

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL CURSO DE
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO
TRABALHO

MARCOS GONÇALVES

**VENTILAÇÃO EM ESPAÇOS CONFINADOS, APLICAÇÃO
DE INSUFLADORES MECÂNICOS E EXAUSTORES**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA
2018

MARCOS GONÇALVES

VENTILAÇÃO EM ESPAÇOS CONFINADOS, APLICAÇÃO
DE INSUFLADORES MECÂNICOS E EXAUSTORES

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialização no Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.

Orientador: Prof. Mtec. Marcelo Queiroz Varisco.

CURITIBA
2018

MARCOS GONÇALVES

**VENTILAÇÃO EM ESPAÇOS CONFINADOS, APLICAÇÃO DE INSUFLADORES
MECÂNICOS E EXAUSTORES**

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR - Campus Curitiba, pela comissão formada pelos professores:

Orientador:

Prof. M.Eng. Marcelo Queiroz Varisco
Departamento Acadêmico de Arquitetura e Urbanismo, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Banca:

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai
Departamento Acadêmico de Arquitetura e Urbanismo, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. Dr. Adalberto Matoski
Departamento Acadêmico de Arquitetura e Urbanismo, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara
Departamento Acadêmico de Arquitetura e Urbanismo, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba

2018

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, esposa e filhos, pelo incentivo diário, a compreensão pelos momentos ausentes, o reconhecimento e toda ajuda que me foi dada, a meus pais por sempre acompanhar minha jornada.

Aos colegas de trabalho e vida acadêmica pelo apoio e companheirismo em especial o grupo de atividades Giovanna, Weslei e Loriane.

Aos profissionais de Segurança do Trabalho, Engenheiro de Segurança do Trabalho Luiz Antônio Forte, Técnico de Segurança do Trabalho Raphael Braga, assistente de atividades João Vinicius Collodel e a equipe de profissionais da empresa Resgate Brasil Treinamentos e Desenvolvimento Ltda.

Agradeço a todos os professores do XXXV Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, por todo conhecimento e experiências transmitidos, principalmente ao meu professor orientador Prof. Mtec Marcelo Queiroz Varisco, pela sua dedicação durante a execução desse trabalho.

“A mente que se abre a uma nova
ideia jamais voltará ao seu
tamanho original”

Albert Einstein (1879-1955)

RESUMO

Gonçalves, Marcos. **Ventilação em espaços confinados, aplicação de insufladores mecânicos e exaustores**. 2018. 51f. Monografia (Especialização em Engenharia do Trabalho) – Programa de Pós Graduação em Engenharia do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR. Curitiba, 2018.

Os trabalhos em espaços confinados têm grande potencial de risco devido as condições de execução as quais os trabalhadores são expostos, para tanto o Ministério do Trabalho e Emprego normatizou o trabalho em espaço confinado em 2006 através da Norma Regulamentadora 33, essa norma remete a ABNT NBR 14787, com intuito de preservar os trabalhadores em atividades nos ambientes confinados de qualquer natureza, é notório que acidentes em espaços confinados têm alto índice de gravidade, em muitos casos fatais, por tanto a informação sobre o assunto é de grande valor à segurança do trabalho. Os acidentes de trabalho em espaços confinados ocorrem de formas diversas, sendo desde condições ergonômicas do trabalhador, riscos biológicos como bactérias, fungos, animais peçonhentos, passando por condições de risco físico como a exposição a radiações do trabalho executado, também riscos químicos por contaminações de agentes no interior do ambiente, sendo este o principal causador de acidentes fatais no trabalho em espaços confinados, a contaminação gasosa em espaços confinados é um risco potencial aos trabalhadores, sendo necessário reduzi-la a níveis aceitáveis normatizados. Esse trabalho tem como objetivo testar a eficiência de diluição dessa atmosfera contaminada através de ventilação forçada, sendo desenvolvida atividade prática, com auxílio de exaustor mecânico, promovendo a diluição ou total remoção do elemento contaminante, a forma teórica aplicada é a de taxa de renovação de ar em áreas determinadas, através de cálculo e comparação de tabela internacional de referência, os resultados obtidos satisfazem o trabalho, pois comparativamente a prática e a teoria envolvida atendem as condições de segurança em espaços confinados.

Palavras-chave: espaço confinado, atmosfera contaminada, ventilação forçada, taxa de renovação do ar.

ABSTRACT

Gonçalves, Marcos. *Ventilation in confined spaces, application of mechanical insufflators and exhaust fans*. 2018. 51f. Monografia (Especialização em Engenharia do Trabalho) – Programa de Pós Graduação em Engenharia do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR. Curitiba, 2018.

Work in confined spaces have great potential for risk because the conditions of implementation which the workers are exposed to both the Ministry of labor and employment normalized the work in confined space in 2006 through the Regulatory Standard 33, this refers to standard ABNT NBR 14787, in order to preserve workers in activities in confined environments of any kind, it is obvious that accidents in confined spaces have high degree of severity, in many cases fatal, by both information on the subject is of great value to job security. Accidents at work in confined spaces occur in various forms, and from worker's ergonomic conditions, biological risks such as bacteria, fungi, poisonous animals, going through physical risk conditions such as exposure to radiation of the work performed, also risks for contamination of chemical agents inside the environment, this being the main cause of fatal accidents at work in confined spaces, gas contamination in confined spaces is a potential risk to workers and must reduce it to acceptable levels normalized. This work aims to present ways of diluting contaminated atmosphere through forced ventilation, developed practical activity, with the aid of mechanical exhaust fan, promoting the dilution or total removal of the element contaminant, the theoretical shape applied is the air renewal rate in certain areas, through calculation and comparison of international reference table, the results obtained comply with the work, as compared to practice and theory involved meet the safety conditions in confined spaces.

Keywords: confined space, contaminated atmosphere, forced ventilation, air renewal rate.

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APR	Análise Preliminar de Riscos
ASO	Atestado de Saúde Ocupacional
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
EC	Espaço Confinado
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
LIE	Limite Inferior de Explosividade
LSE	Limite Superior de Explosividade
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NR	Norma Regulamentadora
NIOSH	National Institute of Occupational Safety and Health
NR-4	Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho
NR-33	Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
PT	Permissão de Trabalho
PET	Permissão de Entrada e Trabalho
RNC	Registro de Não conformidade
SRT	Superintendência Regional do Trabalho
SST	Saúde e Segurança do Trabalho

TERMOS FUNDAMENTAIS

Perigo	Conjunto de condições de uma variável com potencial de causar algum dano;
Risco	É a probabilidade de causar algum dano em um período ou ciclo determinado;
Segurança	Busca pela máxima proteção a exposição a perigos
Nível de perigo	Expressa o quanto exposto ao perigo se está
Dano	É a gravidade resultante da perda de controle do perigo
Causa	É a origem do acidente, que resulta em danos
Perda	É o prejuízo acumulado pelo evento do acidente
Sinistros	É o prejuízo ressarcido pelo evento de um acidente
Incidente	Evento não desejável com potencial de causar danos

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 – CLASSIFICAÇÃO DAS INTOXICAÇÕES.....	25
TABELA 02 – FORMAS DE INTOXICAÇÃO.....	26
TABELA 03 – INTOXICANTES QUÍMICOS COM GRAU DE RISCO 01.....	26
TABELA 04 – INTOXICANTES QUÍMICOS COM GRAU DE RISCO 02.....	27
TABELA 05 – INTOXICANTES QUÍMICOS COM GRAU DE RISCO 01.....	27
TABELA 06 – INTOXICANTES QUÍMICOS COM GRAU DE RISCO 01.....	27
TABELA 07 – CÓDIGOS DE RISCO – NORMAS “R”.....	27
TABELA 08 – CÓDIGOS DE CUIDADOS – NORMAS “R”.....	28
TABELA 09 – TABELA DE LIMITES DE TOLERÂNCIA.....	29
TABELA 10 – RECOMENDAÇÕES DE TROCAS DE AR PARA VENTILAÇÃO EM ESPAÇO CONFINADO.....	41

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 – ATMOSFERA CONTAMINADA COM GLP.....	46
QUADRO 02 – ATMOSFERA COM DEFICIÊNCIA DE OXIGÊNIO.....	48

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 01	EPI'S.....	23
FIGURA 02	EPC'S.....	24
FIGURA 03	VENTILAÇÃO DE GASES MAIS PESADOS QUE O AR POR EXAUSTÃO.....	36
FIGURA 04	VENTILAÇÃO DE GASES MAIS LEVES QUE O AR POR EXAUSTÃO.....	37
FIGURA 05	VENTILAÇÃO POR EXAUSTÃO CORREÇÃO DE CURTO-CIRCUITO DE AR.....	37
FIGURA 06	VENTILAÇÃO POR EXAUSTÃO CORREÇÃO DE CURTO-CIRCUITO DE AR.....	38
FIGURA 07	VENTILAÇÃO POR INSUFLAÇÃO.....	38
FIGURA 08	VENTILAÇÃO POR INSUFLAÇÃO COM ABERTURAS ADICIONAIS.....	39
FIGURA 09	ESPAÇO CONFINADO.....	43
FIGURA 10	ACESSO AO ESPAÇO CONFINADO.....	43
FIGURA 11	EXAUSTOR SD MODELO SD-20.....	45
FIGURA 12	MEDIDOR DE GASES GÁS ALERT MAX XTII.....	45
FIGURA 13	LIMITES DE EXPLOSIVIDADE DE INFLAMÁVEIS.....	47
FIGURA 14	EXPLOSIVIDADE CONTAMINAÇÃO COM GLP.....	47
FIGURA 15	SECÇÃO DA FIGURA 14 COM LIE E LSE DO GLP.....	48
FIGURA 16	ATMOSFERA POBRE EM OXIGÊNIO.....	49
FIGURA 17	SECÇÃO DA FIGURA 16 VARIÁVEL CO.....	50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS	15
1.1.1 Objetivo Geral	15
1.1.2 Objetivo Específico	15
1.2 JUSTIFICATIVAS	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 ESPAÇO CONFINADO	17
2.2 LEGISLAÇÃO	19
2.2.1 Nr-33 Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados	19
2.2.2 NBR 14787 Espaço Confinado – Prevenção de Acidentes, Procedimentos e Medidas de Proteção	21
2.3 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL	25
2.4 TOXICOLOGIA	27
2.5 VENTILAÇÃO	33
2.6 LIMITAÇÕES DESTE TRABALHO	39
3 METODOLOGIA	40
3.1 APLICAÇÃO TEÓRICA DE CÁLCULO DE RENOVAÇÃO DE AR EM AMBIENTE CONFINADO	39
3.2 DESCRIÇÃO DO ESPAÇO CONFINADO	41
3.3 EXPERIMENTAÇÃO	43
4 RESULTADOS	44
4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS	45
5 CONCLUSÃO	47

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....48

ANEXOS50

1 INTRODUÇÃO

Os trabalhos em ambientes confinados têm elevado potencial de risco, nas diversas formas como: físicos, ergonômicos, iluminância, de acidentes, radiações, biológicos, como parasitas, insetos, fungos e bactérias animais peçonhentos, riscos químicos, causados pela contaminação do ambiente em concentrações superiores as normativas de elementos no ar, sendo este o objeto de estudo afim de minimizar seu impacto ao trabalhador, em uma forma simples de descontaminação, através de ventilação mecânica, proporcionando a renovação do ar no ambiente.

Na literatura, o ambiente confinado, tem grande restrição ao desenvolvimento de trabalhos, sendo poucos autores e publicações sobre o assunto, visto que seu grau de risco é alto, este trabalho colabora para o conhecimento aplicado ao tema.

A atividade em ambiente confinado é normatizada pela Norma Regulamentadora 33 do Ministério do Trabalho e Emprego, que visa a proteção do trabalhador durante a atividade em Espaços Confinados, esta foi elaborada tendo base a NBR 14787 (ABNT ,2001), sua premissa está na segurança do trabalhador no exercício de sua atividade em espaços confinados, atribuindo obrigações a ambos os envolvidos na atividade, empregador e empregado, remetendo a ações de proteção empregadas de forma sistemática durante a execução da tarefa.

Para atender parâmetros de norma existem diversos equipamentos e medidas protetivas aplicadas durante a execução da atividade, desde equipamentos de proteção individual, equipamentos de proteção coletiva, documentação normativa, como a PET permissão de entrada, análise preliminar de risco APR, a PT permissão de trabalho, certificados de inspeção de segurança CIS e outros específicos a cada empresa.

Equipamentos mecânicos de insuflação ou exaustão de ar serão utilizados de forma experimental afim de verificar sua eficiência no processo de renovação do ar em ambientes confinados, através de cálculo de vazão e volume em determinado espaço de tempo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral testar a renovação do ar em ambientes confinados.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Calcular taxa de renovação de ar em Espaço Confinado, considerando o volume do ambiente, o período de troca do ar no ambiente e o número de trocas necessárias conforme norma e descrito na Tabela 09;
- Confirmar através de leitura direta em equipamento multigás a ausência de contaminantes pós utilização do sistema mecânico de insuflação ou exaustão.

1.2 JUSTIFICATIVAS

Espaços confinados são potenciais causadores de acidentes de trabalho, todos os anos ocorrem centenas de acidentes em ambientes confinados, que resultam em muitas mortes, afastamentos de trabalhadores, prejuízos financeiros e outras adversidades.

No Brasil a normatização principal relativa a espaços confinados, é a Norma Regulamentadora 33 Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados, em anexo, no seu conteúdo os sistemas de ventilação são abordados, assim sendo as responsabilidades do contratante e trabalhador devem ser observadas, sob penalizações previstas em norma.

As contaminações por gases, névoas, aspersiones, causam a mudança nas características do ar respirável que contém o ambiente confinado, sendo dessa forma, muitas vezes imperceptível aos canais sensoriais humanos (olfato, visão, paladar), assim, seu dano ao indivíduo, na maioria das vezes, é severo, podendo causar a morte.

Como forma de proteção ao trabalhador em ambiente confinado, a renovação do ar por meio mecânico mostra-se extremamente eficiente, desta forma neste trabalho demonstra-se quantitativamente, com base em parâmetros normativos, a confiabilidade dos sistemas de ventilação forçada por exaustão ou insuflação, buscando assim contribuir para aplicação desse sistema nas diversas condições de ambientes confinados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ESPAÇO CONFINADO

Neste item será abordado um informativo sobre espaço confinado em suas diversas interpretações em várias fontes ou autores.

Conforme MORAES JUNIOR (2008) existe uma dificuldade em identificar as características de um espaço confinado, tornando-o potencialmente perigoso pelo desconhecimento dos riscos nele existentes. Frequentemente trabalhadores confundem os riscos do trabalho em locais comuns com os de um espaço confinado, porém mesmo que sutilmente presente, os resultados de acidentes em espaços confinados normalmente são trágicos.

Segundo a REVISTA BQ (06/2017) deve-se incrementar às definições mais usuais fatores como aprisionamento, possibilidade de asfixia, materiais capazes de causar engolfamento tornando a definição de espaço confinado mais abrangente e detalhada.

Os diversos conceitos de espaço confinado, remetem a normas nacionais e internacionais não havendo uma unanimidade no entendimento geral da condição de espaço confinado, porém a uma grande similaridade entre os mesmos em quesitos de classificação (MCMANUS, 2008).

A NBR 14787 (ABNT, 2001) descreve espaço confinado como:

“Qualquer área não projetada para ocupação contínua, a qual tem meios limitados de entrada e saída, e na qual a ventilação existente é insuficiente para remover contaminantes perigosos e/ou deficiência/enriquecimento de oxigênio que podem existir ou se desenvolverem”.

A NR-33 (Brasil, 2016) define espaço confinado como:

“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.”

A OSHA (2005) define espaço confinado como:

“Espaço confinado é um espaço que: 1) É grande o suficiente e possui uma configuração que um trabalhador consegue entrar fisicamente em seu interior e executar um trabalho designado, e; 2) Possui restrições ou limitações para entrada e saída, como por exemplo: tanques de armazenamento, vasos, porões de navios, torres silos, caldeiras, dutos de ventilação e exaustão, túneis, valetas, tubulações, etc., e; 3) Não foi projetado para ocupação contínua de trabalhadores”.

A NIOSH (2018) conceitua espaço confinado como:

“Espaço confinado é aquele que, em função do projeto, possui aberturas limitadas para entrada e saída; a ventilação natural é desfavorável, o ar ambiente pode conter ou produzir contaminantes perigosos e o local não se destina a ocupação contínua de um trabalhador”.

2.2 LEGISLAÇÃO

A regulamentação dos trabalhos em espaços confinados, tem relevante importância neste trabalho, sob aspectos de saúde, segurança, penalidades legais e diretrizes no assunto espaços confinados.

2.2.1 NR-33 Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados

A principal fonte de legislação técnica sobre Segurança e Medicina do Trabalho do Brasil é um conjunto de normas dispostas em itens de consulta, de diversos assuntos de segurança, chamada de Normas Regulamentadoras, como forma de embasamento teórico será comentada a NR-33 a seguir.

Conforme a NR-33 pode-se definir Espaço Confinado como:

“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”

Segundo esta definição podem ser listados inúmeros locais com estas características, por exemplo: galerias pluviais, silos, tanques de armazenamento,

caixas de passagem, e outros. Todos estes ambientes podem requerer em algum momento intervenção humana, seja para manutenção, melhoria, ou até mesmo curiosidade, dessa forma deve se antever a possibilidade de uma atmosfera inapropriada ao ser humano, ou seja, a concentração de gases nocivos deverá ser abaixo da normativa ou nula preferencialmente.

Seguindo a orientação da NR-33 (BRASIL, 2016) as responsabilidades, para com a qualidade do ar no Espaço Confinado, envolvem o contratante e o executante. Para quem solicita o trabalho, deve-se observar as condições do ar através de monitoramento de sua qualidade, informar ao trabalhador os riscos presentes a atividade, manter em tempo integral observador do Espaço Confinado (vigia), e em qualquer mudança de condição não permitir a entrada de pessoas ao ambiente. Cabe ao executante, atentar as condições do local, fazer uso dos Equipamentos de Proteção Individual e/ou Coletivo a ele oferecido.

Como forma de Gestão de Segurança a NR-33 (BRASIL, 2016) pede que o contratante deverá implementar medidas técnicas, administrativas, pessoais e treinamento, descritas objetivamente a seguir:

- Medidas Técnicas aplicam-se basicamente ao conhecimento do espaço físico envolvido, suas limitações, riscos, medidas protetivas e preventivas. Sendo essa responsável pelo monitoramento de gases, perfeito funcionamento de equipamentos para renovação do ar, identificação dos potenciais riscos locais, fornecimento de EPI's e/ou EPC's aos colaboradores
- Medidas Administrativas visam documentar situações do Espaço confinado como sinalização, cadastro do Espaço Confinado, formulário de permissão de trabalho e permissão de entrada, documentação funcional dos colaboradores em atividade no local, proceder as atividades de trabalho, arquivar documentos relativos ao Espaço Confinado.

- Medidas Pessoais abrangem as condições do indivíduo que irá executar os trabalhos no Espaço Confinado, atestado médico e exames específicos, capacitação do trabalhador na Norma Regulamentadora 33, dimensionamento do número de trabalhadores conforme análise de risco, sendo vedado o trabalho individual, dar atribuições aos envolvidos como supervisores de Espaço Confinado, Vigia de espaço Confinado, planejar procedimentos de emergência.
- Treinamentos têm como objetivo capacitar pessoas ao trabalho em espaços confinados, estes têm duração e conteúdo conforme a atividade específica de cada colaborador, o Supervisor deverá ter treinamento de quarenta horas com conteúdo mais completo relativo a espaço confinado, já o Vigia e Trabalhadores autorizados têm curso básico de dezesseis horas. Após a conclusão dos Treinamentos deverá ser emitido certificado contendo conteúdo e carga horária, a cada integrante.

Está previsto na NR-33 (BRASIL, 2016) as condições de emergência e salvamento, onde o empregador deverá elaborar plano de emergência e salvamento específico a espaço confinado, conhecendo suas particularidades, como cenários de possíveis acidentes, medidas de salvamento, técnicas aplicadas ao resgate e salvamento, formas de acionamento de equipes para salvamento e primeiros socorros.

2.2.2 NBR 14787 (ABNT, 2001) Espaço Confinado – Prevenção de acidentes, Procedimentos e Medidas de Proteção

Esta norma pertence ao conjunto de normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas aplica-se ao assunto abordado, a edição utilizada data de 30 de janeiro de 2002, foi base para edição da Norma Regulamentadora 33 do Ministério do Trabalho e Emprego.

Conforme a NBR 14787 (ABNT, 2001), é necessário estabelecer condições mínimas de segurança aos trabalhadores em espaços confinados, tendo como base documentos normativos de referência como a NR-7 (BRASIL, 2016) - Norma regulamentadora do programa de controle médico de saúde ocupacional da Portaria 3214/78 do Ministério do Trabalho e Emprego e NR-15 (BRASIL, 2016) – Norma Regulamentadora de atividades operacionais insalubres da Portaria 3214/78 do Ministério do Trabalho e Emprego.

Observado nas definições da NBR 14787 (ABNT, 2001), itens importantes na questão da qualidade do ar respirável em ambientes propícios ao risco humano, sendo considerado atmosfera pobre em oxigênio uma concentração inferior a 19,5% de oxigênio e atmosfera rica concentrações superiores a 23% de oxigênio, também de forma mais abrangente verifica-se as concentrações de gases ou vapores em quantidades superiores a 10% de seu limite inferior de explosividade (LIE) e poeira combustíveis acima dos limites inferiores de explosividade cujo valor de tolerância seja publicado na NR-15 do Ministério do Trabalho e Emprego ou de forma mais restritiva ACGIH.

Segundo NBR 14787 (ABNT, 2001), todos os Espaços Confinados devem ser adequadamente sinalizados, evitando o acesso de pessoas não autorizadas, essa responsabilidade é do empregador ou seu representante legal. Para entrada no Espaço Confinado um formulário com permissão de entrada deve ser preenchido, onde informações de rastreabilidade do trabalhador e condições do ambiente sejam claras para consulta a qualquer momento. Obrigatoriamente antes do acesso ao Espaço Confinado, deverão ser eliminadas todas as condições que o tornem inseguros, tomando as medidas protetivas necessárias, em caso de atmosferas IPVS (imediatamente perigosa a vida ou a saúde) os trabalhadores devem estar treinados e portando EPI'S (equipamento de proteção individual) que garantam sua saúde e integridade física.

A NBR 14787 (ABNT, 2001) prevê um programa de entrada em espaço confinado, onde permanentemente um formulário de permissão de entrada em espaço confinado deve estar disponível e arquivado para consulta, um método restritivo para acessos ao espaço confinado deve ser implantado, os riscos do

ambiente identificados, proporcionar treinamentos periódicos aos trabalhadores e informar sobre os riscos a que estão expostos bem como as medidas de controle aplicadas e formas seguras de trabalho a serem adotadas durante a execução.

Os envolvidos nas atividades em espaços confinados devem ter suas funções descritas de forma clara e objetiva, passar por exames clínico/médicos conforme NR-7 (BRASIL, 2016) do Ministério do Trabalho e Emprego, especialmente a equipe de resgate e salvamento deve ser treinada e equipada adequadamente.

Em relação aos equipamentos utilizados durante os trabalhos em espaços confinados a NBR 14787 (ABNT, 2001) cita que devem ser disponibilizados sem custo ao trabalhador, em condições perfeitas de uso, sendo equipamentos como monitores de sondagem inicial da atmosfera, observando condição intrínseca para atividades em áreas classificadas, comunicadores adequados as condições do ambiente, iluminação ao ambiente, equipamentos de resgate e atendimento pré-hospitalar e equipamentos de ventilação forçada que proporcionem condição aceitável de segurança ao espaço confinado, estes equipamentos podendo ser insuflação ou exaustão, verificando-se as condições seguras para áreas com risco de explosividade.

Conforme a NBR 14787 (ABNT, 2001), todos os espaços confinados existentes obrigatoriamente devem estar sinalizados e cadastrados, bem como divulgados a todos os trabalhadores não autorizados, afim de restringir o acesso evitando riscos a integridade física e a vida. A referida norma cita a necessidade de monitoramento de forma contínua do ambiente durante as atividades dos trabalhadores.

Procedimentos de trabalho são verificados na NBR 14787 (ABNT, 2001), sendo de relevante importância sua observação, como a obrigatoriedade de no mínimo duas pessoas para trabalhos em espaços confinados, aplicação da permissão de entrada, procedimentos de resgate e salvamento, todos os procedimentos visando garantir segurança aos trabalhadores em atividade nos espaços confinados, a permissão de entrada deverá passar por revisões em caso de anomalias de programa como por exemplo acessos de pessoas não autorizadas, riscos não observados na PET (modelo em anexos), acidentes ou danos no

momento de entrada ao espaço confinado, mudanças de ambiente durante a atividade de trabalho ou observações dos trabalhadores de possíveis riscos.

A respeito da PET permissão de entrada, a NBR 14787 (ABNT, 2001) diz que nela deverá ser observado todas as medidas seguras para acesso ao ambiente confinado e todos os envolvidos deverão assinar, mantendo em local visível, fica a PET cancelada em caso de término das atividades, condições não previstas na elaboração, ausência dos trabalhadores no interior do espaço confinado. Este documento deverá conter informações de local do espaço confinado, motivo da entrada, data e duração da permissão, relação dos trabalhadores e suas respectivas funções, os riscos existentes e as medidas protetivas adotadas.

Em relação aos treinamentos a NBR 14787 (ABNT, 2001) responsabiliza o empregador ou seu representante legal dispor de treinamento para capacitação, conhecimento e habilitação dos trabalhadores, sendo antecipado este treinamento a entrada ao espaço confinado, em caso de mudança de função do trabalhador, alteração no trabalho com novo risco que o trabalhador não esteja familiarizado ou ainda a possibilidade de desvios no procedimento de entrada. O empregador responsabilizar-se-á pela aplicação do treinamento, afim de conferir proficiência aos trabalhadores.

A NBR 14787 (ABNT, 2001) configura as atribuições aos diversos envolvidos em atividades nos espaços confinados, os empregadores ou seus representantes legais devem garantir que todos os trabalhadores tenham conhecimento do espaço confinado e medidas de proteção adotadas para mitigar os efeitos de adversidades durante a entrada ou permanência no ambiente confinado, conheçam os EPI's que utilizam e comunicadores usados para alertas do vigia em caso de emergência. Os trabalhadores devem avisar o vigia sempre que houver mudança nas condições do espaço confinado, que possa causar algum dano, ou qualquer condição não permitida, deverão abandonar o espaço confinado caso o vigia ordene a saída imediata, soe algum alarme de evasão ou note condição de risco eminente. Está também previsto na norma obrigações para vigias, estes devem conhecer os riscos e medidas de proteção, ter atualizado a contagem de trabalhadores no interior do espaço confinado, permanecer do lado de fora junto ao acesso todo o tempo das atividades de trabalho no espaço confinado, em caso de necessidade acionar o

resgate e apoiar na movimentação de equipamentos para remoção de pessoas do local, manter-se unicamente na atividade de monitorar os trabalhadores no ambiente confinado. Os supervisores de entrada, segundo a NBR 14787 (ABNT, 2001), devem conhecer os riscos do espaço confinado, conferir o preenchimento da permissão de entrada, parar as atividades quando necessário, verificar os serviços de emergência e os meios de acioná-los e determinar a responsabilidade do vigia em caso de substituição do mesmo.

2.3 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Os equipamentos de proteção têm fundamental aplicabilidade em espaços confinados sua relevância se dá devido ao nível de complexibilidade desta atividade, portanto será abordado a seguir.

Conforme a Norma Regulamentadora 6 (NR-6), equipamentos de proteção individual ilustrados na Figura 1, são salvaguardas a integridade física e a saúde do trabalhador, onde por qualquer motivo seja impossibilitado a extinção do risco presente.

“(...) todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado a proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho” (Paulo Roberto Barsano).



Figura 1 – EPI'S
Fonte: Gestão de segurança privada, (2018)

Para ser utilizado o EPI obrigatoriamente deverá possuir um Certificado de Aprovação (CA) expedido pelo órgão competente do Ministério do Trabalho e Emprego MTE, conforme a NR-6 (BRASIL, 2016).

Os Equipamentos de Proteção Coletiva EPC's (Fig. 2), de forma análoga aos EPI's, proporcionam a proteção ao trabalhador, com maior amplitude onde o risco presente pode ser a todos os envolvidos na atividade, considerando as informações do Globaltech (2006), sendo: isolamentos acústicos, térmicos, guarda corpo, barreiras (luz, vento), incêndios, descompressão, abrigos e outros.



Figura 02 – EPC'S
Fonte: Marianekarolayne, (2018)

2.4 TOXICOLOGIA

Ambientes confinados são potenciais causadores de acidentes de trabalho, dentre as principais fontes de acidentes está a intoxicação, sendo esta muito nociva, pois normalmente terá alta taxa de gravidade, levando até mesmo a óbito o trabalhador envolvido.

Conceito:

“Ciência que define os limites de segurança dos agentes químicos, sendo que esta segurança é a probabilidade de uma substância não produzir danos à saúde em condições específicas (Sebastião, 2008).”

As intoxicações por agentes químicos podem ocorrer de forma crônica ou acidental (aguda), conforme Tabela 01, sendo absorvida de diversas formas pelo corpo humano, conforme Tabela 02, causando diversos males, tais como câncer, mutações, doenças de sistema e outras. Na indústria em geral sua presença é mais comum, e nos espaços confinados tornam-se potencialmente perigosas (Barsano, 2013).

Tabela 01: Classificação das intoxicações:

Quanto aos efeitos	Quanto aos níveis operacionais
Crônica: tem ação lenta e progressiva	Altas doses: Rápidas exposições, normalmente agudas
Aguda: Introduzida rapidamente	Doses Menores: durante períodos maiores de tempo, considerados intoxicações profissionais
	Pequenas doses: durante longo período de exposição, toxicologia ambiental.

Fonte: Vieira, (2008).

Tabela 02: Formas de intoxicação:

Cutânea	através da pele
Respiratória	inalação do ar (de 5 a 6 litros/min em repouso e de 15 a 30 litros/min em condição de esforço)
Digestiva	através de ingestão
Outras Vias	subcutânea, ocular, urogenital, dental, parenteral

Fonte: Vieira, (2008).

As intoxicações têm diversas reações, Vieira (2008) cita como comuns as seguintes:

- Náuseas, vômitos, diarreias;
- Fortes dores abdominais e cólicas;
- Abrandamento da respiração;
- Salivação ou suores excessivos;
- Descoloração da pele em volta da boca;
- Inflamação ou queimaduras na pele ou mucosas;
- Inconsciência, e;
- Convulsões.

Em espaços confinados existem diversas formas de intoxicação, as mais severas provêm de agentes químicos, nas Tabelas 03,04,05 e 06 estão os principais intoxicantes químicos, e seu grau de risco, e nas Tabelas 07 e 08 códigos de risco e cuidados, segundo a National Fire Protection Association – NFPA 704-m/USA.

Tabela 03: GRAU DE RISCO 1

	Riscos	Cuidados
Ácido cítrico	36	26 - 26
Ácido crômico	8 - 35	28
Sulfato de cobre II	22	20
Nitrato de prata	34	24 -25 -26

Fonte: Michel, (2001).

Tabela 04: GRAU DE RISCO 2

	Riscos	Cuidados
Amoníaco 25%	36 - 37 - 38	26
Cianetos	26 - 27 - 28 - 32	1- 7- 28 - 29 - 45
Nitrogênio - gás	2	3 - 4 - 7 - 34
Oxigênio - gás	2 - 8 - 9	3 - 4 - 7 - 18 - 34

Fonte: Michel, (2001).

Tabela 05: GRAU DE RISCO 3

	Riscos	Cuidados
Ácido clorídrico	34 - 37	26
Ácido sulfúrico	35	26 - 30
Álcool etílico	11	9 -16 - 23 - 33 - 7
Amoníaco	10 - 23	7 - 9 - 16 - 38
Benzeno	11 - 23 - 24 - 39	9 - 16 - 29
Ozônio	9 - 23	17 - 23 - 24
Tolueno	11 - 20	16 - 29 - 33

Fonte: Michel, (2001).

Tabela 06: GRAU DE RISCO 4

	Riscos	Cuidados
Acetileno	5 - 6 - 12	9 - 16 - 33
Ácido fluorídrico	26 - 27 - 28 -35	7- 9 - 26 - 36 - 37
Ácido sulfídrico	13 - 26	7 - 9 - 25 - 45

Fonte: Michel, (2001).

Michel (2007), apresenta tabela com códigos de risco aplicáveis segundo norma internacional, National Fire Protection Association – NFPA 704-m/USA, correlacionando a cada substância um grau atribuído.

Tabela 07: Códigos de Risco – Normas “R”

(continua)

2	Risco de explosão por choque, fricção ou outras fontes de ignição
5	Perigo de explosão pela ação do calor
6	Perigo de explosão com ou sem contato com o ar

(conclusão)

	Perigo de fogo em contato com substâncias combustíveis
9	Perigo de explosão em contato com substâncias combustíveis
10	Inflamável
11	Muito inflamável
12	Extremamente inflamável
13	Gás extremamente inflamável
23	Tóxico por inalação
24	Tóxico em contato com a pele
26	Muito tóxico por inalação
27	Muito tóxico em contato com a pele
28	Muito tóxico por ingestão
34	Provoca queimaduras
35	Provoca graves queimaduras
36	Irrita os olhos
37	Irrita o sistema respiratório
38	Irrita a pele
39	Risco de efeitos irreversíveis

Fonte: Adaptado de CONTROLE DO USO DE PRODUTOS PERIGOSOS CAUSADORES DE DEPENDÊNCIA E LESÕES ENTRE OS TRABALHADORES. Michel, 2001.

Tabela 08: Códigos de Cuidados – Normas “R”

(continua)

1	Manter fechado
3	Manter em local fresco
4	Guardar fora de local habitado
7	Manter o recipiente bem fechado
9	Manter o recipiente em local ventilado
16	Manter afastado de fontes de ignição
17	Manter afastado de materiais combustíveis
18	Manipular o recipiente com cuidado
23	Evitar respirar os vapores
24	Evitar o contato com a pele
25	Evitar o contato com os olhos
26	Em caso de contato com os olhos, lavar com bastante água
28	Em caso de contato com os olhos, lavar com bastante água
29	Não descartar resíduos na pia

(conclusão)

30	Nunca verter água sobre o produto
33	Evitar a acumulação de cargas eletrostáticas
34	Evitar choque e fricção
36	Usar roupa de proteção durante a manipulação
37	Usar luvas de proteção apropriadas
38	Usar equipamento de respiração adequado
45	Em caso de acidente, procurar um médico

Adaptado de **CONTROLE DO USO DE PRODUTOS PERIGOSOS CAUSADORES DE DEPENDÊNCIA E LESÕES ENTRE OS TRABALHADORES. Michel, 2001.**

A Norma Regulamentadora 15 (BRASIL, 2016), apresenta em seu anexo 11 a tabela de limites de tolerância para exposições de trabalhadores a agentes químicos, caracterizando atividades insalubres conforme valores de referência constantes na tabela a seguir (Manual Atlas, pg 298).

Tabela 09: Tabela de Limites de Tolerância

AGENTES QUÍMICOS	Valor teto	Absorção também p/pele	Até 48 horas/semana		(continua) Grau de insalubridade a ser considerado no caso de sua caracterização
			ppm*	mg/m3**	
Acetaldeído			78	140	máximo
Acetato de cellosolve		+	78	420	médio
Acetato de éter monoetílico de etileno glicol (vide acetato de cellosolve)			-	-	-
Acetato de etila			310	1090	mínimo
Acetato de 2-etóxi etila (vide acetato de cellosolve)			-	-	-
Acetileno			Axfixante	simples	-
Acetona			780	1870	mínimo
Acetonitrila			30	55	máximo
Ácido acético			8	20	médio
Ácido cianídrico		+	8	9	máximo
Ácido clorídrico	+		4	5,5	máximo
Ácido crômico (névoa)			-	0,04	máximo
Ácido etanóico (vide ácido acético)			-	-	-
Ácido fluorídrico			2,5	1,5	máximo
Ácido fórmico			4	7	médio
Ácido metanóico (vide ácido fórmico)			-	-	-

					(continua)
Acrilato de metila		+	8	27	máximo
Acrilonitrila		+	16	35	máximo
Álcool isoamílico			78	280	mínimo
Álcool n-butílico	+	+	40	115	máximo
Álcool isobutílico			40	115	médio
Álcool sec-butílico (2-butanol)			115	350	médio
Álcool terc-butílico			78	235	médio
Álcool etílico			780	1480	mínimo
Álcool furfurílico		+	4	15,5	médio
Álcool metil amílico (vide metil isobutil carbinol)			-	-	-
Álcool metílico		+	156	200	máximo
Álcool n-propílico		+	156	390	médio
Álcool isopropílico		+	310	765	médio
Aldeído acético (vide acetaldeído)			-	-	-
Aldeído fórmico (vide formaldeído)			-	-	-
Amônia			20	14	médio
Anidro sulfuroso (vide dióxido de enxofre)			-	-	-
Anilina		+	4	15	máximo
Argônio			Asfixiante	simples	-
Arsina (arsenamina)			0,04	0,16	máximo
Benzene	<i>(Excluído pela Portaria n.º 03, de 10 de março de 1994)</i>				
Brometo de etila			156	695	máximo
Brometo de metila		+	12	47	máximo
Bromo			0,08	0,6	máximo
Bromoetano (vide brometo de etila)			-	-	-
Bromofórmio		+	0,4	4	médio
Bromometano (vide brometo de metila)			-	-	-
1,3 Butadieno			780	1720	médio
n-Butano			470	1090	médio
n-Butano (vide álcool n-butílico)			-	-	-
sec-Butanol (vide álcool sec-butílico)			-	-	-
Butanona (vide metil etil cetona)			-	-	-
1-Butanotiol (vide butil mercaptana)			-	-	-
n-Butilamina	+	+	4	12	máximo
Butil cellosolve		+	39	190	médio
n-Butil mercaptana			0,4	1,2	médio
2-Butóxi etanol (vide butil cellosolve)			-	-	-
Cellosolve (vide 2-etóxi etanol)			-	-	-
Chumbo			-	0,1	máximo
Cianeto de metila (vide acetonitrila)			-	-	-
Cianeto de vinila (vide acrilonitrila)			-	-	-
Cianogênio			8	16	máximo
Ciclohexano			235	820	médio
Ciclohexanol			40	160	máximo
Ciclohexilamina		+	8	32	máximo
Cloreto de carbonila (vide fosgênio)			-	-	-
Cloreto de etila			780	2030	médio

(continua)

Cloreto de fenila (vide cloro benzeno)			-	-	-
Cloreto de metila			78	165	máximo
Cloreto de metileno			156	560	máximo
Cloreto de vinila	+		156	398	máximo
Cloreto de vinilideno			8	31	máximo
Cloro			0,8	2,3	máximo
Clorobenzeno			59	275	médio
Clorobromometano			156	820	máximo
Cloroetano (vide cloreto de etila)			-	-	-
Cloroetílico (vide cloreto de vinila)			-	-	-
Clorodifluometano (freon 22)			780	2730	mínimo
Clorofórmio			20	94	máximo
1-Cloro 1-nitropropano			16	78	máximo
Cloroprene		+	20	70	máximo
Cumeno		+	39	190	máximo
Decaborano		+	0,04	0,25	máximo
Demeton		+	0,008	0,08	máximo
Diamina (vide hidrazina)			-	-	-
Diborano			0,08	0,08	máximo
1,2-Dibromoetano		+	16	110	médio
o-Diclorobenzeno			39	235	máximo
Diclorodifluormetano (freon 12)	+		780	3860	mínimo
1,1 Dicloroetano			156	640	médio
1,2 Dicloroetano			39	156	máximo
1,1 Dicloretileno (vide cloreto de vinilideno)			-	-	-
1,2 Dicloroetileno			155	615	médio
Diclorometano (vide cloreto de metilino)			-	-	-
1,1 Dicloro-1-nitroetano	+		8	47	máximo
1,2 Dicloropropano			59	275	máximo
Diclorotetrafluoretano (freon 114)			780	5460	mínimo
Dietil amina			20	59	médio
Dietil éter (vide éter etílico)			-	-	-
2,4 Diisocianato de tolueno (TDI)	+		0,016	0,11	máximo
Diisopropilamina		+	4	16	máximo
Dimetilacetamida		+	8	28	máximo
Dimetilamina			8	14	médio
Dimetiformamida			8	24	médio
l,l Dimetil hidrazina		+	0,4	0,8	máximo
Dióxido de carbono			3900	7020	mínimo
Dióxido de cloro			0,08	0,25	máximo
Dióxido de enxofre			4	10	máximo
Dióxido de nitrogênio	+		4	7	máximo
Dissulfeto de carbono		+	16	47	máximo
Estibina			0,08	0,4	máximo
Estireno			78	328	médio
Etanol (vide acetaldeído)			-	-	-
Etano			Asfixiante	simples	-
Etanol (vide etílico)			-	-	-
Etanotiol (vide etil mercaptana)			-	-	-
Éter decloroetílico		+	4	24	máximo

					(continua)	
Éter etílico			310	940	médio	
Éter monobutílico do etileno glicol (vide butil cellosolve)			-	-	-	
Éter monoetílico do etileno glicol (vide cellosolve)			-	-	-	
Éter monometílico do etileno glicol (vide metil cellosolve)			-	-	-	
Etilamina			8	14	máximo	
Etilbenzeno			78	340	médio	
Etileno			Asfixiante	simples	-	
Etilenoimina		+	0,4	0,8	máximo	
Etil mercaptana			0,4	0,8	médio	
n-Etil morfolina		+	16	74	médio	
2-Etoxietanol		+	78	290	médio	
Fenol		+	4	15	máximo	
Fluortriclorometano (freon 11)			780	4370	médio	
Formaldeído (formol)		+	1,6	2,3	máximo	
Fosfina (fosfamina)			0,23	0,3	máximo	
Fosgênio			0,08	0,3	máximo	
Freon 11 (vide flortriclorometano)			-	-	-	
Freon 12 (vide diclorodiflormetano)			-	-	-	
Freon 22 (vide clorodifluormetano)			-	-	-	
Freon 113 (vide 1,1,2, tricloro-1,2,2trifluoretano)			-	-	-	
Freon 114 (vide dechlorotetrafloretano)			-	-	-	
Gás amoníaco (vide amônia)			-	-	-	
Gás carbônico (vide dióxido de carbono)			-	-	-	
Gás cianídrico (vide ácido cianídrico)			-	-	-	
Gás clorídrico (vide ácido clorídrico)			-	-	-	
Gás sulfídrico			8	12	máximo	
Hélio			Asfixiante	simples	-	
Hidrazina		+	0,08	0,08	máximo	
Hidreto de antimônio (vide estibina)			-	-	-	
Hidrogênio			Asfixiante	simples	-	
Isobutanol (vide álcool isobutílico)			-	-	-	
Isopropilamina			4	9,5	médio	
Isopropil benzeno (vide cumeno)			-	-	-	
Mercúrio (todas as formas exceto orgânicas)			-	0,04	máximo	
Metacrilato de metila			78	320	mínimo	
Metano			Asfixiante	simples	-	
Metanol (vide álcool metílico)			-	-	-	
Metilamina			8	9,5	máximo	
Metil cellosolve		+	20	60	máximo	
Metil ciclohexanol			39	180	médio	
Metilclorofórmio			275	1480	médio	
Metil demeton		+	-	0,4	máximo	
metil etil cetona			155	460	médio	
Metil isobutilcarbinol		+	20	78	máximo	
Metil mercaptana (metanotiol)			0,04	0,8	médio	
2-Metoxi etanol (vide metil cellosolve)			-	-	-	
Monometil hidrazina		+	+	0,16	0,27	máximo

					(conclusão)
Monóxido de carbono			39	43	máximo
Negro de fumo ⁽¹⁾				3,5	máximo
Neônio			Asfixiante	simples	-
Níquel carbonila (níquel tetracarbonila)			0,04	0,28	máximo
Nitrato de n-propila			20	85	máximo
Nitroetano			78	245	médio
Nitrometano			78	195	máximo
1 - Nitropropano			20	70	médio
2 - Nitropropano			20	70	médio
Óxido de etileno			39	70	maximo
Óxido nítrico (NO)			20	23	máximo
Óxido nitroso (N ₂ O)			Asfixiante	simples	-
Ozona			0,08	0,16	máximo
Pentaborano			0,004	0,008	máximo
n-Pentano		+	470	1400	mínimo
Percloroetileno			78	525	médio
Piridina			4	12	médio
n-propano			Asfixiante	simples	-
n-Propanol (vide álcool n-propílico)			-	-	-
iso-Propanol (vide álcool isopropílico)			-	-	-
Propanona (vide acetona)			-	-	-
Propileno			Asfixiante	simples	-
Propileno imina		+	1,6	4	máximo
Sulfato de dimetila	+	+	0,08	0,4	máximo
Sulfeto de hidrogênio (vide gás sulfídrico)			-	-	-
Systox (vide demeton)			-	-	-
1,1,2,2,Tetrabromoetano			0,8	11	médio
Tetracloreto de carbono		+	8	50	máximo
Tetracloroetano		+	4	27	máximo
Tetracloroetileno (vide percloroetileno)			-	-	-
Tetrahidrofurano			156	460	máximo
Tolueno (toluol)		+	78	290	médio
Tolueno-2,4-diisocianato (TDI) (vide 2,4 diisocianato de tolueno)			-	-	-
Tribromometano (vide bromofórmio)			-	-	-
Tricloreto de vinila (vide 1,1,2 tricloroetano)			-	-	-
1,1,1 Tricloroetano (vide metil clorofórmio)			-	-	-
1,1,2 Tricloroetano		+	8	35	médio
Tricloroetileno			78	420	máximo
Triclorometano (vide clorofórmio)			-	-	-
1,2,3 Tricloropropano			40	235	máximo
1,1,2 Tricloro-1,2,2 trifluoretano			780	5930	médio
Trietilamina			20	78	máximo
Trifluoromonobromometano			780	4760	médio
Vinibenzeno (vide estireno)			-	-	-
Xileno (xilol)			78	340	médio

* ppm - partes de vapor ou gás por milhão de partes de ar contaminado. ** mg/m³ - miligramas por metro cúbico de ar.

Fonte: Manual de Legislação Atlas, pag. 298

2.5 VENTILAÇÃO

Diversas formas de sistemas de ventilação são disponíveis no mercado, o objetivo desse trabalho é a renovação do ar em Ambientes Confinados, portanto o foco deve ser ventilação forçada por exaustão ou insuflação ou ainda a combinação de ambas.

Os acidentes com alta taxa de gravidade em Espaços Confinados, em sua maioria, estão relacionados a falta de monitoramento ou ventilação do local, portanto é de grande importância os sistemas de ventilação aplicados aos espaços confinados, existem duas formas básicas para ventilação forçada, a de exaustão e insuflação que será comentada a seguir. Uma boa ventilação deve garantir que a corrente de ar flua continuamente no ambiente confinado de forma a neutralizar os agentes contaminantes existentes no mesmo, a ventilação forçada apresenta maior eficiência para este fim podendo ser a aplicação de ventiladores centrífugos a melhor solução (GUIA TÉCNICO NR 33, pag. 72).

As recomendações, para que uma boa ventilação seja aplicada, dependem de análise das condições locais, bem como de conhecimento técnico a respeito do equipamento utilizado, a seguir tem-se algumas recomendações do GUIA TÉCNICO DA NR-33 comentadas a seguir:

- Traçar uma estratégia para ventilar o espaço confinado, verificando os pontos de tomada e descarte do ar, evitando a contaminação acidental do ambiente;
- Utilizar-se de combinação insuflação/exaustão para maior eficiência em espaços confinados com mais de um acesso, esse processo será mais eficiente para a renovação do ar;
- Atentar para a densidade dos contaminantes afim de remover de forma cruzada, ou seja, o material contaminado saindo em corrente diferente da entrada de ar respirável no sistema;
- O ar captado para renovação no espaço confinado não deve ser de fontes poluídas;
- Para espaços confinados com potencial risco de inflamabilidade por agentes contaminantes, devemos aplicar equipamentos intrinsecamente seguros, bem como atentar para o risco de eletricidade estática nos casos de remoção de

- poeiras ou outras fontes abrasivas, providenciando a instalação de aterramento local;
- As energias perigosas constantes do sistema deverão ser controladas através de bloqueios e etiquetagem (lock-out & tag-out), conforme procedimento de Permissão de Entrada e Trabalho;
 - A purga em espaços confinados deverá ser feita com gases inertes ou vapor, porém essa medida implica na condição IPVS (imediatamente perigoso a vida e saúde), do ambiente confinado, sendo necessário o uso de máscara autônoma para atividades no local;
 - O equipamento de ventilação deverá ser instalado de forma mais linear possível evitando assim a perda de carga por curvas nos mangotes ou comprimentos desnecessários, o sentido de rotação do conjunto motor/ventilador deve ser observado verificando recomendações do fabricante;
 - A abertura de acesso ao espaço confinado, uma ou mais, determina a instalação dos equipamentos, pois o fluxo de ar de passagem depende dessas aberturas, assim a correta escolha colabora para aumento de eficiência do sistema de renovação de ar aplicado no local, também sua área deve ser verificada para que os trabalhadores possam acessar de forma segura o posto de trabalho;
 - Atividades que possam causar mudança de condição no interior do espaço confinado requerem grande atenção, como exemplo, trabalhos de solda gerando gases perigosos, motores a combustão consumindo oxigênio e gerando monóxido de carbono, pinturas e outras atividades;
 - Os gases removidos do espaço confinado não devem ser descartados em locais com outras atividades, e;
 - Independentemente de instaladas medidas de segurança como sistemas de ventilação, obrigatoriamente deverá ser feita monitoração do ambiente de forma sistemática, ou quando da mudança de qualquer condição no interior do espaço confinado que possa causar risco aos trabalhadores.

Segundo o GUIA TÉCNICO DA NR-33 existem diversas formas de instalação de equipamentos para renovação do ar em sistemas ou ambientes confinados, dentre essas destacam-se:

- Ventilação de Gases Mais Pesados que o Ar por Exaustão, conforme Figura 03,
- Ventilação de Gases Mais leves que o Ar por Exaustão, conforme Figura 04,
- Ventilação por Exaustão Correção de Curto-Circuito de Ar, conforme Figura 05,
- Ventilação por Exaustão Correção de Curto-Circuito de Ar, conforme Figura 06,
- Ventilação por Insuflação, conforme Figura 07, e;
- Ventilação por Insuflação com aberturas adicionais, conforme Figura 06.

No sistema de ventilação de gases mais pesados que o ar por exaustão, ocorre a remoção do ar contaminado por pressão negativa no interior do espaço confinado, fazendo com que o ar seja direcionado para o exterior através de duto condutor.

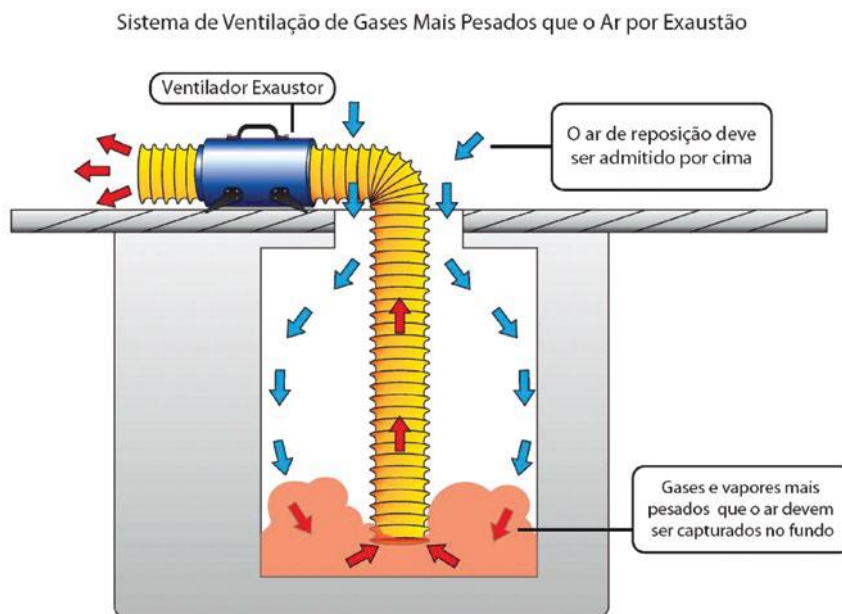


Figura 03 – Ventilação de Gases mais Pesados que o Ar por Exaustão
 Fonte: GUIA TÉCNICO NR33, pag. 77

A exaustão de gases mais leves que o ar, ocorre pelo arraste do ar contaminado e admissão de ar puro por entradas mais próximas a menor cota do

ambiente. Deve-se observar o local de descarte do equipamento afim de evitar o retorno de contaminantes.

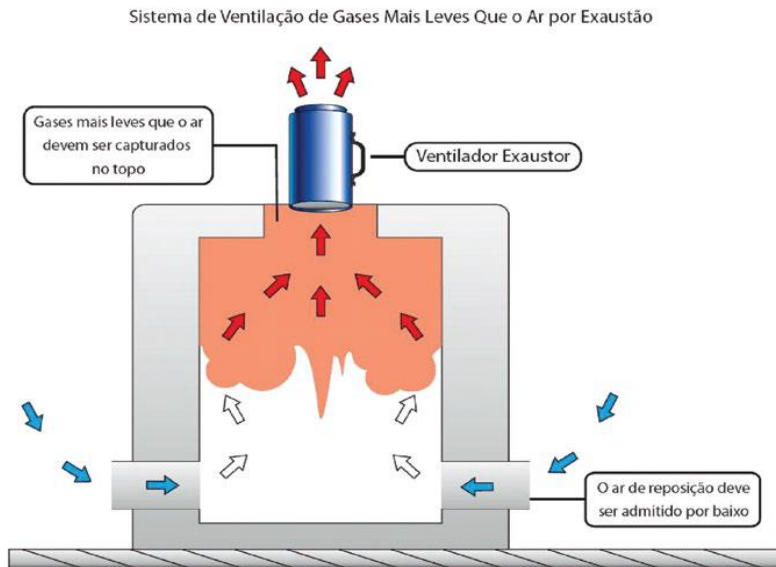


Figura 04: Ventilação de Gases mais Leves que o Ar por Exaustão

Fonte: GUIA TÉCNICO NR33, pag. 77

Os exaustores com duto para coleta no local de contaminação, tem grande eficiência em volumes pequenos, devido sua especificidade devemos observar o ponto de maior incidência do contaminante.

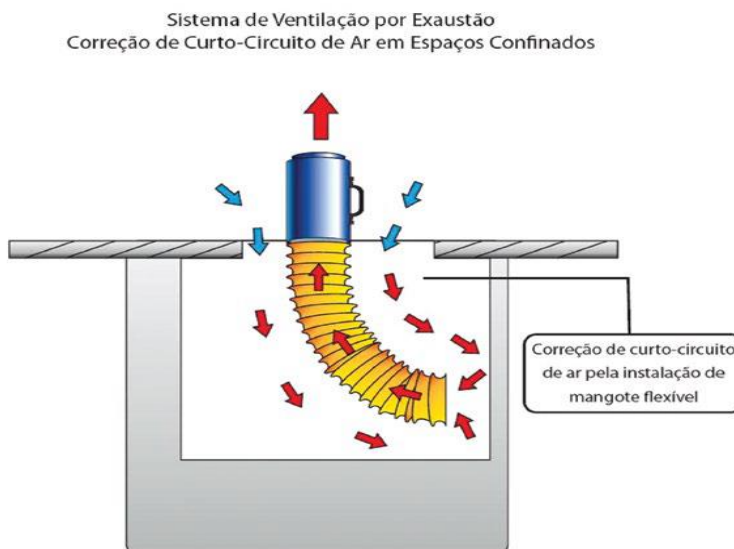


Figura 05: Ventilação por Exaustão Correção de Curto-Circuito de Ar

Fonte: GUIA TÉCNICO NR33, pag. 78

O sistema de correção de curto-circuito de ar em espaços confinados com admissão de ar externo, promove a passagem do ar renovado de forma rápida,

porém deve-se observar a possibilidade de caminhos preferenciais, onde pontos no interior do ambiente podem reter atmosfera contaminada.

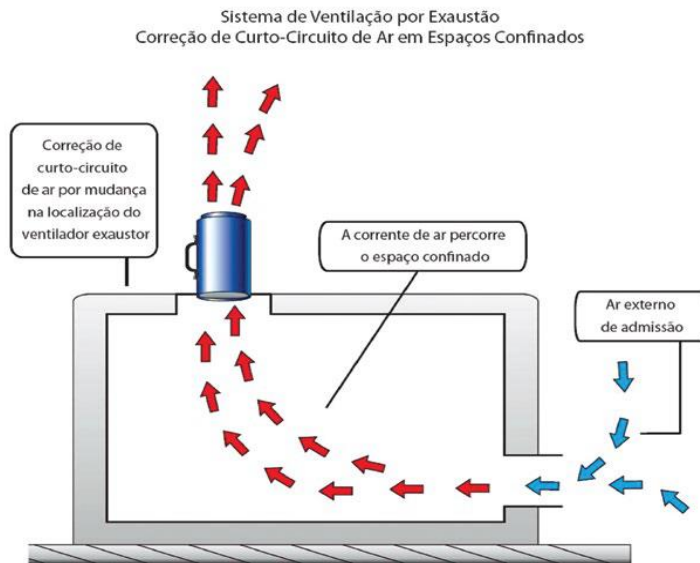


Figura 06: Ventilação por Exaustão Correção de Curto-Circuito de Ar

Fonte: GUIA TÉCNICO NR33, pag. 78

O método de insuflação ou ventilação local diluidora consiste na injeção de ar ao ambiente empurrando a atmosfera contaminada para fora, o duto externo deve manter-se afastado do ponto de saída evitando um circuito fechado com o contaminante.

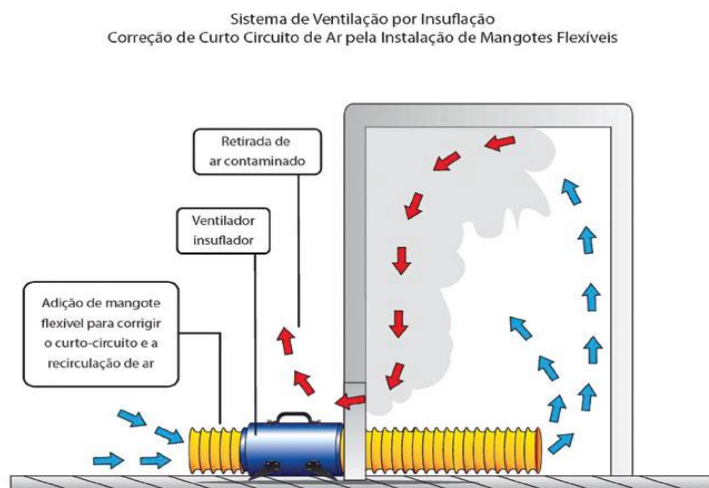


Figura 07: Ventilação por Insuflação

Fonte: GUIA TÉCNICO NR33, pag. 80

O sistema de insuflação com abertura adicional, aplica pressão positiva, diluindo o ar da atmosfera do espaço confinado, expulsando o ar contaminado através de saídas do ambiente, deve-se considerar a vazão do equipamento para satisfazer o volume do espaço confinado.

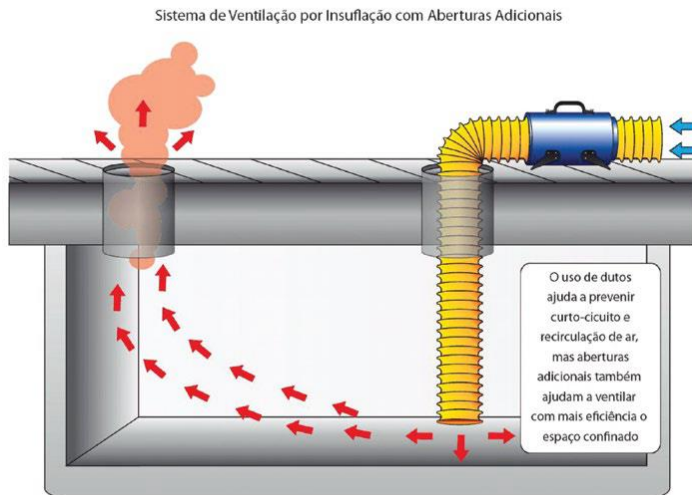


Figura 08: Ventilação por Insuflação com aberturas adicionais

Fonte: GUIA TÉCNICO NR33, pag. 81

2.6 LIMITAÇÕES DESTE TRABALHO

Este trabalho tem por fim principal o estudo da ventilação em espaços confinados, com uso de exaustores ou insufladores, portanto deve ser considerado algumas restrições quanto a sua aplicação:

- Ambiente não explosivo, os equipamentos ora utilizados durante a validação não contemplavam atmosfera explosiva;
- Uso estritamente civil;
- Não aplicável em locais inundados, e;
- Silos e armazéns de grãos ou particulados, requerem equipamentos específicos, devido geração de energia estática e risco de explosividade.

3 METODOLOGIA

Para validação deste trabalho será aplicado uma forma teórica de cálculo envolvendo variáveis de volume, tempo, número de renovações, concentrações, com intuito de comparar de forma direta o resultado obtido na prática.

3.1 APLICAÇÃO TEÓRICA DE CÁLCULO DE RENOVAÇÃO DE AR EM AMBIENTE CONFINADO

Os cálculos a seguir serão orientados conforme consta no GUIA TÉCNICO NR-33, para tanto segue relação de variáveis e fórmula aplicada, onde a vazão necessária para renovação do ar no ambiente é igual ao produto do número de renovações por hora recomendado pelo volume do espaço confinado:

$$Q = n \times V \quad (01)$$

Q = Vazão necessária para renovação do ar no ambiente (m³/h)

n = Número de renovações por hora recomendado (ren/h)

V = Volume (m³)

O número de renovações de ar recomendadas para espaços confinados, segundo indicação de MCManus, está descrito na tabela a seguir.

Tabela 09: Recomendações de Trocas de Ar para Ventilação em Espaço Confinado

Trocas de ar recomendadas por hora	Redução do contaminante	Condições
10	10 – 100x	Mistura bem realizada e Liberação de contaminante desprezível
20-30	10 – 100x	Mistura pobre ou Liberação de contaminante significativa
30-60	10 – 100x	Mistura pobre e Liberação de contaminante significativa
60-100		Movimento do ar desprezível e Alta liberação de contaminante

Fonte: GUIA TÉCNICO NR33, pag. 76

3.2 DESCRIÇÃO DO ESPAÇO CONFINADO

O espaço confinado objeto deste estudo pode ser descrito como:

Trata-se de um local adequado a treinamentos disponibilizado pela RESGATE BRASIL, afim de desenvolvimento desse trabalho, sendo um espaço retangular com medidas de 1,6mX2,00mX2,00m (altura X largura X comprimento) conforme Figura 09, seu acesso tem área de 0,36 m² (0,6m X 0,6m) conforme Figura 10, não possui iluminação artificial, todo seu volume é composto por aço com acessos secundários, fechados para o experimento.

Para efeito de cálculos teóricos será considerado a pior situação citada na Tabela 09 como baixa movimentação de ar e alta liberação de contaminante, portanto o ar deverá ser renovado entre 60 a 100 vezes por hora.

Desenvolvendo os cálculos temos:

$$Q = n \times V \quad (01)$$

$$Q = 60 \times (1,6 \times 2,00 \times 2,00)$$

$$Q = 60 \times 6,40$$

$$Q = 384 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (sendo esta a pior situação admissível)}$$

$$Q = n \times V \quad (01)$$

$$Q = 100 \times (1,6 \times 2,00 \times 2,00)$$

$$Q = 100 \times 6,40$$

$$Q = 640 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (sendo esta a melhor situação admissível)}$$

Portanto considerando as condições teóricas de cálculo será necessário um conjunto de ventilação forçada por exaustão com capacidade de vazão superior a 384 m³/h.



Figura 09 Espaço Confinado
Fonte: O Próprio Autor, (2018)



Figura 10 Acesso do Espaço Confinado

Fonte: O Próprio Autor, (2018)

3.3 EXPERIMENTAÇÃO

O equipamento de ventilação adotado para este experimento foi SD MODELO SD-S20, ilustrado na Figura 11, tem como especificação técnica:

- Vazão de trabalho 25/35 m³/min ou 1500/2100 m³/h
- Diâmetro 200 mm
- Potência do motor 150/200 W
- Tensão do motor AC 220/240 V
- Frequência do motor 50/60 Hz
- Pressão 250/420 Pa



Figura 11: Exaustor SD modelo SD-20

Fonte: O Próprio Autor, (2018)

A instalação do equipamento seguiu orientações do catálogo do fabricante, sendo optado por sistema de exaustão com duto de condução conforme Figura 05.

Inicialmente foi realizada medição de contaminantes com o medidor de gases da BW Technologies, modelo Gás Alert Max XTII, Nº de série MA210-024068, equipamento ilustrado na Figura 12, e dados de calibração em anexos, constatado atmosfera livre de contaminantes e com nível de oxigênio conforme descrito no Quadro 01.

Para fim do estudo foi adicionado ao espaço confinado um volume de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), com auxílio de um maçarico, causando a contaminação do ambiente, para que através do processo de ventilação forçada, possa ser descontaminado com uso do exaustor já observado na Figura 11.

A segunda etapa do ensaio consiste em reduzir a concentração de oxigênio através da queima do GLP no interior do espaço confinado, também dessa forma, a concentração de Gás Carbônico foi alterada e medida para composição do Quadro 02.

Durante o processo de descontaminação foram feitas medições de gases por período de 60 segundos, afim de acompanhar a eficiência do sistema, conforme Quadro 01, como a necessidade de renovação do ar é de 100 vezes por hora, foi fracionado em 15 minutos na razão de 25 vezes no volume do espaço confinado, sendo que ao final deste tempo foi feito medição para conclusão desta prática.



Figura 12 Medidor de gases Gás Alert Max XTII

Fonte: O Próprio Autor, (2018)

4 RESULTADOS

Os resultados obtidos durante o ensaio estão descritos nos Quadros 01 e 02, sendo respectivamente contaminação com GLP e atmosfera pobre em oxigênio.

Foi observado a variação de monóxido de carbono durante o experimento, essa variação mostra de forma mais acentuada o declínio de contaminantes na atmosfera do ambiente confinado, portanto foram relacionados seus valores no Quadro 02, para posterior visualização de forma gráfica.

Segue abaixo os Quadros 01 e 02 com os valores medidos de forma prática:

CONTAMINANTE	0 min.	01 min.	02 min.	03 min	04 min.	05 min.	10 min.	15 min.
Oxigênio (%)	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9
Explosividade (%)	20	20	19	17	15	11	10	0

Quadro 01 Atmosfera contaminada com GLP

Fonte: o próprio autor

Os resultados da etapa de descontaminação do GLP, demonstram a redução de teor de gás GLP no interior do ambiente confinado. Conforme índices de LIE (Limite Inferior de Explosividade) com valor aproximado a 1,8% e LSE (Limite Superior de Explosividade) com valor próximo a 9,0% (Fundacentro, Segurança com Gás Liquefeito de Petróleo pag. O5), verifica-se que durante um período de doze minutos o equipamento de exaustão removeu o contaminante, entrando em condição crítica de explosividade, 9% de contaminação. A partir do tempo de doze minutos a atmosfera decai rapidamente chegando a condição de segurança no momento de tempo igual a 14 minutos, onde o volume de GLP chega a 1,8%, conforme Figura 15, sendo esta uma secção da Figura 14 com o intervalo de risco de explosividade do GLP, que se encontra representado na Figura 13.

Os índices de oxigênio não apresentaram mudança durante essa etapa, o volume de 6,4 m³ do espaço confinado, antes do início da contaminação, continha 20,9% de oxigênio ou seja 1,34 m³ de oxigênio, como citado na metodologia foi aplicada uma fração de 15 minutos para os ensaios, dessa forma o volume do gás injetado não superou oxigênio do ambiente, sendo comprovado através da leitura do equipamento Medidor de gases Gás Alert Max XTII, descrito na primeira linha do

Quadro 01, com valor de 20,9% de oxigênio durante os 15 minutos do processo de exaustão.

Tipo de Composto	LIE	LSE
Gás Natural	5,60%	15%
Metano	5%	15%
GLP	1,80%	9%
Gasolina	1,40%	7,60%
Alcool Etílico	3,30%	19%
Butano	1,50%	8,50%
Acetona	2,60%	12,80%
Amônia	16%	25%
Óxido de Etileno	3%	100%
Sulfeto de Hidrogênio	4,30%	46%
Hidrogênio	4%	75%

Figura 13: Limites de explosividade de inflamáveis

Fonte: Bombeiros Waldo, (2018)

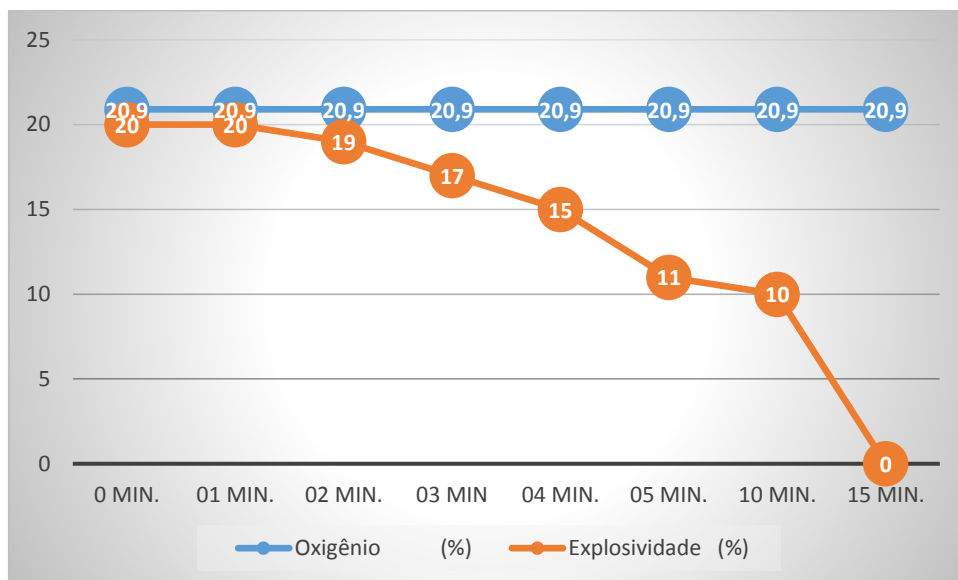


Figura 14: Explosividade contaminação com GLP

Fonte: O próprio Autor, (2018)

Na Figura 14, estão representados os índices de oxigênio e explosividade do espaço confinado durante o período de exaustão da atmosfera contaminada, para o ensaio

de remoção por exaustão. Nota-se que o ambiente foi inertizado após o período de 15 minutos, com a leitura dos valores do Medidor de Gases. Para melhor visualização do intervalo de Limite Inferior de Explosividade (LIE) e Limite Superior de Explosividade (LSE), está selecionado na Figura 15 o intervalo referente a condição de concentração de gás GLP, no volume do espaço confinado, com potencial de causar explosão.

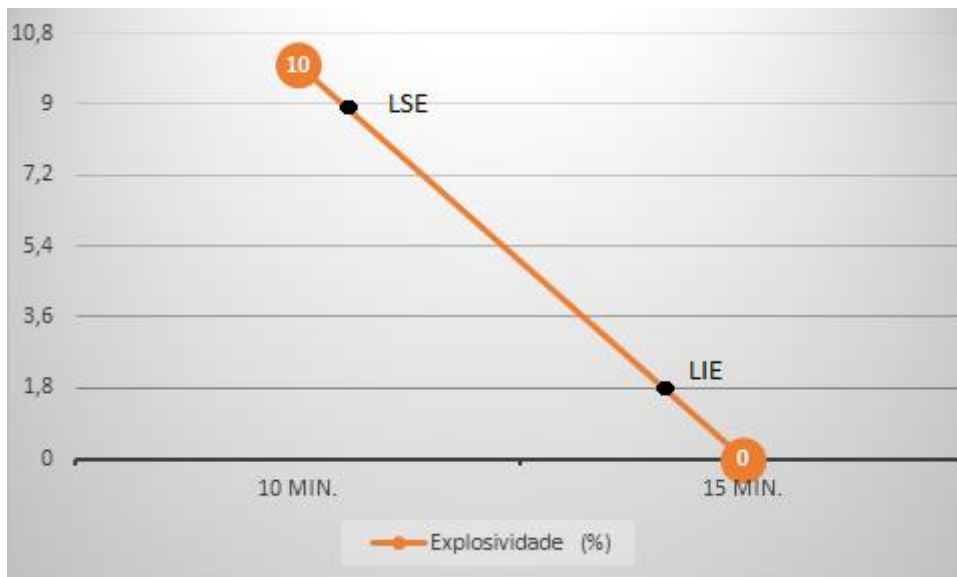


Figura 15: Secção da Figura 14 com LIE e LSE do GLP

Fonte: O Próprio Autor, (2018)

A segunda fase do ensaio consiste em verificar através da medição de oxigênio e monóxido de carbono no ambiente confinado a eficiência do sistema de exaustão como forma complementar a primeira fase.

CONTAMINANTE	0 min.	01 min.	02 min.	03 min	04 min.	05 min.	10 min.	15 min.
Oxigênio (%)	17,5	17,5	17,6	17,7	18,0	20,3	20,9	20,9
CO (ppm)	470	380	378	285	251	168	134	0

Quadro 02 Atmosfera pobre em Oxigênio

Fonte: O Próprio Autor, (2018)

Os valores encontrados no Quadro 02 demonstram a renovação da atmosfera, os níveis de oxigênio foram reduzidos através da queima de combustível

(GLP) no interior do Espaço confinado, a primeira medição indicou atmosfera pobre em oxigênio, considerando-se os valores citados na Norma Regulamentadora 33.

“Deficiência de Oxigênio: atmosfera contendo menos de 20,9 % de oxigênio em volume na pressão atmosférica normal, a não ser que a redução do percentual seja devidamente monitorada e controlada.”

(BRASIL, 2016)

O exaustor operou continuamente durante 10 minutos sendo neste momento a primeira medição de oxigênio considerada apta pela NR 33 com valor de 20,9% em oxigênio no volume do espaço confinado, demonstrado na Figura 16.

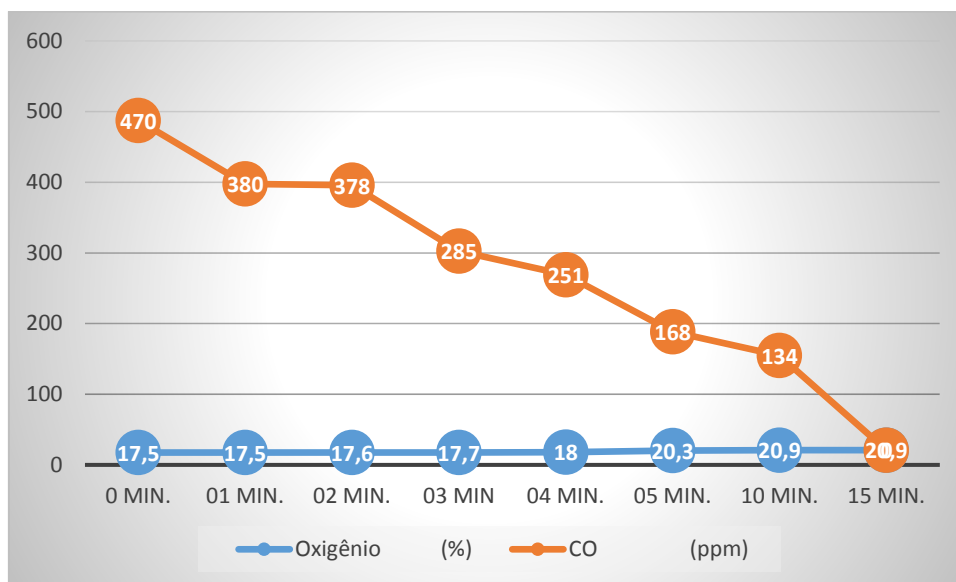


Figura 16 Atmosfera pobre em Oxigênio

A queima de gás GLP no interior do ambiente confinado gerou CO (monóxido de carbono), sua concentração foi medida durante o ensaio, nota-se um índice muito alto para essa substância visto que sua concentração máxima é 39 ppm (partes por milhão), segundo a Tabela 09 pag. 34 que é referência da NR 33 (BRASIL, 2016).

Na figura 17 está selecionado o intervalo de redução da concentração de monóxido de carbono (CO), entre os períodos de 10 minutos e 15 minutos, esse intervalo apresenta o índice recomendado pela NR 33 (BRASIL, 2016), portanto o sistema de exaustão operou durante um período aproximado de 14 minutos para satisfazer as condições de segurança no ambiente confinado.

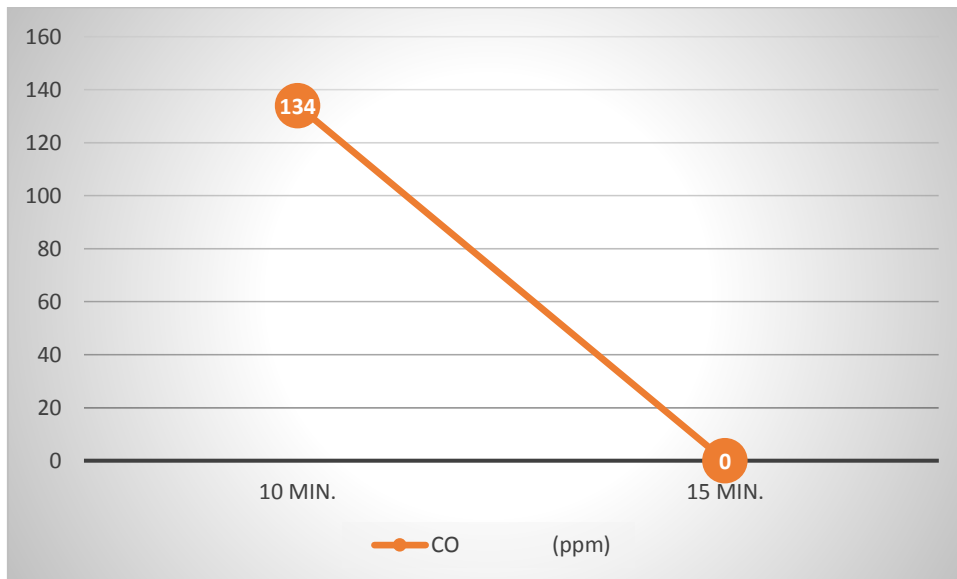


Figura 17: Secção da Figura 16 variável CO

Fonte: O Próprio Autor, (2018)

4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Conforme verificado em termos teóricos e práticos os resultados remetem a uma análise descrita a seguir.

Através dos dados teóricos de valores pré-estabelecidos e variáveis do sistema, o resultado é compatível com o esperado pelo uso do equipamento, ou seja, o exaustor aplicado atende o volume de ar a ser removido do espaço confinado e os cálculos demonstram isso. Os cálculos de renovação de ar no espaço confinado indicam a necessidade de um exaustor com capacidade de vazão superior a 384 m³/h, para 60 renovações de ar no ambiente confinado e 640 m³/h para 100 renovações de ar no espaço confinado, portanto o equipamento escolhido para o ensaio, com vazão de 1500 m³/h (conectado em rede elétrica 220V/60Hz), atende a necessidade calculada para este ambiente confinado.

A atividade prática foi desenvolvida de forma a validar os resultados esperados pela teoria, respeitando os limites de equipamento e considerando as condições do local de treinamento escolhido para este fim, então através das

medições registradas no Quadro 01, pode-se notar a evolução na descontaminação do ambiente confinado, podendo ser visualizado na projeção da Figura 14, através da redução de gás GLP no interior do ambiente confinado conforme linha do gráfico de explosividade. Como citado foi plotado os índices de CO (monóxido de carbono) com intuito de evidenciar o objetivo de remover os contaminantes do espaço confinado, resultando em total inexistência de contaminantes ao final do período de ensaio, como verificado na Figura 16, os valores de oxigênio no início das medições da segunda fase mostram que o ambiente confinado tem deficiência de oxigênio e com o sistema de exaustão, normaliza-se em 20,9% próximo de 10 minutos.

Os dados finais mostram que o sistema escolhido para descontaminar o ambiente confinado, atendeu as expectativas, corroborando com os cálculos apresentados neste trabalho.

5 CONCLUSÃO

Os desenvolvimentos de atividade prática para validação deste trabalho, com auxílio da teoria envolvida, demonstraram efetividade na aplicação dos recursos de ventilação mecânica para renovação de atmosferas em ambientes confinados. Conforme os resultados, pode-se concluir que o ambiente foi, de forma gradativa, adequado as condições normativas.

A teoria aplicada atende de forma abrangente as necessidades dos diversos espaços confinados existentes, o comparativo com a tabela de Renovações de Trocas de Ar para Ventilação em Espaços Confinados e o cálculo de vazão para o equipamento têm forma simples o que facilitam as atividades diárias.

A realização da prática demonstrou que a relação entre os cálculos e situação real são compatíveis, assim sendo o objetivo de demonstrar essa correlação foi mensurada, satisfazendo e atendendo os padrões de segurança para espaços confinados. Como sugestão de melhoria no sistema, pode-se fazer verificações de regiões onde haja dificuldade na circulação do ar de ventilação ou exaustão com intuito de identificar possíveis caminhos preferenciais na corrente de ar, podendo ser instaladas aletas direcionais que proporcionem uma retirada ou diluição de contaminantes do espaço confinado com maior eficiência.

O desenvolvimento desse trabalho colabora para futuras pesquisas no assunto, compondo um material mais abrangente para continua melhoria dos sistemas de segurança para Espaços Confinados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 14787 (2001). Disponível em:

http://ftp.feq.ufu.br/Luis_Claudio/NR_Seguran%C3%A7a_Mec2007/Incoming/NBR%2014787%20-%20Espa%C3%83%C2%A7o%20Confinado.PDF. Acesso em 28/03/18

BARSANO, Paulo Roberto. **Segurança do Trabalho Guia Prático e Didático**. São Paulo – Editora Érica Ltda, 2013

BOMBEIROS Waldo. Disponível em:

https://www.google.com.br/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja uact=8&ved=2ahUKEwj_oebp0tbbAhVKDpAKHS9IBNsQjRx6BAgBEAU&url=http%3A%2F%2Fbombeiroswaldo.blogspot.com%2F2016%2F11%2F&psig=AOvVaw0tLSS ePPcZH00v5IbERALA&ust=1529185668064208

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-33 – Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados**. Manual de Legislação Atlas 77ª Edição, São Paulo: Atlas. 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-7 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO**. Manual de Legislação Atlas 77ª Edição, São Paulo: Atlas. 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-15 – Atividades e Operações Insalubres**. Manual de Legislação Atlas 77ª Edição, São Paulo: Atlas. 2016.

EQUIPAMENTOS de Segurança Individual. Disponível em:

<http://marianekarolayne.blogspot.com.br/2014/12/o-que-e-um-epc-equipamento-de-protecao.html> Acesso 28/03/18.

FILHO, Antonio Carlos Peixoto. **Espaço Confinado: Estudo Sobre Riscos Inerentes Na Indústria do Petróleo**. Monografia (Dissertação em Especialista Engenheiro de Campo SMS) – Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, 2015.

FUNDACENTRO, **Espaços Confinados – Livro do Trabalhador**. Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/biblioteca-digital/publicacao/detalhe/2012/9/espacos-confinados-livro-do-trabalhador>. Acesso em 28/03/18.

GARCIA, Sergio Augusto Letizia; Neto, Francisco Kulcsar. **GUIA TÉCNICO NR33**. Brasília/DF - SIT/DSST/CGNOR SIT/DSST/CGNOR, 04/2013.

GESTÃO de segurança. Disponível em: <https://www.gestaodesegurancaprivada.com.br/wp-content/uploads/epi.jpg>
Acesso em 28/03/18 14:02h

GLOBALTECH. **Segurança do trabalho**. Porto Alegre, Globaltech, 2006. Mídia CD ROM.

CMANUS, Nelson. **Safet and health in confined spaces**. Boca Raton: CRC,1998

MICHEL, Oswaldo. **Controle do uso de Produtos Perigosos Causadores de Dependência e Lesões Entre os Trabalhadores**. São Paulo – LTr, 2001.

MORAES JR., Palasio de. **Regras Básicas de segurança para trabalhos de corte e solda**. Disponível em : http://www.segurancaetrabalho.com.br/download_2/regras-basicas-de-seguranca-para-trabalhos-com-corte-e-solda.doc. Acesso em 02/05/2018 16:00

NIOSH, National Institute for Occupational Safety and Health. **A Guide to Safety in Confined Spaces.1987**. Disponível em: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/87-113/>. Acesso em: 03/05/2018 20:03.

OSHA. U.S. **Department of Labor Occupational Safety & Health Administration. Confined Spaces.** Washington, 2005.

VIEIRA, Sebastião Ivone. **Manual de Saúde e Segurança do Trabalho.** São Paulo – Ltr, 2008.

REVISTA BQ. Revista Banas Qualidade – **Segurança, Espaços Confinados.**
Disponível em: http://revistas.banasqualidade.com.br/BQ_298/index.html#88.
Acesso em 02/05/2018 16:09

ANEXOS

NR-33 SEGURANÇA E SAÚDE NOS TRABALHOS EM ESPAÇOS CONFINADOS Publicação D.O.U.

Portaria GM n.º 202, 22 de dezembro de 2006 27/12/06

33.1 Objetivo e Definição

33.1.1 Esta Norma tem como objetivo estabelecer os requisitos mínimos para identificação de espaços confinados e o reconhecimento, avaliação, monitoramento e controle dos riscos existentes, de forma a garantir permanentemente a segurança e saúde dos trabalhadores que interagem direta ou indiretamente nestes espaços.

33.1.2 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.

33.2 Das Responsabilidades

33.2.1 Cabe ao Empregador:

- a) indicar formalmente o responsável técnico pelo cumprimento desta norma;
- b) identificar os espaços confinados existentes no estabelecimento;
- c) identificar os riscos específicos de cada espaço confinado;
- d) implementar a gestão em segurança e saúde no trabalho em espaços confinados, por medidas técnicas de prevenção, administrativas, pessoais e de emergência e salvamento, de forma a garantir permanentemente ambientes com condições adequadas de trabalho;
- e) garantir a capacitação continuada dos trabalhadores sobre os riscos, as medidas de controle, de emergência e salvamento em espaços confinados;
- f) garantir que o acesso ao espaço confinado somente ocorra após a emissão, por escrito, da Permissão de Entrada e Trabalho, conforme modelo constante no anexo II desta NR;
- g) fornecer às empresas contratadas informações sobre os riscos nas áreas onde desenvolverão suas atividades e exigir a capacitação de seus trabalhadores;
- h) acompanhar a implementação das medidas de segurança e saúde dos trabalhadores das empresas contratadas provendo os meios e condições para que eles possam atuar em conformidade com esta NR;
- i) interromper todo e qualquer tipo de trabalho em caso de suspeição de condição de risco grave e iminente, procedendo ao imediato abandono do local; e
- j) garantir informações atualizadas sobre os riscos e medidas de controle antes de cada acesso aos espaços confinados.

33.2.2 Cabe aos Trabalhadores:

- a) colaborar com a empresa no cumprimento desta NR;
- b) utilizar adequadamente os meios e equipamentos fornecidos pela empresa;
- c) comunicar ao Vigia e ao Supervisor de Entrada as situações de risco para sua segurança e saúde ou de terceiros, que sejam do seu conhecimento; e

d) cumprir os procedimentos e orientações recebidos nos treinamentos com relação aos espaços confinados.

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 trabalho em espaços confinados.

33.3.2 Medidas técnicas de prevenção:

- a) identificar, isolar e sinalizar os espaços confinados para evitar a entrada de pessoas não autorizadas;
- b) antecipar e reconhecer os riscos nos espaços confinados;
- c) proceder à avaliação e controle dos riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e mecânicos;
- d) prever a implantação de travas, bloqueios, alívio, lacre e etiquetagem;
- e) implementar medidas necessárias para eliminação ou controle dos riscos atmosféricos em espaços confinados;
- f) avaliar a atmosfera nos espaços confinados, antes da entrada de trabalhadores, para verificar se o seu interior é seguro;
- g) manter condições atmosféricas aceitáveis na entrada e durante toda a realização dos trabalhos, monitorando, ventilando, purgando, lavando ou inertizando o espaço confinado;
- h) monitorar continuamente a atmosfera nos espaços confinados nas áreas onde os trabalhadores autorizados estiverem desempenhando as suas tarefas, para verificar se as condições de acesso e permanência são seguras;
- i) proibir a ventilação com oxigênio puro;
- j) testar os equipamentos de medição antes de cada utilização; e
- k) utilizar equipamento de leitura direta, intrinsecamente seguro, provido de alarme, calibrado e protegido contra emissões eletromagnéticas ou interferências de radiofrequência.

33.3.2.1 Os equipamentos fixos e portáteis, inclusive os de comunicação e de movimentação vertical e horizontal, devem ser adequados aos riscos dos espaços confinados;

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

33.3.2.3 As avaliações atmosféricas iniciais devem ser realizadas fora do espaço confinado.

33.3.2.4 Adotar medidas para eliminar ou controlar os riscos de incêndio ou explosão em trabalhos a quente, tais como solda, aquecimento, esmerilhamento, corte ou outros que liberem chama aberta, faíscas ou calor.

33.3.2.5 Adotar medidas para eliminar ou controlar os riscos de inundação, soterramento, engolfamento, incêndio, choques elétricos, eletricidade estática, queimaduras, quedas, escorregamentos, impactos, esmagamentos, amputações e outros que possam afetar a segurança e saúde dos trabalhadores.

33.3.3 Medidas administrativas:

- a) manter cadastro atualizado de todos os espaços confinados, inclusive dos desativados, e respectivos riscos;
- b) definir medidas para isolar, sinalizar, controlar ou eliminar os riscos do espaço confinado;

- c) manter sinalização permanente junto à entrada do espaço confinado, conforme o Anexo I da presente norma;
 - d) implementar procedimento para trabalho em espaço confinado;
 - e) adaptar o modelo de Permissão de Entrada e Trabalho, previsto no Anexo II desta NR, às peculiaridades da empresa e dos seus espaços confinados;
 - f) preencher, assinar e datar, em três vias, a Permissão de Entrada e Trabalho antes do ingresso de trabalhadores em espaços confinados;
 - g) possuir um sistema de controle que permita a rastreabilidade da Permissão de Entrada e Trabalho;
 - h) entregar para um dos trabalhadores autorizados e ao Vigia cópia da Permissão de Entrada e Trabalho;
 - i) encerrar a Permissão de Entrada e Trabalho quando as operações forem completadas, quando ocorrer uma condição não prevista ou quando houver pausa ou interrupção dos trabalhos;
 - j) manter arquivados os procedimentos e Permissões de Entrada e Trabalho por cinco anos;
 - k) disponibilizar os procedimentos e Permissão de Entrada e Trabalho para o conhecimento dos trabalhadores autorizados, seus representantes e fiscalização do trabalho;
 - l) designar as pessoas que participarão das operações de entrada, identificando os deveres de cada trabalhador e providenciando a capacitação requerida;
 - m) estabelecer procedimentos de supervisão dos trabalhos no exterior e no interior dos espaços confinados;
 - n) assegurar que o acesso ao espaço confinado somente seja iniciado com acompanhamento e autorização de supervisão capacitada;
 - o) garantir que todos os trabalhadores sejam informados dos riscos e medidas de controle existentes no local de trabalho; e
 - p) implementar um Programa de Proteção Respiratória de acordo com a análise de risco, considerando o local, a complexidade e o tipo de trabalho a ser desenvolvido.
- 33.3.3.1 A Permissão de Entrada e Trabalho é válida somente para cada entrada.
- 33.3.3.2 Nos estabelecimentos onde houver espaços confinados devem ser observadas, de forma complementar a presente NR, os seguintes atos normativos: NBR 14606 – Postos de Serviço – Entrada em Espaço Confinado; e NBR 14787 – Espaço Confinado – Prevenção de Acidentes, Procedimentos e Medidas de Proteção, bem como suas alterações posteriores.
- 33.3.3.3 O procedimento para trabalho deve contemplar, no mínimo: objetivo, campo de aplicação, base técnica, responsabilidades, competências, preparação, emissão, uso e cancelamento da Permissão de Entrada e Trabalho, capacitação para os trabalhadores, análise de risco e medidas de controle.
- 33.3.3.4 Os procedimentos para trabalho em espaços confinados e a Permissão de Entrada e Trabalho devem ser avaliados no mínimo uma vez ao ano e revisados sempre que houver alteração dos riscos, com a participação do Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho - SESMT e da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA.
- 33.3.3.5 Os procedimentos de entrada em espaços confinados devem ser revistos quando da ocorrência de qualquer uma das circunstâncias abaixo:
- a) entrada não autorizada num espaço confinado;
 - b) identificação de riscos não descritos na Permissão de Entrada e Trabalho;
 - c) acidente, incidente ou condição não prevista durante a entrada;

- d) qualquer mudança na atividade desenvolvida ou na configuração do espaço confinado;
- e) solicitação do SESMT ou da CIPA; e
- f) identificação de condição de trabalho mais segura.

33.3.4 Medidas Pessoais

33.3.4.1 Todo trabalhador designado para trabalhos em espaços confinados deve ser submetido a exames médicos específicos para a função que irá desempenhar, conforme estabelecem as NRs 07 e 31, incluindo os fatores de riscos psicossociais com a emissão do respectivo Atestado de Saúde Ocupacional - ASO.

33.3.4.2 Capacitar todos os trabalhadores envolvidos, direta ou indiretamente com os espaços confinados, sobre seus direitos, deveres, riscos e medidas de controle, conforme previsto no item 33.3.5.

33.3.4.3 O número de trabalhadores envolvidos na execução dos trabalhos em espaços confinados deve ser determinado conforme a análise de risco.

33.3.4.4 É vedada a realização de qualquer trabalho em espaços confinados de forma individual ou isolada.

33.3.4.5 O Supervisor de Entrada deve desempenhar as seguintes funções:

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

33.3.4.6 O Supervisor de Entrada pode desempenhar a função de Vigia.

33.3.4.7 O Vigia deve desempenhar as seguintes funções:

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

33.3.4.8 O Vigia não poderá realizar outras tarefas que possam comprometer o dever principal que é o de monitorar e proteger os trabalhadores autorizados;

33.3.4.9 Cabe ao empregador fornecer e garantir que todos os trabalhadores que adentrarem em espaços confinados disponham de todos os equipamentos para controle de riscos, previstos na Permissão de Entrada e Trabalho.

33.3.4.10 Em caso de existência de Atmosfera Imediatamente Perigosa à Vida ou à Saúde - Atmosfera IPVS –, o espaço confinado somente pode ser adentrado com a utilização de máscara autônoma de demanda com pressão positiva ou com respirador de linha de ar comprimido com cilindro auxiliar para escape.

33.3.5 – Capacitação para trabalhos em espaços confinados

33.3.5.1 É vedada a designação para trabalhos em espaços confinados sem a prévia capacitação do trabalhador.

33.3.5.2 O empregador deve desenvolver e implantar programas de capacitação sempre que ocorrer qualquer das seguintes situações:

- a) mudança nos procedimentos, condições ou operações de trabalho;
- b) algum evento que indique a necessidade de novo treinamento; e
- c) quando houver uma razão para acreditar que existam desvios na utilização ou nos procedimentos de entrada nos espaços confinados ou que os conhecimentos não sejam adequados.

33.3.5.3 Todos os trabalhadores autorizados e Vigias devem receber capacitação periodicamente, a cada doze meses.

33.3.5.4 A capacitação deve ter carga horária mínima de dezesseis horas, ser realizada dentro do horário de trabalho, com conteúdo programático de:

- a) definições;
- b) reconhecimento, avaliação e controle de riscos;
- c) funcionamento de equipamentos utilizados;
- d) procedimentos e utilização da Permissão de Entrada e Trabalho; e
- e) noções de resgate e primeiros socorros.

33.3.5.5 A capacitação dos Supervisores de Entrada deve ser realizada dentro do horário de trabalho, com conteúdo programático estabelecido no subitem 33.3.5.4, acrescido de:

- a) identificação dos espaços confinados;
- b) critérios de indicação e uso de equipamentos para controle de riscos;
- c) conhecimentos sobre práticas seguras em espaços confinados;
- d) legislação de segurança e saúde no trabalho;
- e) programa de proteção respiratória;
- f) área classificada; e
- g) operações de salvamento.

33.3.5.6 Todos os Supervisores de Entrada devem receber capacitação específica, com carga horária mínima de quarenta horas.

33.3.5.7 Os instrutores designados pelo responsável técnico, devem possuir comprovada proficiência no assunto.

33.3.5.8 Ao término do treinamento deve-se emitir um certificado contendo o nome do trabalhador, conteúdo programático, carga horária, a especificação do tipo de trabalho e espaço confinado, data e local de realização do treinamento, com as assinaturas dos instrutores e do responsável técnico.

33.3.5.8.1 Uma cópia do certificado deve ser entregue ao trabalhador e a outra cópia deve ser arquivada na empresa.

33.4 Emergência e Salvamento

33.4.1 O empregador deve elaborar e implementar procedimentos de emergência e resgate adequados aos espaços confinados incluindo, no mínimo:

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

33.4.2 O pessoal responsável pela execução das medidas de salvamento deve possuir aptidão física e mental compatível com a atividade a desempenhar.

33.4.3 A capacitação da equipe de salvamento deve contemplar todos os possíveis cenários de acidentes identificados na análise de risco.

33.5 Disposições Gerais

33.5.1 O empregador deve garantir que os trabalhadores possam interromper suas atividades e abandonar o local de trabalho, sempre que suspeitarem da existência de risco grave e iminente para sua segurança e saúde ou a de terceiros.

33.5.2 São solidariamente responsáveis pelo cumprimento desta NR os contratantes e contratados.

33.5.3. É vedada a entrada e a realização de qualquer trabalho em espaços confinados sem a emissão da Permissão de Entrada e Trabalho.

MODELO DE PET

Modelo de caráter informativo para elaboração da Permissão de Entrada e Trabalho em Espaço Confinado

Nome da empresa:

Local do espaço confinado:

Espaço confinado n:

Data e horário da emissão:

Data e horário do término:

Trabalho a ser realizado:

Trabalhadores autorizados:

Vigia:

Equipe de resgate:

Supervisor de Entrada:

Procedimentos que devem ser completados antes da entrada

1. Isolamento S () N ()

2. Teste inicial da atmosfera:

Horário

Oxigênio % O₂

Inflamáveis %LIE

Gases / vapores tóxicos ppm

Poeiras / fumos / nevoas tóxicas mg/m²

Nome legível / assinatura do Supervisor dos testes:

3. Bloqueios, travamento e etiquetagem N/A () S () N ()

4. Purga e/ou lavagem N/A () S () N ()

5. Ventilação/exaustão - tipo, equipamento e tempo N/A () S () N ()

6. Teste após ventilação e isolamento:



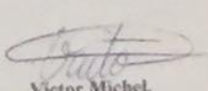
Horário

Oxigênio	% O ₂ > 19,5% ou < 23,0%
Inflamáveis	%LIE < 10%
Gases/vapores tóxicos	ppm
Poeiras/fumos/nevoas tóxicas	mg/m ²
Nome legível / assinatura do Supervisor dos testes:	

SINALIZAÇÃO PARA IDENTIFICAÇÃO DE ESPAÇO CONFINADO:



CERIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO MEDIDOR DE GASES:

 Calibrasul CALIBRAÇÃO E COMÉRCIO DE INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO	CNPJ: 16.181.132/0001-18 INSCR. MUN.: 14913230 INSCR. EST.: 90643099-16			
	RUA: EDMUNDO GONÇALVES FERREIRA, 703 - VILA NOVA - CEP: 83703-282 - ARAUCÁRIA - PARANÁ TEL/FAX: (41) 3552-2474 E-MAIL: CALIBRASUL@HOTMAIL.COM WWW.CALIBRASUL.COM.BR			
CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº CERTIFICADO 0245/2018				
1 - INSTRUMENTO CALIBRADO				
CLIENTE: Resgate Brasil Treinamentos e Desenvolvimento Ltda.				
CNPJ: 10.505.583/0001-66.		CIDADE: Araucária.		
ENDEREÇO: Rua Helena Piekarni Pinto, 794.		ESTADO: PR.		
FABRICANTE: BW Technologies.		TAG: AI-03.		
MODELO: Gas Alert Max XTIL		Nº SÉRIE: MA210-024068.		
GAS MONITORADO: H ₂ S / CO / L.E.L. / O ₂ .				
2 - CONDIÇÕES AMBIENTAIS				
TEMPERATURA: 20°C		U.R.A.: 70%		
3 - PADRÃO UTILIZADO				
Mistura Padrão Primário				
DESCRIÇÃO	CERTIFICADO POR	LOTE	PRECISÃO	VALIDADE
Sulfeto de Hidrogênio (H ₂ S) 25 ppm	BUSE GASES LTD	54479/3817	+/- 2%	30/09/2019
Monóxido de Carbono (CO) 50 ppm	BUSE GASES LTD	54479/3817	+/- 2%	30/09/2019
Combustível (50% L.E.L.) 2.5% CH ₄	BUSE GASES LTD	54479/3817	+/- 2%	30/09/2019
Oxigênio (O ₂) 12,00%	BUSE GASES LTD	54479/3817	+/- 2%	30/09/2019
4 - RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO				
Sensor	Gás Aplicado	Leitura antes da Calibração	Leitura após a Calibração	
H ₂ S	Sulfeto de Hidrogênio (H ₂ S) 25 ppm	25 ppm	25 ppm	
CO	Monóxido de Carbono (CO) 50 ppm	50 ppm	50 ppm	
L.E.L.	Combustível (50% L.E.L.) 2.5% CH ₄	51% L.E.L.	50% L.E.L.	
O ₂	Oxigênio (O ₂) 12,00%	12,00%	12,00%	
5 - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES E OBSERVAÇÕES				
Realizado limpeza, ajuste e calibração.				
6 - EXECUTANTES				
 Ronny Carlos Stucki. CREA: PR 92333/TD TÉCNICO EXECUTANTE		 Victor Michel RESPONSÁVEL		
DATA DE RECEBIMENTO: 08/03/2018		DATA DO CERTIFICADO: 08/03/2018		
Este certificado é valido exclusivamente para o objeto descrito, não sendo extensivo a lotes, mesmo que similar Não é permitido a reprodução do mesmo, valido somente original.				
Pág. 1/1.				