

EMERGERE

09

DEZ- 2024

Ano 4



DINOS Group, uma Associação de Especialistas em Controle de Emergências do Brasil.

WWW.DINOSGROUP.COM.BR



Sobre o **DINOS Group**

O **DINOS Group** é uma Associação, oficialmente denominada de **Associação de Especialistas em Controle de Emergências do Brasil** isenta de caráter político, religioso, filosófico, ideológico, comercial ou racial.

O principal objetivo de nossa Associação é o de integrar os diversos profissionais do Brasil, possibilitando estudos, desenvolvimento tecnológico e treinamentos de assuntos referentes às áreas de Controle de Emergências, objetivando aprimorar as ações e promover o intercâmbio e difusão de experiências neste campo, bem como servir de apoio às entidades públicas e privadas nos assuntos pertinentes.

Aproximadamente uma centena de profissionais, de todas as partes do Brasil, com as mais diversas especialidades, fazem parte deste seleto grupo.

Nossa **nona edição.**

Com orgulho, apresentamos a nona edição da *Revista Emergere*. Ao longo de quatro anos, a Associação de Especialistas em Controle de Emergências do Brasil - **DINOS Group** tem sido uma referência na difusão de conteúdos técnicos, estudos de caso e melhores práticas no controle de emergências.

Esta edição reforça nosso compromisso com a capacitação profissional e a troca de experiências, promovendo conexões valiosas entre especialistas e soluções inovadoras para os desafios do setor.

Boa leitura e nosso agradecimento a todos que colaboram para o sucesso deste projeto!

Obrigado a todos!



Você pode mandar suas dúvidas, sugestões de pautas e comentários para a redação da Revista Emergere, pelo email: revista@dinosgroup.com.br



Mensagem do Presidente

Prezados leitores e amigos da *Revista Emergere*,

É com imenso orgulho e gratidão que me dirijo a vocês nesta nona edição, um marco significativo para a nossa Associação de Especialistas em Controle de Emergências do Brasil – DINOS Group.

Neste ano, seguindo o rito do nosso estatuto, realizamos eleições para a nova direção executiva. A chapa eleita é composta por profissionais que fizeram parte da nossa primeira gestão, trazendo experiência e continuidade, e por novos integrantes, que irão agregar energia e perspectivas inovadoras ao planejamento e gestão da Associação. Deixo aqui registrado o meu agradecimento aos diretores da gestão 2021-2024.

Ao longo de 2024 tivemos o privilégio de dar as boas-vindas a novos e importantes associados, enriquecendo ainda mais nossa rede de especialistas. Este crescimento reflete nosso compromisso com a ampliação da representatividade em todas as principais regiões do Brasil, um desafio que seguimos abraçando com determinação.

Estamos certos de que a colaboração entre membros novos e antigos fortalecerá ainda mais nossas ações em prol do desenvolvimento técnico, da difusão de conhecimento e da ampliação de redes no segmento de controle de emergências.

Aproveito para desejar a todos um período de festas repleto de alegria e renovação. Que 2025 seja um ano de grandes realizações e muito sucesso para nossa Associação, sempre comprometida em construir um futuro mais seguro e resiliente.

Contamos com cada um de vocês nesta caminhada!

Grande abraço,

João Carlos Hermenegildo (Chuca)

Presidente do DINOS Group



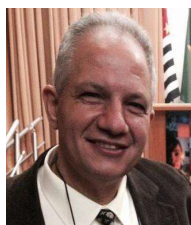
Direção Executiva DINOS Group



João Carlos Hermenegildo
(Chuca)
Presidente



Rubens César Perez
Vice-presidente



Edson Haddad
Diretor Administrativo



João Luiz Correa Leite
Diretor Técnico



Nelson Castro
Diretor Financeiro



Anderson Pioli
Diretor de Relações Públicas



CONTEÚDO

- 1 Nossa nona edição
- 2 Mensagem do Presidente
- 3 Direção Executiva **DINOS Group**
- 5 Tomada de Decisões com Base em Riscos
- 10 Fatores Humanos na Resposta a Emergências Industriais
- 13 Desastres Tecnológicos: Afinal, quais lições foram aprendidas?
- 17 Resposta e Controle de Emergências: Requisitos do Sistema de Gestão - SGI, para atender as Normas ISO 14001 e 45001
- 19 Arroz Rosa
- 21 Incêndios Envolvendo Baterias de Íons de Lítio
- 27 A Importância e Aplicação da NBR 17240:2010
- 29 Emergência com Cilindros de Cloro Liquefeito de 900 Kg
- 33 Espaço PAM & RINEM

Tomada de Decisões com Base em Riscos



Antonio André da Costa

Você já se perguntou quantos acidentes maiores poderiam ter sido evitados com um direcionamento preciso por parte dos profissionais de HSE – Health, Safety and Environment (Saúde, Segurança e Meio Ambiente) e PSM – Process Safety Management (Gestão de Segurança de Processo) aos presidentes e diretores para a tomada de decisões? Bem, você que está lendo este artigo, talvez não tenha passado por um acidente ampliado, mas, por muitas vezes, se deparou com a negativa na aprovação de CAPEX - Capital Expenditure (Despesas de Capital) ou passou noites em claro ao descobrir uma barreira de proteção "jampeada" e ter dúvidas sobre os gatilhos mentais que levaram a esse cenário.

Atualmente, a informação é muito presente, sistemas de gestão e certificados são reais, mas, na prática, será que somos velozes o suficiente para tomar decisões com base em riscos e não apenas em conformidade? Neste artigo, espero poder contribuir para sua jornada e para a sustentabilidade empresarial da organização em que você atua ou assessora.

A primeira ótima notícia sobre a aplicação da matriz de aceitabilidade de riscos é que, se você atua na área de saúde e segurança, é bem provável que já possua uma matriz para atendimento da NR 01 ou da ISO 45001. Agora, é necessário direcionar os recursos para potencializar essa matriz em um formato sistêmico. Portanto, o investimento e os recursos estão diretamente ligados ao capital intelectual, através do tempo e do envolvimento das pessoas nos processos.

Processos: Realizar reuniões com grupos multidisciplinares para a delimitação das variáveis, de acordo com o tamanho, o segmento e as especificações de cada negócio.

Cultura: A organização precisa estar aberta à evolução da maturidade em saúde, segurança e meio ambiente, indo além da conformidade legal. Além disso, a matriz precisa ocupar uma posição prática de governança corporativa, alinhada com a alta direção e em conjunto com os colaboradores, fortalecendo a gestão de riscos.

Gostaria de voltar ao ano de 2012, quando coordenava a comissão de SSHT (Saúde, Segurança e

Higiene do Trabalho) na Abiquim – Associação Brasileira da Indústria Química, e estávamos participando de algumas iniciativas sobre o direcionamento da norma de Gestão de Riscos. Na época, havia a possibilidade de ser criada uma NR 36 ou uma NBR. Bem, o fato é que, naquele momento, eu queria inserir a técnica de análise de riscos HAZOP nessa norma (que hoje é a NR 01 – GRO). Porém, fui questionado sobre o fato de que o Brasil é muito amplo e nem todas as organizações possuem um nível de maturidade para compreender uma análise de riscos mais aprofundada. Uau, é isso! As empresas possuem histórias e níveis de maturidade diferentes, portanto, qualquer movimento fora desse alinhamento causará estresse no sistema, e seu projeto não será eficaz. Assim, a primeira questão que precisa ser respondida é: qual o nível de maturidade da organização em que você está atuando ou assessorando?

Quanto maior o nível de maturidade da sua organização, mais variáveis serão inseridas na matriz de aceitabilidade de riscos, que pode ser configurada como 3x3, 4x4 ou 5x5. Além disso, será possível atuar com todas as áreas da matriz para a tomada de decisão, incluindo:

- SS – Saúde e Segurança;
- HO – Higiene Ocupacional;
- DP – Danos à Propriedade;
- MA – Meio Ambiente;
- IM – Impacto à Imagem.

Uma vez que você compreenda o nível de maturidade da organização, é importante verificar a existência de uma matriz de riscos para evitar duplicação ou confusão organizacional nas tomadas de decisões. Essas matrizes podem ser encontradas como parte integrante de alguns exemplos de processos e documentos:

- NR 01 – Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais:
 - 1.5.4.4 Avaliação de riscos ocupacionais
 - 1.5.4.4.2 Para cada risco deve ser indicado o nível de risco ocupacional, determinado pela combinação da

severidade das possíveis lesões ou agravos à saúde com a probabilidade ou chance de sua ocorrência.

- CETESB P4.261 - Norma Técnica - Risco de Acidente de Origem Tecnológica - Método para decisão e termos de referência. Documentação técnica:

- Parte II - Termo de referência
Elaboração de Estudo de Análise de Risco Empreendimentos pontuais

- ISO 45001 - A norma especifica os requisitos para um Sistema de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho (SGSST):

- 6.1 Ações para abordar riscos e oportunidades

- NBR IEC 31010:2021 - Gestão de Riscos - Técnicas para o processo de avaliação de riscos:

- B.10.3 Matriz de probabilidade/consequência (matriz de riscos ou mapa de calor)

Agora é o momento de adequar ou construir algo vivo e sistêmico, sempre alinhado ao nível de maturidade da organização. Nesta etapa, iremos desenvolver as variáveis de Frequência e Severidade.

Frequência

FREQUENTE	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade realizada com ciclo superior a 1x por dia • Atuação única de equipamento ou instrumento de proteção superior a 1x por dia. • Falha única de equipamento ou instrumento de proteção degradado. • Falha humana (única ou múltipla) sem treinamento e procedimento, em condições de trabalho adversas.
PROVÁVEL	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade realizada com ciclo de 1x por dia a 1x por semana. • Atuação única de equipamento ou instrumento de proteção de 1x por dia a 1x por semana. • Falha única de equipamento ou instrumento de proteção sem manutenção e inspeção adequadas. • Falha humana (única ou múltipla) em condições de trabalho adequadas, mas sem treinamento e/ou procedimento.
OCASIONAL	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade realizada com ciclo de 1x por semana a 1x por mês. • Atuação única de equipamento ou instrumento de proteção de 1x por semana a 1x por mês. • Falha única de equipamento ou instrumento de proteção em estado de manutenção adequado. • Falha humana única em condições de trabalho adequadas, com procedimentos atualizados e treinamento periódico.
REMOTA	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade realizada com ciclo de 1x por mês a 1x por ano. • Atuação única de equipamento ou instrumento de proteção de 1x por mês a 1x por ano. • Falha dupla de equipamentos ou instrumentos de proteção independentes. • Falha dupla humana em condições de trabalho adequadas, com procedimentos atualizados e treinamento periódico.
IMPROVÁVEL	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade realizada com ciclo superior a 1x por ano. • Atuação única de equipamento ou instrumento de proteção superior a 1x por ano. • Falhas múltiplas de equipamentos ou instrumentos de proteção independentes, em estado de manutenção adequado. • Falhas múltiplas humanas em condições de trabalho adequadas, com procedimentos atualizados e treinamento periódico.

Severidade

LEVE	<p>SS: Acidente com dano à pessoa que requer apenas primeiros socorros.</p> <p>MA: Incidente ou acidente com baixo dano ambiental (alcance apenas interno).</p> <p>DP: Custo inferior a R\$ 200 mil com perda de equipamentos.</p> <p>II: Sem registro na mídia; impacto à imagem apenas internamente (funcionários e parceiros).</p> <p>HO: O agente, na condição verificada, não representa risco potencial de dano à saúde.</p>
BAIXA	<p>SS: Acidente sem afastamento, com atividade compatível.</p> <p>MA: Impacto ambiental reversível, localizado em área interna ou externa próxima à empresa, com curto tempo de recuperação (até 6 meses). Evento a ser informado aos órgãos reguladores.</p> <p>DP: Custo entre R\$ 200 mil e R\$ 2 milhões.</p> <p>II: Registro negativo na mídia e redes sociais locais (municipais).</p> <p>HO: Suspeito de ser irritante para a pele, com danos reversíveis; sem evidência de carcinogenicidade, teratogenicidade ou mutagenicidade (ACGIH A4 ou A5).</p>
MÉDIA	<p>SS: Acidente com dano à pessoa, que resulta em afastamento e restrição ao trabalho, com necessidade de tratamento médico ou evasão da unidade.</p> <p>MA: Impacto ambiental reversível, com tempo médio de recuperação (6 meses a 1 ano); passível de penalidades administrativas (ex.: notificação oficial).</p> <p>DP: Custo entre R\$ 2 milhões e R\$ 4 milhões com perda de equipamentos e produto.</p> <p>II: Registro negativo na mídia e redes sociais regionais (estaduais).</p> <p>HO: Irritante para a pele confirmado, com danos reversíveis; agente apresenta TLV-Stel; possibilidade de hipersensibilização das vias aéreas após inalação.</p>
CRÍTICA	<p>SS: Acidente com dano à pessoa, resultando em perda de parte do corpo, uma fatalidade ou evasão pontual da comunidade vizinha.</p> <p>MA: Impacto ambiental com tempo longo de recuperação (superior a 1 ano); passível de ações legais.</p> <p>DP: Custo entre R\$ 4 milhões e R\$ 10 milhões com perda de equipamentos, material, multa e/ou recuperação ambiental.</p> <p>II: Registro negativo na mídia e redes sociais nacionais.</p> <p>HO: Agente apresenta TLV-CEIL (Valor-Teto); suspeito de ser carcinogênico, teratogênico ou mutagênico para seres humanos (ACGIH A2).</p>
CATASTRÓFICA	<p>SS: Acidente com múltiplas fatalidades ou evasão da comunidade externa, com necessidade de atendimento hospitalar e acompanhamento médico.</p> <p>MA: Impacto ambiental com dano irreversível; passível de ações legais e regulatórias.</p> <p>DP: Custo superior a R\$ 10 milhões com perda de equipamentos, material, multa e/ou recuperação ambiental; proibição das operações pelos órgãos reguladores/fiscalizadores.</p> <p>II: Mais de um registro negativo na mídia nacional, em redes sociais internacionais, e possível perda de clientes por impacto na credibilidade do negócio.</p> <p>HO: Agente apresenta baixo IDLH; carcinogênico, teratogênico ou mutagênico confirmado para seres humanos (ACGIH A1).</p>


MATRIZ DE ACEITABILIDADE DE RISCOS 		SEVERIDADE				
		LEVE	BAIXA	MÉDIA	CRÍTICA	CATASTRÓFICA
FREQUÊNCIA FREQUENTE - Atividade realizada com ciclo mais que 1x dia - Abaçoção única de equipamento ou instrumento de proteção mais que 1x dia - Falha única de equipamento ou instrumento de proteção degradados. - Falha humana (uma ou múltiplas) com inexistência de treinamento e procedimento, em presença de condições de trabalho adversas. PROVÁVEL - Atividade realizada com ciclo de 1x dia a 1x semana - Abaçoção única de equipamento ou instrumento de proteção com 1x dia a 1x semana - Falha única de equipamento ou instrumento de proteção s em adequada manutenção e inspeção. - Falha humana (uma ou múltiplas) em condições de trabalho adequadas com inexistência de treinamento e/ou procedimento. OCASIONAL - Atividade realizada com ciclo 1x semana a 1x mês - Abaçoção única de equipamento ou instrumento de proteção com 1x semana a 1x mês - Falha única de equipamento ou instrumento de proteção em adequado estado de manutenção. - Falha única humana em condições de trabalho adequadas com procedimentos atualizados e treinamento periódico. REMOTA - Atividade realizada com ciclo 1x mês a 1x ano - Abaçoção única de equipamento ou instrumento de proteção com 1x mês a 1x ano - Falha dupla de equipamentos ou instrumentos de proteção independentes. - Dupla falha humana em condições de trabalho adequadas, com procedimentos atualizados e treinamento periódico. IMPROVÁVEL - Atividade realizada com ciclo superior 1x ano - Abaçoção única de equipamento ou instrumento de proteção superior 1x ano - Falhas m últiplas de equipamentos ou instrumentos de proteção independentes em adequado estado de manutenção. - Múltiplas falhas humanas em condições de trabalho adequadas com procedimentos atualizados e treinamento periódico.	SS: Acidente com dano à pessoa com primeiros socorros MA: Incidente ou acidente com baixo dano ambiental (alcance apenas interno). DP: Custo menores que R\$ 200 Mil de perda de equipamentos II: Sem registro na mídia, impacto à imagem apenas internamente (funcionários e parceiros). HO: O agente, na condição verificada, não representa risco potencial de dano à saúde.	SS: Acidente s em afastamento/atividade compatível MA: Impacto ambiental reversível localizado em área interna ou externa próxima à empresa, de curto tempo de recuperação (até 6 meses). Evento a ser informado aos órgãos reguladores. DP: Custo entre R\$ 200 Mil e 2 Mil II: Registro negativo na mídia e rede social local (municipal). HO: Suspeito de irritante para a Pele - danos reversíveis. Sem evidência de carcinogenicidade, teratogenicidade ou mutagenicidade. (ACGH A4 ou A5).	SS: Acidente com dano à pessoa, com afastamento e com restrição ao trabalho, com tratamento médico ou evasão da unidade. MA: Impacto ambiental reversível, de meses a 1 ano. Passível de penalidades administrativas (ex. notificação oficial). DP: Custo entre R\$ 2Mil e 4Mil de perda de equipamentos e produto II: Registro negativo na mídia e rede social regional (estadual). HO: Irritante para a Pele confirmado - danos reversíveis Agente apresenta TLV-Stel Hipersensibilização das vias aéreas após inalação	SS: Acidente com dano à pessoa, com perda de parte do corpo, uma fatalidade ou com evasão pontual da comunidade vizinha. MA: Impacto ambiental de tempo longo de recuperação (superior a 1 ano). Passível de penalidades administrativas (ex. notificação oficial). DP: Custo entre R\$ 4Mil e 10Mil de perda de equipamentos, material, multa e/ou recuperação ambiental II: Registro negativo na mídia e rede social nacional. HO: Agente apresenta TLV-CeIL (Valor-Teto). Suspeito de ser carcinogênico, teratogênico ou mutagênico para seres humanos. (ACGH A2).	SS: Acidente com múltiplas fatalidades ou evasão da com unidade externa com atendimento hospitalar e acompanhamento médico. MA: Impacto ambiental de longo prazo irreversível. Passível de ações do tipo legal e regulatório. DP: Custos superiores a R\$ 10Mil de perda de equipamentos, material, multa e/ou recuperação ambiental. Proibição das operações pelos órgãos reguladores/fiscalizadores II: Mais de um registro negativo na mídia nacional, rede social internacional e possível perda de cliente por impacto à credibilidade do negócio. HO: Agente apresenta baixo IDLH Carcinogênico, teratogênico ou mutagênico confirmado para seres humanos (ACGH A1).	
	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	
	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	
	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	
	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	
	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	

Figura 1. Matriz de aceitabilidade de riscos
 Fonte: Ref.1

Com a matriz de riscos validada, o próximo passo é torná-la viva para todos os níveis hierárquicos da organização, especialmente para a alta direção, para tomada de decisão com base em riscos. A seguir, apresento práticas e métodos para isso.

Análise de Ocorrências

Uma grande oportunidade nas organizações é aprender com as ocorrências, onde frequentemente a causa raiz é negligenciada devido à falta de compreensão do potencial do evento. Você pode implementar a matriz de aceitabilidade de riscos em seu processo de investigação, distinguindo entre acidentes reais e potenciais — ou seja, o que aconteceu e o que poderia ter ocorrido.

Exemplo: Um trabalhador cai de uma plataforma elevatória e sofre apenas um arranhão.

Acidente real: Moderado
 Acidente potencial: Não tolerável

Análise de Riscos da Tarefa

É comum enfrentar baixa adesão da liderança nas inspeções de segurança em campo, com formulários muitas vezes apresentados ao time de HSE apenas no último dia do mês para compor indicadores. Utilize a matriz para categorizar os riscos de forma precisa, separando os riscos mais críticos e direcionando a supervisão para o que realmente importa.

Exemplo: Insira todas as atividades na matriz, separando por risco puro e residual. Por exemplo, uma caldeira pode ter um risco puro catastrófico, mas, uma

vez inspecionada e garantida a calibração e funcionamento da PSV (válvula de alívio), o risco residual passa a ser moderado. A inspeção deve ser realizada pela supervisão de campo, aumentando o nível de maturidade.

Gestão de Consequências

Muitas organizações possuem um processo de gestão de consequências bem estabelecido, mas enfrentam dificuldades durante os comitês devido à falta de clareza nos parâmetros para tomada de decisão.

Exemplo: O não uso de um EPI em uma área com baixo risco é um desvio com impacto baixo. Já um *by-pass* no intertravamento de um reator representa um alto risco para o processo, podendo gerar um alto impacto se o desvio se potencializar, portanto, as consequências e sanções devem ser adequadas.

Análise de Riscos Qualitativa (Hazop, What-if, APP)

Durante a elaboração de análises com um grupo multidisciplinar, é normal haver diferenças entre aspectos, conhecimentos e realidades de cada função. Isso é enriquecedor para a identificação e gestão de riscos, mas pode comprometer as análises se não houver entendimento total das variáveis. A matriz de aceitabilidade de riscos ajuda a alinhar uniformemente todos os aspectos, como higiene ocupacional, saúde e segurança, meio ambiente, impacto à imagem e danos patrimoniais.

Programa de Gerenciamento de Riscos – NR

01

Um ponto relevante na transição do PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais para o PGR – Programa de Gerenciamento de Riscos é a inclusão da matriz de riscos. No entanto, ainda há uma necessidade de evolução no conceito, passando de uma visão limitada de conformidade legal para uma gestão estratégica. A matriz deve direcionar a organização a tratar de forma imediata os riscos críticos. Exemplos de aplicação estratégica incluem:

- Planejar simulados gerais de abandono com base na matriz de riscos, considerando o pior cenário.
- Nas reuniões de investimento, considerar primeiro a eliminação, redução ou neutralização dos cenários não toleráveis.
- Incluir fatores preventivos no plano de ação e indicadores para reduzir a porcentagem dos cenários não toleráveis para no mínimo moderado.

Programa de Gerenciamento de Riscos – P4.261 (São Paulo) ou Resolução Cepram (Bahia)

Organizações que possuem inventário que possa gerar acidentes maiores ou tecnológicos devem realizar estudos de análise de riscos ou programas de gerenciamento com foco em prevenir impactos na comunidade vizinha. A matriz de aceitabilidade de riscos é uma ferramenta essencial para mapear e desdobrar ações quanto ao risco social existente no processo.

Referências Bibliográficas:

- (1) VALOR HSE. Gestão de Riscos < <https://www.valorhse.com.br/Gestao-de-risco.html> Acesso em 31/10/2024 as 17h50 > acesso em 27/10/2024 as 17h50
- (2) NORMA TÉCNICA CETESB P4.261. Risco de Acidente de Origem Tecnológica - Método para decisão e termos de referência < <https://cetesb.sp.gov.br/analise-risco-tecnologico/norma-cetesb-p4-261/> > acesso em 27/10/2024 as 18h50
- (3) NR-1 - DISPOSIÇÕES GERAIS E GERENCIAMENTO DE RISCOS OCUPACIONAIS < <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/nr-1> > acesso em 30/10/2024 as 20h00
- (4) ISO 45001 - Sistema de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho (SGSST) < <https://www.iso.org/standard/63787.html> > acesso em 30/10/2024 as 20h00
- (5) NBR IEC 31010 – Gestão de Riscos – Técnicas para o processo de avaliação de riscos < <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/31798/abnt-nbriso-iec31010-gestao-de-riscos-tecnicas-para-o-processo-de-avaliacao-de-riscos> > acesso em 30/10/2024 as 21h00

REDES SOCIAIS

O **DINOS Group** está presente nas principais redes sociais existentes.

Confira nosso endereço, clique nos logos para o acesso direto.



Instagram

facebook

Fatores Humanos na Resposta a Emergências Industriais



Rubens César Perez

A gestão de emergências industriais é um desafio complexo que exige uma abordagem integrada entre os aspectos técnicos e humanos. A segurança de processos evoluiu significativamente ao longo dos anos, com organizações como o **Center for Chemical Process Safety (CCPS)** desempenhando um papel fundamental na identificação e mitigação de riscos associados a fatores humanos em situações de emergência. Paralelamente, a implementação de metodologias estruturadas de gerenciamento, como o **Sistema de Comando de Incidentes (ICS – Incident Command System)**, tem se mostrado eficaz na coordenação e controle de respostas a crises industriais. Este artigo explora a relação entre os princípios apresentados no capítulo de fatores humanos em emergências publicado pelo CCPS e a metodologia do ICS, destacando os desafios e as lições aprendidas em casos de grande repercussão mundial.

Em emergências industriais, os **fatores humanos** desempenham um papel crítico na determinação do desfecho das situações de crise. O CCPS, em seu manual sobre fatores humanos, enfatiza que situações de emergência amplificam a probabilidade de erros humanos devido a condições de estresse, sobrecarga de informações e comunicação inadequada. Esses fatores podem levar a falhas na tomada de decisão, na execução de ações e na coordenação entre equipes, agravando os impactos do incidente.



Figura 1 – Refinaria de Milford Haven.

Um exemplo marcante é o acidente ocorrido na refinaria de **Milford Haven**, no País de Gales, em 1994.

Durante uma tempestade elétrica severa, a refinaria enfrentou uma série de problemas operacionais que culminaram em uma explosão, ferindo 26 pessoas e causando danos extensos à instalação e às propriedades vizinhas. Os operadores foram submetidos a uma avalanche de alarmes, recebendo um a cada dois segundos nos 15 minutos que antecederam a explosão. A incapacidade de interpretar corretamente os alarmes críticos e de reconhecer a gravidade da situação evidenciou a influência negativa dos fatores humanos sob condições de estresse e sobrecarga cognitiva.



Figura 2 – Plataforma Piper Alpha, 1988.

Outro caso significativo é o desastre da plataforma de petróleo **Piper Alpha**, em 1988, no Mar do Norte. A explosão e o incêndio resultantes levaram à morte de 167 trabalhadores. A investigação posterior revelou que a falta de liderança efetiva, comunicação deficiente e ausência de procedimentos claros de emergência contribuíram para a magnitude da tragédia. O gerente responsável pela instalação não conseguiu tomar decisões críticas sob pressão, evidenciando como o estresse pode paralisar a capacidade de resposta em situações de alto risco.

Esses incidentes destacam a importância de abordar os fatores humanos de maneira sistemática. O CCPS propõe que o treinamento adequado, o desenvolvimento de **habilidades não técnicas** (como

comunicação, tomada de decisão e liderança) e a implementação de ferramentas que apoiem o desempenho humano são essenciais para melhorar a resposta a emergências. A preparação deve incluir exercícios e simulações realistas que permitam aos indivíduos praticar e automatizar respostas em condições de estresse, reduzindo assim a probabilidade de erros críticos.

Nesse contexto, a metodologia do **Sistema de Comando de Incidentes (ICS)** surge como uma estrutura eficaz para gerenciar emergências complexas. O ICS é baseado em princípios como organização modular, gestão por objetivos, cadeia de comando unificada e comunicação integrada. Ele fornece uma terminologia comum e uma estrutura organizacional flexível que pode ser ajustada à escala e complexidade do incidente, facilitando a coordenação entre diferentes equipes e agências.

A integração dos princípios do CCPS com a metodologia do ICS pode mitigar os desafios associados aos fatores humanos em emergências. Por exemplo, o ICS enfatiza a importância de estabelecer funções e responsabilidades claras, reduzindo a ambiguidade e a sobrecarga cognitiva dos indivíduos. A gestão por objetivos e o desenvolvimento de **Planos de Ação de Incidente (IAP)** ajudam a orientar as atividades e a priorizar as ações, proporcionando um foco comum para todos os envolvidos.

No desastre da plataforma **Deepwater Horizon**, em 2010, a aplicação do ICS foi fundamental na coordenação da resposta ao vazamento de petróleo no Golfo do México. Embora o incidente tenha apresentado desafios significativos, a estrutura do ICS permitiu a mobilização de recursos de múltiplas agências e a implementação de estratégias coordenadas para conter o derramamento. No entanto, o incidente também evidenciou a necessidade de aprimorar a comunicação e a integração entre diferentes níveis de comando, reforçando a importância de abordar os fatores humanos dentro da metodologia do ICS.

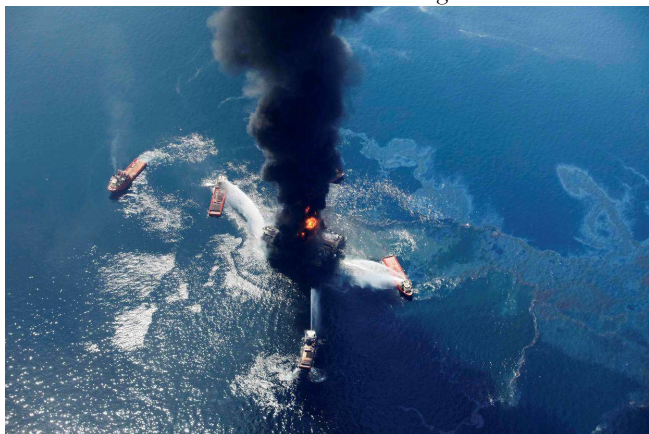


Figura 3 - Deepwater Horizon, 2010.

A implementação bem-sucedida do ICS depende do treinamento e da familiaridade das equipes com seus princípios e procedimentos. O CCPS enfatiza

que mesmo operadores altamente experientes podem sofrer declínio de habilidades em situações de emergência se não forem treinados regularmente em cenários realistas. A prática contínua e o desenvolvimento de habilidades não técnicas fortalecem a capacidade das equipes de responder de forma eficaz sob pressão.

Um aspecto crítico é o **gerenciamento do estresse**. O CCPS destaca que o estresse pode prejudicar os processos cognitivos, levando a erros de julgamento e ação. Técnicas de gerenciamento de estresse, como controle cognitivo e fisiológico, podem ser incorporadas aos treinamentos para ajudar os indivíduos a manter a concentração e a eficácia em situações críticas. O ICS, ao fornecer uma estrutura organizacional clara e procedimentos padronizados, também contribui para reduzir o estresse, pois os indivíduos sabem o que se espera deles e como as informações serão compartilhadas.



Figura 4 - Philadelphia Energy Solutions, 2019.

A **comunicação** é outro fator crucial. O ICS promove a comunicação integrada, estabelecendo planos de comunicação comuns e processos interoperáveis. Isso é essencial para evitar falhas na transmissão de informações que podem levar a decisões equivocadas. O CCPS reforça que a comunicação eficaz é uma habilidade não técnica que deve ser desenvolvida e praticada pelas equipes.

Em termos de lições aprendidas, os casos mencionados demonstram que a falta de preparação e de integração entre os fatores humanos e os sistemas de gerenciamento pode resultar em consequências catastróficas. Por outro lado, quando há uma abordagem integrada que considera os aspectos humanos e utiliza metodologias estruturadas como o ICS, é possível melhorar significativamente a resposta a emergências.

A explosão na refinaria **Philadelphia Energy Solutions**, em 2019, ilustra isso. Apesar da gravidade do incidente, a ação rápida e eficaz do operador da sala de controle, que drenou o ácido fluorídrico para um recipiente seguro, evitou consequências muito mais sérias. Isso demonstra como o treinamento adequado e a competência técnica podem fazer a diferença em situações críticas.

A aplicação conjunta dos princípios do CCPS e do ICS também enfrenta desafios. A integração entre diferentes organizações, cada uma com suas culturas e procedimentos, pode dificultar a coordenação. Além disso, a implementação de treinamentos abrangentes que englobem habilidades técnicas e não técnicas requer investimento de tempo e recursos. Contudo, os benefícios superam os obstáculos, proporcionando maior segurança e eficiência nas operações.

Em conclusão, a integração dos princípios do CCPS sobre fatores humanos com a metodologia do ICS oferece um modelo robusto para a gestão de emergências industriais. Ao reconhecer a importância dos fatores humanos e implementar estruturas organizacionais que promovam a comunicação, a clareza de funções e a coordenação, as organizações podem reduzir a probabilidade de erros críticos e melhorar a eficácia da resposta.

É essencial que as indústrias invistam em treinamentos regulares que incluam simulações realistas, desenvolvam habilidades não técnicas nas equipes e atualizem continuamente seus planos de resposta com base nas lições aprendidas. A abordagem integrada não só protege vidas humanas e o meio ambiente, mas também preserva os ativos e a reputação das organizações.

O desafio contínuo é garantir que as lições do passado sejam incorporadas nas práticas atuais e futuras. A colaboração entre entidades como o CCPS e a adoção de metodologias como o ICS são passos importantes nessa direção. Somente através de um compromisso contínuo com a melhoria e a integração dos aspectos humanos e técnicos é que se alcançará um gerenciamento de emergências mais eficaz e seguro.



Você pode mandar suas dúvidas, sugestões de pautas e comentários para a redação da **Revista Emergere**, pelo seguinte email:

revista@dinosgroup.com.br



A importância dos Fatores Humanos na Segurança de Processos

O "*Human Factors Handbook for Process Plant Operations*", do CCPS, é um guia essencial para integrar os fatores humanos na segurança e eficiência de plantas de processo. Ele apresenta metodologias para gerenciar riscos associados ao comportamento humano em operações industriais, com foco em segurança, produtividade e resposta a emergências.

Principais Objetivos:

1. Aprimorar a Segurança: Reduzir incidentes relacionados a falhas humanas;
2. Integrar Fatores Humanos: Incorporar limitações e capacidades humanas no design de sistemas;
3. Apoiar a Tomada de Decisão: Melhorar decisões em ambientes de alta pressão;
4. Fortalecer a Comunicação: Promover clareza e coordenação nas operações;
5. Desenvolver a Cultura de Segurança: Enfatizar a segurança como valor organizacional.

Conteúdo Resumido:

- Fatores Humanos: Analisa como aspectos cognitivos e organizacionais afetam o desempenho humano.
- Erro Humano: Classifica erros e sugere estratégias preventivas.
- Design Centrado no Usuário: Propõe sistemas intuitivos que minimizem erros.
- Treinamento: Orienta no desenvolvimento de programas para competências críticas.
- Gestão de Emergências: Apresenta práticas para resposta eficaz sob pressão.
- Cultura Organizacional: Destaca o papel da liderança em promover segurança.
- Ferramentas de Avaliação: Introduce métodos como análise de tarefas e checklists.

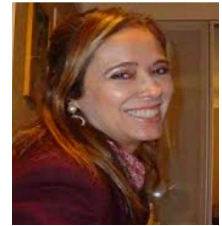
Relevância:

A obra posiciona os fatores humanos como elementos críticos em sistemas sociotécnicos. Aplicar suas diretrizes fortalece a segurança e eficiência das operações, protegendo pessoas, ativos e o meio ambiente.

Fonte:

CENTER FOR CHEMICAL PROCESS SAFETY. *Human Factors Handbook for Process Plant Operations*. New York: Wiley-AICHe, 2022.

Desastres Tecnológicos: Afinal, quais lições foram aprendidas?



Elizabeth Nunes Alves

Notícias sobre acidentes com produtos químicos perigosos, especialmente aqueles de grandes proporções denominados de ‘desastres’ que resultaram em fatalidades, graves impactos ao meio ambiente e perdas materiais significativas são recorrentes em vários países do mundo, mesmo aqueles mais desenvolvidos. Afinal o que deu errado? Quais as lições aprendidas com esses desastres?

Não obstante ao teor trágico e por mais paradoxal que pareça ser, os desastres despertam a consciência e chamam a atenção do poder público, do setor privado e da sociedade, para a necessidade de programas de prevenção mais eficientes e de sistemas mais rígidos de gerenciamento de riscos, voltados para a segurança das pessoas, a qualidade ambiental e a proteção do patrimônio (ALVES, 2020).

As indústrias se aproveitaram dessas experiências para investigar os acidentes e identificar deficiências, avançando em questões técnicas, muitas vezes resultando no desenvolvimento de novas tecnologias, sempre apoiadas na engenharia e outras disciplinas das ciências exatas. Quem não se lembra do famoso livro ‘What Went Wrong?’ (“O que houve de errado?”, trad. nossa) de Trevor A. Kletz do ano de 1985 e sua nova versão ‘Still Going Wrong’ (“Ainda está dando errado”, trad. nossa) (2003)? Ali encontramos casos e análises de diversos acidentes e quase-acidentes ocorridos na indústria de processos químicos com sugestões técnicas de como preveni-los. Este livro inclusive faz uma análise criteriosa sobre o acidente de Bhopal em 1984. Entretanto, como o próprio autor diz: “as pessoas mudam e as lições são esquecidas”.



The Nypro chemical plant, near Flixborough, produced caprolactam, a chemical used in the manufacture of nylon



The site has been flattened and turned into an industrial estate

Foto 1(a) e (b) - Imagem do desastre de Flixborough em 1974 e da região atualmente.

Talvez uma das primeiras lições aprendidas tenha sido a ‘redução de inventários de produtos químicos perigosos’ que surgiu após o desastre de Flixborough com ciclohexano ocorrido em 1974. De acordo com Kletz (1993) apesar de parecer óbvio, na verdade antes de Flixborough “... pouca ou nenhuma atenção era dada aos projetos de engenharia para torná-los intrinsecamente mais seguros”.

Um dos desastres de grande repercussão e que se transformou em marco histórico foi o vazamento de 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina na planta da ICMESA em Seveso, Itália, em 1976.



Foto 2 - Descontaminação da área de Seveso logo após o vazamento

Esse desastre inclusive ‘batizou’ as Diretivas da União Europeia com o nome de Seveso I (1982), II (1996) e III (2012). Embora esse acidente não tenha registrado fatalidades imediatas ao vazamento, ele demonstrou o total despreparo da empresa e do poder

público, o que resultou em atropelos e impactos sociais negativos. Conforme Lees (2005), a empresa demorou para remover as pessoas das zonas de risco (a remoção foi iniciada somente 14 dias após o vazamento), além disso, os mapas que indicavam as zonas de risco foram questionados pela população, visto que as áreas eram delimitadas por linhas retas coincidentes com os limites políticos-administrativos ou com elementos naturais da região; ademais, várias famílias ficaram desabrigadas, pois suas casas foram destruídas durante os trabalhos de descontaminação.



Foto 3 - Prefeito Francesco Rocca no meio dos protestos da população.

Entretanto, a questão que mais causou controvérsia foi a decisão das autoridades em permitir abortos terapêuticos às mulheres grávidas que residiam nas áreas contaminadas, temendo efeitos teratogênicos da dioxina (CENTEMERI, 2010). A Itália vivia naquele momento um debate sobre o aborto e Seveso está localizada em um território de tradição cultural e política católica, o que explica os conflitos gerados na população. O acidente de Seveso foi chamado por Van Eijndhoven (1994, apud CENTEMERI, 2010) de o ‘desastre da desinformação’.



Foto 4 - Bosque dos carvalhos, Seveso, Itália.

A zona afetada pelo acidente foi transformada em 1996 num parque e em 2004 foi inaugurado o ‘Percurso da Memória’ com painéis que contam a história do desastre (BOSCO DELLE QUERCE, 2020).

Contudo, um desastre de maior magnitude ainda estava por vir e seria considerado o pior caso em número de fatalidades já registrado até o momento. No ano de 1984 na planta de pesticidas da *Union Carbide*, localizada na cidade de Bhopal, Índia, ocorreu o vazamento de metil-isocianato, que em contato com a água gerou o gás cianeto, levando à morte em torno de 5.200 pessoas (SUPREME COURT OF INDIA CIVIL APPELATE JURISDICTION, 2006). A *Union Carbide* estava instalada em área urbana densamente povoada com assentamentos precários nos seus arredores.

Embora muitos fossem originalmente irregulares, em 1984 o governo Indiano forneceu o direito de posse aos moradores para evitar ter de expulsá-los, sem saber que os estariam deixando à mercê de uma tragédia (LEES, 2005). Esse desastre em especial foi marcado por um conflito de opiniões entre os médicos sobre o tratamento adequado à população exposta. O tratamento com o antídoto tiosulfato de sódio, normalmente utilizado para intoxicações por cianeto, foi estabelecido pelas autoridades médicas somente dois meses após o desastre.

Assim, o desastre de Bhopal, juntamente com o vazamento de GLP na Cidade do México em 1984 e a explosão nitrato de amônio em Toulouse em 2001, trouxeram à tona um dos maiores desafios na gestão dos riscos tecnológicos: o planejamento urbano no entorno das instalações. A distância segura até pontos vulneráveis é citada na literatura como a ‘única garantia de segurança’ para a proteção das pessoas vulneráveis (TAVEAU, 2010; BASTA, 2009; CAHEN, 2006; LEES, 2005; HSE, 1989). Muitas das indústrias que registraram alto número de fatalidades estavam cercadas de moradias, porém na época de sua construção não havia pessoas nas proximidades, no entanto, ao longo do tempo, com a falta de controle e de regulamentação restritiva para o uso e ocupação do solo, muitos assentamentos se consolidaram nas adjacências de plantas químicas (BASTA, 2009). No caso de Toulouse havia 1130 pessoas vivendo na zona de efeitos letais (900 metros) e 16 mil pessoas na zona de efeitos irreversíveis (1600 metros), tais zonas haviam sido delimitadas para uso residencial, porém após o desastre mostraram ser insuficientes (DECHY *et al.*, 2004).

Foi assim que os relatórios de segurança (aqui no Brasil são os ‘Estudos de Análise de Risco- EAR’ também conhecidos por ‘Análise Quantitativa de Risco’) mencionados nas Diretivas de Seveso, passaram a ser elementos-chave para lidar com o planejamento urbano na União Europeia. Infelizmente no Brasil a regulamentação sobre esse tema ainda “engatinha”, pois não encontramos uma política pública que efetivamente integre os EARs com o ordenamento do território nos planos de desenvolvimento urbano (ALVES, 2020).

Os desastres também impulsionaram ações estruturadas para a preparação e resposta a emergência de comunidades. Haja vista o programa APELL

(*Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level*) criado pela UNEP (*United Nations Environment Programme*) em 1988, após a ocorrência dos desastres de Bhopal e Cidade do México. Relatos registrados pelo programa APELL (2014) como “*eu nunca imaginei que tal acidente pudesse ocorrer*” e “*os impactos do acidente poderiam ter sido limitados se houvesse um plano de emergência em vigor*” são provas de que a falta de informação e a falta de preparo são elementos presentes nos desastres. Não podemos esquecer o papel fundamental exercido pela Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM) no processo de disseminação e promoção do Programa APELL no Brasil.

O Programa APELL certamente apresenta aspectos positivos, porém há contradições e limites como os expostos por A. S. Dutra, K. C. Dalcin e L. M. Fernandes (2019) sobre o APELL de Caraguatatuba. Entre as dificuldades iniciais em 2012 apontadas pelas autoras, destacam-se: a precariedade dos recursos materiais e humanos da Defesa Civil e a falta de sistematização do processo na agenda pública, além da dificuldade na obtenção de informações sobre as comunidades e o pouco envolvimento dos gestores públicos que alegavam falta de recursos. Nos anos seguintes houve mudanças na organização do APELL que passou a ser coordenado pela Defesa Civil, em cooperação com o Corpo de Bombeiros, Polícia Militar do Estado de São Paulo, SAMU, representantes de comunidades e de empresas. Houve também a promulgação do Decreto Municipal nº 484 no ano de 2016, instituindo o APELL na cidade de Caraguatatuba. Independente dos desafios do Programa APELL, ele é um bom exemplo da participação da sociedade civil na preparação e resposta aos desastres, apesar de todos os entraves relatados pelas autoras no APELL de Caraguatatuba.

Um dos grandes obstáculos na rápida resposta aos desastres é a falta de informações sobre os produtos químicos, zonas de risco e tipos de cenários acidentais, se incêndio, explosão ou nuvem tóxica (LEES, 2005). O desconhecimento das informações de segurança dos produtos químicos tem sido uma das causas de fatalidades de brigadistas e bombeiros, haja vista o acidente ocorrido em 2015, no porto de Tianjin, China, que deixou cerca de 170 mortos, na maioria bombeiros. Segundo a agência Reuters do Brasil “*o armazém projetado para abrigar substâncias químicas tóxicas e perigosas, continha, sobretudo nitrato de amônio, nitrato de potássio e carbeto de cálcio*” (Reuters do Brasil, 2015). Mas o nitrato de amônio causou em 2020 um desastre de grandes proporções, deixando centenas de mortos e feridos na cidade de Beirute, Líbano. Conforme Samir Barghout, que debateu o pós-desastre de Beirute e o comparou com as enchentes no estado do Rio Grande do Sul, há uma necessidade de colaboração multidisciplinar, já que “*... um dos aspectos mais marcantes na resposta foi a participação ativa de voluntários, diversos setores da sociedade, incluindo o*

mundo acadêmico, organizações não governamentais, organizações comunitárias, governo, agências internacionais de desenvolvimento e o setor privado” (2024).

A falta de comunicação dos riscos e de informações sobre os cenários acidentais no relatório de segurança da União Europeia também foram identificadas como elementos agravantes no desastre de Toulouse (Taveau, 2010). Isto motivou a criação de um comitê local em Toulouse envolvendo as partes interessadas, com o objetivo de melhorar o compartilhamento das informações sobre os riscos, porém esforços mais amplos deveriam ter sido iniciados na França para erradicar a ‘cultura do segredo de risco’ entre funcionários e público (DECHY *et al.*, 2004). Spósito e Poffo (2016) reforçam sobre as graves consequências da postura de resistência por parte das indústrias em divulgar seus riscos, visto que muitos desastres acontecem por falta de compartilhamento de informações com as partes interessadas.

Muitos dos desastres evidenciaram a falta de preparo e de resposta rápida das empresas e autoridades durante e pós-desastres, devido principalmente, a falta de um plano de emergência estruturado e integrado com as instituições externas à indústria (LEES, 2005). Segundo Basta (2009), as pessoas atingidas no desastre de Bhopal não sabiam como agir quando os alarmes tocaram e os hospitais não estavam preparados para atender casos de intoxicados. No caso da Cidade do México houve caos no trânsito quando os moradores tentavam fugir da área e os serviços de emergência tentavam entrar (LEES, 2005). Já no caso de Toulouse, o sistema de alerta não funcionou (temos ouvido isso aqui no Brasil!) e os planos de emergência interno e externo não estavam preparados para atender o cenário catastrófico que ocorreu, além disso, os 1570 bombeiros e 950 policiais que atuaram no desastre não estavam protegidos adequadamente e não utilizaram aparelhos para detectar a presença de gases tóxicos (DECHY *et al.*, 2004).

Outras deficiências nos planos de emergência evidenciadas nos desastres são: falta de definição de rotas de fuga, clareza no significado dos sinais sonoros do sistema de alerta e informações sobre os efeitos dos produtos químicos nos seres humanos (LEES, 2005).



Foto 5 - Ponto de encontro do APELL Caraguatatuba.

Assim, resumidamente dentre as lições aprendidas com os desastres tecnológicos, podemos citar as principais, quais sejam:

- Redução de inventários e projetos de engenharia intrinsecamente seguros;
- Elaboração de estudos de análise de risco com critérios de tolerabilidade de risco e mapeamento das zonas de risco;
- Planos de resposta à emergência estruturados envolvendo defesa civil, corpo de bombeiros, serviços de saúde e a população vulnerável;
- Compartilhamento de informações de risco com as partes interessadas;
- Descontaminação das áreas impactadas para que os efeitos danosos dos vazamentos não se prolonguem indefinidamente;
- Controle de uso e ocupação do solo nas áreas vizinhas às instalações industriais perigosas; e
- Colaboração multidisciplinar envolvendo setor público, setor privado, academia e organizações não governamentais.

Apesar dos grandes avanços teóricos e práticos adquiridos nos diferentes setores, ainda há muitos problemas identificados e não resolvidos. Faltam banco de dados com informações dos acidentes, suas causas e consequências. Faltam regulamentações e um reconhecimento da responsabilidade dos atores envolvidos na prevenção e gestão dos riscos. Há uma necessidade de combater a ‘cultura do segredo’. Acima de tudo é importante debater os papéis de cada um, definindo valores e metas alinhadas com a ética, sem privilegiar grupos e sem precisar agir de modo autoritário e coercitivo. Conforme Patel, (2015) a ação coercitiva é uma resposta violenta aos desastres e que agrava ainda mais o momento trágico, que por si só já traz muito sofrimento à população. Devemos parar de trilhar o caminho de ‘deixar acontecer para depois ver o que fazer’ (ALVES, 2020).

Referências bibliográficas

ALVES, E. N. Gestão de risco de acidentes industriais com produtos químicos perigosos: um olhar para o Polo Petroquímico do ABC Paulista. [S.l.]: [s.n.], 2020.

BARGHOUTI, S. Experiência da Resposta Equitativa Pós-Desastre: Lições da Explosão no Porto de Beirute para o Rio Grande do Sul. Revista Libanus, Nr 2, Abril 2024. Disponível em: <<https://revistalibanus.com.br/2024/05/09/experiencia-da-resposta-equitativa-pos-desastre-licoes-da-explosao-no-porto-de-beirute-para-o-rio-grande-do-sul-apos-as-chuvas-e-enchentes/>>. Acesso em: 2024 Novembro 11.

BASTA, C. Risk, Territory and Society: Challenge for a Joint European Regulation. Delft: Delf University of Technology, 2009. 235 p.

BOSCO DELLE QUERCE. Bosco delle Querce: Parco Naturale Regionale, 2020. Disponível em:

<<http://www.boscodellequerce.it/bdq/english-pages/>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

CENTEMERI, L. Seveso: o desastre e a diretiva. Laboreal, Porto, v. VI, Nr 2, dez. 2010. p.66-70. Disponível em: <http://laboreal.up.pt/files/editions/2010_12/laboreal_2010_12_pt.pdf>. Acesso em: 10 out. 2018.

DECHY, N. et al. First lessons of the Toulouse ammonium nitrate disaster, 21st September 2001, AZF plant, France. Journal of hazardous materials, v. 111, p. 131-138, 2004.

DUTRA, A. S.; DALCIN, K. C.; FERNANDES, L. M. O programa APELL: desafios e perspectivas da participação de comunidades em emergências locais. Campos Neutrais - Revista Latino-Americana de Relações Internacionais, Maio-Agosto 2019. 14.

ENEVA S.A. Análise de Risco. [S.l.]. 2021. (PR.CRP.HSE.010).

KLETZ, T. A. O que houve de errado: casos de desastres em indústrias químicas, petroquímicas e refinarias. Tradução de Antônio G. de Mattos Neto Antônio G. de Mattos Júnior. 2a (1a ed. 1985). ed. [S.l.]: Makron Books do Brasil Ltda, 1993.

KLETZ, T. A. Still going wrong: cas histories of process plant disasters and how they coul have been avoided. [S.l.]: Gulf Professional, 2003.

LEES, F. P. Lees ´s loss prevention in the process industries. 3a. ed. Texas: Elsevier, 2005.

PATEL, N. A. Mindful justice: The Search for Gandhi’s Sympathetic State After Bhopal. Social Justice Research, v. 28, p. 363-390, 2015. REUTERS DO BRASIL. China defende resposta inicial a incêndio químico depois de explosões em porto. Por Adam Rose e Megha Rajagopalan. Sexta-feira, 14 de agosto de 2015 09: 00 BRT, 2015. Disponível em: <<http://br.reuters.com/article/worldNews/idBRKCN0QJ16A20150814>>. Acesso em: 25 Agosto 2015.

SPÓSITO, N. H.; POFFO, Í. R. F. La divulgación a los grupos de interés. Elemento clave de las estrategias de seguridad de proceso: experiencias de aprendizaje en Latinoamerica. 7th Latin American Conference on Process Safety, Lima, p. 1-16, 22-23 Aug. 2016.

SUPREME COURT OF INDIA CIVIL APPELATE JURISDICTION. Affidavit on behalf of union of India and Union Carbide. [S.l.]. 2006.

TAVEAU, J. Risk assessment and land-use planning regulations in France following the AZF disaster. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, v. 23, p. 813-823, Nov. 2010.

UNEP. Awareness and preparedness for emergencies at local level (APELL), 2020. Disponível em: <<https://www.unenvironment.org/explore-topics/disasters-conflicts/what-we-do/preparedness-and-response/awareness-and-preparedness>>. Acesso em: 11 ago. 2020.

www.dinosgroup.com.br

Visite a página web do **DINOS Group** e acompanhe nossas atividades técnicas.



Resposta e Controle de Emergências: Requisitos do Sistema de Gestão – SGI, para atender as Normas ISO 14001 e 45001



Gerson José Grozzi

Prefácio

Esse é um tema bastante abrangente, com muitas particularidades e ao mesmo tempo cativante, principalmente aos profissionais que dedicam sua vida profissional inteira à prevenção. A intenção desse artigo não é falar das Normas ISO 14001 e 45001, e sim provocar uma reflexão de como explorar o item 8.2 Preparação e Resposta a Emergências. As duas Normas ISO, tratam o requisito do item 8.2, como uma necessidade ou expectativa declarada, geralmente implícita ou obrigatória.

Introdução

Tratar o assunto Preparação e Resposta a Emergências, não é uma tarefa fácil, necessita de uma expertise grande na área de emergência, que possa entender os processos dentro da organização de forma a desenvolver um plano que atenda a todos os possíveis cenários, que incluam eventos naturais, técnicos, provocados pelo homem, ocorridos dentro e fora da organização.

Se as organizações são responsáveis pela saúde e segurança ocupacional dos seus empregados, de seu patrimônio e de outros que possam ser afetados por suas atividades, nada mais justo ter recursos para prevenir e evitar grandes catástrofes.

Tenho observado nas auditorias de certificação, manutenção e recertificação que no item 8.2 Preparação e Resposta a Emergências, os Organismos Certificadores, não tratam o respectivo item com a profundidade de detalhe que a norma descreve.

Creio que a razão de tal descuido possa ser a falta de conhecimento da área de resposta à emergência, ou pouco tempo destinado no planejamento deste requisito da Norma. A intenção é dar uma visão técnica sobre o assunto de forma que os leitores deste artigo entendam a importância e benefícios do item 8.2 quando bem aplicado em suas organizações.

Desenvolvimento

O que dizem as Normas NBR ISO 14001:2015 e ISO 45001:2018 em relação ao tema?

Item 8.2: Preparação e resposta a emergências

“A organização deve estabelecer, implementar e manter processo(s) necessário(s) para se preparar e responder a emergências em potencial, conforme identificadas internamente, fazendo, por exemplo, o seguinte”:

Comentário: Para um melhor alinhamento, quando a(s) norma(s) usam o termo “deve”, significa dizer que o item no meu entendimento é obrigatório. O entendimento deste parágrafo, muitas vezes na organização, é interpretado de forma equivocada, algumas empresas tratam esse item de forma genérica, identificando apenas alguns cenários, esquecendo de avaliar o seu processo de forma sistêmica.

- a) “estabelecendo uma resposta planejada para emergências, incluindo a prestação de primeiros socorros”

Comentário: Uma das premissas de qualquer plano de atendimento a emergência é salvar vidas, todavia é preciso entender dentro do escopo do plano de emergência da empresa, as responsabilidades de cada função no momento da resposta. Tem-se observado relatos em que a falta de conhecimento, treinamento e responsabilidades de cada função durante o atendimento a uma emergência tem causado outras emergências, agravando ainda mais o cenário.

- b) “fornecendo treinamento para a resposta planejada”;

Comentário: Pergunta: Com relação aos treinamentos oferecidos pelas organizações aos seus empregados, como garantir a eficácia e qualidade suficiente para dominar tecnicamente os cenários identificados pela organização? Por ser um investimento

não tão barato, algumas empresas decidem treinar somente suas equipes de brigada, oferecendo do forma simplistas praticamente um treinamento básico, comprometendo desta forma todo o sistema de prevenção e seu patrimônio. Hoje temos excelentes empresas/profissionais no Brasil oferecendo cursos nesta área, assim como fora do país. O uso da ferramenta de levantamento de necessidade de treinamento é um dos métodos ideais que define o melhor perfil e competência para os envolvidos no atendimento a emergência.

- c) “testando e exercitando periodicamente a capacidade de resposta planejada”;

Comentário: A realidade de hoje é caótica em relação a efetividade dos treinamentos dos cenários identificados na organização. Começa pela dificuldade que a área de atendimento em emergência tem em conseguir uma programação junto as áreas envolvidas, sempre a desculpa “não podemos parar a produção, não podemos liberar os brigadistas”, etc. A falta de apoio da alta administração pode ser um dos motivos, no entanto só podemos realmente testar a capacidade de nossas equipes realizando os treinamentos contínuos, seja em sala ou efetivamente em campo.

- d) “avaliando o desempenho e, se necessário, revisando a resposta planejada, inclusive após o teste e, em especial, após a ocorrência de emergências”;

Comentário: Ao longo de muitos anos atuando na área de emergência, auditando sistemas, constatei inúmeras vezes, relatórios “pobre” de informações, registros dos simulados e/ou exercícios de emergência sem nenhum padrão. Ter um padrão ou uma metodologia de avaliação é fundamental para correção dos desvios encontrados e revisão nos planos existentes.

- e) “comunicando e fornecendo informações relevantes a todos os trabalhadores sobre seus deveres e responsabilidades”;

Comentário: O plano de emergência local precisa e deve ser compreendido por 100% dos empregados. Recomenda-se pelo menos dois simulados gerais por ano.

- f) “comunicando informações relevantes a contratados, visitantes, serviços de resposta a emergências, autoridades do governo e, conforme apropriado, à comunidade local”;

Comentário: Como já comentado no item “c”, organizações que não priorizam seus simulados e/ou exercícios de emergência, podem pagar um preço muito

caro. A informação do plano de emergência da organização a terceiros, comunidade local e órgão públicos via PAM, é de extrema importância.

- g) “levando em conta as necessidades e capacidades de todas as partes interessadas relevantes e garantindo seu envolvimento, conforme apropriado, no desenvolvimento da resposta planejada”.

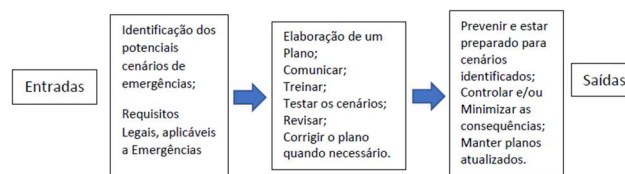
Comentário: Entendendo as partes interessadas, podendo ser: empresas circunvizinhas, clientes, fornecedores, órgãos públicos, empregados, acionistas. Esse é um ponto importante, nem sempre as empresas estão preparadas com os recursos humanos e materiais para grandes cenários identificados na organização. Ter parcerias com os PAM's locais, é uma das formas de assegurar apoio nos momentos críticos.

- h) “A organização deve manter e reter a informação documentada sobre o(s) processo(s) e os planos para responder a potenciais emergências”.

Comentário: As organizações precisam estabelecer, implementar e manter seus processos atualizados e ter conhecimento por todos os envolvidos, de forma a saber lidar com cenários de emergências identificados com potenciais riscos as pessoas, ao patrimônio e a comunidade. O plano de emergência, precisa sempre estar atualizado, revisado e divulgado a todos os envolvidos.

Conclusão: As organizações que buscam a certificação e as que já são certificadas, precisam entender que o item específico 8.2 **Preparação e resposta a emergências**, é fundamental para garantir a proteção de pessoas, ativos e imagem da organização. A adequada implementação deste item, com adoção de tecnologias e práticas inovadoras, aliadas a treinamentos contínuos, fortalece a capacidade da empresa em responder as emergências.

Modelo de Mapa de Processo para Preparação e Resposta a Emergências



“Não se decreta uma cultura de segurança. Ela se constrói e se vive no dia a dia, nas ações e nos atos”
(ICSI - Institut pour une Culture de Sécurité Industrielle)

Arroz Rosa



Edson Haddad

Ao longo de quase 42 anos realizando o atendimento a emergências químicas, é natural que alguns atendimentos fiquem marcados de alguma forma, seja pela comoção gerada, pela complexidade, pelo elevado risco envolvido ou simplesmente porque foi muito atípico, como é o caso que relatarei neste artigo.

Certa vez em 1992, o órgão ambiental do estado de São Paulo recebeu uma ligação telefônica de uma mulher que relatava algo muito estranho. Segundo ela, ao cozinhar arroz na casa da sogra, que era ao lado da casa dela, o arroz ficava rosa (Foto 1). Perguntamos se ela cozinhou usando beterraba!!! Claro que a resposta foi não. Perguntamos se o arroz estava vencido. E, de novo, a resposta foi não. Mas era tão estranha esta situação que estes e outros questionamentos se justificavam.



Foto 01 - Arroz rosa após cozimento.

O caso ficou mais intrigante quando ela relatou que ao cozinhar o arroz (do mesmo pacote) na casa dela, este não ficava rosa. A dúvida recaiu então sobre a água utilizada para o cozimento. E, para nossa surpresa, ao cozinhar arroz do mesmo pacote daquele utilizado na casa da sogra, com a mesma água e panela utilizadas na casa da sogra, o arroz não ficava rosa na casa dela. Mas ao cozinhar na casa da sogra o arroz, a água e a panela da nora, o arroz ficava rosa. Estava na hora de ir a campo para ver e entender melhor o que estava acontecendo.

Inspeção

Fomos a campo em três técnicos, sendo um químico, um biólogo e um técnico. Ao chegar à casa da nora ela confirmou toda a história já relatada. Na casa da sogra, ao cozinhar qualquer arroz com qualquer água e em qualquer panela, o arroz ficava rosa. Mas ao levar o

arroz, água e panela da sogra para cozinhar na casa da nora, não ficava rosa. Pedimos para fazer o teste e ficamos aguardando um bom tempo. E aconteceu exatamente com ela relatou.

Ao inspecionar a casa da sogra, observamos que se tratava de uma habitação muito velha, malcuidada e habitada apenas por uma senhora de muita idade e pouca higiene. Na cozinha havia um poço de água, sendo esta água utilizada no cozimento do arroz. Desconfiamos da água, obviamente, mas ao trazer água da casa da nora para cozinhar, o arroz também ficava rosa. E ao levarmos a água do poço para cozinhar na casa da nora, o arroz não ficava rosa. Coletamos amostras de água para análise, mas não tínhamos certeza de que a água seria a responsável pelo problema. Na verdade, não tínhamos a menor ideia do que estava acontecendo.

A sogra estava muito nervosa com a situação. Gritava e falava mal da vizinha dizendo que aquilo era maldição dela, pois ela não quis vender a casa para a vizinha após a morte do seu marido. Retornamos à empresa com a finalidade de encaminhar as amostras de água e consultar outros profissionais na tentativa de entender o que estava acontecendo.

Ao relatar o caso a um grupo de bacteriologistas da empresa, fomos informados que seria necessário fazer uma raspagem das paredes para que pudessem fazer análises bacteriológicas (Fotos 2 e 3). Como relatamos que a senhora era pouco higiênica, foi levantada a possibilidade de o problema ser exatamente a pouca higiene dela e então nos orientaram a coletar amostra de material debaixo da unha da mão dela.



Foto 02 - Raspagem das paredes.

Obviamente, não tivemos coragem para retornar lá e dizer que o problema poderia ser ela e que faríamos coleta para avaliar sua higiene pessoal. Alguns dias depois tivemos acesso ao laudo da análise da água e nada foi constatado. Também foram analisadas amostras da parede e nada foi constatado. Porém o problema persistia.



Foto 03 - Coleta do material para análise bacteriológica.

Bactéria

Ao encontrar um gerente de longa experiência na empresa, ele me perguntou como eu estava me saindo na emergência, se estava gostando e então decidi comentar o caso com ele. Bingo! Ele não titubeou para relatar o que estava acontecendo, pois havia visto um caso semelhante durante seu mestrado na Inglaterra. Ele disse que o problema era a presença no ar de uma bactéria chamada *Serratia marcescens*. Esta bactéria, segundo ele, tem a capacidade de promover a viragem do pH do amido aquecido. É produzido um pigmento chamado prodigiosina durante o cozimento de alimentos com amido. Assim, qualquer alimento com amido também ficaria rosa ao cozinhar.

Sugeriu pedir à nora que cozinhasse macarrão. Fiz o pedido e 30 minutos depois veio a confirmação: o macarrão estava rosa. Pedi para cozinhar batata e, também ficou rosa. Também ficaria com pão e polenta. Foi um alívio. Fiquei feliz em saber que o problema não era a falta de higiene pessoal daquela senhora e sim o estado de conservação da casa, pois seria difícil lidar com a situação.

Mas como a bactéria foi parar lá? Conhecendo a bactéria, foi fácil obter informações adicionais.

Descobrimos por meio da literatura, por exemplo, que a *Serratia marcescens* é um microrganismo oportunista, gram-negativo, inicialmente considerado não patogênico e utilizado para estudar formas de transmissão entre bactérias, pela facilidade de identificação pela visão do seu pigmento vermelho característico.

Além disso, a literatura indicava que essa bactéria vive em ambientes sujos e de extrema umidade, exatamente como era a cozinha da casa da senhora.

Naquela época a literatura informava que a bactéria não era considerada patogênica, ou seja,

acreditava-se que seria possível comer o arroz sem que ocorressem problemas de saúde. Mesmo com essa informação, ninguém da nossa equipe teve coragem de dizer isto àquela senhora.

No entanto, atualmente há estudos que indicam que a bactéria pode provocar enfermidades caso seja consumida.

Tratamento

Já sabíamos as condições que propiciaram o surgimento da bactéria (umidade e sujeira). Assim, para eliminá-la foi necessário higienizar o ambiente da casa, principalmente a cozinha. A nora foi orientada a realizar uma minuciosa lavagem e limpeza com água sanitária, seguida de uma aplicação de água de cal.

Após esse procedimento novos testes foram feitos e ao cozinhar alimentos com amido não se observou mais a coloração rosa. E assim o caso foi dado por encerrado.

Considerações

Guardo esse atendimento na memória, de fato se tornou um marco, pois me fez enxergar “fora da casinha”, e essa lição trago comigo para sempre. No início do atendimento suspeitou-se de que se trataria de uma emergência química devido à possibilidade de contaminação da água. Ao final constatou-se que se tratava de uma emergência biológica.

Não tenho conhecimento de alguma outra situação semelhante ocorrida no Brasil.

Seguramente foi um dos casos mais interessantes que participei, não pelo risco existente, mas pelo ineditismo e aprendizado que proporcionou.



Incêndios Envolvendo Baterias de Íons de Lítio



Marcelo Valle da Silva

O meu objetivo neste artigo é te ajudar a compreender os conceitos e fenômenos relacionados aos incêndios envolvendo as baterias de íons de lítio, bem como oferecer algumas diretrizes para o enfrentamento dos desafios adicionados por esta nova tecnologia, cujas aplicações tracionárias e estacionárias estão se tornando mais presentes em nosso cotidiano.

Desde a década de 1990, as baterias de íons de lítio são a principal fonte de alimentação recarregável para produtos eletrônicos de consumo. A ausência do efeito memória e maior tempo de vida útil impulsionaram dispositivos como *laptops*, *smartphones* e ferramentas elétricas. A alta densidade energética, as altas taxas de descarga e recarga e, principalmente, a capacidade de associar várias células em série e paralelo viabilizaram o desenvolvimento de baterias de maior capacidade. Estão sendo empregadas, por exemplo, em veículos elétricos e no armazenamento de energia renovável assim as baterias de íons de lítio tornam-se protagonistas da transição energética.

O conteúdo energético é muito superior quando comparado a outras tecnologias de baterias. Entretanto, isto também apresenta desafios singulares em termos de perigo de incêndio, associado a explosões, liberação de produtos perigosos e choque elétrico. Estes desafios aumentaram a necessidade de opções e adequações no atual modelo de proteção.

A tecnologia é emergente e conta com poucos padrões conhecidos de segurança contra incêndio no mundo. Por isso, neste artigo apresento os conceitos relacionados aos incêndios envolvendo baterias de íons de lítio, que incluem a fuga térmica, fenômenos relacionados ao fogo e as principais diretrizes de segurança.

Conceito Introdutório

Incêndios envolvendo baterias de íons de lítio caracterizam-se pela presença de células acometidas por fuga térmica. Podem iniciar pela fuga térmica ou pela ignição em materiais presentes nos componentes da bateria, na aplicação ou no ambiente, que em

consequência provocará a fuga térmica nas células da bateria.

Fuga Térmica

A fuga térmica caracteriza-se pela ruptura ou alívio de pressão interna em uma célula, liberando calor e materiais como gases e partículas incandescentes. É provocada por certos tipos de estresse ou abuso de ordem térmica, elétrica, química ou mecânica, que irão causar falhas nos materiais internos e, em consequência a fuga térmica.

As baterias listadas e certificadas, que possuírem boa procedência, são fabricadas e testadas sob diversas condições críticas, que incluem a resistência térmica e mecânica, de forma que se garanta a qualidade e segurança. Procedimentos inadequados na fabricação, manipulação, recarga ou no uso podem provocar as falhas internas ou no circuito elétrico da bateria.

As falhas culminarão na ruptura ou decomposição do separador, ocorrendo um curto-circuito interno, caracterizado pelo contato e reação entre os materiais ativos no cátodo e ânodo. A ruptura do separador ocorre por processos mecânicos ou químicos, enquanto a decomposição decorre geralmente da termogênese no ânodo, que inicia reações químicas exotérmicas e autossustentáveis entre os materiais decompostos.

A temperatura e o volume dos gases gerados irão crescer exponencialmente atingindo um ponto crítico em função do oxigênio liberado do material catódico, que irá reagir violentamente com quase todos os compostos presentes internamente.



FONTE: IVALLE PROCESSO DE FUGA TÉRMICA EM BATERIAS DE ÍONS DE LÍTIO

Figura 01 – Processo de fuga térmica a partir de termogênese no ânodo em baterias de íons de lítio.

O acúmulo dos gases aumentará a pressão interna até superar a resistência do invólucro ou da válvula de alívio, se houver. Como consequência, a célula liberará calor, gases e particulados sólidos. Uma célula de íons de lítio pode transformar até 66% da sua massa em gases durante a fuga térmica, numa média de 470 litros por kWh de capacidade de energia.

A termogênese também afetará outras células próximas, que desencadearão processos de fuga térmica, agravando exponencialmente a extensão do evento. Este efeito de retroalimentação com o envolvimento em cadeia de outras células dá origem ao termo “avalanche térmica”. Nesta condição, o calor liberado pelas baterias corresponderá ao calor produzido pelas reações químicas e ao calor gerado pelos micros arcos elétricos provenientes do atrito dos particulados metálicos.

Nas células de ânodo de grafite, que representam mais de 85% do mercado, são gerados gases inflamáveis a base de hidrogênio, monóxido de carbono, dióxido de carbono e hidrocarbonetos (metano, etileno, propileno, acetileno etc.). O estado de carga (SoC) e a química das células influenciarão na dosagem destes gases, pois quanto menos lítio houver no ânodo, mais dióxido de carbono a fuga térmica vai gerar.

Isto permite haver quatro possíveis cenários, apresentados a seguir:

- Com SoC igual a 0%, as células tendem a não desenvolver fuga térmica por estarem em equilíbrio eletroquímico;
- Acima de 0% até 30% de SoC, ocorrerá fuga térmica e os gases não entrarão em ignição, devido à alta concentração de dióxido de carbono;
- Acima de 30% até 60% de SoC, ocorrerá fuga térmica, mas os gases demorarão a entrar em ignição, dependendo das condições ambientais;
- Com o SoC acima de 60%, ocorrerá fuga térmica e os gases entrarão imediatamente em ignição, dependendo das condições ambientais.

Importante destacar que, embora com SoC menor que 30% os gases não peguem fogo, o calor gerado pela bateria poderá provocar a pirólise e incêndios em matérias combustíveis, geralmente dos invólucros, materiais de revestimento ou a fiação elétrica. Isto não pode ser desprezado.

Além do monóxido de carbono, as baterias de íons de lítio liberarão gases tóxicos. As mais comuns que possuem eletrólitos a base de sais fluorados, como o hexa flúor-fosfato de lítio (LiPF₆), gerarão ácido fluorídrico (HF) que pode causar queimadura química ácida (H⁺) e intoxicação sistêmica pela fluorina (F). A partir de 1kWh, a concentração liberada de HF será acima da tolerância humana, que é de 1,5 mg/m³ conforme a

NR15, requerendo o uso de proteção respiratória na intervenção em emergências.

Outros gases como os ácidos cianídrico (HCN) e sulfídrico (H₂S), gerados pela queima de materiais plásticos, devem ser considerados e avaliados no atendimento das vítimas. Sugiro que sempre o suporte avançado de vida seja acionado no atendimento pré-hospitalar.

Características do Incêndio

Cinco fatores influenciarão este tipo de incêndio quando houver a presença de baterias íons de lítio em fuga térmica:

- O fogo será sustentado pela fuga térmica;
- Ocorrerá emissão de gases inflamáveis e tóxicos;
- Ocorrerá ignição da nuvem dos gases em expansão volumétrica;
- Existe um potencial de se formar atmosfera explosiva;
- Poderá haver projeção de partículas incandescentes.



FONTE: IWALLE - FATORES QUE CONTRIBUEM PARA O DESENVOLVIMENTO DO INCÊNDIO

Figura 2 – Fatores que influenciam incêndios que envolvem baterias íons de lítio.

A bateria será uma fonte de calor e combustível, atuando como um agente acelerador do fogo, cujas características não devem ser desprezadas nas técnicas de combate. A fuga térmica, que só pode ser interrompida sob condições extremas de congelamento, influenciará o desenvolvimento do incêndio a medida em que for maior a sua energia armazenada.

Os micros arcos elétricos geralmente provocam a ignição imediata, logo após o rompimento da célula que ocorre entre 400°C e 600°C, havendo contato dos gases com o ar atmosférico. Poucos são os casos que o oxigênio liberado do material cátodo escapa para o meio externo. A ignição imediata dos gases faz com que a temperatura atinja mais de 700°C, entre 4 e 22 segundos.

Ignições tardias podem ocorrer com potencial de se formar atmosfera explosiva. Em espaços abertos, as baixas temperaturas tendem a reduzir a temperatura inicial dos gases, mantendo-a temporariamente abaixo dos respectivos pontos de ignição. Já em espaços fechados poderá haver explosão mecânica quando a resistência das portas, janelas e paredes não suportarem a pressão interna ou quando a concentração dos gases ficar acima do limite superior de inflamabilidade.

Neste último caso, os vapores orgânicos e gases ácidos tendem a “empurrar” o ar atmosférico presente no ambiente. Em espaços amplos, a dissipação dos gases provocará a ignição tardia, gerando um “flash fire”. Mas em espaços confinados, essa dissipação não ocorre e, havendo uma abertura inesperada de portas ou janelas, os gases se expandem para fora criando um “fireball”.

A aplicação de alguns agentes extintores, que atuam somente sobre o isolamento ou radicais livres, poderá formar uma atmosfera gasosa aquecida com potencial de explosão.

O efeito explosivo, em todos os casos, corresponde a ondas de pressão subsônicas, sem formação de ondas de choque. A deflagração, então, deve-se principalmente à presença de gases como hidrogênio e etileno. Geralmente, ocorre maiores danos em portas, janelas e paredes frágeis, como madeira. Até o momento, não houve registros de comprometimento de paredes ou estrutura das edificações.

Classe de Fogo

As baterias não pegam fogo e não explodem. Com as características indicadas, existem três classes de fogo envolvidas neste tipo de incêndio:

- Classe A: presença de sólidos combustíveis nos materiais de revestimento da aplicação e invólucros da bateria;
- Classe B: presença de gases inflamáveis gerados pela bateria;
- Classe C: quando a bateria estiver conectada a uma rede elétrica.

É importante esclarecer que nas baterias de íons lítio não há fogo de classe D. É comum haver esta confusão, pois as “íons lítio” embora pertençam a família das “baterias de lítio”, possuem um cátodo a base de liga composta por óxido de lítio e óxidos de outros metais de fixação, que não é pirofórica. É importante, então, não as confundir com as baterias de “lítio metálico” que possuem um ânodo de lítio “in natura”, altamente reagente em contato com água, assim como outros componentes internos.

A predominância da classe de fogo dependerá da relação do porte da bateria e sua aplicação. Por exemplo, em veículos elétricos predomina a classe A em razão da queima dos materiais de revestimento, fazendo com que a curva da taxa de liberação de calor seja parecida com as dos veículos de motores térmicos, a combustão interna.

Classificação dos Incêndios Envolvendo Baterias

Para o enfrentamento dos incêndios envolvendo baterias de íons de lítio, temos 4 classificações que facilitam o implemento de medidas de segurança, de acordo com a magnitude que podem atingir. São eles:

- Nível 0 ou magnitude baixa – presença de baterias com menos de 1 kWh;
- Nível 1 ou magnitude moderada – presença de baterias de 1 kWh a 1 MWh em espaços abertos;
- Nível 2 ou magnitude alta – presença de baterias de 1 kWh a 1 MWh em espaços fechados;
- Nível 3 ou magnitude extrema – presença de baterias acima de 1 MWh.

Nos incêndios de nível 0, as baterias não possuem capacidade de alterar o comportamento do fogo e não precisa haver medidas adicionais de segurança. Qualquer pessoa com formação básica pode combater o fogo, sem proteção respiratória e trajas de combate, na fase inicial do fogo. O tempo de fuga térmica não leva mais que 1 a 3 minutos e o incêndio se torna comum logo em seguida. Nos demais níveis, em que as baterias têm um tempo de fuga térmica maior, elas interferem no comportamento do incêndio, aumentando a sua duração em horas ou dias e dificultando o controle do incidente.

NÍVEL 0	NÍVEL 1	NÍVEL 2	NÍVEL 3
Incêndios envolvendo baterias abaixo de 1kWh de energia	Incêndios envolvendo baterias acima de 1kWh de energia em espaço aberto	Incêndios envolvendo baterias acima de 1kWh de energia em espaço fechado	Incêndios envolvendo baterias acima de 1MWh de energia
<ul style="list-style-type: none"> • Smartphones e power banks • Laptops e eletrodomésticos • Ferramentas elétricas • Bicicletas, hoverboards e cadeiras de roda 	<ul style="list-style-type: none"> • Motocicletas e carros elétricos • Ônibus e caminhões • Veículos industriais • Battery banks 	<ul style="list-style-type: none"> • Motocicletas e carros elétricos • Ônibus e caminhões • Veículos industriais • Battery banks 	<ul style="list-style-type: none"> • Depósitos ou indústrias de baterias • Estacionamentos e garagens fechadas • Pilões de veículos elétricos • Sistema de armazenamento de energia
MAGNITUDE BAIXA	MAGNITUDE MODERADA	MAGNITUDE ALTA	MAGNITUDE EXTREMA
<ul style="list-style-type: none"> • Fuga térmica: baixa duração • Zona quente: não há • Liberação de toxinas: insignificante • Roupas anticamas: não obrigatório • Proteção respiratória: não obrigatório • Requer medidas adicionais: não • Risco de explosão: baixo • Risco de contaminação ambiental: baixo 	<ul style="list-style-type: none"> • Fuga térmica: longa duração • Zona quente: 30 metros • Liberação de toxinas: insignificante • Roupas anticamas: obrigatório • Proteção respiratória: obrigatório • Requer medidas adicionais: sim • Risco de explosão: baixo • Risco de contaminação ambiental: baixo 	<ul style="list-style-type: none"> • Fuga térmica: longa duração • Zona quente: edificação • Liberação de toxinas: insignificante • Roupas anticamas: obrigatório • Proteção respiratória: obrigatório • Requer medidas adicionais: sim • Risco de explosão: alto • Risco de contaminação ambiental: baixo 	<ul style="list-style-type: none"> • Fuga térmica: longa duração • Zona quente: em expansão • Liberação de toxinas: insignificante • Roupas anticamas: obrigatório • Proteção respiratória: obrigatório • Requer medidas adicionais: sim • Risco de explosão: muito • Risco de contaminação ambiental: alto

Figura 3 – Classificação dos incêndios envolvendo baterias íons de lítio.

Nos incêndios de nível 1 existe um moderado risco de explosão e de contaminação pela fumaça, o que requererá proteção respiratória e traje de resistência ao fogo adequados à intervenção a ser realizada. Somente bombeiros ou brigadistas com qualificação avançada podem enfrentar este nível de incêndio, desde que tenham capacitação em segurança e reação relacionada a baterias de íons de lítio. Acima de 20kWh, a capacitação deverá ser específica conforme a aplicação da bateria.

Nos incêndios de nível 2, existe um alto risco de explosão e de contaminação pela fumaça. Será necessária proteção respiratória autônoma, traje de combate a incêndios e somente bombeiros ou brigadistas com qualificação avançada podem atuar. Será necessária a capacitação em segurança e reação relacionada a bateria de íons de lítio, específica a sua aplicação. Em ocupações de armazenamento e manipulação de baterias, é importante que todos que tenham contato direto com as baterias sejam brigadistas.

Nos incêndios de nível 3, múltiplos eventos adicionarão riscos à ocupação e à comunidade vizinha, necessitando de uma resposta completa e combinada. Além de incêndios e explosões, haverá a formação de

rápida para extinguir o fogo antes que afete a bateria. A estratégia consiste em complementar a detecção da fuga térmica às medidas previstas para a ocupação ou operação protegida.

Mobilização

A mobilização envolve a alocação de recursos humanos e materiais no local do incidente, em tempo e capacidade de minimizar os efeitos danosos. Inclui a evacuação das pessoas das áreas de risco. A notificação e atendimento da ocorrência são ações essenciais para o despacho dos recursos e devem ser ajustados de acordo com as hipóteses acidentais levantadas.

A avaliação dinâmica da cena, o isolamento das fontes perigosas de energia como cortar a energia dos carregadores, a definição de áreas seguras e a avaliação das estratégias de intervenção fazem parte desta etapa e devem ser previstas no plano de ação de emergência.

A eficácia da mobilização é medida e avaliada pelo tempo de resposta. A presença das baterias antecipa os objetos de reação que em muitas vezes são menores que a mobilização da primeira resposta. Por isso, a ação das pessoas que manipulam, armazenam e usam baterias é fundamental. O conhecimento real sobre os riscos evolucionados evitará enganos, alguns fatais.

Contenção

A contenção é fundamental. Medidas de proteção passiva, que incluem a compartimentação e elementos de resistência ao fogo, e de proteção ativa, como os chuveiros automáticos, são importantes para manter o fogo na sua origem desde o seu início. Estas medidas podem ser instaladas na bateria (“soluções *in battery*”) ou na edificação (“soluções *in building*”).

O principal objetivo é proporcionar tempo, para que as pessoas possam sair com segurança da edificação e para que os recursos internos e, principalmente, os externos possam atuar tempestivamente.

Ações manuais podem ser adotadas em condições de riscos moderados ou adicionadas a condições mais severas. Estas ações incluem retirar com segurança a bateria ou aplicação de espaços fechados ou das proximidades de outros materiais. Inclui também a possibilidade de isolamento por meio de mantas corta fogo e tambores de segurança. Estes materiais devem ter resistência testada em temperaturas acima de 1.400°C e as pessoas devem ser preparadas continuamente por meio de exercícios de emergência tipo *drill* para executarem as ações com segurança e eficácia desejada.

Neutralização

A neutralização inclui duas etapas: o controle das chamas e estabilização da bateria. Em incêndios de nível 1, 2 ou 3, somente agentes que atuam na redução do calor ou isolamento dos combustíveis devem ser usados. A água, além de ser o agente mais usual, é eficiente nas duas etapas desde que seja observada a

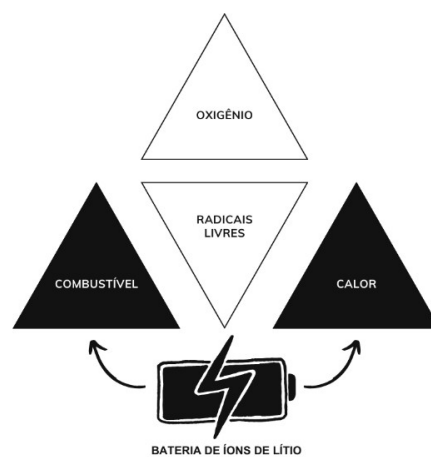


Figura 6 – Influência das baterias íons de lítio sobre o tetraedro do fogo.

vazão compatível para “roubo” de calor do fogo e da bateria em avalanche térmica.

O histórico global de alto consumo, numa média de 1 m³ de água por kWh, é observada em estratégias adotadas em que há falta de compreensão dos fenômenos associados a fuga térmica e da arquitetura da bateria pelos respondedores. Em determinados casos como nos veículos elétricos, é possível obter um consumo compatível com veículos convencionais ao se adotar técnicas eficazes.

Alguns tipos de sistemas de água nebulizada, aditivos à água de combate e aerossóis condensados podem ter ótima eficácia. Entretanto, o dimensionamento deve-se basear em desempenho comprovado de acordo com a aplicação a ser protegida.

Alerto para não adquirir e usar extintores em baterias, sem que haja avaliação por profissional com proficiência técnica comprovada. Em hipótese alguma, aplique em baterias acima de 20 kWh, pois ainda não há padrões de ensaio para avaliar a real capacidade extintora de acordo com a energia armazenada. A capacidade extintora deve considerar ainda se a bateria está ou não instalada em um sistema, equipamento ou veículo. Em breve, teremos normas de ensaio que possam ajudar no melhor dimensionamento dos extintores e agentes alternativos.

A estabilização da bateria é constatada quando a emissão de calor é interrompida. Quando a temperatura for a igual a do ambiente, um protocolo denominado “Regra dos 30” deve ser adotado, aguardando-se 30 minutos após a constatação da redução da temperatura. Se não houver fuga térmica e reignições, a baterias estará estabilizada.

Recuperação

As medidas incluem a remoção dos resíduos e limpeza do local, procedimentos de descontaminação humana e atendimento pré e intra hospitalar em caso de

vítimas, assim como a descontaminação em caso de impacto ambiental.

O *overhaul* da bateria deve iniciar 30 horas após a estabilização, ou em período maior se indicado pelo fabricante, se forem identificadas células não afetadas pela avalanche térmica. O calor e outros eventos comprometem a estabilidade destas células e tentativas de manipular ou transportar as baterias podem gerar termogênese.

Se a bateria não for desmontada, deve ficar acondicionada em quarentena crítica por 30 dias ou mais. Há, inclusive, histórico de baterias que entraram em segunda fuga térmica 68 dias após a primeira. O transporte das baterias, equipamentos ou veículos sinistrados é outro item crítico que deve possuir segurança adequada ao risco.

A investigação do incêndio e perícia técnica da bateria são medidas que devem ser adotadas nesta fase. Seus executantes devem usar equipamentos de proteção adequados e o acesso ao local afetado ou à bateria deve ser liberado por pessoa com perícia, mediante avaliação dos riscos.

Conclusão

Ao contrário que muitos pensam, um incêndio envolvendo baterias não se trata de uma classe nova de fogo. O entendimento dos fenômenos aqui indicados norteará uma avaliação eficaz dos riscos e, conseqüentemente, a adoção de medidas de segurança. Ter o melhor sistema não significa ter o sistema mais eficaz!

Embora algumas normas norte-americanas mostrem boas orientações para avaliar riscos, inclusive de determinadas aplicações de baterias de íons de lítio, os métodos tridimensionais adotados na Europa são mais eficazes. Eles analisam a relação entre exposição, magnitude e vulnerabilidade, permitindo avaliar se as medidas de segurança instaladas são capazes de mitigar o risco ou necessitam de implemento.

“As baterias não se suicidam, são assassinadas.”



www.dinosgroup.com.br

Visite a página web do **DINOS Group** e acompanhe nossas atividades técnicas.



Bhopal 40 anos

Bhopal: Um dos Maiores Desastres da História da Indústria Química Mundial

O desastre de Bhopal, ocorrido em 3 de dezembro de 1984, marcou profundamente a história da indústria química. Naquela noite, cerca de 40 toneladas de metil isocianato (MIC), um gás altamente tóxico, vazaram de uma planta de pesticidas operada pela Union Carbide India Limited, em Bhopal na Índia. O gás se espalhou rapidamente, atingindo uma população vulnerável, que vivia próxima à instalação.

As conseqüências foram devastadoras: mais de 3.000 mortes nas primeiras horas e mais de 25.000 ao longo dos anos. Além disso, centenas de milhares de sobreviventes sofrem até hoje com doenças crônicas e complicações genéticas.

Bhopal revelou falhas sistêmicas, como sistemas de segurança desativados, falta de treinamento e ausência de protocolos de emergência. O acidente expôs os riscos da negligência industrial e impulsionou mudanças globais na regulamentação química.

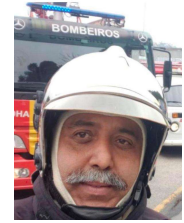
Os impactos foram significativos: países introduziram leis mais rigorosas, como o fortalecimento do *Clean Air Act* nos EUA; a indústria adotou práticas de gerenciamento de riscos e movimentos por justiça ambiental ganharam força. Iniciativas como o *Responsible Care* também surgiram para melhorar padrões de segurança.

Quarenta anos depois, Bhopal continua sendo um símbolo de tragédia e negligência, mas também de aprendizado. Este marco reforça a necessidade de priorizar a segurança humana e ambiental na indústria química, sendo lembrado como um dos maiores desastres industriais de todos os tempos.

Fonte:

THE NEW YORK TIMES. For Victims of Bhopal Disaster, the Agony Persists. *The New York Times*, New York, 2 dez. 2009. Disponível em: <https://www.nytimes.com>. Acesso em: 9 dez. 2024.

A Importância e Aplicação da NBR 17240:2010



Roberto Alves Moura

A segurança contra incêndio é um elemento crítico no planejamento e manutenção de edificações residenciais, comerciais e industriais. A norma brasileira NBR 17240, anteriormente conhecida como NBR 9441, estabelece parâmetros para o sistema de detecção e alarme de incêndio, garantindo que os ocupantes das edificações possam ser alertados de forma eficaz em caso de incêndio, permitindo a evacuação em tempo hábil e a chegada dos serviços de emergência.

Publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em 2010, a NBR 17240 substitui e atualiza a norma anterior com uma série de diretrizes e requisitos técnicos para a instalação de sistemas de alarme e detecção de incêndios. Estes sistemas são projetados para detectar o fogo na fase inicial, emitir alertas sonoros e visuais e, dependendo do projeto do sistema, realizar outras ações automáticas como a liberação de rotas de fuga e o acionamento de sistemas de supressão de incêndio.

Objetivos e Aplicabilidade da Norma

O principal objetivo da NBR 17240 é estabelecer um padrão mínimo para a instalação de sistemas de detecção e alarme de incêndio que possa ser aplicado de forma uniforme em todo o território nacional. Isso inclui a definição de tipos de detectores, a localização e instalação dos componentes, requisitos de sinalização, além de manutenção e testes periódicos do sistema.

A norma é aplicável a praticamente todos os tipos de edificações, exceto aquelas especificamente excluídas pelo seu escopo, como pequenas residências unifamiliares que não estão sob o guarda de regulamentos específicos de segurança contra incêndio.

Para grandes edificações comerciais e industriais, bem como para prédios de múltiplos andares, a conformidade com esta norma não é apenas uma recomendação, mas uma exigência legal em muitos municípios e estados.

Implementação e Desafios

A implementação da NBR 17240 requer uma análise detalhada do projeto arquitetônico e das características específicas de uso da edificação. Profissionais qualificados devem realizar o projeto do sistema de detecção e alarme, assegurando que todos os espaços estejam adequadamente cobertos pelos detectores e que os alarmes possam ser claramente ouvidos por todos os ocupantes.

Um dos desafios na implementação da NBR 17240 é a necessidade de integração com outros sistemas de segurança contra incêndio, como sprinklers e sistemas de controle de fumaça. A coordenação entre diferentes sistemas e tecnologias pode ser complexa, requerendo uma abordagem multidisciplinar durante o projeto e a instalação.

A manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio é crucial para garantir a funcionalidade e eficácia destes sistemas no momento crítico de um incêndio.

Entre as estratégias de manutenção, a preventiva se destaca por oferecer uma série de vantagens em relação à manutenção corretiva. Este artigo explora a importância da manutenção preventiva, compara seus prós e contras com a manutenção corretiva e discute as implicações das penalidades associadas ao descumprimento das normas, como a NBR 17240.

Redução de Custos com Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva consiste na realização de inspeções, testes e correções programadas para evitar falhas no funcionamento de equipamentos e sistemas.

Em sistemas de alarme e detecção de incêndio, isso inclui a verificação regular de baterias, sensores, sirenes, e conexões elétricas, entre outros componentes. A grande vantagem deste tipo de manutenção é a redução significativa dos custos em longo prazo, pois problemas potenciais são identificados e solucionados antes de se tornarem graves.

Comparativamente, a manutenção corretiva ocorre após o surgimento de um defeito e frequentemente envolve reparos emergenciais. Tais intervenções podem ser substancialmente mais caras, uma vez que problemas não detectados previamente podem causar danos extensos a outros componentes do sistema, exigindo substituições caras e, em casos de falhas durante um incêndio, até perdas irreparáveis.

Prós e Contras da Manutenção Preventiva vs. Corretiva

Manutenção Preventiva:

- **Prós:**
 - Minimiza o risco de falhas completas do sistema;
 - Reduz os custos de manutenção em longo prazo;
 - Prolonga a vida útil dos equipamentos;
 - Contribui para a segurança contínua dos ocupantes da edificação.
- **Contras:**
 - Requer investimento inicial e planejamento regular;
 - Pode ser percebida como um custo desnecessário na ausência de falhas imediatas.

Manutenção Corretiva:

- **Prós:**
 - Executada somente quando necessário, o que pode reduzir a percepção de custo imediato.
- **Contras:**
 - Pode resultar em custos muito elevados de reparo ou substituição;
 - Aumenta o risco de falhas críticas do sistema durante emergências;
 - Reduz a vida útil dos componentes devido a possíveis danos prolongados antes do reparo.

Aplicações de Penalidades Segundo a Norma NBR 17240

A norma NBR 17240 especifica requisitos para a instalação, operação e manutenção de sistemas de alarme de incêndio. O descumprimento dessa norma não só coloca em risco a integridade física dos ocupantes da edificação, como também pode resultar em penalidades legais. As autoridades regulatórias podem impor multas, exigir a interdição de partes ou todo o estabelecimento e, em casos de incidentes resultantes de negligência, responsabilização civil e criminal dos gestores do imóvel.

As penalidades visam assegurar a adoção de práticas de segurança eficazes e a manutenção rigorosa dos sistemas de prevenção e combate a incêndios. A manutenção preventiva, além de ser uma prática recomendada, torna-se um componente crucial para a

conformidade com a legislação vigente e para evitar as consequências legais de falhas no sistema.

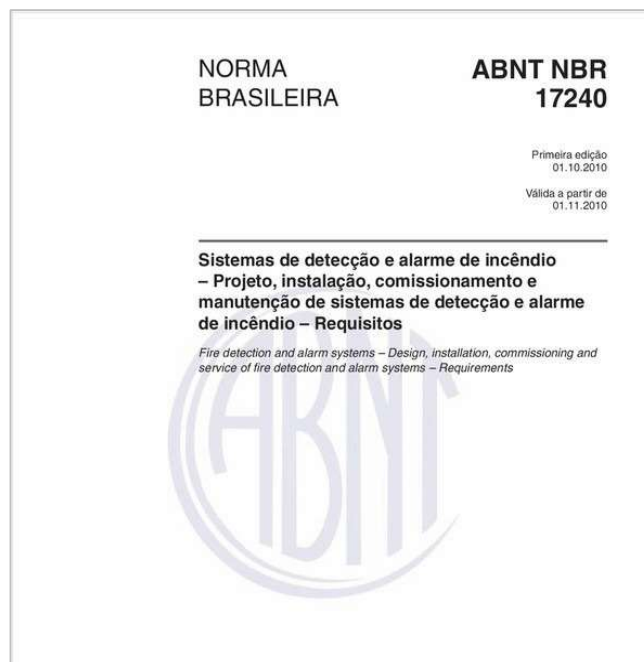


Figura 01- NBR 17240:2010

Conclusão

A NBR 17240/2010 é uma norma fundamental para a segurança contra incêndio em edificações, proporcionando diretrizes claras para a instalação de sistemas de detecção e alarme de incêndio.

Sua implementação ajuda a proteger vidas e patrimônios, além de cumprir com os requisitos legais.

As edificações que adotam plenamente as diretrizes da NBR 17240 estão melhor preparadas para enfrentar emergências relacionadas a incêndios, garantindo a segurança de seus ocupantes e facilitando as operações de resgate e combate a incêndios.

A NBR 17240/2010 é citada em várias legislações do próprio Corpo de Bombeiros e em alguns Códigos de Segurança contra incêndio e Pânico, ela acaba sendo considerada um requisito legal a ser cumprido, e não uma norma a ser seguida como recomendação.

Isso implica dizer que a manutenção preventiva acaba sendo uma obrigação legal a ser cumprida, sujeita a penalidades. ■

Você pode mandar suas dúvidas, sugestões de pautas e comentários para a redação da **Revista Emergere**, pelo seguinte email:

revista@dinosgroup.com.br



Emergência com Cilindros de Cloro

Liquefeito de 900 Kg



Silvio Araújo

Esse artigo objetiva apresentar as principais propriedades físicas, químicas e toxicológicas do cloro, bem como as recomendações e procedimentos a serem adotados pelas equipes de emergência quando da ocorrência de emergências com o produto.



Foto 01 - Cilindros de Cloro;

INFORMAÇÕES SOBRE O CLORO

Nome técnico: Cloro líquido anidro

Sinônimo: Gás Cloro - Fórmula: Cl_2 . Número CAS: 7782-50-5

Líquido sob pressão (dentro do cilindro) e gás à pressão atmosférica. Quando liberados os gases mantidos liquefeitos por ação da pressão, e/ou temperatura, tenderão a passar para seu estado natural nas condições ambientais, ou seja, estado **gasoso**.

Gás apresenta cor amarela fraca em baixas concentrações.

Gás apresenta uma cor amarela esverdeada em altas concentrações.

Gás não visível abaixo de 25/60 ppm (dependendo da umidade do ar).

Odor pungente, penetrante e irritante (cheiro de Cândida/Qboa/Alvejante).

Densidade do Vapor (Ar = 1) 2,5 (gás mais pesado que o ar, se acumula e ficará mais concentrado nas partes mais baixas do edifício/terreno onde vazou).

Gás não inflamável, mas poderoso oxidante.

Ponto de Ebulição $-34,04^\circ\text{C}$ a 760 mmHg (torna-se gás).

Densidade do líquido (água = 1): 1,4 a $15,4^\circ\text{C}$.

Taxa de expansão de 460 vezes (um volume de cloro líquido gera 460 volumes de cloro gasoso). No controle da emergência daremos prioridade para o controle do vazamento na forma gás.

Número ONU: 1017 (utilizado no transporte dos cilindros).

Número de Risco: 265 (gás tóxico oxidante).

Pictogramas GHS



PERIGOS DO CLORO GÁS

Gás extremamente tóxico e irritante para as vias respiratórias. Pode provocar danos graves para vias respiratórias e pode ser fatal se inalado. O agravamento da intoxicação pode se agravar por um período prolongado (até 36 horas após a exposição).

Gás/Líquido extremamente corrosivo para pele. Pode provocar queimaduras severas à pele e olhos.

O cloro é um oxidante forte e pode provocar queimaduras por calor.

O líquido é muito frio (congela). Pode causar queimaduras devido baixa temperatura (enregelamento). Solidifica a uma temperatura de -101°C (ponto de congelamento).

O limiar de odor do cloro é perceptível nas concentrações de 0,2 a 0,4 ppm na atmosfera (pode variar de pessoa para pessoa).

A exposição ao sistema respiratória é a principal preocupação, seguida pela exposição ocular, portanto a proteção respiratória e ocular é fundamental.

O impacto do cloro depende da concentração do produto no ambiente e do tempo de exposição. Quanto maior a concentração e o tempo de exposição mais severo será o dano à saúde.

LIMITES DE EXPOSIÇÃO AO CLORO

ORGANIZAÇÃO/PAÍS	CONCENTRAÇÕES MÁXIMAS
LT (limite tolerância) Norma Regulamentadora 15 MTb - Brasil	0,8 ppm até 48h semanais ou 2,3 mg/m ³
ACGIH- TLV-TWA (EUA)	0,5 ppm (média ponderada de tempo e 8 horas) ou 1,5 mg/m ³
ACGIH - TLV-STEL(EUA)	1 ppm (limite de exposição para curto tempo) ou 12,9 mg/m ³
OSHA-PEL (EUA)	1 ppm (valor teto) 3,0 mg/m ³
NIOSHI (STEL) exposição 15 min.EUA	0,5 ppm ou 1,45mg/m ³
IDLH (EUA) ou IPVS (imediatamente perigoso à vida e à saúde)	10 ppm (com base em irritação ocular grave, impedindo capacidade de fuga)

EXPOSIÇÃO AGUDA E SEUS EFEITOS QUÍMICOS PARA SAÚDE - CLORO

CONCENTRAÇÃO (ppm)	EFEITO
0,2 a 0,4	Limite de detecção por odor
1 a 3	Irritação leve na membrana mucosa (tolerada até 1 hora)
25 a 60	Limite de visibilidade dependendo da umidade do ar
30	Dor tórax imediata, vômito, dispnéia (dificuldade de respiração) e tosse
430	Letal em 30 minutos
1.000	Fatal em poucos minutos

INCÊNDIO

Devido o cloro ser um forte oxidante pode provocar ou agravar um incêndio.

Os cilindros podem ser resfriados com água em forma de "spray" se eles não estiverem com vazamento. Se possível retirá-los da área do incêndio.

O cloro gás não é inflamável, mas por ser oxidante pode suportar combustão de certas substâncias.

Se o metal (aço do cilindro) atingir a temperatura de 251°C poderá inflamar-se na presença do cloro.

No caso de incêndio próximo ou envolvendo tubulações equipamentos contendo cloro, ele deve ser extinto imediatamente e a alimentação de cloro nestes equipamentos deve ser interrompida de imediato. O calor localizado aumenta a corrosão das paredes do cilindro.

Se o cilindro for aquecido entre 70°C e 74°C os bujões fusíveis se fundirão, com a intenção de aliviar a pressão interna do cilindro evitando a ruptura dele. Cada cilindro possui 6 bujões fusíveis (três na frente e três na parte detrás do cilindro).

REATIVIDADE

O cloro reage violentamente com substâncias tais como:

- óleos e graxas de hidrocarbonetos, tintas, solventes, acetileno, hidrogênio, amônia, benzina, butano, propano, metano, butadieno, carbetto de sódio, terebentina, óleo antigripante, óleos e graxas a base de silicone, detergentes, sabões, amônia, metais finamente divididos (cobre/ferro).

O cloro úmido é muito reativo e corrosivo para maioria dos metais. Não se deve jogar água em um vazamento de cloro pois formará o ácido clorídrico e ácido hipocloroso podendo aumentar o vazamento com o aumento da corrosão.

E.P.I. (EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL) PARA O ATENDIMENTO A EMERGÊNCIAS COM CLORO GÁS

Zona Quente da Emergência

Máscara autônoma com cilindro de ar respirável com pressão positiva.

Vestimenta Encapsulada Nível A resistente ao produto químico gás cloro.



Zona Morna da Emergência

Para combate e resgate: Uniforme nível B com máscara autônoma pressão positiva.

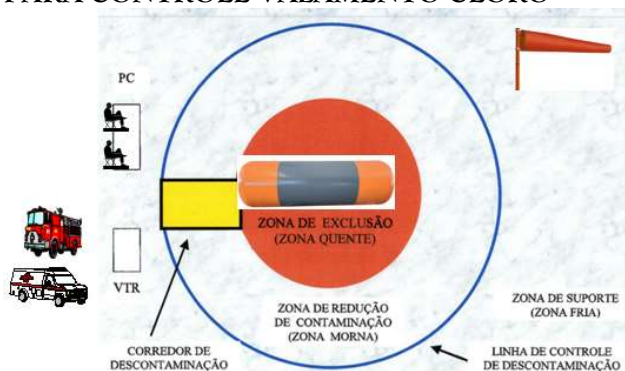
Para pista de descontaminação: Uniforme nível C com máscara filtrante com filtro químico para gases ácidos.



Na utilização da máscara facial com filtro químico, se sentir odor característico do cloro, é sinal de que o filtro está saturado. Reavaliar a proteção respiratória utilizada.

Os uniformes nível B e C devem ser utilizados com botas de borracha ou PVC e luvas de Neoprene ou PVC.

CROQUI DAS ZONAS DE EMERGÊNCIA PARA CONTROLE VAZAMENTO CLORO



PRIMEIROS SOCORROS NO CONTATO COM CLORO

Inalação

Remover a vítima da área contaminada imediatamente. Para este acesso há necessidade dos EPI's recomendados com prioridade para equipamentos de respiração autônoma.

Transportá-la para um atendimento médico imediato. Caso haja dificuldade de respiração administrar oxigênio úmido a 6 litros por minuto. A vítima deve ser colocada sentada.

Olhos

Lavar imediatamente os olhos continuamente com muita água, por 20 minutos.

Manter pálpebras abertas para assegurar completa irrigação dos olhos e tecidos oculares.

Pele

Remover as roupas contaminadas no chuveiro de emergência.

Lavar intensamente por 20 minutos.

Ingestão

Não provocar vômito. Dê grandes quantidades de água.

Em todos os casos, após os primeiros socorros providenciar socorro médico o mais imediato possível informando o contaminante. As informações técnicas aos médicos estão constantes nas FDS dos fabricantes e distribuidores de cloro.

Se disponível utilize **DIPHOTERINE** de imediato no caso de contato com os olhos, pele e ingestão. Trata-se de uma solução descontaminante que interrompe a agressividade das substâncias químicas e irritantes.

EQUIPAMENTOS DE EMERGÊNCIA

Chuveiro de Emergência e Lava-Olhos

Próximo às unidades de manuseio do cloro deve haver chuveiros de emergência e lava-olhos alimentado por linha independente. Devem ser testados periodicamente para assegurar seu perfeito funcionamento.

Diphoterine

Trata-se de uma solução para atendimento emergencial e imediato em queimadura por produtos químicos.



Estação de equipamentos para equipe atendimento a emergência

Próximo ao local, em lugar seguro, deve haver uma estação com armários de EPI's, uniformes nível A, proteção respiratória etc. para apoio às equipes de emergência.



Biruta

Nas proximidades deverá ser instalado uma biruta para indicação da posição do vento. Tal equipamento facilitará para a equipe de emergência chegar no local do vazamento bem como os demais envolvidos procederem a fuga em direção oposta à do vento.



Medidas de Emergência específicas para o controle de vazamentos em cilindros de Cloro Gás

Se houver qualquer indicação da presença de cloro no ambiente, (que pode ser detectado por equipamento de monitoramento ou monitoramento por vídeo ou mesmo detecção pelo odor) deve-se tomar medidas imediatas para sua eliminação.

Um vazamento de cloro se não tomadas as medidas de controle poderá se agravar e afetar os funcionários ou população vizinha.

É importante que todo usuário/transportador ou qualquer operador onde o cloro esteja sendo utilizado tenha um treinamento básico onde conhecerá os riscos do cloro e o treinamento específico para aplicação do Kit de Emergência.

Para aplicação do Kit ele deverá estar devidamente protegido e nunca atuar sozinho em um vazamento de cloro. O Kit para o cilindro de 900 Kg é denominado de KIT B. Este KIT deverá estar no local mais próximo dos cilindros, ou seja, dentro da área de armazenamento dos cilindros e na área externa, pois trata-se um KIT pesado que não deverá ser transportado à distância.

O KIT B deverá ser aplicado no cilindro com o vazamento na forma gás, por isso a necessidade de girar o cilindro para que o KIT seja aplicado para estancar o vazamento na forma gás. O cilindro contém 80% do cloro na forma líquida e 20% do cloro na forma gás. A expansão do gás é de 460 vezes.

	
<p>Caixa de acondicionamento do KIT B</p>	<p>O cilindro deve ser girado para que o vazamento ocorra na forma gás.</p>

Equipe de Emergência

Deverá estar equipada com EPI's específicos. As áreas próximas deverão ser evacuadas/isoladas e os funcionários dirigirem-se para os pontos de encontro observando pela Biruta a direção do vento, lembrando que o gás cloro é 2,5 vezes mais pesado que o ar portanto **poderá se acumular nas partes mais baixas do prédio ou do terreno.**

Conforme Manual para atendimento a emergências com produtos perigosos da ABIQUIM o isolamento para o gás cloro deve ser o seguinte:

Para pequenos derramamentos

Primeiro, ISOLE em todas as direções	A seguir, proteja as pessoas no sentido do vento (de dia)	A seguir, proteja as pessoas no sentido do vento (de noite)
60 m	400m	1,5 Km

Para grandes derramamentos

Primeiro, ISOLE em todas as direções	A seguir, proteja as pessoas no sentido do vento (de dia)	A seguir, proteja as pessoas no sentido do vento (de noite)
500m	3,0 Km	7,9 Km

Localizando o vazamento

Se o vazamento for muito pequeno é impossível a visualização do gás, portanto deve-se utilizar uma **solução de amônia** em uma concentração de 10% a 30% para comprovar a fuga. A solução deverá estar dentro de um frasco pulverizador e faz parte do KIT B. Para localizar o ponto que está vazando borrifar os vapores (não o líquido) que formará uma névoa branca que permitirá a localização do ponto de escape.



Na próxima edição darei continuidade a esse artigo, explorando os aspectos práticos para a utilização e manutenção do kit B, específico para cilindros de 900 kg de cloro.

Bibliografia:

- Manual Cloro da Votorantim Química
- Manual Noções Básicas Atendimento a Emergência com Produtos Perigosos - Corpo de Bombeiros SP - 5º.GB - 3º.SGB - Mogi das Cruzes
- Panfletos de Cloro - Chlorine Institute /ABICLOR
- FDS Unipar e Hidromar
- Manual PAE e Apostila Aplicação do KIT B - Sabesp
- Manuais Cloro Hidromar
- Manual para Atendimento a Emergências com Produtos Perigosos - ABIQUIM
- Folhetos Clorando Saneamento (equipamentos para uso cloro)



Atividades dos PAMs & RINEMs



João Carlos Hermenegildo
(Chuca)

Workshop PAM Campos Elíseos

Em 26 de outubro de 2024 o PAM Campos Eliseos realizou com grande sucesso um Workshop sobre Segurança e Atendimento a Emergências. O evento contou com palestras de representantes do PAM Campos Eliseos, GOPP – Grupamento de Operações com Produtos Perigosos do Corpo de Bombeiros do Estado do Rio de Janeiro e das empresas MSA Safety e Ambipar Group.



Foto 01 - Participantes do Workshop sobre Segurança e Atendimento a Emergências

Participaram do evento representantes do Corpo de Bombeiro Militar da Bahia e das empresas associadas ao Cofic.

O evento contou com palestras ministradas por Juan Covarrubias da Williams Fire, sobre Emergências em tancagens e atualização de cálculo de demandas e Carlos Bispo Moreira, da Deten, sobre Emergências Químicas na Indústria, além da apresentação de cases por representantes do Corpo de Bombeiro Militar, Cel BM Lanusse Andrade - Comandante do CSI e Ten. Cel. QOBM Alan Guanais - Comandante do 3º e representantes das empresas associadas Narciso Ruzzarin e Antonio Schramm, ambos da Braskem e Dr. Patrícia de Paula, médica do trabalho da Unigel.



Foto 02 - Participantes do Evento no COFIC Camaçari/BA

Evento COFIC Camaçari

A Comissão de Atendimento a Emergência do Cofic (Comitê de Fomento Industrial de Camaçari) organizou o 2º Workshop de Tecnologia em Resposta a Emergência na Indústria, que ocorreu na manhã do dia 28 de agosto de 2024, no Auditório do Cofic.

O evento foi gratuito e teve como objetivo promover o conhecimento, troca de experiência e atualizar os profissionais que atuam no atendimento a emergência.

Simulado PAM São José dos Pinhais

Em novembro de 2024 o PAM de São Jose dos Pinhais (PR) participou de simulado com múltiplas vítimas no aeroporto da cidade.



Foto 03 - Simulado PAM São José dos Pinhás/PR

Treinamento PAM Cajamar

Em 17 de outubro de 2024 o PAM Cajamar realizou um treinamento sobre “Eletricidade Estática na Indústria”. Além dos representantes do PAM Cajamar, também participaram representantes dos PAMs de Juqueri e Osasco.



Foto 04 - Treinamento PAM Cajamar

Campeonato de Brigadas do PAM de Limeira e região

Em dezembro de 2024 integrantes das brigadas de incêndio das empresas participantes do PAM de Limeira e região competiram na realização de combate a incêndio e Atendimento Pré-hospitalar (APH) para socorro de vítimas, sendo o evento coordenado pelo Corpo de Bombeiros Militar do Estado de São Paulo.

A equipe da Maxion Wheels foi a vencedora do Campeonato de Brigada de Incêndio. A competição reuniu empresas participantes do PAM (Plano de Auxílio Mútuo - Limeira e Região) no 16º GB da corporação em Limeira.

Parabéns para todos os participantes: Ajinomoto, Covre, Maxion Wheels, Unimed Limeira e ZF Automotive.



Foto 05 - Campeonato de Brigadas PAM Limeira

Encontro e Assembleia Dinos Group

Em 15 de junho de 2024 foi realizada Assembleia Geral Ordinária pela Associação de Especialistas em Controle de Emergências do Brasil - Dinos Group.

Durante a Assembleia foi realizada eleição da Diretoria Executiva para a gestão 2024 - 2027. Cerca de 35 profissionais associados participaram do evento.

Foi um dia especial onde pudemos rever os amigos e trocamos recordações e experiências. Agradecemos os associados que votaram pela continuidade de nossa gestão. Continuamos trabalhando com dedicação. Juntos somos mais fortes.



Foto 06 - Direção Executiva 2021 - 2024



Foto 07 - Confraternização DINOS Group.