



REQUISITO DE DESEMPENHO 4

GESTÃO DE INCÊNDIO DE EQUIPAMENTOS MÓVEIS



Mesa Redonda de Segurança de Equipamentos
de Terraplanagem

Trabalhando com a indústria desde 2006

CONTROLE DA PUBLICAÇÃO

1. HISTÓRICO DE REVISÕES

Rev.	Data	Descrição	Preparado por	Verificado por	Aprovado por
0,14	Fevereiro de 2021	Documento desenvolvido, revisado por EAG e pelo Grupo de Trabalho	Mark Geerssen, Rio Tinto Peter Hasler, Alcoa Tony Egan, Glencore Mike Boyle, Risk Mentor	Grupo de Trabalho dos Equipamentos de Incêndio	Equipe Consultivo da EMESRT
0.15	Outubro de 2021	Atualizado de acordo com o feedback do OEM, quando apropriado	Mike Boyle, Risk Mentor Eve McDonald, EMESRT	Mark Geerssen, Rio Tinto Tony Egan, Glencore Grupo de Trabalho dos Equipamentos de Incêndio	EAG Principais OEMs
1.0	Dezembro de 2021	Aprovação da Versão Final	Mike Boyle, Risk Mentor Eve McDonald, EMESRT	Mark Geerssen, Rio Tinto	Equipe Consultivo da EMESRT
2.0	abril de 2023	Atualizado o Fail 4S Design Inputs, o 3.1 foi atualizado com a tradução para 4 idiomas, atualização da imagem CFw.	Mike Boyle, Risk Mentor Eve McDonald, EMESRT	Mark Geerssen, Rio Tinto	Equipe Consultivo da EMESRT

2. AVISO LEGAL

Embora tenham sido feitas todas as tentativas para validar o conteúdo deste documento de Requisito de Desempenho 4 (PR-4), o conteúdo foi compilado de acordo com as principais práticas do setor e, portanto, poderão ser modificadas no decorrer do tempo. Por esse motivo, a EMESRT reserva-se o direito de atualizar e reeditar o PR-4 à medida que ocorre o desenvolvimento das práticas da indústria.

3. CONDIÇÕES DE USO

É a intenção da EMESRT reduzir os riscos de saúde e segurança decorrentes da operação e manutenção de equipamentos móveis de terraplenagem. Isso é obtido por meio do compartilhamento de informações das principais práticas que podem ser consultadas por usuários e projetistas ao tentar reduzir o nível de risco para o pessoal. A conexão que é feita através da colaboração da comunidade de usuários finais, OEMs, pesquisadores e fornecedores terceirizados permite a compreensão profunda dos problemas que precisam ser resolvidos para aperfeiçoar o suporte no nível da indústria.

O PR-4 foi desenvolvido para validar a compreensão dos problemas definidos em eventos potencialmente indesejados, conforme documentado na Filosofia do Projeto 4 - Incêndios.

3.1 TRADUÇÕES

O PR-4 foi desenvolvido e revisado em inglês e traduzido somente para o francês, português, russo e espanhol. Se o conteúdo do PR-4, parcialmente ou na íntegra, for traduzido, somente as versões em inglês, francês, português, russo e espanhol publicadas pela EMESRT serão consideradas como as versões aprovadas.

3.2 USO

- EMESRT torna o PR-4 acessível a toda a indústria a custo zero
- Nenhum ganho financeiro deve ser obtido por meio do uso do PR-4 em parte ou na sua totalidade
- A EMESRT disponibiliza o PR-4 gratuitamente, não se destina à venda ou aluguel, em parte ou na totalidade, de qualquer forma, incluindo a sua impressão, digitalização ou de outra forma.

Os pedidos de utilização condicional podem ser enviados para enquiries@emesrt.org.

ÍNDICE

1.0	VISÃO GERAL	3
2.0	OBJETIVOS DE RESULTADO DE DESEMPENHO	4
3.0	PRINCÍPIOS DO PROJETO	4
4.0	ÁREAS DE INFLUÊNCIA DA ÁRVORE DE EVENTOS RESULTANTES EM INCÊNDIO	5
4.1	Gestão Confiável de Incêndio de Equipamentos Móveis EMESRT Detalhes do Modo de Falha por Área de Influência	5

TABELAS

Tabela 1:	Etapas do Caminho da Árvore de Eventos, Resultados e Áreas de Influência	7
Tabela 2:	Modos de falha confiáveis relevantes para o projeto de equipamentos móveis	12
Tabela 3:	Modos de falha confiáveis relevantes para a manutenção de equipamentos móveis	15
Tabela 4:	Modos de falha confiáveis relevantes para detecção e supressão de incêndio	17

1.0 VISÃO GERAL

Incêndios em equipamentos móveis continuam a ocorrer regularmente na indústria de mineração e recursos e há razões evidentes para melhorar o entendimento e a aplicação dos controles de prevenção e mitigação de incêndios.

Eventos de incêndio envolvendo equipamentos móveis:

- Apresentam riscos significativos para operadores, mantenedores e equipes de emergência
- Pode ser catastrófico em operações subterrâneas
- Podem gerar problemas operacionais e comerciais mais vastos para proprietários e operadores de equipamentos de terraplenagem
- Requerer relatórios estatutários obrigatórios na maioria das jurisdições de mineração
- Foram amplamente analisados e os reguladores agora esperam que os operadores de minas aperfeiçoem o desempenho do gerenciamento de incêndio dos seus equipamentos móveis

O DP-4 é uma visão geral de alto nível dos problemas que podem levar a consequências adversas no caso de eventos que envolvem incêndio com equipamentos móveis.

Este Requisito de Desempenho EMESRT foi preparado para aumentar a Filosofia do Projeto 4 - Incêndio. Se aplica aos seguintes cenários de eventos potenciais indesejados (PUE):

DP 4.1 Danos por incêndio resultantes de eventos (incluindo aquecimento, derretimento e atrito) com cabos e componentes elétricos; mangueiras hidráulicas; e linhas de combustível devido a inadequações de projeto, incluindo:

- a. Localização ruim
- b. Segregação inadequada de combustível e fontes de ignição
- c. Falhas na fixação ou restrições

DP 4.2 Danos causados por incêndio devido ao calor gerado pelo atrito da superfície (incluindo pneus)

DP 4.3 Danos causados por incêndio que se inicia ou é propagado em decorrência do acúmulo de material combustível, por ex. sujeira, trapos oleosos

DP 4.4 Danos em decorrência de aprisionamento na cabine devido ao fogo que possa estar bloqueando a saída de emergência

DP 4.5 Danos causados pela entrada em zonas perigosas devido à localização de pontos de isolamento para fontes de combustível

DP 4.6 Lesões ao pessoal, durante um evento com operação normal ou em caso de capotamento ou outro acidente, causado pela inalação, ingestão, abrasão da pele, escorregões, tropeções ou outro mecanismo devido a:

- a. Componentes do Sistema de Supressão de Incêndio mal localizados
- b. Atuação acidental do Sistema de Supressão de Incêndio

DP 4.7 Danos causados pela propagação excessiva/descontrolada do fogo devido a:

- a. Falta de desligamento automático do motor e/ou isolamento das fontes de combustível
- b. Inativação do Sistema de Supressão de Incêndio devido aos efeitos do fogo e/ou outros danos
- c. Ativação retardada do Sistema de Supressão de Incêndio devido à dificuldade de acesso aos controles do Sistema de Supressão de Incêndio
- d. Eficácia reduzida do sistema de supressão de incêndio como resultado de opções instaladas pelo OEM, como mantas de supressão de ruído

DP 4.8 Fatores relativos ao projeto, tais como falha em separar adequadamente as fontes de calor e combustível, ou seja, borracha em vez de fontes de combustível hidráulicas de aço roteadas no compartimento do motor, pneus inadequadamente protegidos de fontes de calor, devido a:

- a. Design inadequado da ventilação do motor que direciona o ar das fontes de combustível para as fontes de calor
- b. Design inadequado do firewall e vedação do anteparo para evitar a propagação do fogo
- c. O uso de materiais de construção que alimentam um incêndio, ou seja, tampas de motor inflamáveis e guarda-lamas

Este documento deve ser lido juntamente com o DP-4 Incêndio.

2.0 OBJETIVOS DE REQUISITOS DE DESEMPENHO

O objetivo deste Requisito de Desempenho é fornecer informações estruturadas e abrangentes que podem ser aplicadas por:

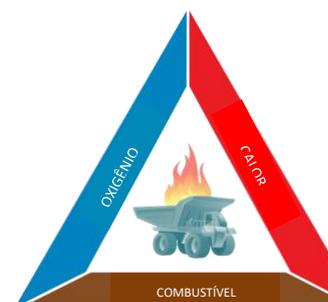
- Projetistas e Fabricantes de Equipamentos Originais (OEM)
- Empresas de mineração - Usuários de equipamentos móveis
- Fornecedores de sistemas de detecção e supressão de incêndio usados para a redução do número e as consequências de incêndios em equipamentos móveis em equipamentos de terraplenagem.

3.0 PRINCÍPIOS DO PROJETO

As informações fornecidas se baseiam na triangulação do incêndio causado pelo calor, combustível e oxigênio.

Em uma situação de incêndio de equipamento móvel, o objetivo principal é proteger o pessoal, antes dos equipamentos e ativos adjacentes.

A prevenção e mitigação de incêndios de equipamentos móveis é baseada nesta sequência:



- Revisões de risco de incêndio durante o design de equipamentos na planta que consideram:
 - Prevenção de incêndios - através da eliminação de combustível / projeto de segregação
 - Prevenção de incêndios - através da eliminação de ignição / projeto de segregação
- Previsão de possíveis incêndios com notificação em tempo real ao operador do equipamento, seu supervisor e equipe de resposta a emergências no local
- Detecção precoce do incêndio e resposta local com supressão que permite a saída segura do operador
- Detecção precoce do incêndio e resposta local com supressão e uso de dispositivos de escape que permitem a saída segura do operador
- Detecção precoce de incêndio e resposta local que extingue o incêndio por meio de uma combinação de eliminação de combustível, isolamento de energia, resfriamento e privação de oxigênio, etc.
- Fornecer, onde for prático, pontos de conectividade em equipamentos móveis que aumentem a capacidade de extinção do local em caso de resposta de emergência, por ex. através de conexões externas em escavadeiras para a inclusão de fluido de dilúvio além daquele armazenado em sistemas de dilúvio a bordo
- Fornecer capacidade para a resposta de emergência do operador / local para fins de isolamento de fontes de combustível e ar para a proteção do pessoal de modo a evitar a propagação do fogo

4.0 ÁREAS DE INFLUÊNCIA DA ÁRVORE DE EVENTOS RESULTANTES EM INCÊNDIO

Este Requisito de Desempenho usa um modelo da Árvore de Eventos de Incêndios de Equipamentos Móveis na *figura 1* para definir essas áreas de influência do Gerenciamento de Incêndio de Equipamentos Móveis:

Design do Equipamento Móvel
Gestão de Manutenção de Equipamentos Móveis
Projeto de Detecção e Supressão do Sistema de Incêndio
Gestão de Emergências e Crises da Empresa Operadora

Mais detalhes sobre a árvore de eventos foram listados na *Tabela 1*, onde as etapas e os resultados da rota da árvore de eventos estão alinhados com áreas de influência relevantes e sobrepostas.

4.1 Gestão Confiável de Incêndio de Equipamentos Móveis EMESRT Detalhes do Modo de Falha por Área de Influência

Mais informações sobre os Modos Confiáveis de Falha relevantes da Estrutura de Controle de Gerenciamento de Incêndio de Equipamentos Móveis EMESRT classificados por área de influência são fornecidos em três tabelas de apoio:

- *Tabela 2- Modos de Falha Confiáveis relevantes para o Projeto de Equipamentos Móveis*
- *Tabela 3- Modos de Falha Confiáveis relevantes para a Manutenção de Equipamentos Móveis*
- *Tabela 4- Modos de Falha Confiáveis relevantes para Detecção e Supressão de Incêndio*

Onde exemplos operacionais ilustrativos relevantes de modos de falha também são providos.

Figura 1: Árvore de Eventos de Incêndio de Equipamentos Móveis com as suas Áreas de Influência.

Obs: Este Requisito de Desempenho não considera a Zona de Gerenciamento de Emergência do Usuário do Equipamento Móvel.

Chave	Design do Equipamento Móvel
	Gestão de Manutenção de Equipamentos Móveis
	Projeto de Detecção e Supressão do Sistema de
	Gestão de Emergências e Crises da Empresa Operadora

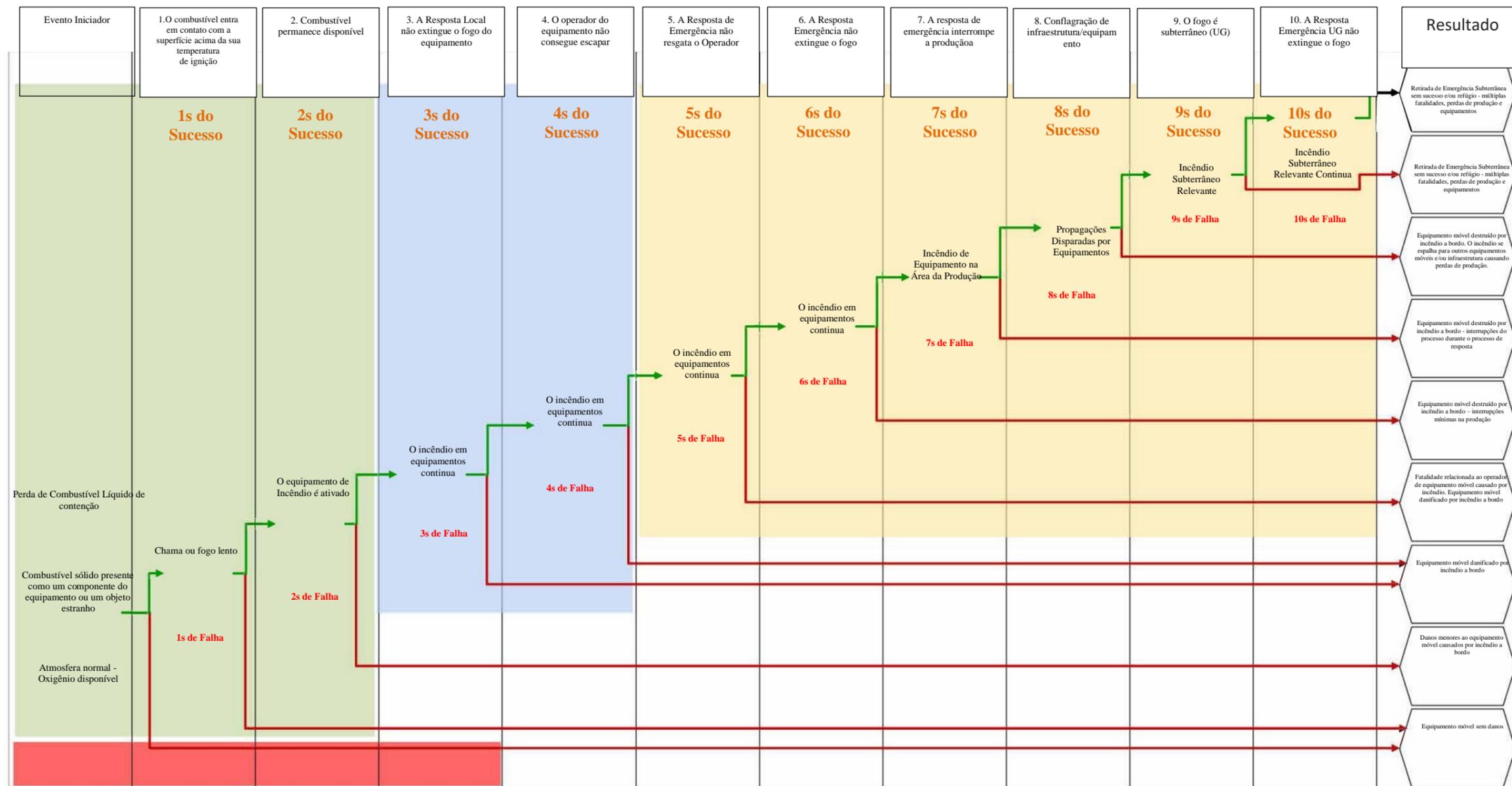


Tabela 1- Etapas do Caminho da Árvore de Eventos, Resultados e Áreas de Influência

Rota	Etapas da Rota	Resultados	Áreas de Influência	Notas da Área de Influência
Falha 1s	<i>Presença de combustível</i> <i>Temperatura de ignição do combustível não atingida</i> <i>Sem ignição</i>	<i>Equipamento móvel sem danos</i>	Design do Equipamento Móvel	Os OEMs deverão fornecer equipamentos móveis com componentes de equipamentos não inflamáveis. Os OEMs deverão fornecer equipamentos móveis com tolerância a erros nas tarefas de manutenção.
			Gestão de Manutenção de Equipamentos Móveis	Os Mantenedores de Equipamentos Móveis deverão usar processos que confirmem que as tarefas de manutenção foram concluídas para a manutenção adequadamente da integridade do projeto e deverão incluir a verificação de objetos estranhos e acumulações de materiais inflamáveis.
Falha 2s	<i>Presença de combustível</i> <i>Temperatura de ignição do combustível atingida</i> <i>Chama ou fogo lento</i> <i>Chama ou combustão lenta esgota o combustível e se auto-extingue</i>	<i>Equipamento móvel sem danos</i>	Design do Equipamento Móvel	Os OEMs deverão fornecer equipamentos, caso ocorra um evento de ignição, com propagação limitada e que se extinguem automaticamente devido à falta de combustível ou às propriedades dos componentes do equipamento. Os OEMs deverão fornecer equipamentos móveis com tolerância a erros nas tarefas de manutenção.
			Gestão de Manutenção de Equipamentos Móveis	Os Mantenedores de Equipamentos Móveis deverão usar processos que confirmem que as tarefas de manutenção foram concluídas para a manutenção adequadamente da integridade do projeto e deverão incluir a verificação de objetos estranhos e acumulações de materiais inflamáveis.
Falha 3s	<i>Presença de combustível</i> <i>Temperatura de ignição do combustível atingida</i> <i>Chama ou fogo lento</i> <i>Chama ou combustão lenta com combustível suficiente para estabelecer um incêndio a bordo</i> <i>A resposta local apaga o fogo</i>	<i>Poucos danos ao equipamento móvel</i>	Projeto de Detecção e Supressão do Sistema de Incêndio	Os OEMs ou Fornecedores Terceirizados deverão fornecer sistemas de detecção e supressão de incêndio que podem detectar e extinguir incêndios a bordo. Os OEMs ou Fornecedores Terceirizados deverão fornecer sistemas de detecção e supressão de incêndios tolerantes a erros nas tarefas de manutenção.
			Gestão de Manutenção de Equipamentos Móveis	Os Mantenedores de Equipamentos Móveis deverão manter sistemas de detecção e supressão de incêndio adequadamente projetados.
Falha 4s	<i>Presença de combustível</i> <i>Temperatura de ignição do combustível</i>	<i>O equipamento móvel está danificado</i>	Projeto de Detecção e Supressão do Sistema de	Os OEMs ou Fornecedores Terceirizados devem fornecer sistemas de detecção e supressão de incêndio para detectar e alertar os operadores de modo a fornecer uma resposta adequadamente e

Rota	Etapas da Rota	Resultados	Áreas de Influência	Notas da Área de Influência
	<p><i>atingida</i></p> <p><i>Chama ou fogo lento</i></p> <p><i>Chama ou combustão lenta com combustível suficiente para estabelecer um incêndio a bordo</i></p> <p><i>Resposta local não conseguiu extinguir o incêndio</i></p> <p><i>O incêndio continua</i></p> <p><i>O operador consegue escapar</i></p>		Incêndio	<p>tempo para sua saída segura.</p> <p>Os OEMs ou fornecedores terceirizados deverão fornecer sistemas de detecção e supressão de incêndios tolerantes a erros nas tarefas de manutenção.</p> <p>Os Mantenedores de Equipamentos Móveis conseguem manter sistemas de detecção e supressão de incêndio adequadamente projetados e instalados.</p>
Falha 5s	<p><i>Presença de combustível</i></p> <p><i>Temperatura de ignição do combustível atingida</i></p> <p><i>Chama ou fogo lento</i></p> <p><i>Chama ou combustão lenta com combustível suficiente para estabelecer um incêndio a bordo</i></p> <p><i>Resposta local não conseguiu extinguir o incêndio</i></p> <p><i>O incêndio continua</i></p> <p><i>Operador não consegue escapar</i></p> <p><i>Operador preso é resgatado</i></p>	<p><i>O operador pode se ferir</i></p> <p><i>O equipamento móvel está danificado</i></p>	Gestão de Emergências e Crises da Empresa Operadora	<p>Áreas de influência relevantes em relação ao design de equipamentos OEM / Terceirizados</p> <p>Os OEMs ou Fornecedores Terceirizados devem fornecer, onde for prático, pontos de conectividade em equipamentos móveis que aumentem a capacidade de extinção do local em caso de resposta de emergência, por ex. através de conexões externas em escavadeiras para a inclusão de fluido de dilúvio além daquele armazenado em sistemas de dilúvio a bordo.</p> <p>Os OEMs ou Fornecedores Terceirizados devem prover a resposta de emergência do operador / local para fins de isolamento de fontes de combustível e ar para a proteção do pessoal de modo a evitar a propagação do fogo</p>
Falha 6s	<p><i>Presença de combustível</i></p> <p><i>Temperatura de ignição do combustível atingida</i></p> <p><i>Chama ou fogo lento</i></p> <p><i>Chama ou combustão lenta com combustível suficiente para estabelecer um incêndio a bordo</i></p> <p><i>Resposta local não conseguiu extinguir o incêndio</i></p> <p><i>O incêndio continua</i></p> <p><i>Operador não consegue escapar</i></p> <p><i>O operador ficou preso e não conseguiu ser</i></p>	<p><i>A fatalidade relacionada a incêndio de operador de equipamento móvel</i></p> <p><i>O equipamento móvel está danificado</i></p>	Gestão de Emergências e Crises da Empresa Operadora	Nenhuma área de influência relevante em relação ao design de equipamentos OEM / terceirizados

Rota	Etapas da Rota	Resultados	Áreas de Influência	Notas da Área de Influência
	<i>resgatado</i>			
Falha 7s	<p><i>Presença de combustível</i></p> <p><i>Temperatura de ignição do combustível atingida</i></p> <p><i>Chama ou fogo lento</i></p> <p><i>Chama ou combustão lenta com combustível suficiente para estabelecer um incêndio a bordo</i></p> <p><i>Resposta local não conseguiu extinguir o incêndio</i></p> <p><i>O incêndio continua</i></p> <p><i>A resposta de emergência não conseguiu extinguir o incêndio</i></p> <p><i>O incêndio esgota todas as fontes de combustível e queima</i></p>	<p><i>Equipamento móvel destruído por incêndio a bordo</i></p>	Gestão de Emergências e Crises da Empresa Operadora	Nenhuma área de influência relevante em relação ao design de equipamentos OEM / terceirizados
Falha 8s	<p><i>Presença de combustível</i></p> <p><i>Temperatura de ignição do combustível atingida</i></p> <p><i>Chama ou fogo lento</i></p> <p><i>Chama ou combustão lenta com combustível suficiente para estabelecer um incêndio a bordo</i></p> <p><i>Resposta local não conseguiu extinguir o incêndio</i></p> <p><i>O incêndio continua</i></p> <p><i>A resposta de emergência não conseguiu extinguir o incêndio</i></p> <p><i>O incêndio esgota todas as fontes de combustível e queima</i></p> <p><i>O incêndio ocorre em uma área de produção crítica</i></p>	<p><i>Equipamento móvel destruído por incêndio a bordo</i></p> <p><i>Interrupções de produção significativas</i></p>	Gestão de Emergências e Crises da Empresa Operadora	Nenhuma área de influência relevante em relação ao design de equipamentos OEM / terceirizados
Falha 9s	<p><i>Presença de combustível</i></p> <p><i>Temperatura de ignição do combustível atingida</i></p>	<p><i>Equipamento móvel de evento inicial destruído por incêndio a bordo</i></p>	Gestão de Emergências e Crises da Empresa Operadora	Nenhuma área de influência relevante em relação ao design de equipamentos OEM / terceirizados

Rota	Etapas da Rota	Resultados	Áreas de Influência	Notas da Área de Influência
	<p><i>Chama ou fogo lento</i></p> <p><i>Chama ou combustão lenta com combustível suficiente para estabelecer um incêndio a bordo</i></p> <p><i>Resposta local não conseguiu extinguir o incêndio</i></p> <p><i>O incêndio continua</i></p> <p><i>A resposta de emergência não conseguiu extinguir o incêndio</i></p> <p><i>O incêndio se espalha para outros equipamentos móveis e/ou infraestrutura</i></p>	<p><i>Perdas de incêndio de outros equipamentos móveis e/ou infraestrutura</i></p> <p><i>Interrupções de produção significativas</i></p>		
Falha 10s	<p><i>Presença de combustível</i></p> <p><i>Temperatura de ignição do combustível atingida</i></p> <p><i>Chama ou fogo lento</i></p> <p><i>Chama ou combustão lenta com combustível suficiente para estabelecer um incêndio a bordo</i></p> <p><i>Resposta local não conseguiu extinguir o incêndio</i></p> <p><i>O incêndio continua</i></p> <p><i>A resposta de emergência não conseguiu extinguir o incêndio</i></p> <p><i>O incêndio é subterrâneo</i></p> <p><i>O incêndio se espalha para outros equipamentos móveis e/ou infraestrutura</i></p> <p><i>Retirada de emergência subterrânea bem-sucedida e/ou refúgio</i></p>	<p><i>Equipamento móvel de evento inicial destruído por incêndio a bordo</i></p> <p><i>Perdas de incêndio de outros equipamentos móveis e/ou infraestrutura</i></p> <p><i>Interrupções de produção significativas</i></p>	Gestão de Emergências e Crises da Empresa Operadora	Nenhuma área de influência relevante em relação ao design de equipamentos OEM / terceirizados
Sucesso dos 10s	<p><i>Presença de combustível</i></p> <p><i>Temperatura de ignição do combustível atingida</i></p> <p><i>Chama ou fogo lento</i></p> <p><i>Chama ou combustão lenta com combustível suficiente para estabelecer um incêndio a</i></p>	<p><i>Múltiplas Fatalidades</i></p> <p><i>Equipamento móvel de evento inicial destruído por incêndio a bordo</i></p> <p><i>Perdas de incêndio de outros equipamentos móveis e/ou</i></p>	Gestão de Emergências e Crises da Empresa Operadora	Nenhuma área de influência relevante em relação ao design de equipamentos OEM / terceirizados

Rota	Etapas da Rota	Resultados	Áreas de Influência	Notas da Área de Influência
	<p><i>bordo</i></p> <p><i>Resposta local não conseguiu extinguir o incêndio</i></p> <p><i>O incêndio continua</i></p> <p><i>A resposta de emergência não conseguiu extinguir o incêndio</i></p> <p><i>O incêndio é subterrâneo</i></p> <p><i>O incêndio se espalha para outros equipamentos móveis e/ou infraestrutura</i></p> <p><i>Retirada de Emergência Subterrânea sem sucesso e/ou refúgio</i></p>	<p><i>infraestrutura</i></p> <p><i>Interrupções de produção significativas</i></p>		

Gestão Confiável de Incêndio de Equipamentos Móveis EMESRT Detalhes do Modo de Falha por Área de Influência

Direita: A hierarquia e os componentes de uma estrutura de controle.

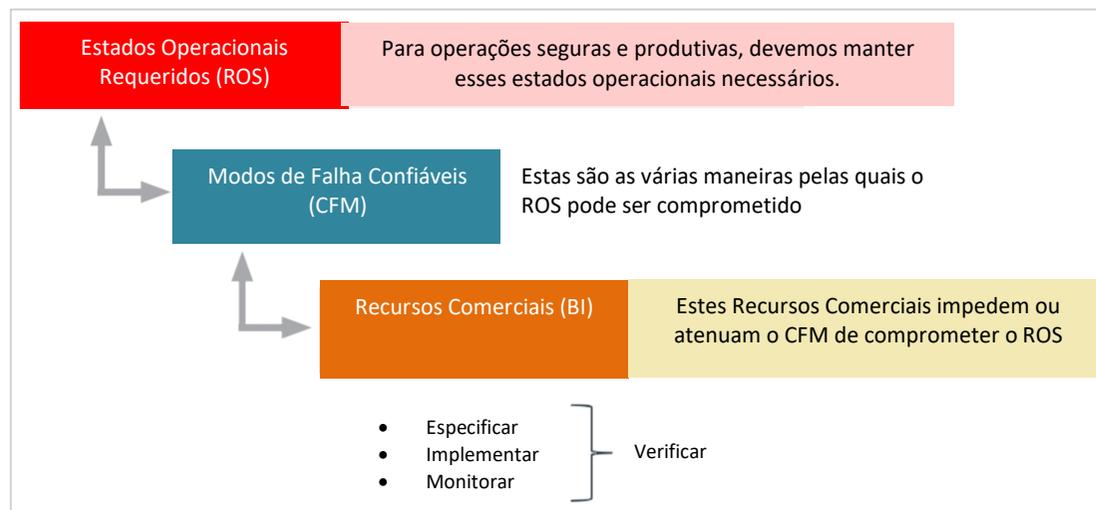


Tabela 2- Modos de Falha Confiáveis relevantes para o Projeto de Equipamentos Móveis

Modos de Falha de Projeto	Modos de Falha Confiáveis para o Design do Equipamento Móvel - Nome e Descrição
Falhas de Contenção de Líquidos	<p>CFM-EDF-21.01 Perda de contenção de combustível líquido - design inadequado</p> <p>Durante o funcionamento normal, há falha com os reservatórios, mangueiras ou linhas contendo combustível, hidráulica, lubrificação, refrigerantes, etc. causada por:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fricção, vibração, corrosão, etc. ▪ O líquido liberado é um combustível que pode ser inflamado no seu estado especificado ou particular, por exemplo, turbocompressor, escapamento, falha elétrica, fluidos atomizados sob pressão, etc ▪ Rolamentos pressurizados que continuam a alimentar o combustível (óleo) ao turbo mesmo após o desligamento do motor acionado ▪ O óleo alimentado por gravidade ao turbo (continua a alimentar o combustível (óleo) após o desligamento do motor acionado) ▪ A falha em considerar a exposição a danos de componentes externos (e.x. tampas e respiros de tanques de armazenamento de líquidos inflamáveis, posição de transbordamento, etc.) ▪ A perda de contenção ocorre devido a falha do design do equipamento, componente do OEM ou do fornecedor terceirizado
Componentes de equipamentos móveis	<p>CFM-EDF-21.02 Combustível sólido presente em equipamento móvel - especificação inadequada</p> <p>Durante o funcionamento normal, há combustível que não está na condição líquida e pode ser inflamado, incluindo:</p>

Modos de Falha de Projeto	Modos de Falha Confiáveis para o Design do Equipamento Móvel - Nome e Descrição
inflamáveis	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contato de componentes com turbocompressor, escapamento, falha elétrica, etc. ▪ Há combustível em equipamento de OEM, de terceiros, no design do componente ou ocorreu uma falha do projeto, isso inclui retrofits de pós-venda, e.x. coberturas e proteções para combustíveis em equipamentos móveis ▪ Nenhuma consideração para produtos de combustão de componentes inflamáveis (e.x. produtos FRAS que produzem gases CN) ▪ As baterias (em veículos elétricos) são inflamáveis ▪ Identificação de perigos relativos a combustível sólido inadequada por meio de especificações de projeto e do design, auditorias, avaliações de risco, aceitação do local, etc.
Acúmulo de combustível externo	<p>CFM-EDF-21.03 O combustível é introduzido em equipamentos móveis - design inadequado</p> <p>Durante o funcionamento normal, o design do equipamento não evita o acúmulo de combustível externo em equipamentos móveis, incluindo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Componente quente ou superfícies próximas que permitem o acúmulo de poeira de carvão, minérios de sulfeto, matéria orgânica, etc.
Isolamento ou blindagem inadequados	<p>CFM-EDF-21.04 O calor excessivo é produzido e não é efetivamente contido/protegido das fontes de combustível durante o funcionamento do equipamento móvel - design inadequado</p> <p>Durante o funcionamento normal, existem superfícies quentes expostas acima da temperatura de ignição de prováveis fontes de combustível, incluindo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Falhas elétricas, como motores de arranque emperrados ▪ Cabos superaquecidos ou falhas devido a carga excessiva inadequada ou proteção contra curto-circuito ▪ Falha elétrica na bateria com danos ao isolamento, curto-circuito dos condutores e/ou contato entre componentes energizados e o corpo da máquina ▪ Falhas do alternador ▪ Isolamento térmico das superfícies quentes, por e.x. para turbocompressores, sistemas de exaustão incluindo o isolamento para atenuação de ruído ▪ Segregação, proteção e restrição inadequadas no roteamento de cabos próximo a materiais/combustíveis inflamáveis
Design intolerante a erros	<p>CFM-EDA-3 OEM não fornece uma estratégia de manutenção adequada para a planta fornecida</p> <p>O projeto e o fornecimento adequados do equipamento incluem o fornecimento ao operador de informações sobre tarefas de manutenção. Alguns exemplos de falhas são:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Requisitos de manutenção e serviço que não estão identificados e descritos adequadamente, e.x. sistemas de freio, vida útil da proteção de superfície quente, tempo médio de falha para mangueiras hidráulicas, etc. ▪ Acesso adequado e capacidade de execução das tarefas de manutenção inibidas pelo projeto da máquina que pode causar o potencial de erro ▪ Componentes críticos para prevenção ou extinção de incêndios não identificados na estratégia de manutenção como a necessidade de uma frequência menor de inspeção e/ou substituição ▪ Identificação inadequada de componentes de máquinas relacionados a incêndio (e.x. linhas de combustível, tubulações, detectores, falhas de componentes rotativos, etc.) expostos a danos e falhas prematuras ▪ Análise de risco de incêndio no equipamento inadequada fornecida ao operador de mineração

Modos de Falha de Projeto	Modos de Falha Confiáveis para o Design do Equipamento Móvel - Nome e Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Os requisitos mínimos de projeto definidos pelo OEM são inadequados para cumprir com os requisitos do local e isso não é identificado durante o desenvolvimento da estratégia de manutenção
Design intolerante a erros	<p>CFM-EDA-21.20 Recomendações externas (alertas) não consideradas pelos Projetistas</p> <p>Restrições para a adoção de alterações de projeto causadas por:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Equipamentos móveis sendo operados em várias áreas de mineração com diversos requisitos de conformidade ▪ Desalinhamento entre regulamentos, padrões e diretrizes regionais e globais ▪ Mudanças de projeto recomendadas não são tecnicamente viáveis ▪ Mudanças de projeto recomendadas não são comercialmente viáveis ▪ Novos designs não estão sendo prontamente adaptados para a frota legada
Riscos de incêndio de novas tecnologias	<p>CFM-EDF-21.50 Nova geração de equipamentos móveis - potencial de incêndio e vias não reconhecidas</p> <p>Os riscos de incêndio de novas tecnologias não são bem compreendidos ou avaliados inadequadamente, por exemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Veículos elétricos ou parcialmente elétricos usando regeneração em declives ▪ Reboque incorreto de veículos elétricos a bateria ▪ Motores a diesel de última geração (Nível 4 - T4F), pois funcionam em temperaturas mais altas com mais potencial para superfícies quentes que estão expostas ▪ Nova tecnologia para sistemas de gerenciamento de controle de veículos inibe a integração direta com sistemas de desligamento e supressão de incêndio ▪ Capacidade inadequada de arranque dos sistemas de incêndio para equipamentos operados remotamente ▪ Avaliação inadequada da resposta ao incêndio para fontes de armazenamento de energia de nova geração, por e.x. Baterias de íons de lítio, células de combustível de hidrogênio, etc.

Tabela 3- Modos de Falha Confiáveis relevantes para a Manutenção de Equipamentos Móveis

Modos de Falha do Projeto	Modos de Falha Confiáveis de Manutenção - Nome e Descrição
Falhas de componentes que liberam líquido inflamável	<p>CFM-EPA-31.10 Perda de contenção de Combustível Líquido - manutenção abaixo do padrão</p> <p>Durante o funcionamento normal, há falha com os reservatórios, mangueiras ou linhas contendo combustível, hidráulica, lubrificação, refrigerantes, etc. causada por:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Vazamentos em decorrência de aperto excessivo ou insuficiente de mangueiras e linhas ▪ Falha da fricção ou o desgaste porque a manutenção e a reinstalação de mangueiras e linhas estão fora das recomendações do OEM ou de fornecedores terceirizados ▪ O líquido liberado é um combustível que pode ser inflamado por uma superfície quente exposta, por e.x. turbocompressor, escapamento, falha elétrica, etc. ▪ A falha que leva à liberação de líquido ocorre devido à manutenção inadequada de componentes de equipamentos de OEM ou de terceiros ▪ Líquidos inflamáveis introduzidos como parte do processo de manutenção (e.x. solventes, produtos de limpeza, etc.)
Proteção térmica e combustível sólido comprometidos	<p>CFM-EPA-31.11 Combustível sólido, componentes encontrados em equipamentos móveis que se convertem em combustível - padrões de manutenção inadequados</p> <p>Componentes sólidos formam uma fonte de combustível, causada por:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Componentes inflamáveis (e.x., tampas) deixados em contato com componentes quentes (e.x. turbocompressor, escapamento, etc.) ▪ Instalação de componentes inflamáveis e/ou fora das especificações do OEM ▪ Remova/não substitua as barreiras de proteção entre componentes quentes e inflamáveis ▪ Limpeza ou remoção inadequada de elementos finos inflamáveis (e.x. carvão) em locais sobre ou perto de componentes quentes
O combustível externo é introduzido durante a manutenção	<p>CFM-EPA-31.12 O combustível é introduzido em equipamentos móveis - padrões de manutenção inadequados</p> <p>Durante o funcionamento normal, uma fonte externa de combustível, introduzida durante a manutenção, inflama-se através do contato com uma superfície quente, como um turbocompressor, escapamento, etc., causada por:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pano de limpeza ▪ Graxa/lubrificantes ▪ Solventes e desengordurantes ▪ Recipientes inflamáveis ▪ Outro material inflamável deixado no compartimento do motor
Em serviço, falhas de componentes causam aumento de temperatura	<p>CFM-EPA-31.13 A manutenção inadequada resulta em calor excessivo durante o funcionamento subsequente do equipamento móvel</p> <p>Incêndios após manutenção, causados por:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Durante o funcionamento normal, os componentes do motor esquentam acima da temperatura de ignição das fontes de combustível adjacentes, e.x. Falha do turbo, e.x. proteção térmica para turbocompressor que não foi substituída

Modos de Falha do Projeto	Modos de Falha Confiáveis de Manutenção - Nome e Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falhas de ignição elétrica (e.x. inspeção/restauração inadequada de cabos, resultando em compressão/danos no isolamento do cabo, comprometimento dos locais contendo bateria, etc.) ▪ A fricção entre os componentes móveis, por e.x. rolamentos de roda colapsados ▪ Mantenedores que não identificam elementos comprometidos dos sistemas de combustível, hidráulico ou de resposta a incêndio (portanto, ordens de serviço que não foram abertas ou fechadas para cumprir com os requisitos do local) ▪ Funcionamento sem lubrificantes ▪ Blindagem de proteção térmica ▪ Barreiras de deflexão que separam mangueiras de óleo e linhas de combustível de superfícies quentes, e.x. carregadores turbo ▪ Substituição inadequada de componentes, por e.x. linhas de combustível contidas e mangueiras hidráulicas que evitam que vazamentos sejam pulverizados em superfícies quentes
Falhas no sistema de trabalho a quente	<p>CFM-EPA-31.14 A fonte de calor externa é introduzida no equipamento móvel durante a manutenção</p> <p>Trabalhadores de manutenção introduzem calor, causado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Realização de manutenção de trabalho a quente diretamente sobre ou adjacente a equipamentos móveis (faíscas e elementos inflamáveis que entram em contato com escória) ▪ Deixar de seguir adequadamente um processo de trabalho a quente (e.x., vigilância de incêndio inexistente ou inadequada) ▪ Falha na implantação de proteção térmica em torno de elementos inflamáveis do equipamento ao realizar trabalho a quente ▪ Uso de equipamento de trabalho a quente com defeito (incluindo equipamento de resposta de trabalho a quente com defeito)
Em serviço, falhas de componentes causam aumento de temperatura	<p>CFM-EPA-31.01 Equipamento devolvido ao serviço sem inspeção adequada e confirmação da tarefa</p> <p>Causado por controle de qualidade inadequado: inspeção inadequada antes do retorno do equipamento ao serviço com inspeções que não abrangem:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Trabalho de serviço e manutenção efetivo e registrado ▪ Vazamentos de mangueiras e linhas de fluido não identificados / confirmados ▪ Defletores e isolamento de superfície quente são instalados e mantidos inadequadamente ▪ Os sistemas de detecção, alarme e supressão de incêndio estão inoperantes/não foram reativados de forma eficaz ▪ Uso de componentes de substituição de design/qualidade inadequados
	<p>Recomendações CFM-EPA-31 do OEM ou fornecedor terceirizado não implementadas</p> <p>Falhas relativos ao projeto ou fabricação não corrigidos, causadas por:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Os sites operacionais não possuem processos para implementar recomendações ▪ Ações/ordens de trabalho geradas após alertas de OEM/outros fornecedores não têm prioridade para serem abordadas nos prazos exigidos ▪ Falha na identificação de que os alertas de segurança e boletins técnicos se aplicam aos equipamentos em uso no site

Tabela 4 - Modos de Falha Confiáveis relevantes para Detecção e Supressão de Incêndio

Modos de Falha do Projeto	Modos de Falha Confiáveis relevantes para Detecção e Supressão de Incêndio - Nome e Descrição
Falha nos sistemas de detecção e supressão	<p>CFM-EDF-23.01 Os sistemas de supressão de incêndio não funcionam ou são inadequados - falha no design</p> <p>Causado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ O projeto do sistema de supressão de incêndio permite que o operador consiga escapar, mas é inadequado para extinguir alguns tipos de incêndios por falta de capacidade, seleção de supressor ou tipo e intensidade do incêndio, e.x. incêndios verticais de grande porte ▪ A fonte de ignição não pode ser extinta devido à capacidade de armazenamento inadequada do supressor ▪ A fonte de combustível não pode ser isolada ▪ Posicionamento ineficaz de linhas de detecção (pirotubos) ou bicos de pulverização supressores ▪ A implantação automática de supressões de incêndio ou sistema de desligamento não é ativada conforme projetado ▪ A interface do operador do sistema de supressão de incêndio não transmite efetivamente o requisito para implantação (sem comando de voz ou outro sistema de notificação) ▪ Os sistemas do veículo são danificados ou prejudicados devido a colisão ou capotamento
Integração lógica de interface entre equipamentos e sistemas de incêndio	<p>CFM-EDF-28.01 Ocorre falhas no sistema de supressão de incêndio devido a problemas de lógica de interface</p> <p>Causado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sinal de ativação do sistema automático ou manual enviado, mas não recebido pelo sistema de supressão de incêndio ▪ Sinal de ativação do sistema automático ou manual enviado e recebido pelo sistema de supressão de incêndio que é ativado, mas não consegue suprimir o incêndio devido a um problema de sequenciamento ou temporização, ou seja, os ventiladores de resfriamento ainda estão funcionando mas ocorre o atraso incorreto do tempo não integrado ao projeto básico da máquina
O projeto dos sistemas de detecção e supressão de incêndio é inadequado	<p>CFM-EDF-25 Projeto, configuração e instalação de sistemas de supressão de incêndio terceirizados - fornecidos ao operador sem especificação ou supervisão do OEM</p> <p>O projeto do sistema de supressão de incêndio não controla adequadamente o risco de incêndio:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Informações inadequadas ou ineficazes sobre o potencial relativo de incêndio durante as operações são fornecidas pelo OEM ▪ Instalação vulnerável, ou seja, os ativadores do sistema de supressão são desabilitados pelo incêndio ▪ A instalação de um sistema de supressão de incêndio compromete o funcionamento do equipamento, incluindo danos aos componentes existentes que podem levar a um evento de incêndio ▪ Os trechos de tubulação do agente de supressão são suscetíveis a danos mecânicos ▪ A detecção tem cobertura inadequada de áreas de alto risco ▪ Integração ineficaz de um sistema de componentes de vários designers, ou seja, um sistema híbrido ▪ 'Aceitação para funcionamento no local' inadequada ou aprovação para processo de operações que não identifica e corrige falhas de fabricação e/ou projeto ▪ O projeto do equipamento OEM contém a provisão inadequada para supressão de incêndio de terceiros (espaço insuficiente para cilindros supressores, cabos, mangueiras, braçadeiras, etc.)

Modos de Falha do Projeto	Modos de Falha Confiáveis relevantes para Detecção e Supressão de Incêndio - Nome e Descrição
<p>Instalação inadequada de sistemas de detecção e supressão de incêndio</p>	<p>CFM-EDF-25.01 A especificação, projeto, instalação, teste e manutenção do sistema de supressão de incêndio envolve vários projetistas e fornecedores</p> <p>Especificação e instalação inadequadas do sistema levando a falhas de integração causadas por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comunicação inadequada do desempenho e requisitos técnicos para o design e a instalação entre OEMs e projetistas terceirizados • Manutenção e testes inadequados e/ou ineficazes pela empresa operadora, OEM, revendedor ou terceiros devido ao conhecimento inadequado da operação dos sistemas integrados



 enquiries@emesrt.org

 emesrt.org

 Siga-nos no LinkedIn