mineração subterrânea suscetível a exalação de grisú.	Metano (grisú) e pó de carvão.
Grupo IIA	Para operação em instalações de superfície onde pode existir perigo devido ao grupo do propano.	Acetona, acetaldeído, monóxido de carbono, álcool, amônia, benzeno, benzol, butano, gasolina, hexano, metano, nafta, gás natural, propano, vapores de vernizes.
Grupo IIB	Para operação em instalações de superfície onde pode existir perigo devido ao grupo do etileno.	Acroleína, óxido de eteno, butadieno, óxido de propileno, ciclopropano, éter etílico, etileno, sulfeto de hidrogênio.
Grupo IIC	Para operação em instalações de superfície onde pode existir perigo devido aos grupos do hidrogênio e acetileno.	Acetileno, hidrogênio e dissulfeto de carbono.

Fonte: Adaptado de Jordão, Dácio M. – Manual de Instalações Elétricas em Indústrias Químicas, Petroquímicas e de Petróleo - Atmosferas Explosivas, 2007

3.4.2.8.3 Tipos de proteção

Segundo o Manual de Instalações Elétricas em Indústrias Químicas Petroquímicas e de Petróleo (Dácio M. Jordão, 2007):

A energia necessária para causar a inflamação de uma atmosfera explosiva é muito pequena. A quantidade de energia elétrica usual na indústria para fins de acionamento de máquinas, iluminação, controle, automação, etc. é muitas vezes superior ao mínimo necessário para provocar incêndios ou explosões.

Foi necessário, o desenvolvimento de técnicas de proteção de modo que a fabricação dos equipamentos elétricos, sua montagem e manutenção fossem feitos segundo critérios bem definidos (normas técnicas) que garantissem um nível de segurança aceitável para as instalações.

Tabela 6 - Simbologia dos tipos de proteção

Tipo de proteção	Simbologia
Equipamento à Prova de Explosão	Ex d
Equipamento Pressurizado	Ex p
Equipamento Imerso em Óleo	Ex o
Equipamento Imerso em Areia	Ex q
Equipamento Imerso em Resina	Ex m
Equipamento de Segurança Aumentada	Ex e
Equipamento Não Acendível	Ex n
Equipamento Hermético	Ex h
Equipamento de Segurança Intrínseca	Ex i
Equipamento Especial	Ex s

Fonte: Jordão, Dácio M. – Manual de Instalações Elétricas em Indústrias Químicas, Petroquímicas e de Petróleo – Atmosferas Explosivas, 2007.

Exemplos de proteção mais utilizadas em espaços confinados:

- À Prova de Explosão (Ex d): é um sistema suficientemente resistente e vedado para não propagar uma explosão e cuja temperatura superficial não provoque a ignição de uma atmosfera explosiva (figura 8).



Figura 8. Painelelétrico à prova de explosão. Fonte: apresentação Espaço Confinado, Paula Scardino. Disponível em: <http://www.abratt.org.br/seminario/confinado.pdf>, 2008.

- Segurança Aumentada (Ex e) (NBR 9883 - Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas. - Tipo de proteção Ex-e e IEC 79-7 - Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres – Increased Safe. Type of Protection “e”): equipamento elétrico de segurança aumentada é aquele que “sob condições normais de operação não produz arcos, faíscas ou aquecimento suficiente para causar ignição da atmosfera explosiva para a qual foi projetado, e no qual são tomadas as medidas adicionais durante a construção, de modo a evitar com maior segurança, que tais fenômenos ocorram em condições de operação e de sobrecarga previstas”. Equipamentos típicos com segurança aumentada são os motores de gaiola, transformadores de potência e de medição, luminárias e caixas de distribuição e de ligação.
- Equipamentos de Segurança Intrínseca – Ex i: são aqueles que em condições normais (isto é, abertura e fechamento do circuito) ou anormais (curto circuito, etc.) não liberam energia (elétrica ou térmica) suficiente para inflamar a atmosfera explosiva.

3.4.2.8.4 Classes de temperatura

As Classes de Temperatura identificam a máxima temperatura de superfície que uma parte qualquer de um equipamento pode atingir em operação normal, de sobrecarga prevista ou ainda em caso de defeito, considerando a temperatura ambiente máxima igual a 40°C. Essas classes de temperatura devem ser menores que a temperatura de ignição dos gases e vapores do meio circundante ao equipamento.

Tabela 7 - Classes de temperatura

Classe de temperatura	Temperatura Máxima de Superfície (°C)
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

Fonte: Adaptado de Jordão, Dácio M. – Manual de Instalações Elétricas em Indústrias Químicas, Petroquímicas e de Petróleo - Atmosferas Explosivas, 2007.

3.4.2.9 Incêndio e explosão em espaços confinados

As explosões e incêndios estão relacionados:

- À presença de gases, vapores e pós em concentrações que formem misturas inflamáveis, devido a ausência ou deficiência da remoção desses agentes. Como exemplo podemos citar os vapores de solventes em trabalhos de pintura e
- Aos erros de medição para a liberação do trabalho e ainda à modificação das condições inicialmente presentes, como por exemplo pela penetração de gases,

vapores e pós após a liberação do espaço confinado para o trabalho.

- Aos erros de medições que têm origem na deficiência do treinamento de pessoal, na interpretação errada da leitura e na aferição do explosímetro, além dos procedimentos incorretos, quando por exemplo, o ambiente confinado não é completamente avaliado (número e locais de amostragem).
- Descarga eletrostática na transferência de líquidos inflamáveis, sendo recomendado como medida de proteção o aterramento ou a interligação elétrica das partes eletricamente condutoras.
- Trabalhos de soldagem ou de oxicorte em espaços que contêm ou que contiveram substâncias inflamáveis.
- Aumento no nível de oxigênio afim de melhorar a qualidade do ar respirável no interior de tanques. Ocasionalmente, atmosferas enriquecidas por oxigênio podem ser produzidas quando trabalhadores usam oxigênio para ventilar um espaço ou para o funcionamento de ferramentas pneumáticas portáteis acreditando que oxigênio e ar são iguais. Incêndios que possam ocorrer em espaços sob tais condições queimarão com elevada velocidade e intensidade.

A tabela 8 compara o número de incêndios no Reino Unido e suas causas.

Tabela 8 - Número de incêndios no Reino Unido (1979-1988)

CAUSA	Número de incêndios no período de 1979 a 1984	Número de incêndios no período de 1985 a 1988
Desconhecida	35	38
Corte e solda	9	11
Falha Mecânica e Fricção	34	22
Peça Metálica Perdida	14	7
Equipamento Elétrico	3	7
Elettricidade Estática	5	6
Chama	17	27
Sobreaquecimento	23	28
Outros	3	4

Fonte: Jordão, Dácio M. Manual de Instalações Elétricas em Indústrias Químicas Petroquímicas e de Petróleo, 2007 (fonte: "Health and Safety Executive")

3.4.2.10 Atmosferas enriquecidas por oxigênio

A norma sobre espaço confinado da OSHA define atmosferas ricas em oxigênio como aquelas em que a presença do oxigênio é superior a 23,5% em volume. O oxigênio altera as características de queima de diversos materiais, tornando mais fácil a ignição e com queima mais rápida. A NR-33 define enriquecimento de oxigênio como atmosfera contendo mais de 23% de oxigênio em volume.

Atmosferas enriquecidas com oxigênio também propiciam a ignição de gases e vapores inflamáveis em uma faixa mais extensa de concentrações do que é possível com o ar comum.

3.4.3 Riscos químicos

Uma atmosfera tóxica pode ser gerada pela presença de contaminantes dispersos no ar, provenientes de reações químicas, operações de soldagem, pintura com pistola, jateamento com material abrasivo e outros.

Os efeitos que substâncias tóxicas promovem no corpo variam de substância para substância. Alguns contaminantes irritam os olhos e o trato respiratório, outros podem causar danos ao cérebro, fígado e rins. Algumas substâncias podem desencadear efeitos adversos após breves exposições a baixas concentrações e outras após repetidas exposições a níveis moderados.

É possível alcançar uma clara perspectiva dos perigos associados aos produtos químicos pela identificação de alguns conceitos básicos de toxicologia.

Esses conceitos podem ser aplicados em campo na identificação da natureza e tipos de contaminantes comuns a cada tipo de espaço em particular.

Embora diversas substâncias possam ser encontradas em espaços confinados, aquelas que costumam estar presentes em um espaço específico podem ser determinadas pelas respostas a cinco questões básicas.

- O que o espaço continha previamente?
- Quais reações podem ter ocorrido?
- Quais operações serão desenvolvidas?
- Quais substâncias serão levadas ao seu interior?
- Quais substâncias podem ter entrado inadvertidamente?

O conhecimento sobre o que estava contido no espaço é importante, pois ainda que se faça uma drenagem pode haver a permanência de algum resíduo.

3.4.3.1 Princípios de toxicologia

De acordo com a apostila “O Ambiente e as Doenças do Trabalho”⁽²⁾:

A Toxicologia Industrial ou Ocupacional estuda as ações e efeitos nocivos sobre o homem das substâncias químicas utilizadas ou produzidas em processos industriais. O seu principal objetivo é o da prevenção das alterações da saúde dos trabalhadores expostos a essas substâncias. Esse objetivo não pode ser atingido se os níveis de exposição são mantidos em valores que possam constituir-se em risco inaceitável para a saúde ou a vida. Mas nesse ponto surge uma dúvida. O que constituirá um risco aceitável?

Para assumir que um risco é aceitável, deve-se identificá-lo e quantificá-lo. Para isso é necessário um conhecimento fundamental em Toxicologia que é o da relação dose/efeito e/ou dose/resposta, isto é, de relação entre a intensidade da exposição (dose) e o efeito que produz, além da relação entre a intensidade da exposição e a resposta, ou seja, a prevalência de indivíduos que apresentam esse efeito determinado.

(2) Apostila EPUSP/PECE, 2007

A toxicidade de um agente químico é avaliada por meio do estudo da relação dose-resposta ou concentração-resposta. Normalmente, o resultado é uma curva obtida pela análise estatística da mortalidade observada após exposição a doses ou concentrações da substância, durante um tempo específico, para uma população de animais sadios de uma dada espécie, em condições experimentais definidas. A relação dose-resposta também pode ser expressa pelo produto da concentração e o tempo de exposição.

Segundo Torloni (Manual de Proteção Respiratória, 2006):

[...] Tanto a exposição aguda como os efeitos agudos estão relacionados com curta exposição a altas concentrações, resultando irritação, destruição do tecido, narcose e morte. Ocorrem devido à exposição durante vazamentos de tubulações ou acidentes de algum tipo.

Os efeitos crônicos são caracterizados por sintomas ou doenças de longa duração. Provêm da exposição continuada durante a jornada de trabalho e o agente químico ou seus metabólitos estão continuamente presentes nos tecidos. Isto pode ocorrer porque o organismo não tem tempo para se recuperar entre os intervalos em que ocorrem as exposições. São exemplos as intoxicações provocadas pelo chumbo (saturnismo), mercúrio (hidrargirismo), benzeno (benzenismo) e outras. Os sintomas de uma intoxicação aguda e crônica são diferentes para um mesmo agente

Os efeitos locais de um agente químico ocorrem na superfície de contato entre o organismo e o agente. Os agentes irritantes com frequência apresentam efeito local.

A maioria das substâncias, porém, são absorvidas e distribuídas pelo organismo e agem em local distante da via de entrada, isto é, provocando dano sistêmico em tecidos, órgãos-alvo, ou sistemas do corpo, distantes do local de absorção.

3.4.3.2 Limites de Exposição

São apresentadas a seguir as definições dos limites de exposição mais comuns, e alguns comentários:

- Limite de Tolerância (LT), segundo a NR-15.

[...] Entende-se por Limite de Tolerância, para os fins desta Norma, a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará dano à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral.

Na ausência de valores do LT para uma substância, a NR-9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, permite o uso de valores de *Threshold Limit Values* - TLVs.

O limite de exposição que deve ser empregado pelo profissional pode ser encarado sob diversos aspectos:

- Do ponto de vista legal, basta obedecer aos valores da NR-15 quando existentes;
- Conforme os item 9.3.5.1 (c e d) na NR-9:

c) quando os resultados das avaliações quantitativas da exposição dos trabalhadores excederem os valores dos limites previstos na NR-15 ou, na ausência destes, os valores de limites de exposição ocupacional adotados pela ACGIH, ou aqueles que venham a ser estabelecidos em negociação coletiva de trabalho, desde que mais rigorosos do que os critérios técnico-legais estabelecidos;

d) quando, através do controle médico da saúde, ficar caracterizado o nexos causal entre danos observados na saúde dos trabalhadores e a situação de trabalho a que eles ficam expostos.

Entre os limites de exposição propostos, os que têm maior nível de aceitação são os da *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* - ACGIH, denominados de TLVs.

- Definição dos TLVs, Publicação TLVs e BEIs – ACGIH, 2005:

[...] Os limites de exposição (TLVs) referem-se às concentrações das substâncias químicas dispersas no ar e representam condições às quais, acredita-se, que a maioria dos trabalhadores possa estar exposta, repetidamente, dia após dia, durante toda uma vida de trabalho, sem sofrer efeitos adversos à saúde. Os TLVs são desenvolvidos para proteger trabalhadores adultos, normais e saudáveis.

- Nível de Ação: Segundo o item 9.3.6.1 da NR-9,

[...] considera-se nível de ação o valor acima do qual devem ser iniciadas ações preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições a agentes ambientais ultrapassem os limites de exposição. As ações devem incluir o monitoramento periódico da exposição, a informação aos trabalhadores e o controle médico.

3.4.3.3 Riscos Respiratórios

A seguir serão apresentados conceitos básicos sobre os agentes químicos, contaminantes particulados e contaminantes gasosos.

3.4.3.3.1 Agentes Químicos.

Para se conhecer melhor o produto químico com o qual se está lidando, é necessário uma consulta à Ficha de Informação e Segurança de Produto Químico – FISPQ, que poderá ser obtida com o fabricante, fornecedor, ou importador.

Quando houver a necessidade de se determinar o valor da concentração IPVS para uma dada substância, será preciso recorrer à publicação “Pocket Guide to Chemical Hazards” do NIOSH – *National Institute of Occupational Safety and Health*, sob o título IDHL – *Immediately Dangerous to Health and Life*.

Deve-se levar em conta que alguns produtos industriais podem ser relativamente inertes nas condições ambientais, mas, quando aquecidos, durante o processamento, podem se decompor e liberar substâncias altamente tóxicas.

3.4.3.3.2 *Contaminantes Particulados*

Uma suspensão de partículas no ar recebe o nome genérico de aerossol ou aerodispersóide. De acordo com o seu estado físico e propriedades, os contaminantes particulados podem apresentar-se como poeiras, névoas, fumos, neblinas e fumaça. As partículas podem ser sólidas ou líquidas.

- Poeira: é uma suspensão de partículas no ar, gerada mecanicamente, constituída por partículas sólidas formadas por ruptura mecânica de um sólido. Salvo raras exceções, quando se enxerga uma poeira próxima de uma fonte geradora, provavelmente as partículas presentes, em sua maioria, são as invisíveis.
- Névoa: é uma suspensão de partículas líquidas no ar, as quais são formadas por ruptura mecânica de um líquido, por exemplo, na pintura spray.
- Neblina: é uma suspensão de partículas líquidas no ar geradas por condensação do vapor de um líquido volátil. Para que ocorra a formação de neblina de um agente químico, o ar precisa estar saturado de vapor desse agente a tal ponto que possa haver a condensação de vapor do mesmo.
- Fumos: são aerodispersóides gerados termicamente, constituídos por partículas sólidas formadas por condensação de vapores, geradas nas operações de solda, metalização a quente, fundição, etc.

- Fumaça: é a mistura formada por partículas suspensas no ar, vapores e gases resultantes de combustão incompleta de materiais.

3.4.3.3.3 *Contaminantes Gasosos*

Os conceitos abaixo apresentados encontram-se no Manual de Proteção Respiratória (TORLONI, 2003).

Gases e vapores apresentam características similares, porém conceitualmente são muito diferentes.

Nas condições normais de temperatura e pressão, gás é um fluido que está no estado gasoso (cloro, amônia, gás sulfídrico, nitrogênio, etc.), e vapor é a fase gasosa de uma substância que existe normalmente no estado líquido ou sólido.

A NBR 12543 classifica os gases e vapores em orgânicos, ácidos, alcalinos, inertes e especiais, de acordo com as propriedades químicas que influenciam na seleção de filtros.

- Gases e Vapores Orgânicos: são classificados como contaminantes gasosos orgânicos aqueles que contêm carbono na sua estrutura molecular. Alguns exemplos: hidrocarbonetos saturados (metano, etano, butano); hidrocarbonetos insaturados (etileno, acetileno, etc), álcoois (álcool etílico, butílico), cetonas (acetona), éteres (éter etílico), aldeídos (formaldeído), ácidos (ácido acético, cítrico), aromáticos (benzeno, xileno e tolueno). Os solventes geram vapores orgânicos.
- Gases e Vapores Ácidos: são os contaminantes gasosos que já são ácidos, ou aqueles que se tornam ao reagirem com a água. São corrosivos aos tecidos do corpo humano, reagem com metal produzindo hidrogênio gasoso e sal do metal e, também, com as substâncias alcalinas gerando sais. Exemplos de gases ácidos:

cloreto de hidrogênio, dióxido de enxofre, cloro, flúor, gás sulfídrico, dióxido de carbono e ácido cianídrico, dióxido de nitrogênio, ácido acético e dióxido de carbono.

Um dos mais temidos agentes de riscos é o H_2S , também conhecido por gás sulfídrico, sulfeto de hidrogênio, gás de ovo podre, etc. Pode originar-se de várias fontes e muitas vezes é resultante de processos de biodegradação. Este gás já foi o responsável por diversos acidentes, sendo alguns deles fatais, pois é extremamente tóxico e inflamável, exigindo vigilância permanente e um plano de controle de emergência específico. Por ter densidade maior que a do ar, são esperadas concentrações mais elevadas nos pontos mais baixos.

- Gases e Vapores Alcalinos: os contaminantes gasosos alcalinos são aqueles que reagem com a água, resultando em solução aquosa denominada base, são corrosivas aos tecidos humanos, pois desintegram materiais orgânicos e reagem com ácidos produzindo os sais. Exemplos: amônia, aminas, fosfina, arsina, etc.
- Gases e Vapores Inertes: são substâncias que não reagem quimicamente com outras nas condições normais de temperatura e pressão. Quando presentes em alta concentração, podem gerar ambientes com deficiência de oxigênio. São exemplos: nitrogênio, dióxido de carbono, hélio, argônio, neônio, metano, butano e acetileno. Alguns gases inertes do ponto de vista biológico, como o metano, butano e acetileno, podem apresentar risco de explosão se a concentração do gás estiver dentro da faixa de explosividade.
- Gases e Vapores Especiais: como o critério de classificação é voltado para a seleção de filtros químicos, nesta classe estão os gases e vapores que exigem filtros especiais como o monóxido de carbono, o mercúrio, o formaldeído e o óxido de etileno.

3.4.4 Riscos Físicos

De acordo com o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - NR-9, consideram-se agentes físicos as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não-ionizantes, infra-som e ultra-som.

O ruído excessivo ocasiona dano à capacidade auditiva do trabalhador além de afetar a comunicação entre os trabalhadores presentes no espaço confinado, podendo com isso, causar acidentes. Além disso, o nível de ruído pode ser amplificado em função das características acústicas do local.

O uso de máquinas, equipamentos e dispositivos no interior desses locais, elevam o nível de ruído e vibrações. As explosões e suas ondas de choque podem causar de um trauma acústico passageiro a uma ruptura timpânica.

O tipo de revestimento, material e incidência solar são algumas das características do espaço confinado que influenciam diretamente nas condições de temperatura.

3.4.5 Riscos mecânicos e elétricos

- Queda: de altura, em superfícies escorregadias.
- Queda de objetos: quando existe abertura no topo e algum serviço esteja sendo executado naquela área.
- Fechamento acidental da tampa e outros riscos derivados de problemas de comunicação entre o interior e o exterior do espaço confinado.

- Choques elétricos.
- Soterramento ou envolvimento: situação em que sólidos instáveis constituídos por pequenas partículas como areia, grãos ou pó enclausurados, podem descer sobre o trabalhador podendo soterrá-lo.

Nas fotos nºs 4 e 5 exemplos de escoramento efetuado em valas para evitar o soterramento:



Foto 4. Vala - escoramento das paredes.
Fonte: Apresentação Mc Manus, 2006



Foto 5. Vala - escoramento das paredes e proteção do talude.
Fonte: Apresentação Mc Manus, 2006

- Engolfamento: é a captura de uma pessoa por líquidos ou sólidos finamente divididos que possam ser aspirados causando a morte por enchimento ou obstrução do sistema respiratório, ou que possa exercer força suficiente no corpo para causar morte por estrangulamento, constrição ou esmagamento.

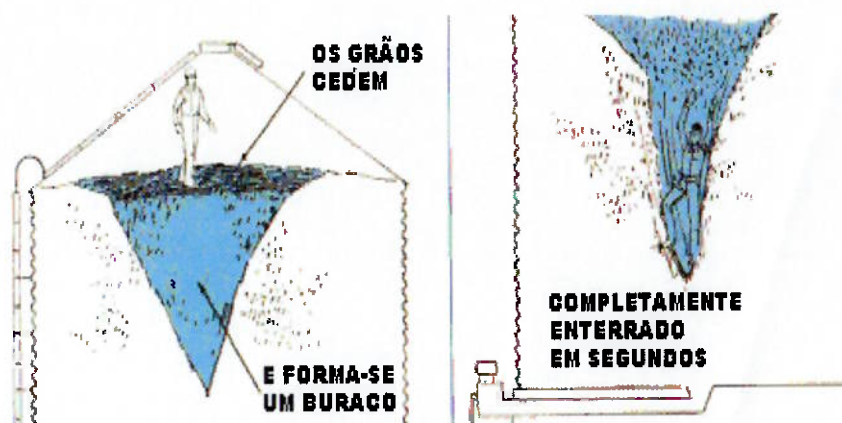


Figura 9. Engolfamento. Fonte: (Adaptação: Complete Confined Spaces Handbook, 1994, John F.Rekus, p.87-88 – Paul Trattner)

3.4.6 Riscos biomecânicos

Estes riscos existem nos locais onde o espaço destinado ao trabalho não é compatível com as dimensões do corpo humano. O desconforto e a falta de maneabilidade, além de dificultarem as ações de salvamento, podem provocar lesões como distensões, câimbras e torções.

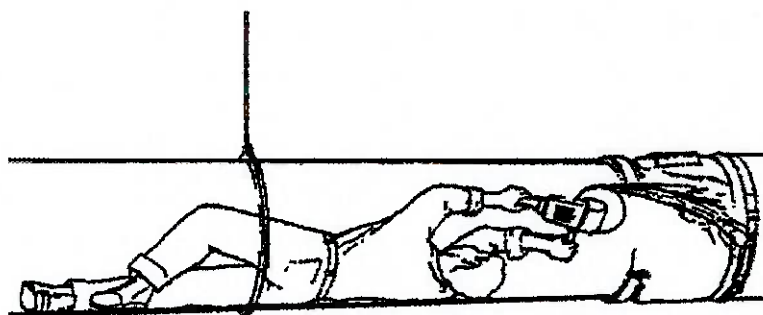


Figura 10. Trabalho em espaço confinado. Fonte: Apresentação Mc Manus, 2006.

3.4.7 Riscos Biológicos

Os trabalhadores comumente expostos aos riscos biológicos são aqueles que efetuam serviços em esgotos, túneis ou local de transporte de água contaminada, minas subterrâneas, etc. Diversas infecções de pele podem ser causadas pelo contato com matéria orgânica infectada de microorganismos – todas evitáveis com o uso de equipamentos de proteção adequados.

Cuidados especiais devem ser tomados com animais peçonhentos como cobras e escorpiões.

São medidas de prevenção contra vírus, bactérias, fungos e protozoários: vacinação, esterilização, higiene pessoal, uso de equipamentos de proteção individual, ventilação adequada e controle médico.

São recomendadas vacinas contra: tétano, hepatite A e B, vacina anti-gripal e, se necessário contra febre amarela e febre tifóide (esgoto subterrâneo); outras vacinas dependeriam da realidade epidemiológica da região onde os trabalhos serão realizados, conforme a Associação Nacional de Medicina do Trabalho – ANAMT - 2004.



Foto 6. Solo contaminado na vala. Fonte: Apresentação Mc Manus, 2006

4 ANÁLISE DA NORMA REGULAMENTADORA Nº 33 (NR-33)

Os acidentes em espaços confinados acontecem principalmente devido às condições atmosféricas internas (asfixia ou intoxicação), explosão ou incêndio (morte, intoxicação ou queimaduras), soterramento, queda, etc.

Além da NR-33 encontram-se procedimentos ou ações de segurança para trabalhos em espaços confinados em outras normas regulamentadoras como: Instalações e Serviços em Eletricidade - NR-10, Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção - NR-18 e Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário - NR-30.

Quando se trata de espaços confinados os acidentes costumam envolver um ou mais trabalhadores gerando múltiplas mortes. A falta de preparo e a carência de informações são as principais causas de óbitos. Para aprofundar na compreensão do tema é fundamental reconhecer os riscos quanto a sua origem e natureza.

A NR-33 estabelece procedimentos mínimos para entrada e trabalho seguro em espaços confinados. A norma prevê procedimentos de gerenciamentos de riscos já conhecidos que servem de base para trabalho seguro em diversos seguimentos, respeitando as peculiaridades de cada área.

No quadro 2, "Os espaços confinados apresentados são exemplos típicos, mas não abrangem a totalidade dos espaços confinados existentes" (Fundacentro – Kulcsar).

Quadro 2. Espaços confinados típicos por setor econômico

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

Fonte: "Por dentro da NR 33", p. 26 – revista Cipa, abril 2007.

A NR-33 está estruturada conforme o quadro 3:

Quadro 3. NR-33

33.1 – Objetivo e Definição
33.2 – Das Responsabilidades
33.2.1 - Cabe ao empregador
33.2.2 - Cabe aos Trabalhadores
33.3 – Gestão de Segurança e Saúde nos trabalhos em espaços confinados
33.3.1 – A gestão de segurança e saúde deve ser planejada, programada, implementada e avaliada, incluindo medidas técnicas de prevenção, medidas administrativas e medidas pessoais e capacitação para trabalhos em espaços confinados.
33.3.2 – Medidas técnicas de prevenção
33.3.3 – Medidas administrativas
33.3.4 – Medidas pessoais
33.3.5 – Capacitação para trabalhos em espaços confinados.
33.4 – Emergência e Salvamento
33.5 – Disposições gerais
ANEXO I - Sinalização (para identificação de espaços confinados)
ANEXO II – Permissão de Entrada e Trabalho (PET)
ANEXO III – Glossário

A NR-33 segue as máximas da higiene ocupacional, a saber: reconhecimento, avaliação, monitoramento e controle dos riscos existentes, de forma a garantir a segurança e saúde dos trabalhadores que se expõem às condições presentes nestes espaços. Apesar de não estar explícito, a norma prevê a etapa de antecipação dos riscos típica da fase de projeto.

Para que um determinado espaço seja caracterizado como confinado, deve satisfazer as seguintes condições:

- Não ser projetado para ocupação humana.
- Possuir meios limitados de entrada e saída.
- A ventilação existente é insuficiente para remover contaminantes ou onde possa existir a deficiência ou o enriquecimento de oxigênio.

4.1 RESPONSABILIDADES E DEVERES

A NR-33 é clara com relação às atribuições e responsabilidades do empregador e dos empregados, facilitando a responsabilização em caso de acidente de trabalho ou quando da ação fiscal. É importante destacar a responsabilidade solidária entre empresa contratante e empresa contratada devendo ser feito um adequado gerenciamento de entrada e desenvolvimento dos trabalhos em espaço confinado.

4.2 GESTÃO DE SEGURANÇA E SAÚDE

A NR-33 mantém a tendência das NR's recentes, que é o enfoque na Gestão de Segurança e Saúde de forma que desempenho, valores e recursos, equipamentos, materiais e capital humano estejam integrados e prontos para que práticas seguras consolidadas sejam desenvolvidas nestas atividades. (Revista Proteção, fev. 2007, p. 70).

A NR-33 define Gestão de Segurança e Saúde nos trabalhos em espaços confinados como sendo o "conjunto de medidas técnicas de prevenção,

administrativas, pessoais e coletivas necessárias para garantir o trabalho seguro em espaços confinados”.

A gestão de segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados prevê a participação dos trabalhadores nas ações de melhoria nos locais de trabalho.

A importância dada pela NR-33 na participação dos trabalhadores e seus representantes e profissionais da área de Saúde e Segurança no Trabalho - SST pode ser constatada pelos seguintes quesitos presentes na norma:

- A avaliação periódica dos procedimentos e da Permissão de Entrada e Trabalho - PET com a participação dos Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho - SESMT e da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA.
- A realização de exames específicos, incluindo os fatores de riscos psicossociais.

4.2.1 Medidas Técnicas de Prevenção

- Em áreas classificadas os equipamentos devem ser certificados ou possuir documento contemplado no âmbito do Sistema Brasileiro de Avaliação de Conformidade – INMETRO.



Figura 11. N° do certificado – INMETRO.

- Ainda com relação às medidas especiais para prevenção de acidentes em áreas classificadas, o conteúdo programático para capacitação dos supervisores de

entrada prevê o tema “Área classificada” sendo esta definida como área potencialmente explosiva ou com risco de explosão, conforme anexo III da NR-33.

- As avaliações atmosféricas iniciais devem ser realizadas fora do espaço confinado através do uso correto dos aparelhos e metodologia para avaliação quantitativa.
- São essenciais as medidas para eliminar ou controlar os riscos de incêndio ou explosão em trabalhos a quente.
- Elaboração da Análise Preliminar de Riscos – APR.

4.2.2 Medidas Administrativas

Dentre as medidas administrativas está prevista a manutenção de cadastro atualizado de todos os espaços confinados, inclusive dos desativados e respectivos riscos. Esta medida ganha importância ao lembrarmos, por exemplo, do caso em que um trabalhador desmaiou ao entrar em certo ambiente. Após análise do acidente, constatou-se que a oxidação da escada de acesso a esse ambiente foi responsável pelo consumo de oxigênio do local.

É muito importante implementar procedimentos para trabalho em espaço confinado, que demanda uma série de precauções e conhecimentos que exigem tempo de preparação.

O modelo de PET previsto no anexo II da NR-33, é um excelente “check list” para execução de trabalhos em espaços confinados, mas deve ser adaptado às particularidades da empresa.

As condições de entrada nesses espaços estão sujeitas a mudanças repentinas e isso justifica o encerramento de uma PET quando as operações forem

completadas, quando ocorrer uma condição não prevista ou houver uma pausa ou interrupção dos trabalhos.

A medida que prevê o acesso dos trabalhadores autorizados aos procedimentos e à PET, tem o intuito de familiarizá-los para que não haja dúvidas no momento da execução do trabalho.

Dentre as medidas administrativas está a garantia de que todos os trabalhadores sejam informados dos riscos e medidas de controle existentes no local de trabalho.

Um programa de proteção respiratória deve ser desenvolvido de acordo com a análise de risco, considerando o local, a complexidade e o tipo de trabalho.

4.2.3 Medidas pessoais

São exigências legais como exames médicos, capacitação, número de trabalhadores envolvidos, proibição do trabalho solitário ou isolado e descrição das atribuições do supervisor de entrada e do vigia.

4.2.4 Capacitação

A NR-33 prevê a capacitação de todos os envolvidos com trabalhos em espaços confinados e detalha o conteúdo programático mínimo, periodicidade e carga horária desta capacitação.

Para trabalhadores autorizados e vigias, a capacitação deve ser realizada anualmente, com carga horária mínima de 16 horas. Os supervisores de entrada devem receber capacitação específica, com carga horária mínima de 40 horas.

4.3 EMERGÊNCIA E SALVAMENTO

A norma estabelece a execução de exercícios simulados anuais de salvamento nos possíveis cenários de acidentes em espaços confinados.

A realização desses simulados, assim como a disseminação dos procedimentos de entrada e trabalho em espaços confinados, garante a familiaridade com o tema.

4.4 DISPOSIÇÕES GERAIS

A NR-33 trata a questão do abandono do espaço confinado como um direito do trabalhador (direito de recusa). Também estabelece a responsabilidade solidária entre contratantes e contratados e proíbe a entrada em espaço confinado sem a emissão da PET.

4.5 SINALIZAÇÃO

A NR-33 estabelece um modelo de sinalização de caráter obrigatório, sendo que outras sinalizações existentes devem ser mantidas.



Figura 12. Sinalização para identificação de espaço confinado. Fonte: NR-33

5 PROGRAMA DE SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL EM ESPAÇOS CONFINADOS

Programa desenvolvido a partir da análise da NR-33, que prevê procedimentos básicos tais como: exame médico, capacitação e treinamento, medidas de controle, emergência e salvamento.

5.1 EXAME MÉDICO

A Norma Regulamentadora nº 7 (NR-7), estabelece que todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores (independente do número) como empregados, têm a obrigação de elaborar e implementar em sua empresa o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO, com o objetivo de promover e preservar a saúde de seus trabalhadores.

Conforme Associação Nacional de Medicina do Trabalho – ANANT, antes do trabalhador ser contratado pela empresa, deve ser realizado o exame médico admissional para estabelecer as condições de saúde do mesmo, sendo indispensável o exame periódico realizado anualmente na empresa. O exame de troca de função deve ser realizado sempre que o trabalhador ficar exposto a riscos ambientais diferentes em relação à função anterior, e finalmente, o exame de retorno ao trabalho deve ser realizado quando o funcionário ficar afastado do trabalho por mais de trinta dias (não inclui férias). O Atestado de Saúde Ocupacional - ASO é o documento que o funcionário recebe com o resultado dos exames e as seguintes opções: Apto para a função, Apto para a função com restrições, Inapto temporariamente ou Inapto para a função.

É importante perguntar ao trabalhador sobre seu estado de saúde antes do ingresso no espaço confinado, pois doenças em fase aguda (gripe, sinusite, etc.) podem comprometer a sua saúde e segurança.

Segundo a Dra. Maria Christina Rodrigues Menezes,

[...] é primordial avaliar individualmente, as habilidades e condições psíquicas dos trabalhadores em espaço confinado, o nível intelectual e aptidões específicas de cada um, a capacidade de reagir às situações e propiciar condições que possibilitem aos empregados falarem sobre suas dificuldades, visando prevenir o adoecimento psíquico desses trabalhadores, analisar sua estabilidade a partir da presença ou ausência de depressão, fobias, distúrbios do sono, distúrbios psicossomáticos provocados por ansiedade, observar a atenção concentrada e difusa, a compreensão verbal, iniciativa, a sociabilidade, a resiliência em relação ao estresse psíquico, inteligência geral, a persistência e o desempenho.

A maneira de buscarmos uma situação ideal para a segurança e a saúde física e mental do trabalhador é pensar no modo como cada um trabalha e as consequências de como isso reflete no grupo (Menezes, M. C.).

A FISPQ bem como toda e qualquer informação de substâncias tóxicas ou asfixiantes que possam estar presentes na atmosfera do espaço confinado, deverá estar disponível na instalação médica (onde o trabalhador exposto será tratado) e com os demais profissionais envolvidos nos trabalhos.

5.2 CAPACITAÇÃO E TREINAMENTO

Todos os trabalhadores envolvidos em atividades realizadas em espaços confinados devem passar por rigoroso treinamento e a certificação por escrito deve ser requerida.

Supervisor de entrada deve:

- Conhecer os perigos do espaço, elaborar e assinar a PET.

- Analisar o resultado das medições.
- Verificar se os procedimentos e os equipamentos estão em ordem e em locais apropriados.
- Verificar se os serviços de resgate estão disponíveis.
- Observar se todos os trabalhadores estão cumprindo os procedimentos.
- Suspender o ingresso se as condições se tornarem desfavoráveis.
- Encerrar a PET logo após o término das atividades.

Trabalhadores que ingressam com autorização devem:

- Conhecer os perigos do espaço e os sinais/sintomas da exposição.
- Estar familiarizado com as atividades no espaço.
- Conhecer como utilizar os equipamentos e como se comunicar com os vigias.
- Conhecer o plano de emergência.

Vigia deve:

- Conhecer os perigos do espaço e os sinais/sintomas da exposição.
- Monitorar os trabalhadores que ingressam no espaço.
- Manter comunicação com os trabalhadores que ingressam no espaço.
- Impedir a entrada de pessoas não autorizadas.
- Monitorar as atividades dentro e fora do espaço.
- Convocar os membros do resgate.

5.3 MEDIDAS DE CONTROLE

Uma série de medidas preventivas devem ser tomadas, para minimizar a exposição aos riscos encontrados em espaços confinados:

- A elaboração da Análise Preliminar de Riscos - APR.
- Permissão de Entrada e Trabalho – PET: trata-se de um documento escrito contendo o conjunto de medidas de controle, no qual consta em que condição se encontra o espaço, recomendações a serem seguidas e verificações periódicas a serem executadas. Devem ser adaptadas à particularidade da empresa e dos seus espaços confinados, visando a entrada, desenvolvimento de trabalho seguro, medidas de emergência e resgate.
- O supervisor de entrada e o vigia devem sempre estar atentos às práticas operacionais para que sejam evitados os desvios das medidas de segurança estabelecidas.
- Ventilação em espaços confinados.
- Testes da atmosfera de espaços confinados.
- Equipamentos de proteção coletiva e individual.
- Equipamentos de emergência e salvamento devem estar prontos para uso imediato.

5.3.1 Ventilação em espaços confinados

Não há um guia simples que possa ser aplicado em todas as situações. Não obstante, há conceitos e considerações gerais que podem ser o ponto de partida para chegar à melhor solução para um problema específico de ventilação.

O motivo para se ventilar um espaço confinado é proporcionar uma atmosfera na qual um trabalhador possa entrar com segurança.

Diversas situações poderão ser encontradas e merecerão análise prévia, por exemplo:

- Obstruções internas ao fluxo de ar.
- Existência, posicionamento e dimensão das aberturas de entrada e saída.
- Existência de correntes naturais de ar que poderão ser favoráveis ou não.
- Insuflamento ou exaustão de ar.
- Consideração da densidade dos gases e vapores quanto à sua difusão no espaço confinado.
- Tipo de operação a ser executada no espaço (solda, corte, abrasão, uso de solventes, etc.).
- Reentrada de contaminantes.
- Baixa circulação do ar.
- Obstrução da entrada pelo duto de ventilação.

A ventilação, assim como a lavagem com água ou vapor, são métodos empregados para a purga, ou seja, limpeza que torna a atmosfera interior do espaço confinado isenta de gases, vapores e outras impurezas indesejáveis.

As principais técnicas ou métodos de ventilação industrial para assegurar a qualidade do ar nos ambientes de trabalho são a Ventilação Geral Diluidora (VGD) e a Ventilação Local Exaustora (VLE).

A VGD visa o controle de agentes químicos pela diluição de contaminantes através do insuflamento e exaustão do ar no interior de ambientes, a fim de promover uma redução na concentração de poluentes nocivos.

A VLE tem por objetivo a captura do agente químico contaminante junto à fonte de emissão, antes que venha a atingir a zona respiratória dos trabalhadores.

De acordo com Kulcsar, o sistema de ventilação local exaustora é composto por captadores de exaustão, rede de dutos, ventilador exaustor, coletor e chaminé.

Todo sistema de VLE necessita de ar limpo externo de admissão para repor o ar exaurido pelos captadores.

Algumas tarefas como soldas, cortes e abrasão podem requerer o uso do sistema de exaustão local que captura os contaminantes e os remove. Em outras situações tais como limpezas com solventes, a ventilação geral diluidora pode ser suficiente.

Dentre vários tipos de atmosferas perigosas encontramos aquelas que contêm materiais inflamáveis, substâncias tóxicas, atmosferas com deficiência ou enriquecimento de oxigênio.

Em diversas situações encontraremos restrições ao uso dos equipamentos para ventilação. Em alguns espaços, tais como reservatórios petrolíferos e tanques com aberturas superiores, geralmente não existem obstruções internas que possam impedir o livre fluxo do ar, ao contrário de outros espaços como caminhões tanque e caldeiras que muitas vezes contêm paredes interiores e chapas defletoras.

Alguns princípios básicos de ventilação podem ser aplicados a todos os espaços e, quando associados com experiência e conhecimento profissional, irão determinar a melhor forma de ventilação:

- Diluição e dispersão do ar contaminado que possa estar presente no espaço.
- Assegurar que o fornecimento de oxigênio seja adequado.
- Fazer exaustão de contaminantes gerados em processos como soldagem, pintura e esmerilhamento.

Ainda através da ventilação é possível aumentar o nível de conforto, aquecendo ou resfriando o ar ambiente e também controlar atmosferas com odores desagradáveis ou irritantes.

A ventilação poderá ser natural ou realizada através de sistemas mecânicos. Na ventilação natural, a energia requerida para o movimento de entrada do ar no espaço confinado é fornecida pela brisa, corrente de ar, variação térmica e diferença de pressão que existe em torno do espaço.

A ventilação natural é silenciosa, de baixo custo, sem presença de ignição e de peças elétricas ou mecânicas. Como desvantagens, podemos afirmar que a ventilação natural é passiva, variável e não confiável. Além disso, não pode ser reajustada em função de mudanças nas condições dos espaços.

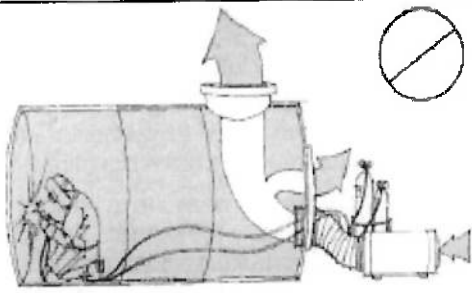
As principais vantagens do uso de sistemas mecânicos de ventilação residem na confiabilidade do sistema, além da possibilidade de controle de vazão e direcionamento do fluxo de ar. As desvantagens no uso desses meios são os custos de manutenção, custo inicial associado ao equipamento e ao treinamento dos usuários, presença de fontes de ignição devido às partes metálicas e motores, perigos mecânicos e elétricos, além do alto nível de ruído que pode interferir na comunicação entre os trabalhadores no espaço e nas imediações. Além disso é preciso considerar a possibilidade da falta de energia responsável pela alimentação do sistema de ventilação e contar com outra fonte que mantenha ativo esse sistema.

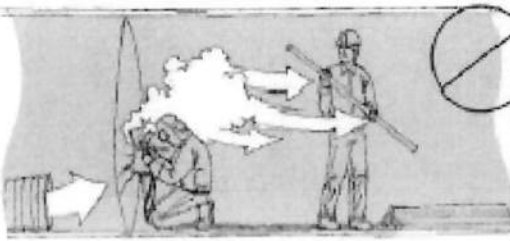
5.3.1.1 Quando a ventilação não é possível

Há algumas situações onde a ventilação geral diluidora não é possível. Por exemplo, em uma emergência poderá ser necessária a entrada imediata em um espaço confinado (cova, sala, etc.) sem que haja tempo hábil para VGD. Neste caso, é mais prudente presumir que se trata de uma atmosfera IPVS, e utilizar máscara autônoma de demanda com pressão positiva ou respirador de linha de ar comprimido com cilindro auxiliar para escape.

5.3.1.2 Erros comuns em ventilação de espaços confinados

Quadro 4 - Erros de ventilação

Ventilação geral (Sistema de Pressão Positiva)	
Erros de Ventilação	Sugestões e medidas de controle
A entrada de ar limpo está localizada perto de uma origem de contaminação, como por exemplo, um motor de combustão.	Posicione a entrada de ar longe de qualquer fonte de contaminação para que o ar contaminado não seja soprado para o espaço.
Oxigênio é soprado ao invés do ar para o espaço confinado. Oxigênio enriquecido aumenta o risco de incêndio e explosão.	Utilizar oxigênio para ar mandado (só para respiração do trabalhador). Nunca use oxigênio para ventilação.
O sistema produz turbulências que espalham poeiras ou resíduos líquidos no espaço.	Mudar a direção, ou diminuir a velocidade do fluxo de ar.
O ventilador não movimenta o ar na parte mais profunda do espaço. Bolsões de ar contaminado permanecem.	Anexar uma mangueira à saída do ventilador, e colocá-la no interior do espaço na extremidade final. Existe uma maior mistura de ar com um sistema de ventilação que empurra ar fresco para o espaço do que com aquele que puxa o ar com a mesma taxa. Algumas empresas utilizam um sistema combinado (insuflamento e exaustão).
 <p>A entrada de ar está situada muito perto da saída do mesmo. O ar circula diretamente na direção da saída sem circular por todo o espaço.</p>	Use uma mangueira adequadamente dimensionada para enviar o ar na parte mais profunda do espaço confinado onde os trabalhadores estão atuando.
As aberturas sopram ar contaminado de outras regiões do espaço confinado na zona de respiração dos trabalhadores.	Configure o sistema de ventilação, para que o ar contaminado não seja arrastado para a zona de respiração dos trabalhadores. Instituir um sistema de ventilação local.
O ar enviado pelo ventilador, através da mangueira, não chega à área de trabalho.	Mangueira deve estar instalada o mais reta possível. Curvas em mangueiras poderão causar a diminuição de ar mandado à área de trabalho.
Pressão negativa, poderá captar ar contaminado pela própria tubulação de exaustão ou áreas adjacentes contaminadas.	Retire a pressão negativa tornando a ventilação positiva através de ventilador para que os contaminantes não sejam arrastados para o interior do espaço confinado.
Ar contaminado entra no espaço logo que saem do mesmo.	Posicione a saída de ventilação local exaustora distante do ar captado.
A direção da ventilação do ar é oposta ao natural ou à corrente no interior do espaço confinado.	Ventilar ar no mesmo sentido que o ar natural.

Erros de Ventilação	Sugestões e medidas de controle
 <p>Ar contaminado retirado está passando pela zona respiratória do trabalhador ou de outros que trabalhem nas proximidades.</p>	<p>Posicionar adequadamente a captação do ar contaminado para que não passe pela zona respiratória do trabalhador. Coloque o captor o mais próximo possível da fonte de contaminação, o ideal é que não seja mais longe do que o diâmetro do duto.</p>
<p>O fluxo de ar é lento para remover contaminantes</p>	<p>Garantir o escape suficiente do volume de ar a ser retirado a uma velocidade suficientemente forte para eliminar o ar contaminado.</p> <p>Manter o mínimo de curvas no duto de escape.</p> <p>Utilizar um ventilador para fornecer ar fresco ao espaço confinado para compensar o ar exaurido do sistema. Onde existem contaminantes em todo o espaço, usar um sistema de ventilação que empurra ar fresco para o espaço em vez de um que puxa o mesmo para fora, ou utilizar um sistema combinado que empurra ar no espaço e puxa para fora. Isto ajuda na mistura.</p> <p>O Sopro do ar no interior do espaço pode resultar em correntes de 30 vezes maior do que a corrente de ar criada por um sistema que retira (puxa) o ar para fora. Este "soprar" contribui para misturar o ar no interior do espaço e fornece ar de fora para os trabalhadores no interior do espaço confinado. Além disso, limpa o ar tornando-o respirável criando uma pressão positiva que reduz a migração do ar contaminado para dentro do espaço.</p>

Fonte: Confined Space Entry Program: a Reference Manual. Disponível em:
http://www.worksafebc.com/publications/health_and_safety/by_topic/assets/pdf/confined_space_entry_bk84.pdf

5.3.2 Testes da atmosfera de espaços confinados

A medição da concentração ambiental de gases e vapores requer preparação técnica do pessoal responsável e um cuidado especial com os equipamentos de medição.

Segundo Rekus (1994), qualquer pessoa que for usar um instrumento de detecção de gás para avaliação da atmosfera de espaços confinados, deve possuir quatro habilidades essenciais:

- Selecionar a instrumentação mais apropriada para determinar antecipadamente e com exatidão as condições perigosas da atmosfera em questão.
- Conferir se o instrumento está funcionando adequadamente e realizando leituras corretas.
- Usar o instrumento de modo a assegurar que a atmosfera do espaço confinado seja minuciosamente avaliada.
- Interpretar corretamente os resultados obtidos.

Os instrumentos que devem ser usados na avaliação das condições perigosas em atmosferas de espaços confinados são instrumentos de leitura direta.

Os instrumentos de leitura direta são aqueles em que a substância de interesse é coletada e analisada pelo próprio instrumento de teste. Instrumentos tipicamente usados na avaliação de espaços confinados empregam sensores que detectam a presença de gases específicos. Esses instrumentos tornaram-se muito populares, pois são portáteis e adequados na avaliação de algumas das mais freqüentes condições atmosféricas perigosas. Alguns possuem alarme para alertar o operador que um valor prefixado da concentração foi ultrapassado, como, por exemplo, o monitor de monóxido de carbono, de oxigênio e de gás sulfídrico.

Apenas um número limitado de contaminantes tóxicos pode ser avaliado com a tecnologia existente de sensores, mas essa limitação pode ser superada por outros instrumentos como os tubos colorimétricos.

Tanto os indicadores colorimétricos quanto os monitores de gás de leitura direta, coletam e analisam a amostra dentro do próprio instrumento no local de trabalho. Existem tubos para aproximadamente duzentos contaminantes diferentes.

A medição de atmosferas inflamáveis ou explosivas é efetuada com o aparelho denominado explosímetro, devidamente calibrado em função de uma substância inflamável padrão. Para a medição de substâncias diferentes do padrão empregam-se gráficos fornecidos pelo fabricante do aparelho, que permitem efetuar a conversão adequada. A medição deverá ser feita em diferentes níveis de altura devido às diversas densidades dos gases.

Finalmente, é importante que se atente para possíveis fontes de ignição externas nas proximidades da entrada do espaço confinado com possibilidade de desencadear um incêndio ou uma explosão.

Exemplo de equipamento multigás e explosímetro que identifica, quantifica e monitora até quatro gases simultaneamente, foto nº 7.



Foto 7. Detector de gases e explosímetro



Figura 13. Teste da atmosfera. Fonte: Adaptação Livreto do trabalhador (Fundacentro)

5.3.3 Respiradores para uso em espaços confinados

Segundo Torloni, p. 348-349

[...] a norma *American National Standards Institute. Respiratory protection ANSI Z 88.2*. New York 1992, todo espaço confinado deve ser considerado IPVS, a menos que se prove o contrário.

Antes de ser permitida a entrada de qualquer pessoa em um espaço confinado, determina-se a concentração de qualquer contaminante tóxico ou inflamável, provavelmente presente, bem como a concentração de oxigênio. Se no espaço confinado estiverem pessoas, mesmo que a concentração do contaminante esteja abaixo do limite de exposição, ou exista oxigênio suficiente, é necessário continuar a ventilação, o monitoramento da concentração do contaminante e do oxigênio.

Os respiradores purificadores de ar somente podem ser usados em espaço confinado se os testes indicarem que o teor de oxigênio está acima do valor legal, que é 18%, ao nível do mar, e se as concentrações dos contaminantes estiverem abaixo dos respectivos valores IPVS. Enquanto a pessoa estiver utilizando o respirador, o ambiente deve estar sendo monitorado.

Os respiradores de ar natural, de linha de ar comprimido de fluxo contínuo, de demanda sem pressão positiva, ou de demanda com pressão positiva, mas sem o cilindro auxiliar para fuga, somente podem ser utilizados em ambientes com deficiência de oxigênio Não IPVS, isto é, teor acima de 12,5% de O_2 , ao nível do mar, ou acima de 95 mmHg, como mostra a figura 14, ou em condições Não IPVS, devido à presença de contaminantes. Enquanto a pessoa estiver utilizando o respirador, o ambiente deve estar sendo monitorado.

Quando o resultado do monitoramento realizado antes da entrada autorizada indicar que atmosfera do espaço confinado é IPVS, seja em razão da deficiência ou excesso de oxigênio, seja pela

concentração acima do valor IPVS do contaminante, ou concentração do contaminante acima de 10% do limite inferior de inflamabilidade, para gases e vapores, os dois únicos respiradores aprovados são a máscara autônoma de demanda com pressão positiva e peça facial inteira ou o respirador de linha de ar comprimido de demanda com pressão positiva e peça facial inteira, combinado com cilindro auxiliar para fuga. (grifo e alteração do número da figura nosso)

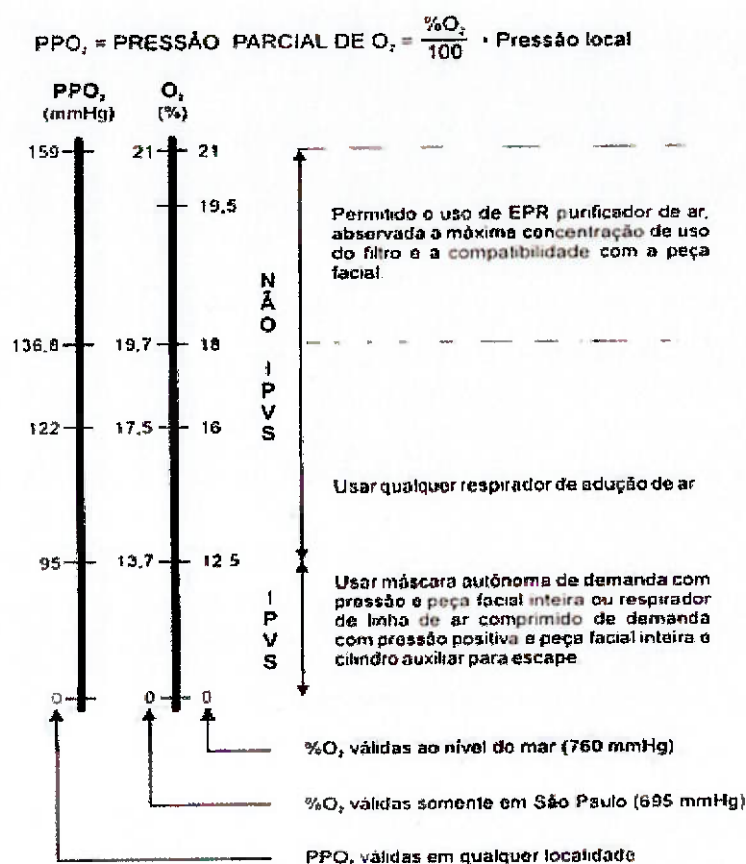


Figura 14. Respiradores recomendados em função da porcentagem de oxigênio.
 Fonte: Torloni, Manual de Proteção Respiratória, 2006.

Segundo Asfahl, p. 226:

Em espaços confinados, devemos acrescentar o problema da rota de fuga. Mesmo que uma atmosfera não tenha efeitos imediatos sobre a vida ou a saúde, se paralisar temporariamente o trabalhador ou prejudicar a sua capacidade de escapar, ela se transformará em uma atmosfera IPVS para o espaço confinado.

5.3.3.1 Respiradores para operações de jateamento

Para operações de jateamento deve-se selecionar respiradores especificamente aprovados para esse fim. O jateamento em espaços confinados pode gerar níveis de contaminação que ultrapassam a capacidade de qualquer respirador purificador de ar, exigindo a adoção de outras medidas de controle.

5.3.3.2 Tipos de respiradores

Podemos dividir os respiradores em purificadores de ar e de adução de ar. Os respiradores purificadores de ar são também denominados dependentes da atmosfera ambiente. Neles, o ar ambiente, antes de ser inspirado, passa através de filtro com o objetivo de remover os contaminantes.

A cobertura das vias respiratórias pode ser facial inteira, semi-facial, um quarto facial e bucal com pinça nasal. A peça facial inteira cobre a boca, o nariz e os olhos.

Nos respiradores de adução de ar, o ar que se inala não é o que está presente no local em que se encontra o usuário. A esta categoria pertencem os respiradores de ar natural, respiradores de linha de ar comprimido, as máscaras autônomas e os respiradores de linha de ar comprimido com cilindro auxiliar para fuga:

- Respiradores de ar natural: a peça facial inteira é conectada a uma mangueira de ar, pela qual o ar atmosférico de um ambiente não contaminado é conduzido, pela depressão provocada durante a inalação, até as vias respiratórias do usuário e liberado ao ambiente através da válvula de exalação.

- Respiradores de linha de ar comprimido: nos respiradores de linha de ar comprimido o ar pode provir de compressor ou de cilindro. Se chegar continuamente à cobertura das vias respiratórias, isto é, durante a inspiração e a expiração, é denominado fluxo contínuo. Se chegar somente durante a inalação, é chamado de demanda. Durante a inspiração, quando a pressão no interior da peça facial permanece abaixo da pressão ambiente, os respiradores são denominados sem pressão positiva. Nos casos em que durante a inalação – mediante o emprego de dispositivos projetados com essa finalidade -, a pressão no interior da peça facial for superior à pressão atmosférica, o respirador é então denominado com pressão positiva.
- Máscaras autônomas: trata-se de um equipamento em que o usuário transporta, junto ao corpo, o próprio suprimento de ar.
- Respiradores de linha de ar comprimido com cilindro auxiliar para fuga: é o respirador cujo cilindro de ar comprimido é transportado junto do corpo do trabalhador, para uso no caso de escape quando ocorrer falta de ar comprimido que provém da mangueira de suprimento de ar.

5.3.4 Equipamentos de proteção coletiva e individual

Os equipamentos de proteção são:

Equipamentos de Proteção Coletiva - EPC's:

- Exaustor / Soprador
- Tripé (de movimentação de pessoas)
- Iluminação

Equipamentos de Proteção Individual – EPI's:

- Capacete
- Roupas de proteção química
- Equipamento de proteção respiratória
- Óculos de segurança
- Protetor auditivo
- Luvas
- Calçado de proteção
- Kit de salvamento em altura

5.3.5 – Isolamento, travamento e sinalização

Os procedimentos de isolamento serão específicos para cada tipo de espaço confinado, que deverão ser isolados completamente de todos os outros sistemas através de desconexão física, sangra ou desligamento de linhas.

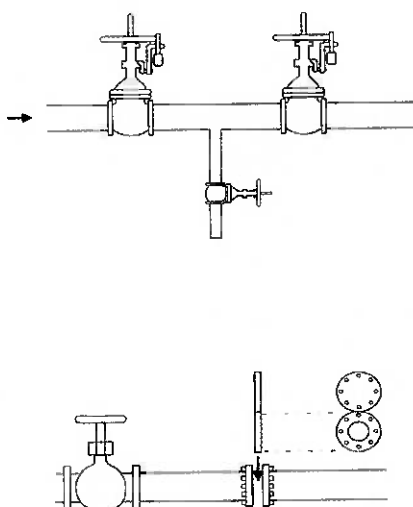


Figura 15. Isolamento. Fonte: Apresentação Mc Manus, 2006

Válvulas que servem o espaço confinado, serão travadas (*lockout*) na posição fechada e sinalizada através de cartão (*tagout*). Bombas e compressores que servem estas linhas também devem ser desligados, travados e sinalizados para prevenir ativação accidental.



Foto 8. Travamento e sinalização

O travamento é feito através de elementos como chave ou cadeado, utilizados para garantir o bloqueio de dispositivos de isolamento que possam liberar energia elétrica ou mecânica de forma accidental.

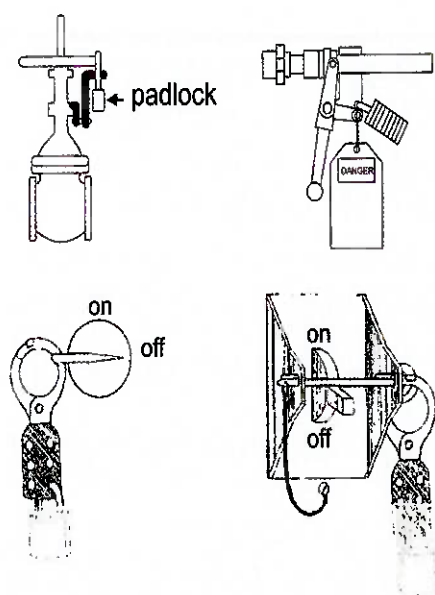


Figura 16. Trava e etiquetagem (lockout/tagout). Fonte: Apresentação Mc Manus,2006.

Adoção de sinalização de segurança destinada à advertência e à identificação, conforme a NR-26, para:

- Identificação dos circuitos elétricos.
- Travamentos e bloqueios.
- Proibição de acesso.
- Delimitações de áreas.
- Sinalização de áreas de circulação, de vias públicas, de veículos e de movimentação de cargas.
- Sinalização com informação clara e permanente durante a realização de trabalhos no interior de espaços confinados.

5.4 EMERGÊNCIA E SALVAMENTO

Cada situação requer uma estratégia específica. A retirada de uma vítima inconsciente de dentro de um tanque com resíduos químicos, exige técnicas e cuidados diferentes do que a retirada do interior de uma vala.

O empregador deve estabelecer procedimentos de emergência e resgate de modo que todos os trabalhadores se tornem conscientes de suas responsabilidades e saibam o que fazer se ocorrer um acidente.

Conceitos importantes:

Resgate: Consiste em remover com segurança a vítima, até um local seguro, onde receberá da equipe médica a continuidade da assistência.

Serviço de Resgate: É a equipe designada para resgatar os trabalhadores dos espaços confinados permitidos.

Sistema de Resgate: É o equipamento (incluindo linha de resgate, cinto de corpo inteiro ou tórax, pulseiras, se apropriado e um dispositivo de içamento ou tripé) usado pela equipe de resgate dos espaços confinados permitidos.

Salvamento: Ação de restabelecimento de uma vítima a estado de sobrevivência e redução de danos ou sofrimento.

A equipe de salvamento deve ser treinada da mesma forma que os trabalhadores que ingressam nos espaços com autorização. Devem receber treinamento quanto à utilização de EPIs e procedimentos de primeiros socorros, incluindo respiração cardiopulmonar.

O plano de resgate e salvamento deve:

- Identificar os riscos a partir da APR.
- Descrever as medidas de salvamento e primeiros socorros.
- Enumerar e especificar os equipamentos que possam ser utilizados em caso de emergência (equipamentos de comunicação, iluminação de emergência, primeiros socorros, etc.).

É necessário dispor de todo o aparato e realizar exercícios simulados periodicamente para atuar com brevidade e eficiência nas emergências.

Como orientação geral poderão ser utilizados os equipamentos: prancha de imobilização, colar cervical, cinto cadeira, capacete, corda estática com 50 metros, fitas tubulares, mosquetão, desencarcerador hidráulico, moto cortador, tirfor, escada prolongável, ferramentas pequenas (alicate, chaves de fenda, chaves combinadas, etc) e instrumentos (rádios transceptores; detector de gases; explosímetro).

Exemplos de resgate, conforme fotos nºs 9 e 10.



Foto 9. Resgate – extração vertical. Apresentação Mc Manus, 2006.



Foto 10. Resgate – extração horizontal. Apresentação Mc Manus, 2006.

6 ESTUDO DE CASO

6.1 APRESENTAÇÃO

No dia 22 de abril de 2007, foi contratada empresa prestadora de serviços para restauração de um tanque de aço carbono para armazenamento de água gelada utilizada na refrigeração de máquinas.

O tanque encontrava-se em estado avançado de oxidação e foi reformado com a aplicação de revestimento interno à base de resina e fibra de vidro.

Dimensões e características gerais do tanque:

- material: aço carbono
- diâmetro: 1,6m
- altura: 6,0m
- aberturas de acesso e inspeção

Como o trabalho dificilmente poderia ser executado com o tanque na posição vertical, optou-se pelo trabalho na posição horizontal, apoiando-o em berços de madeira, como mostra a foto 11.



Foto 11. Tanque em aço carbono apoiado em berços de madeira

O processo apresentado pela empresa contratada para a reforma do tanque, iniciou-se com o tratamento da superfície interna do mesmo através do jateamento com granalhas de aço, seguido de limpeza e revestimento interno com material composto.

Após reunião entre contratante e contratada, antes do início do trabalho, ficaram definidos os procedimentos gerais de segurança no trabalho a serem adotados em todo o processo.

6.2 DESENVOLVIMENTO

O trabalho iniciou-se com a análise da documentação dos trabalhadores envolvidos na execução das atividades (ASO, Registro do trabalhador, treinamento em espaços confinados). Foram levantadas as Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos – FISPQs.

Foi medida a pressão arterial dos trabalhadores envolvidos na tarefa dentro do espaço confinado, conforme procedimento interno da contratante. Em seguida a Permissão de Entrada e Trabalho - PET (Anexo I) foi preenchida.

Isolou-se a área com fita zebra e sinalizou-se com cartaz afixado no tanque.

A equipe, composta por trabalhadores (contratada), técnico de segurança e brigadista (contratante), foi posicionada e foi medida a concentração de oxigênio no interior do tanque (leitura: 20,9% O₂) antes da execução do trabalho.

As fotos nºs 12 e 13 apresentam a instalação e teste do equipamento de Ventilação Exaustora.



Foto 12. Equipamento de exaustão



Foto 13. Equipamento de exaustão com coletor para poeira

Os extintores adequados ao trabalho foram posicionados e a iluminação interna foi instalada. O trabalhador da empresa contratada posicionou-se para pronto atendimento em caso de emergência.

O técnico de segurança da empresa contratante coordenou as atividades.

Para o jateamento interno com granelhas de aço, foram utilizados os seguintes EPIs: capacete e capuz (até a cintura) com fluxo contínuo de ar e pressão

positiva, protetor auricular de inserção, luva, bota de segurança com biqueira de aço, como mostra a foto nº 14.



Foto 14. Trabalhador com “escafandro” preparando a superfície para jateamento com granalha de aço

Após o jateamento, foi feita a limpeza do tanque e em seguida a aplicação do revestimento interno, utilizando os seguintes EPIs: respirador de linha de ar comprimido de fluxo contínuo, com cobertura das vias respiratórias do tipo máscara facial inteira, luva de malha, uniforme (jaleco) manga comprida, bota de segurança com biqueira de aço e capacete.



Foto 15. Trabalhador com EPI's

O processo de revestimento interno iniciou-se com a aplicação do selante, resultado da mistura do "Primer" (éster-vinílico aditivado) com catalisador (Peróxido de Metil Etil Cetona), utilizando rolo (foto 16). Aguardou-se o tempo necessário de cura estipulado pelo fabricante dos produtos (um dia). No dia seguinte, aplicou-se uma mistura de "Glasscote O" (revestimento anti-corrosivo à base de resina poliéster insaturada), "Glasscote O" pó (mistura de diversas granulometrias de dióxido de silício) e "Resilimp" (mistura de solventes). Após essa etapa iniciou-se a aplicação de camada de manta de fibras de vidro (foto 17) e sobre essa, a resina "Resilam D" (resina ester vinílica aditivada) e o véu sintético "Fibermat" (fibra de poliéster). Após a cura do material composto, aplicou-se uma solução de parafina em estireno.



Foto 16. Aplicação do "primer" com rolo



Foto 17. Aplicação da manta de fibra de vidro

- Limpeza da área externa.

6.3 DISCUSSÃO

Podemos citar uma série de falhas detectadas durante a realização dos trabalhos apontados no estudo de caso, pois as empresas envolvidas não possuíam um programa de segurança e saúde em espaços confinados.

- A contratante não exigiu um programa escrito de segurança e saúde ocupacional em espaços confinados da empresa contratada.
- Trabalhadores da empresa contratada sem nenhum tipo de treinamento formal. Os mesmos relataram estar habituados a executar trabalhos naquelas condições.
- Não houve Análise Preliminar de Riscos – APR, as situações eram analisadas à medida que iam surgindo.
- Não foram seguidas algumas orientações indicadas pelas FISPQ's, como por exemplo, escolha adequada das luvas.

- O preenchimento da PET foi incompleto, em apenas uma via e seu encerramento ocorreu apenas no final dos trabalhos.
- Não foi realizada avaliação ambiental (quantitativa) ao iniciar o processo de aplicação do material composto.
- Meio de comunicação precário através de código desenvolvido pelos trabalhadores da empresa contratada.
- A empresa contratante responsabilizou-se pelo fornecimento adequado de ar (com umidificador) para o desenvolvimento dos trabalhos, uma vez que o ar fornecido pela contratada seria ar seco sem nenhum tipo de tratamento e da mesma fonte utilizada para a aplicação do jato de granalha de aço.
- A empresa contratante forneceu respirador de linha de ar comprimido de fluxo contínuo, com cobertura das vias respiratórias do tipo máscara facial inteira na fase do revestimento interno do tanque (aplicação de material composto), pois o EPI fornecido pela empresa contratada (máscara semi facial com filtro para vapores orgânicos) mostrou-se sem condições de uso.
- A empresa contratante responsabilizou-se pelo isolamento da área e sinalização que demonstrou-se incompleta, utilizando apenas uma faixa amarela zebreada.
- As luvas utilizadas pelos trabalhadores da empresa contratada eram inadequadas por serem de malha e os trabalhadores as retiravam, alegando que as mesmas atrapalhavam o trabalho.
- Os trabalhadores limpavam suas mãos com solvente, após o manuseio da resina e fibra de vidro.
- O engenheiro responsável da empresa contratada não tinha conhecimento da promulgação da Norma Regulamentadora nº 33 - Saúde e Segurança nos Trabalhos em Espaços Confinados - NR-33.

6.4 RECOMENDAÇÕES

De acordo com o programa elaborado de segurança e saúde ocupacional em espaços confinados, seguem algumas recomendações às situações observadas durante o desenvolvimento das atividades descritas no estudo de caso.

- As empresas envolvidas em trabalhos em espaços confinados devem possuir um programa de segurança e saúde específico. Deve haver responsabilidade solidária entre as empresas, portanto, a empresa contratante deve exigir da contratada um programa escrito de segurança e saúde ocupacional em espaços confinados.
- Todos os trabalhadores envolvidos em atividades realizadas em espaços confinados devem passar por rigoroso treinamento e requerida a certificação por escrito.
- A Análise Preliminar de Riscos – APR, deve ser elaborada com antecedência para evitar erros e esquecimentos devido às pressões típicas da fase operacional.
- Devem ser seguidas todas as orientações indicadas pelas FISPQ's como, por exemplo, o uso de luvas de látex ou neoprene para manuseio de fibra de vidro e luvas resistentes a solventes orgânicos durante a aplicação do "primer".
- O preenchimento da PET deve ser completo, em três vias e deve ser encerrada ao término de cada trabalho, sendo que ela é válida para cada entrada.
- Após a inclusão de um novo agente, deve ser feita nova avaliação ambiental.
- O ar fornecido deve ser respirável, de boa qualidade, tratado e controlado.
- Todos os EPI's devem estar em condições de uso.
- A NR-33 estabelece um modelo de sinalização de caráter obrigatório que deve ser mantido durante a realização dos trabalhos.

7 CONCLUSÃO

A análise da reforma do tanque de água, sob o enfoque do programa de segurança e saúde ocupacional em espaços confinados desenvolvido, levou-nos à conclusão de que as empresas envolvidas na reforma do tanque, não estavam adequadamente preparadas para realização de trabalhos em espaços confinados.

As decisões relativas aos procedimentos envolvidos foram tomadas minutos antes do início de cada etapa do processo de reforma do tanque, mostrando com isso que as empresas envolvidas não atendem às diretrizes estabelecidas pela NR-33.

Este trabalho contribuiu para mudanças significativas nas empresas envolvidas. A empresa contratante desenvolveu procedimentos de segurança, treinando seus funcionários, identificando e sinalizando todos os espaços confinados.

O tema “espaços confinados” é vasto e multidisciplinar, servindo de estímulo para a elaboração de outros estudos com abordagens mais aprofundadas sobre algum dos tópicos apresentados.

REFERÊNCIAS

ALPHA EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS, **Atmosfera explosiva**. Disponível em: <http://www.alpha-ex.com.br/pdf/info_tec_1.pdf> Acesso em: 12.01.2008

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE MEDICINA DO TRABALHO – ANAMT. Disponível em: <<http://www.anamt.org.br/>> Acesso em 12. 01.2008

ASFAHL, C. RAY, **Gestão de Segurança do Trabalho e de Saude Ocupacional** Tradução: Sérgio Cataldi e Vera Visockis, 4. ed. São Paulo: Reichmann & Autores Editores, 2005, 446 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT - **NBR 14.787** – Espaços Confinados – Prevenção de acidentes, procedimentos e medidas de proteção, São Paulo, ABNT 2001

_____, **NBR 5418** - Instalações Elétricas em Atmosferas Explosivas

_____, **NBR 6023** - Informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

_____, **NBR 8370** - Instalações e Equipamentos para Atmosferas Explosivas

_____, **NBR 9883** - Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas. - Tipo de proteção Ex-e

_____, **NBR 12543** Equipamentos de Proteção Respiratória – Terminologia. 1999.

_____, **NBR 14606/2000** – Postos de serviço - Entrada em Espaço Confinado

BEDRIKOW, DR. BERNARDO A **História das Emergências Médicas em Espaços Confinados**; São Paulo, 2005, SESI – Serviço Social da Indústria, Gerência de Segurança e Saúde no Trabalho.

BRASIL - Lei nº 6514, de 22 de dezembro de 1977. Portaria nº 3214, de 8 de junho de 1978. **Normas Regulamentadoras**:

_____, **NR - 7** - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional

_____. **NR - 9** - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

_____, **NR -10** - Instalações e Serviços em Eletricidade

_____, **NR -15** - Atividades e Operações Insalubres

_____, **NR -18** - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção.

_____, **NR – 30** - Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário

_____, **NR-33** - Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados, Portaria 202 de 22 de dezembro de 2006.

CAMPOS, A.A.M. "Processo Seguro" – **revista Proteção**, São Paulo, fev. de 2007, p. 70- 74.

COURA, JOSÉ ROMEU **Trabalhos em Espaços Confinados: Manutenção de Tanques de Armazenamento de Petróleo, Derivados e Álcool**, 2005. 103f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho), Departamento de pós graduação Universidade de Taubaté, SP

DAVIS, BOBBY R. **A Guide to Safety in Confined Spaces**; Washington: NIOSH – jun/2001

FACTOR SEGURANÇA LTDA., **Trabalhos em Espaços Confinados – Tecnometal**, 164 ,maio-jun. 2006 e **Kéramica**, 285,jul-ago.2007 - Disponível em : <<http://www.factorsegur.pt/publicacoes/artigos/Trabalho%20Espa%C3%A7os%20confinados.pdf>>. Acesso em 12.01.2008

FERNANDES, CELSO, C. E. OLIVEIRA DOS SANTOS.e M. P. GARCIA **Trabalho em espaço confinado: estudo de procedimento de segurança para atividades de manutenção em cabos ópticos, localizados em galerias**, 2006 90f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Programa de Educação Continuada, São Paulo

FERRAÇO JUNIOR, DARCY e A. C. SILVA , **Espaços confinados: A Importância da Ventilação Geral Diluidora**, 2006 80f. Monografia (Especialização em Higiene Ocupacional) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Programa de Educação Continuada, São Paulo.

GULIN EQUIPAMENTOS PARA ESPAÇO CONFINADO **Trabalhos em Espaços Confinados** – disponível em: <<http://www.gulin.com.br/manuais-confinadas.htm>>

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION **IEC 79-7** – Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres – Increased Safe. Type of Protection “e”

_____, **IEC 79-10** – Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmosphere - Classification of Hazardous Areas

_____, **IEC 79-14** – Electrical Installations in Explosive Gas Atmospheres – (Other than Mines) 1984.

INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION - ILO **Encyclopaedia of Occupational Health and Safety**; Geneva: ILO. 1971/71

INTERNATIONAL PAPER DO BRASIL LTDA., **Trabalho em espaços confinados** - Cópia não Controlada. Disponível em: <<http://www.chamex.com.br/downloads/OSHSMT/199001-001.pdf>>. Acesso em: 12.01.2008.

JORDÃO, DÁCIO MIRANDA **Manual de Instalações Elétricas em Indústrias Químicas, Petroquímicas e de Petróleo – Atmosferas Explosivas**, 3ª ed, Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda., 2002, 776 p.

KULCSAR NETO, FRANCISCO; GARCIA, S. A. L. “Especialistas falam sobre norma para espaços confinados (NR-33)” – **revista CIPA**, São Paulo, p. 22-42, nov. 2006.

_____, “Simulador de Espaço Confinado” – **revista CIPA**, São Paulo, p. 44, out. 2006.

_____, “NR 33 é abordada em palestras da VIII SINESC” – **revista CIPA**, São Paulo, p.66-67, out. 2006,

_____, “Por dentro da NR-33” – **revista CIPA**, São Paulo, p. 23-39, abr. 2007.

_____, “Agora é Lei” – **revista Proteção**, São Paulo, p. 33-50, mar. 2007.

_____, “Análise comparativa entre a NR-33 e a NBR 14787 de espaços confinados” – **revista CIPA**, p. 22-43, fev. 2008.

MACCOMEVAP 2006, Materiais Elétricos para Áreas Classificadas, **Áreas Explosivas - Informações Técnicas**. Disponível em: <http://www.maccomevap.com.br/pdf_informativos/Informa%E7%F5es_T%E9cnicas.pdf>. Acesso em:12.01.2008.

MC MANUS, NEIL. CIH, ROH, CSP **Estudo e Gerenciamento de Riscos em Espaços** NorthWest OH&S North Vancouver, BC (www.nwohs.com)
MC MANUS, NEIL **01 Confined Spaces** - ENCICLOPÉDIA OIT – v. 2 – p. 58.1 – 58.82.

MANTECON, VITOR SUED **Instalações Elétricas em Atmosferas Explosivas**, Disponível em: <http://www.centralmat.com.br/Artigos/Mais/INST_Explosiva.pdf>. Acesso em: 12.01.2008.

MANUAIS DE LEGISLAÇÃO ATLAS Segurança e Medicina do Trabalho, 57 ed, São Paulo: Editora Atlas S.A, 2005, 796p.

MENEZES, DRA. MARIA CHRISTINA RODRIGUES, “Conceito – Espaços confinados” – **revista Manutenção** (Associação Brasileira Manutenção – ABRAMAN), nº 114, Rio de Janeiro, p. 1-3, mar/abr 2007.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO **Espaços Confinados Livreto do trabalhador**, FUNDACENTRO.

_____, **Folheto 04 - Exemplos de Espaços Confinados Típicos por Setor Econômico**, FUNDACENTRO; Kulcsar Neto, Francisco; Possebon, José e Amaral, Norma C. do

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO **Programa de Proteção Respiratória**, FUNDACENTRO.

MINISTÉRIO DE TRABAJO Y ASSUNTOS SOCIALES . **Trabajos em Espacios Confinados**, [foletto on line] Madri: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene em El Trabajo 2005, disponível em: <http://www.mtas.es/insht/practice/f_espa.htm>

PETIT, T; LINN, H. **A Guide to Safety in Confined Spaces**; Washington: NIOSH – July 1987

PROGRAMA INTERNACIONAL DE SEGURANÇA QUÍMICA (PISQ). Segurança Química: **Fundamentos de toxicologia aplicada**. Módulo de treinamento 1. São Paulo: Fundacentro/Unesp. 1994. 97p.

RANGEL JR., ESTELLITO Riscos de explosão nos portos graneleiros – **revista Portos e Navios**, Rio de Janeiro, p. 8 -10, jan. 2004.

REKUS, JOHN F. **Complete Confined Spaces Handbook** Maryland: CRC/Lewis Publisher 1984, ed. 1994

SCARDINO, PAULA Seminário Nacional de Segurança e Higiene do Trabalho em Espaços Confinados - 2006 - **VIII SINESC**

SCARDINO, PAULA **Espaços Confinados** – Disponível em : <<http://www.abratt.org.br/seminario/confinado.pdf>>. Acesso em: 12.01.2008

SOCIEDADE PAULISTA DE TUBOS FLEXÍVEIS LTDA., **O que é uma atmosfera explosiva**. Disponível em: <<http://www.sptf.com.br/bind/atmosfera.htm>> Acesso em: 12.01.2008

SOUZA, J. J. BARRICO; PEREIRA, J. G. **Manual de Auxílio na Interpretação e aplicação da Nova NR10**, 2006, 1 ed. Editora Ltda.101p.

TORLONI, MAURÍCIO; VIERA A. V. **Manual de Proteção Respiratória**, São Paulo: M. Torloni; A. V. Vieira, 2003, 520 p.

TORLONI, MAURÍCIO “Questão de Sobrevivência” – **revista Proteção**, São Paulo, p. 92-98, dez. 2006.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – ESCOLA POLITÉCNICA, **apostila “O ambiente e as doenças do trabalho”** – 2. ed. São Paulo: EPUSP/PECE, 2007. 315p.

_____, **apostila “Proteção contra incêndio e explosão parte B”** – 2. ed. São Paulo: EPUSP/PECE, 2006.

US DEPARTMENT OF LABOR OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH
ADMINISTRATION **Confined Spaces**; Washington: OSHA 2005 disponível em:
<http://www.osha.gov/SLTC/confinedspaces/> [2008 jan16]

US DEPARTMENT OF LABOR OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH
ADMINISTRATION **Regulation (standards – 29CFR) Permit-required confined
spaces**; Washington: OSHA 2005 disponível em:
<[http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_id=9797&p_table=S
TANDARDS](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_id=9797&p_table=S
TANDARDS)>

ANEXOS

ANEXO I – Permissão de Entrada e Trabalho (PET)

Permissão de Entrada e Trabalho - PET			
Caráter informativo para elaboração da Permissão de Entrada e Trabalho em Espaço Confinado			
Nome da Empresa: xxxxx xxxxx xxxx			
Local do espaço confinado: Tanque de água gelada			Espaço confinado nº
Data e horário da emissão:		Data e horário do término:	
Trabalho a ser realizado: jateamento com gralha de aço interior do tanque xxx-xxxx			
Trabalhadores autorizados: xxxxx xxxxxx (jateador)			
Vigia: xxxxx		Equipe de resgate: xxxxx	
Supervisor de Entrada: xxxxx xxxxx			
Procedimentos que devem ser completados antes da entrada			
1. Isolamento:	S (x) N ()	9. Procedimento de resgate:	N/A () S (x) N ()
2. Teste Inicial da atmosfera: horário	10:37hs	10. Procedimentos e proteção de movimentação vertical:	N/A (x) S () N ()
Oxigênio (%O ₂)	20,9%	11. Treinamento de todos os trabalhadores? É atual?	N/A () S (x) N ()
Inflamáveis (% LIE)		12. Equipamentos	
Gases/vapores tóxicos (ppm)	N/A	13. Equipamentos de monitoramento contínuo de gases aprovado e certificado por um Organismo de Certificação Credenciado (OCC) pelo INMETRO para trabalhos em áreas potencialmente explosivas de leitura direta com alarmes em condições:	S (x) N ()
Poeiras/fumos/névoas tóxicas (mg/m ³)	N/A	Lanternas	N/A (x) S () N ()
Nome legível / assinatura do Supervisor dos testes:		Roupa de proteção	N/A () S (x) N ()
3. Bloqueios, travamento e etiquetagem	N/A (x) S () N ()	Extintores de incêndio	N/A () S (x) N ()
4. Purga e/ou lavagem	N/A (x) S () N ()	Capacetes, botas, luvas	N/A () S (x) N ()
5. Ventilação/exaustão – tipo, equipamento e tempo	N/A () S (x) N ()	Equipamentos de proteção respiratória /autônomo ou sistema de ar mandado com cilindro de escape	N/A () S (x) N ()
6. Teste após ventilação e isolamento: horário		Cinturão de segurança e linhas de vida para os trabalhadores autorizados	N/A () S (x) N ()
Oxigênio %O ₂ > 19,5% ou < 23,0%	20,9%	Cinturão de segurança e linhas de vida para a equipe de resgate	N/A () S (x) N ()
Inflamáveis % LIE < 10%	N/A	Escada	N/A (x) S () N ()
Gases/vapores tóxicos (ppm)	N/A	Equipamentos de movimentação vertical/suportes externos	N/A (x) S () N ()
Poeiras/fumos/névoas tóxicas (mg/m ³)	N/A	Equipamentos de comunicação eletrônica aprovados e certificados por um Organismo de Certificação Credenciado (OCC) pelo INMETRO para trabalho em áreas potencialmente explosivas	N/A (x) S () N ()
Nome legível / assinatura do Supervisor dos testes:		Equipamento de proteção respiratória autônomo ou sistema de ar mandado com cilindro de escape para equipe de resgate	S (x) N ()
7. Iluminação geral	S (x) N ()	Equipamentos elétricos e eletrônicos aprovados e certificados por um Organismo de Certificação Credenciado (OCC) pelo INMETRO para trabalho em áreas potencialmente explosivas	N/A (x) S () N ()
8. Procedimento de comunicação:	S (x) N ()		
Permissão de trabalho a quente		N/A (x) S () N ()	
Telefones de Emergência e Resgate:		Bombeiros 193	Segurança: xxxx Ambulância: 192 (SAMU)
Responsáveis			
Eng. Manutenção	Responsável área	Vigia	Executante
Téc. Segurança	Supervisor entrada	Executante	Executante
Obs:			
<p>. A entrada não pode ser permitida se algum campo não for preenchido ou contiver a marca na coluna "não".</p> <p>. A falta de monitoramento contínuo da atmosfera no interior do espaço confinado, alarme, ordem do Vigia ou qualquer situação de risco à segurança dos trabalhadores, implica no abandono imediato da área.</p> <p>. Qualquer saída de toda a equipe por qualquer motivo, implica a emissão de nova permissão de entrada. Esta permissão de entrada deverá ficar exposta no local de trabalho até o seu término. Após o trabalho, esta permissão deverá ser arquivada.</p> <p>Legenda: N/A – "não se aplica"; N – "não"; S – "sim".</p>			