

IV Workshop de
Galvanização a Fogo
Experiências e Aplicações



06 e 07 de outubro de 2021 • On-line



Aço galvanizado em incêndio + Sistema Duplex

QUINTA-FEIRA - 07.10.2021

Apresentação: Celso Gnecco

15:11 15:33 → 22

PPCI – PROTEÇÃO PASSIVA CONTRA INCÊNDIO

Tipos de Proteção (ABNT NBR 14432)

Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações

Segundo a norma, há dois tipos de proteção contra incêndio:

- **Proteção Ativa**

3.22 É ativada manual ou automaticamente em resposta aos estímulos provocados pelo fogo, composta basicamente das instalações prediais de proteção contra incêndio.

Exemplos



sprinklers,



hidrantes



extintores



alarmes



brigadas de incêndio

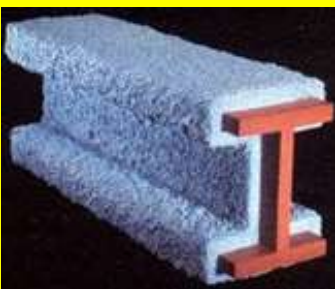
Tipos de Proteção (ABNT NBR 14432)

Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações

- **Proteção Passiva**

3.23 Conjunto de medidas incorporado ao sistema construtivo do edifício, sendo funcional durante o uso normal da edificação e que reage passivamente ao desenvolvimento do incêndio, não estabelecendo condições propícias ao seu crescimento e propagação, garantindo a resistência ao fogo, facilitando a fuga dos usuários e a aproximação e o ingresso no edifício para o desenvolvimento das ações de combate.

Exemplos



revestimento intumescente



placas de silicato de cálcio



argamassa projetada

PFP - PASSIVE FIRE PROTECTION

O Aço carbono sob ação do calor enfraquece e perde a capacidade de sustentar a estrutura, podendo desabar.

Uma solução para minimizar o problema é usar:

Revestimentos Intumescentes

O que significa Intumescer ?

Intumescer

Tornar-se túmido; **umentar de volume**; tumefazer-se, **inchar**.

Intumescente

Que intumesceu; túmido inchado, tumescente



O **PFP** é um Revestimento que aumenta de volume, ou melhor, incha sob ação do calor em um incêndio e se torna uma camada térmica (*como se fosse uma espuma rígida*) que tem a capacidade de isolar o calor por algum tempo, permitindo que se possa iniciar o combate ao incêndio, empreender a fuga do local e principalmente **salvar vidas**.

Definição de Revestimento Intumescente:

“Um revestimento que reage com o calor, intumescendo de forma controlada até várias vezes sua espessura original, produzindo um isolamento carbonáceo, um tipo de carvão (*carbonaceous char*) que age como uma camada isolante para proteger o substrato metálico.”

Como Funciona:



Como o PFP protege o aço nos incêndios:

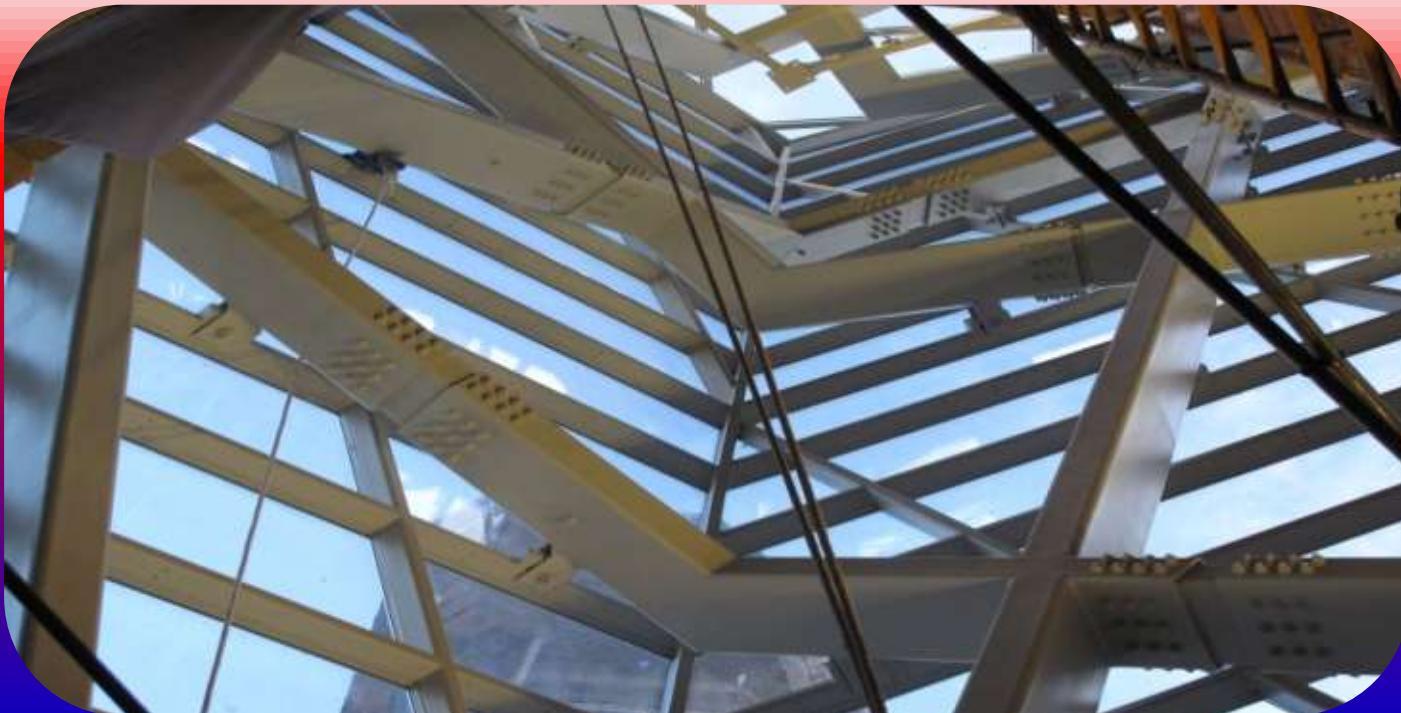


Aumentando a resistência ao fogo de materiais estruturais, pelo fornecimento de uma camada isolante (carvão) formada em consequência de uma reação química iniciada pelo fogo (calor)

Esse isolamento reduz a taxa de transferência de calor, ampliando o tempo que o material estrutural pode resistir aos efeitos debilitadores do calor.

Finalidade da Proteção Passiva Contra Incêndio *PFP*

- **Preservação de Vidas**
- **Proteção da Estrutura de Prédios e Instalações**
- **Prevenção de Falhas Estruturais**
- **Manutenção de Rotas de Fuga**



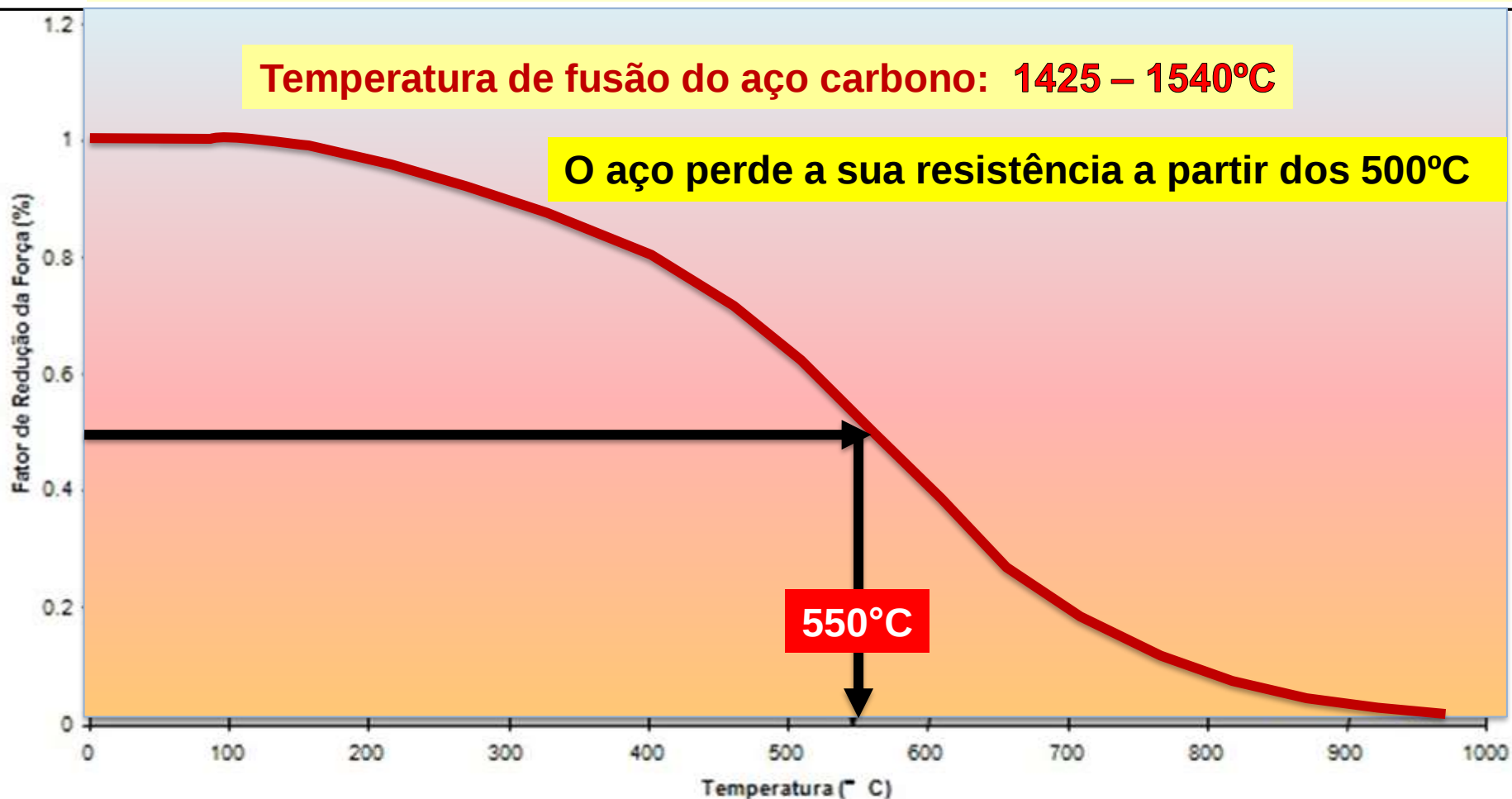
O aquecimento enfraquece o Aço

Gráfico de Redução da Resistência X Temperatura

Obtido de Dados da BS 5950-8:1990

Temperatura de fusão do aço carbono: 1425 – 1540°C

O aço perde a sua resistência a partir dos 500°C



Isolando o aço, aumentamos o tempo para apagar o incêndio ou para minimizar os seus efeitos.

O aquecimento enfraquece o Aço Colapso da estrutura



Fonte: Fabio Domingos Pannoni



Tipos de Incêndio

★ **Celulósico:** proveniente da queima de madeira, papel, papelão, tecidos, espumas, plásticos...

Pode atingir temperaturas entre **500 a 700°C** em até **20 min**

★ **Hidrocarbônico:** proveniente da queima de combustíveis orgânicos (gasolina, petróleo, diesel...)

Pode atingir temperaturas acima de **1000°C** em até **10 min**

PFPs Servem a dois Mercados:

Produtos PFP contra Fogo Celulósico (acrílico base água e base solvente)

Alguns Mercados

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">. Aeroportos. Estações Rodoviárias. Estações Ferroviárias. Escolas. Centros de Convenções. Shopping Centers | <ul style="list-style-type: none">. Lojas. Depósitos. Ginásios Esportivos. Arenas Esportivas. Hotéis. Hospitais |
|--|--|

Normalizações

Unlimited Laboratories

UL 263



British Standard Institution

BS 476



Produtos PFP contra Fogo Hidrocarbônico (epóxi sem solvente)

Alguns Mercados

- Refinarias
- Plantas Químicas
- Plantas de Gás combustivel
- Plataformas Offshore
- Terminais de combustivel
- Terminais de gás

Normalizações

UL 1709, Lloyds Register, ABS & DNV



Cenário de Incêndio **celulósico**

Algumas obras: **PFP Celulósicos**



Aeroporto de Londres



Acelerador Nuclear (Oxford)



Estação ferroviária em Londres



Estádio do Arsenal em Londres



PFP Celulósicos

Base Água

Ambientalmente Correto
(teor de solvente muito baixo)

Baixo VOC
(teor de solvente muito baixo)

Baixo odor

Acabamento tipo casca de laranja

Sensível a umidade

Faixa de temperatura para aplicação mais restrita

Resistente à explosões

Base Solvente

Menos ambientalmente Correto
(maior teor de solvente)

VOC mais alto
(maior teor de solvente)

Odor de solventes

Acabamento tipo casca de laranja

Menor sensibilidade a umidade

Pode ser aplicado em faixa de temperatura mais ampla

Resistente à explosões

PFP Celulósicos

Produtos { **FIRETEX FX5060, FX5062, FX5090 e FX5120** Base água
FIRETEX FX1003 e FX2003 Base solvente

Atendem aos requisitos da: **UL263** e **BS476**



Alguns Fabricantes de **PFP** e seus produtos:

Sherwin-Williams



International Akzo



Chartek®

Jotun



Jotachar

PPG



PITT-CHAR®

Hempel



Hempafire Pro

Exemplos de aplicação do Revestimento PFP



PFP Celulósicos

Um exemplo:

Pintura do prédio da

Expedição da Planta da SW em Sumaré/SP

com o FIRETEX CELULÓSICO FX5090 BASE ÁGUA



PFP Celulósicos



Aplicação do **PFP** Celulósico na estrutura

PFP Celulósicos



Bomba airless durante a aplicação do **PFP**

PFP Celulósicos



Colunas da estrutura após a aplicação do **PFP**

PFP Celulósicos

Outro exemplo:

**Pintura da estrutura metálica de uma escola
em São Paulo com FIRETEX CELULÓSICO
com o FX2003 *BASE SOLVENTE***

Cortesia:
Kelli Fermينو



PFP Celulósicos



Cortesia:
Kelli Fermino

Aplicação do **PFP** na oficina do Estrutureiro

PFP Celulósicos



Cortesia:
Kelli Fermino

Aplicação do **PFP** na oficina do Estrutureiro

PFP Celulósicos



Cortesia:
Kelli Fermino

Aplicação do **PFP** na oficina do Estrutureiro

PFP Celulósicos sobre Aço Galvanizado





Proteção contra incêndio com Aço Galvanizado a Fogo (AGF)

Vários benefícios com AGF em incêndios:

Os resultados dos testes práticos com incêndio mostraram que o aço galvanizado a fogo têm várias vantagens em comparação com os não revestidos:

- ★ Menor fator de emissão
- ★ Aquecimento mais lento
- ★ Tempo mais longo até que a temperatura crítica seja atingida

Tabela 1. Fatores de emissão para alguns tipos de aço

Tipo de aço	Fator de emissão até 500°C	Fator de emissão acima de 500°C
Aço carbono	0,70	0,70
Aço Galvanizado a Fogo	0,35	0,70

Importante para a influência do fator de emissão é a cor do revestimento. Para obter um fator de baixa emissão como na tabela acima, o revestimento deve ser brilhante ou cinza claro.

<https://nordicgalvanizers.com/fire-protection-with-galvanized-steel/>



Dinamarca, Finlândia, Islândia, Noruega e Suécia

1º Teste de Fogo no Forno Horizontal

Emissivity of Galvanized Steel in **EN 1993-1-2:2020**



EUROPEAN GENERAL
GALVANIZERS ASSOCIATION

EGGA Assembly 2017,
12 – 15 June 2017

**Superfície do
galvanizado
após o teste**



www.ocel-drevo.fsv.cvut.cz

Department of **Steel and Timber Structures**

EGGA Assembly 2017, 12 – 15 June 2017

Fator de emissão

- Aço carbono $\varepsilon = 0,70$
- Aço galvanizado $\varepsilon = \mathbf{0,32}$ EN 1993-1-2 (2020)
- **Aumento da Resistencia ao fogo da estrutura de aço em 15min sem proteção contra o fogo**

Resistência a incêndio de seções de aço Galvanizado

**GALVANIZERS
ASSOCIATION**
Providing free authoritative information and
advice on hot dip galvanizing since 1949

Reino Unido (Inglaterra, Escócia, País de Gales e Irlanda do Norte)



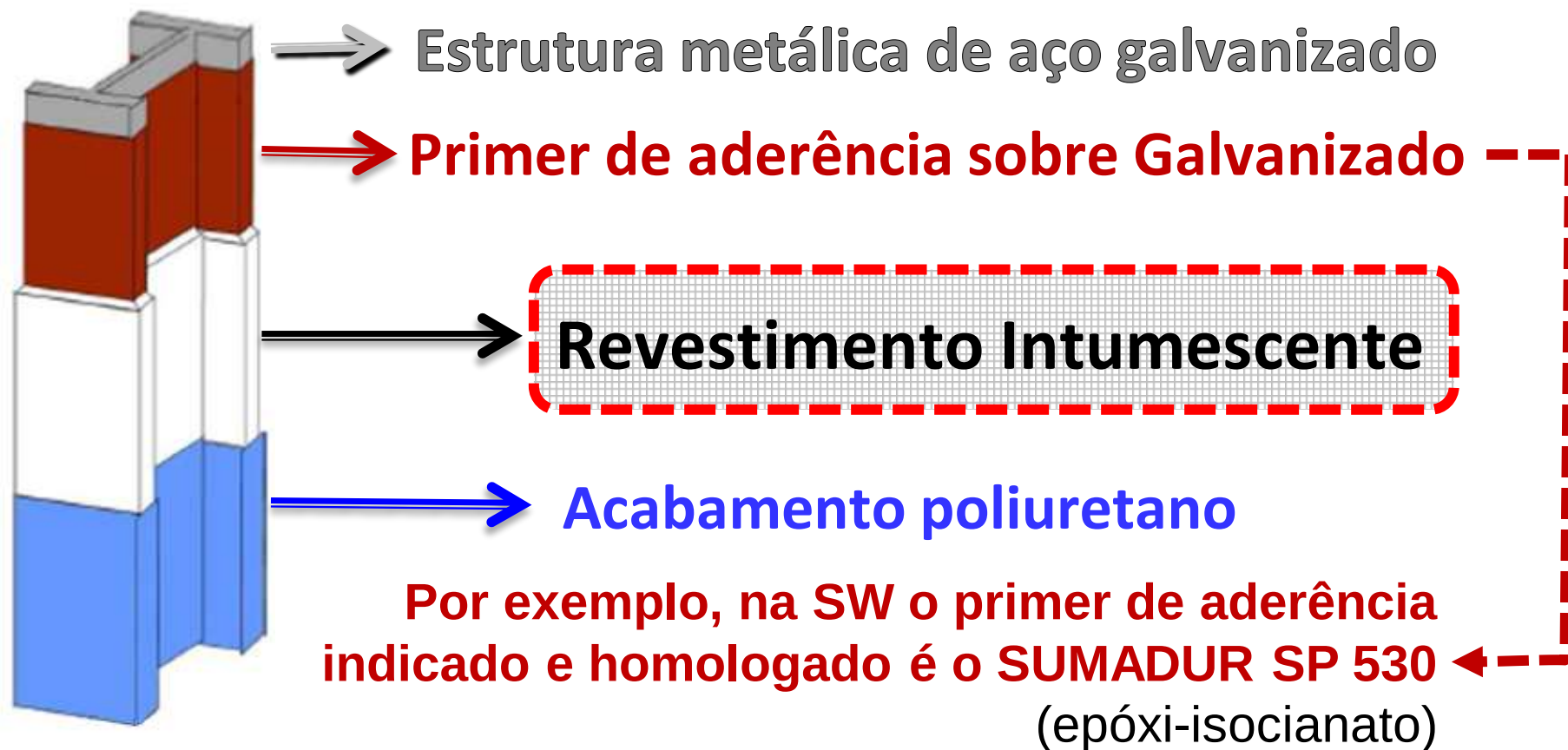
Estacionamento em Aço Galvanizado no Sky Headquarters (Londres). Foto: Philip Durrant

GA

O aço galvanizado é reconhecido por propriedades de proteção contra corrosão, porém pesquisas recentes mostraram que **esses benefícios se estendem ao fornecimento de resistência ao fogo às seções de aço.**

Esquemas de Pintura sobre Galvanizado

O esquema de pintura com revestimento intumescente deve ser **homologado** pelo Fabricante do **PFP** para garantir o seu **desempenho** na situação de incêndio



Esquemas de pintura para superfícies de aço galvanizado

5.2.2 Jateamento abrasivo leve

Para a realização do jateamento abrasivo leve deve-se:

- a)** lavar o substrato com água corrente para remoção dos sais solúveis provenientes do processo de galvanização antes do jateamento;
- b)** utilizar **manta abrasiva não tecida**, de fibras sintéticas, unidas com resina impregnada com mineral abrasivo neste processo;
→ tipo **Scotch Brite**



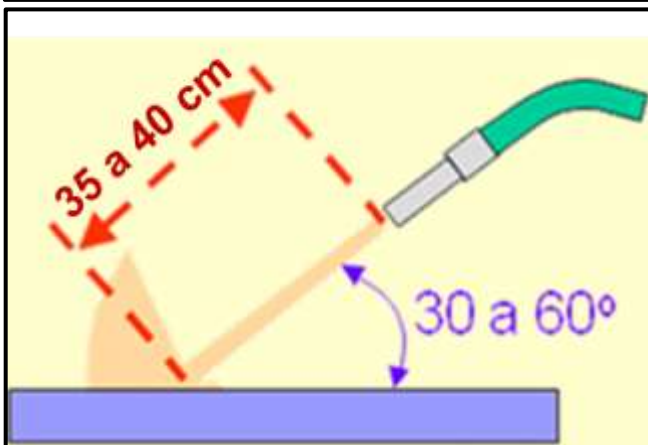
Esquemas de pintura para superfícies de aço galvanizado

5.2.2 Jateamento abrasivo leveiro (continuação)

- c)** ajustar a pressão no bico do jato entre **40 psi** e **60 psi**;
- d)** ajustar o ângulo entre o bico do jato e o substrato entre **30°** e **60°**.
O movimento do bico deve ser rápido, a fim de **não remover camada excessiva de zinco**;
- e)** Utilizar, preferencialmente, abrasivos não metálicos. A utilização de abrasivos metálicos fica condicionada ao acordo entre as partes.

O perfil de rugosidade deve estar entre 10 µm e 20 µm.

Jateamento abrasivo leveiro em algumas entidades é chamado de **Sweep blast**
Tradução livre: sweep blast → jato de varredura



galvanizers
ASSOCIATION OF AUSTRALIA

Segundo a **GAA**:

Ângulo < 45°

Pressão: **40 psi**

este procedimento assegura
remoção de zinco < **10 µm**

PFP Celulósicos sobre Galvanizados

A pintura com **PFP** sobre Galvanizados a Fogo exige **um primer adequado** para este tipo de superfície. O primer deve ser aprovado pelo fabricante do **PFP**.

Retirado do Boletim Técnico do produto **Penguard Express** da 

Substrato	Preparação de Superfície	
	Mínimo	Recomendado
Aço galvanizado	A superfície deve estar limpa, seca e exibir um perfil áspero e não polido.	Jateamento leve utilizando abrasivo não metálico promovendo padrão limpo, rugoso e uniforme.

Para superfícies galvanizadas, quando se trabalha com **resina acrílica** intumescente, uma quebra de lixa e aplicação de primer de aderência é aceitável, porém muito melhor é um **jateamento leve**. Nosso primer para ambas as situações é o **Penguard Primer**, porém se for utilizado **jateamento leve**, é muito recomendado também o **Penguard Express** em função da sua secagem rápida. No caso de **epóxi** para fogo celulósico, o mínimo aceitável é o **jateamento leve** como preparo de superfície.

Informações de Evandro Rivera Martin da JOTUN

PFP Celulósicos sobre Galvanizados

Muito cuidado com **acabamentos** sobre a tinta intumescente, pois as vezes mesmo uma camada fina de poliuretano pode **interferir na formação do carvão** e levar à exposição do aço, comprometendo a integridade estrutural da edificação.

Muitos distribuidores de tecnologia intumescente recomendam o uso de **qualquer acabamento** sobre a tinta intumescente, sem alinhar isso com o fabricante da tecnologia que é **quem pode dizer** se a tinta de acabamento irá ou não interferir na intumescência do **PFP** acrílico. O fabricante só faz isso mediante a realização de testes práticos.

Sobre epóxi intumescente, acabamentos finos de poliuretano não são tão críticos, mas no caso dos **PFP** acrílicos é um **risco muito grande** e no mercado são cometidos atos intoleráveis em função de fornecimentos realizados por distribuidores **sem ter um fabricante na retaguarda** para orientar e assistir a negociação.

Informações de **Evandro Rivera Martin** da JOTUN

CONCLUSÃO

As Pinturas **PPCI** – Proteção Passiva Contra incêndio, em inglês **PFP** são apresentadas em duas versões, **Celulósico** (usado em Edifícios de Aeroportos, Estações Rodoviárias e Ferroviárias, Escolas, Shopping Centers, Lojas, Arenas Esportivas, Hotéis, Hospitais, etc.) e **Hidrocarbônico** (usado em Refinarias, Plantas Químicas, Terminais de Combustíveis, etc.)

O Aço carbono em um incêndio perde a capacidade de sustentar a estrutura e desaba. O **PFP** sob ação do calor **intumesce** formando um carvão rígido isolante térmico que **retarda a ação do incêndio** permitindo que se possa iniciar o combate ao fogo, empreender fuga do local e **salvar vidas**

CONCLUSÃO continuação

O Aço Galvanizado por imersão a fogo sempre foi reconhecido por sua proteção contra a corrosão, mas pesquisas recentes mostraram que a estes benefícios se somam as **propriedades de resistência ao calor**, com vantagens sobre o aço não galvanizado, como:
Menor fator de emissão, aquecimento mais lento e maior tempo para atingir a temperatura crítica.

O esquema de pintura (com primer e acabamento) em contato com o **revestimento intumescente** deve ser homologado pelo próprio Fabricante do **PFP** para garantir o seu **desempenho** na situação de incêndio



Muito obrigado por sua
ATENÇÃO

Celso Gnecco
celso.gnecco@uol.com.br



Agradecimentos especiais a: **Ricardo Suplicy Goes**
(Gerente Executivo do ICZ) pelo convite e apoio



e a **Evandro Rivera Martin** da JOTUN pelo apoio

