

Proteção passiva contra fogo

Entre os mais modernos revestimentos, a Proteção Passiva Contra Fogo (PPF) visa proteger dos efeitos do fogo, as estruturas e construções, preservando-as por tempo suficiente para evacuação de pessoas e mitigação do incêndio.

Com o significativo crescimento do mercado de óleo e gás no Brasil, cresce também a preocupação com a segurança e saúde dos trabalhadores, visto que este mercado proporciona um dos ambientes mais insalubres e perigosos e já ocasionou sérios acidentes com perdas de patrimônio e vidas.

Em 1988, após uma forte explosão, a plataforma Piper Alpha queimou por mais de 24 horas no Mar do Norte. Este terrível acidente tirou a vida de 167 pessoas – sem precedentes para uma instalação *offshore* – além da perda total do patrimônio.

O poder de destruição do fogo, aliado às falhas de segurança, transformaram em pouco tempo a plataforma em ferros retorcidos. Estima-se que somente neste acidente tenham-se consumido 20% da produção anual de energia do Reino Unido.

O relatório da causa do acidente feito por Lord Cullen¹ concluiu que a Piper Alpha não tinha adequada proteção passiva contra fogo. As divisórias e anteparas corta-fogo não foram projetadas para suportar a explosão e o fogo proveniente de fonte hidrocarbônica, especialmente em locais onde o óleo era extraído e processado.

Antes do acidente com a Piper Alpha, as regulamentações das Sociedades Classificadoras e do Governo se apoiavam principalmente em sistemas de proteção ativa; *sprinklers*, sistema de dilúvio automático, e muito pouca proteção passiva. Quando esta era recomendada, se baseava em resistência a fogo celulósico, e não de hidrocarbonetos.

Tipos de fogo

Fogo Celulósico Proveniente de derivados de celulose. Ex: madeira, papel.

Fogo Hidrocarbônico Proveniente de hidrocarbonetos: óleo, gás. Pode ser dividido em:

- Fogo em poça (*pool fire*) – Fenômeno que ocorre quando há a combustão do produto evaporado da camada de líquido inflamável junto à base do fogo.
- Jato de fogo (*jet fire*) – Fenômeno que ocorre quando um gás inflamável escoar a alta velocidade e encontra uma fonte de ignição próxima ao ponto de vazamento. (*)

Características dos fogos celulósicos e hidrocarbônicos

Uma condição importante para se especificar materiais de proteção contra fogo é o pleno conhecimento de suas características e severidades.

Uma especificação subdimensionada pode ser ineficaz e trazer consequências inesperadas e trágicas em caso de incêndio.

Curvas de fogo hidrocarbônico (*pool & jet fire*)

Em incêndios hidrocarbônicos as temperaturas alcançam rapidamente 900°C em quatro minutos, podendo chegar, em alguns casos, a até 1.400°C.

* Fonte: Portal do Governo do Estado de São Paulo – Cetesb

Paulo Kempers é engenheiro químico (FEI/SP); pós-graduado em Gestão Ambiental e especializado em revestimentos de proteção contra fogo na Inglaterra. Atualmente, trabalha na Tintas International / Akzo Nobel, e desenvolve novos negócios na América Latina, com foco no mercado de óleo e gás.



A curva de teste de fogo hidrocarbônico foi desenvolvida inicialmente pela Mobil Oil Company no começo dos anos 1970 e adotada por numerosas organizações, em particular pela Underwriters Laboratory (UL 1709 – *rapid rise temperature*), ISO e NPD (Norwegian Petroleum Directorate).

Procedimento de teste de fogo

Para receber uma certificação de aprovação, o revestimento de proteção contra fogo é testado em grandes fornos, onde se podem simular as altas temperaturas de um incêndio.

Durante muitos anos, a severidade do fogo foi medida por padrões que se baseavam na Curva Padrão de Temperatura (Standard Time/Temperature Curve).

As temperaturas do forno são controladas de acordo com a curva, e a resistência ao fogo do elemento testado é medida em minutos, antes da falha de um determinado critério, tal como tempo específico ou temperatura-limite.

A Curva Padrão de Temperatura é também conhecida como *cellulosic curve*, e se refere a incêndios de construções, quando a maioria dos combustíveis é de origem celulósica.

O nível de resistência das estruturas ao fogo será definido pelos seguintes parâmetros:

- Tipo de Fogo: celulósico ou hidrocarbônico (*pool* ou *jet fire*)
- Duração: minutos ou horas
- Temperatura Crítica de Colapso: tipicamente entre 400°C e 600°C (perfis estruturais)
- Temperatura no lado não exposto ao fogo: tipicamente 140°C (divisórias)

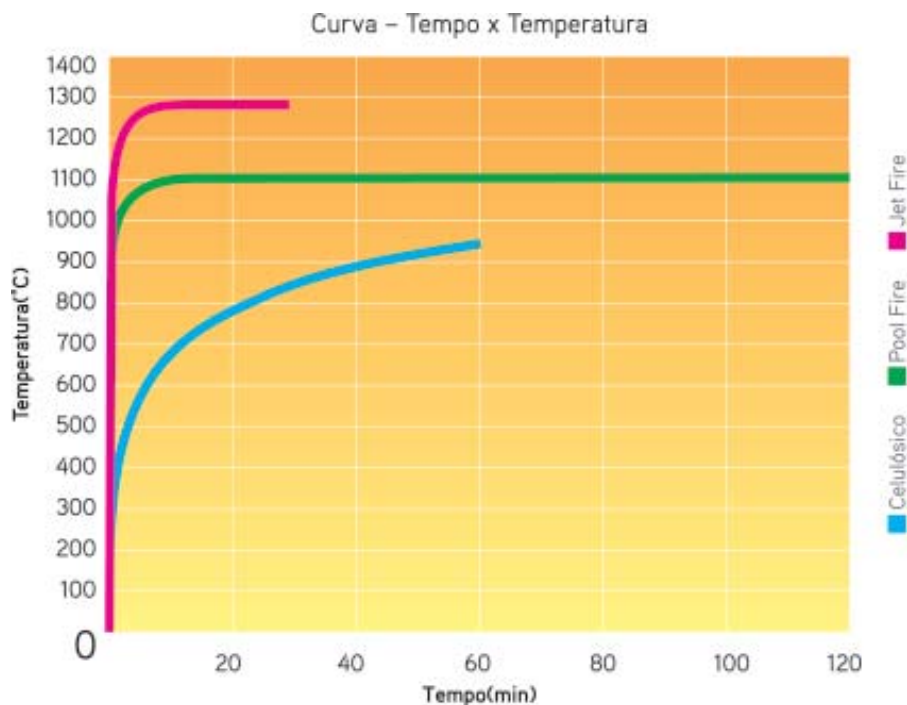
Normas mais utilizadas

Apesar de existirem várias regulamentações e padrões que variam de país para país, os mais aceitos mundialmente são aqueles realizados por ASTM (American Standard), UL (Underwriters Laboratory), BS (British Standard).

Proteção passiva

As estruturas metálicas constituem o arcabouço das construções e grandes obras de engenharia, e devem ser protegidos para preservar sua integridade e evitar o colapso estrutural.

Tipo de fogo	Celulósico	Hidrocarbônico	
		<i>Pool Fire</i>	<i>Jet Fire</i>
Temp. máxima (°C)	925	1.100	1.400
Fluxo de calor (kW/m ²)	100	225	300
Força erosiva	Limitada	Limitada	Severa



A PPF (Proteção Passiva Contra Fogo) atua revestindo estas estruturas, e tem a vantagem de estar "sempre presente" em um ambiente em que pequenas falhas comprometem todo o sistema.

Entre os vários fatores que tornam a PPF necessária, para não dizer imprescindível, destacamos:

- Proteção das pessoas, permitindo uma evacuação segura;
- Proteção do patrimônio por mais tempo, durante um incêndio;
- Minimizar o alastramento do fogo, por meio da contenção;
- Segurança em áreas com alto risco de explosão.

Tipos de proteção passiva

Uma vasta gama de revestimentos para PPF está disponível no mercado. Os principais são:

- Produtos a base de cimento (argamassa e vermiculita);
- Revestimentos cerâmicos;
- Lã-de-rocha;
- Revestimentos epóxi intumescentes.

Revestimentos epóxi intumescentes (intumescer: inchar, crescer, avolumar)

Os revestimentos epóxi intumescentes, quando em contato com o fogo, reagem e intumescem várias vezes a sua espessura original. Esta estrutura que se

Peso Médio instalado dos revestimentos de Proteção Passiva, baseado nos desenhos aprovados pela ANSI/UL 1709. Tomamos como exemplo o TRRF de 01:30h.

Item	Critério	Chartek Epóxi Intumescente	Cementício nº1	Cementício nº2
Densidade aplicada	Kg/m ³	1000 kg/m ³	881 kg/m ³	780 kg/m ³
Espessura seca	1½ h	8.24 mm	22.3 mm	23.9 mm
Peso instalado	1½ h	8.2 kg/m ²	19.6 kg/m ²	18.6 kg/m ²
Peso instalado em comparação com epoxi	1½ h	100%	238%	226%

forma tem função isolante, e mantém durante algumas horas a estrutura em condições seguras, ou seja, abaixo da temperatura crítica de colapso. Isto permite o trânsito de pessoas de forma segura por determinado tempo.

Um benefício adicional oferecido por alguns revestimentos epóxi intumescentes frente aos demais revestimentos, além da comprovada proteção contra fogo, é a excelente proteção anticorrosiva, que proporciona longa durabilidade, principalmente em ambientes agressivos (regiões costeiras ou *offshore*).

Para se obter este tipo de aprovação/certificação, o produto é submetido a rigorosos testes (ex: Norsok, UL), quando são realizadas provas de envelhecimento, que simulam a agressividade do ambiente *offshore*.

Revestimentos epóxi intumescentes apresentam a mesma característica de uma tinta epóxi, ou seja, resistência química ao impacto e à abrasão.

Um dos maiores problemas no uso dos produtos à base de cimento (argamassa e vermiculita) é a corrosão sob revestimento, internacionalmente conhecida como CUI (Corrosion Under Insulation). O perigo, neste caso, é que, devido à elevada espessura, estes produtos "escondem" a corrosão, e quando a mesma é identificada a estrutura já pode estar comprometida. Não é raro o colapso total de estruturas devido a este problema; sendo que o mais comum ocorre em esferas, cujas pernas são geralmente revestidas com proteção passiva contra fogo.

Revestimentos à base de cimento necessitam de boa proteção anticorrosiva antes da aplicação da proteção passiva, bem como sistemas de acabamento sobre o revestimento para evitar a absorção de umidade, que, se ocorrer, comprometerá a eficiência da proteção contra fogo.

Peso instalado

Considerado um fator crítico, especialmente para instalações *offshore*, o incremento de peso que estes revestimentos causam nas estruturas é muito observado nos projetos e especificações de Proteção Contra Fogo.

Em grandes plataformas FPSOs, o peso da proteção passiva gira na ordem de dezenas de toneladas, e muitas vezes ele já ultrapassa o limite previsto/permitido pelo projeto.

Resistência à explosão

Um sistema de proteção contra fogo pode ser danificado caso ocorra uma explosão antes do incêndio; o que é muito comum em cenários em que os hidrocarbonetos são extraídos e processados. Os danos típicos são fissuras, deslocamento ou até mesmo remoção completa do revestimento.

Testes atuais de explosão demonstram a capacidade de resistência do revestimento às altas pressões e deflexões associadas.

Alguns revestimentos epóxi intumescentes resistem a este teste, apresentando resistência a explosões superiores a 1,5 bar, sem danos ao material, e deflexões de até 72 mm em chapas de 2 metros.

Na prática, estes revestimentos podem ser aplicados antes da montagem, e serem transportados com segurança até o canteiro de obras, sem trincas e sem perda de material.

Os revestimentos à base de cimento tendem a rachar conforme movimento da estrutura, e nestas trincas pode ocorrer a entrada de umidade e fragilização do material.

Resumo

- Sistemas de Proteção Passiva Contra Fogo protegem as estruturas metálicas (construções) dos efeitos catastróficos de um incêndio, prolongando sua integridade estrutural e permitindo resgate seguro de vidas.
- As exigências e especificações de revestimentos de Proteção Passiva Contra Fogo são complexas e exigem estudo aprofundado.
- A seleção adequada e a qualificação de um sistema de Proteção Passiva Contra Fogo requerem intensa cooperação entre especificador, contratista e fabricante do revestimento.
- O fabricante do revestimento de Proteção Passiva Contra Fogo deve fornecer para ambos (especificador e contratista) não apenas um material de alta tecnologia, mas também suporte técnico, que inclui treinamento e acompanhamento do serviço.
- As propriedades do revestimento devem atender aos requisitos exigidos atualmente na aplicação da Proteção Passiva Contra Fogo, tais como: aplicação *offsites* (fora do local de montagem) e resistência aos danos causados pelo transporte. ■