



Capitão-de-Corveta (EN) Márcio Ramalho Amendola

Membro do Grupo de Gerenciamento dos Projetos e de Fiscalização das Obras Cíveis Relativas ao PROSUB, a cargo da DOCM.

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Curso de Extensão em Planejamento e Controle de Obras Públicas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio).



Primeiro-Tenente (EN) Analucia Meyrelles Monteiro Piovezan

Membro do Grupo de Gerenciamento dos Projetos e de Fiscalização das Obras Cíveis Relativas ao PROSUB, a cargo da DOCM.

Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Mestre em Engenharia de Transportes pelo Instituto Militar de Engenharia (IME).

REVESTIMENTO INTUMESCENTE

SUA APLICAÇÃO NAS OBRAS CÍVIS DO EBN-PROSUB

1. INTRODUÇÃO

O uso do aço na construção civil se disseminou concomitantemente com o processo de industrialização ocorrido a partir do século XVIII, devido principalmente aos seus inúmeros benefícios em relação aos demais materiais construtivos. Destacam-se a sua maior capacidade de suportar esforços, a leveza que confere à estrutura, a maior velocidade de montagem, bem como a possibilidade de padronização e racionalização do processo construtivo.

Devido às características supramencionadas, nas obras do EBN-PROSUB foi definida a utilização de elementos metálicos como partido estrutural dos prédios prioritários que ora se encontram em processo final de montagem.

Contudo, a exposição do aço às altas temperaturas diminui as suas características físicas e químicas, entre as quais a rigidez e a resistência. Em temperaturas elevadas, como no caso de um incêndio, o aço terá redução no coeficiente de segurança definido no projeto, iniciando o processo de flambagem localizada e podendo comprometer a compartimentação e a integridade do conjunto.

Para minimizar os efeitos de um possível incêndio, foram desenvolvidos métodos de proteção passiva dos componentes de aço, de modo a retardar a ação do fogo, reduzindo a velocidade com que são aquecidos. Os métodos mais usuais são as placas de silicato de cálcio, a argamassa projetada e o revestimento intumescente (Figura 1).



Figura 1 – Proteções passivas usuais: placas de silicato de cálcio, argamassa projetada e revestimento intumescente (da esquerda para a direita).

2. PROJETO CONCEITUAL DO EBN - PROSUB

Vários são os fatores que influenciam a intensidade e a duração de um incêndio. Para a elaboração do Projeto de Combate a Incêndio devem ser identificadas as necessidades de proteção, em função do risco e da classe de incêndio, decorrentes do uso, ocupação e condições de ventilação do ambiente, e do fator de forma da estrutura, entre outros.

As Normas Brasileiras aplicáveis para o projeto de segurança frente ao fogo, para estruturas de aço, são a NBR 14323:2013 – “Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios em situação de incêndio” e a NBR 14432:2001- “Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento”. De uma forma geral, a normatização visa prevenir o colapso estrutural, reduzir os danos às propriedades vizinhas, possibilitar a retirada dos ocupantes e permitir o acesso da equipe de combate ao incêndio.

A Tabela 1 indica os diversos tempos requeridos de resistência ao fogo (TRRF) em minutos.

Tabela 1 - Tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF), em minutos, segundo a NBR 14432:2001.

| GRUPO | OCUPAÇÃO / USO | DIVISÃO | PROFUNDIDADE DO SUBSOLO | | ALTURA DA EDIFICAÇÃO | | | | |
|-------|---|--|-------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| | | | Classe S2 hs > 10 m | Classe S1 hs ≤ 10 m | Classe P1 h ≤ 6 m | Classe P2 6 m < h ≤ 12 m | Classe P3 12 m < h ≤ 23 m | Classe P4 23 m < h ≤ 30 m | Classe P5 h > 30 m |
| A | Residencial | A-1 a A-3 | 90 | 60 (30) | 30 | 30 | 60 | 90 | 120 |
| B | Serviço de hospedagem | B-1 e B-2 | 90 | 60 | 30 | 60 (30) | 60 | 90 | 120 |
| C | Comercial varejista | C-1 a C-3 | 90 | 60 | 60 (30) | 60 (30) | 60 | 90 | 120 |
| D | Serviços profissionais, pessoais e técnicos | D-1 a D-3 | 90 | 60 (30) | 30 | 60 (30) | 60 | 90 | 120 |
| E | Educacional e cultura física | E-1 a E-6 | 90 | 60 (30) | 30 | 30 | 60 | 90 | 120 |
| F | Locais de reunião de público | F-1, F-2, F-5, F-6 e F-8 | 90 | 60 | 60 (30) | 60 | 60 | 90 | 120 |
| G | Serviços automotivos | G-1 e G-2 não abertos lateralmente e G-3 a G-5 | 90 | 60 (30) | 30 | 60 (30) | 60 | 90 | 120 |
| G | Serviços automotivos | G-1 e G-2 abertos lateralmente | 90 | 60 (30) | 30 | 30 | 30 | 30 | 60 |
| H | Serviços de saúde e institucionais | H-1 a H-5 | 90 | 60 | 30 | 60 | 60 | 90 | 120 |
| I | Industrial | I-1 | 90 | 60 (30) | 30 | 30 | 60 | 90 | 120 |
| I | Industrial | I-2 | 120 | 90 | 60 (30) | 60 (30) | 90 (60) | 120 (90) | 120 |
| J | Depósitos | J-1 | 90 | 60 (30) | 30 | 30 | 30 | 30 | 60 |
| J | Depósitos | J-2 | 120 | 90 | 60 | 60 | 90 (60) | 120 (90) | 120 |

Observa-se que à medida que o risco cresce, devido à categoria de ocupação ou à altura do edifício, a exigência se torna mais rigorosa e maior será o tempo requerido de resistência ao fogo.

A velocidade de aquecimento é função das dimensões da seção. Uma seção de baixa esbelteza ou de grande massa, se aquecerá mais lentamente do que uma seção mais esbelta. Assim, uma seção massiva terá uma resistência maior ao fogo. Este efeito de massividade é quantificado pelo chamado “Fator de Forma”, que corresponde à razão do perímetro aquecido sobre a área da seção transversal.

Observe que o fator de massividade pode tomar diferentes valores para um mesmo perfil.

Nas obras do EBN - PROSUB a escolha do revestimento intumescente decorreu, primordialmente, da experiência da Construtora Norberto Odebrecht SA, empresa responsável pela construção do referido empreendimento, na utilização em obras de estrutura *off-shore*, aliada à atual tendência do mercado, tendo em vista as vantagens deste material sobre os demais. A Figura 2 compara os três métodos mais utilizados.

| | Placa de silicato de cálcio | Argamassa projetada | Revestimento intumescente |
|--------------|--|---|--|
| Vantagens | <ul style="list-style-type: none"> • Instalação limpa; • TRRF até 120 minutos. | <ul style="list-style-type: none"> • Baixo custo; • Resistência térmica e acústica; • TRRF até 240 minutos. | <ul style="list-style-type: none"> • Facilidade na manutenção/limpeza; • Arquitetura permanece aparente; • Leve e fino; • Otimiza o espaço da construção; • Permite acabamento da cor desejada; • Não retém sujeiras; • TRRF até 120 minutos. |
| Desvantagens | <ul style="list-style-type: none"> • Esconde a estrutura metálica; • Sem flexibilidade para acompanhar as estruturas; • Demora para instalação das placas; • Espessuras muito elevadas, necessitando, em alguns casos, redimensionamento das cargas estruturais. | <ul style="list-style-type: none"> • Fragilidade ao contato físico; • Aplicação gera muita sujeira; • Dificuldade em manter as mesmas espessuras; • Aparência não agradável; • Requer mais espaço. | <ul style="list-style-type: none"> • Requer aplicadores qualificados; • Verificação de qualidade da aplicação; • Tempo de secagem maior; • Deve haver compatibilidade com <i>primer</i> usado. |

Figura 2 – Comparativo entre as três principais soluções de proteção passiva em estruturas metálicas.
Fonte: CKC do Brasil

3. REVESTIMENTO INTUMESCENTE

Revestimentos intumescentes são tintas que reagem ao calor. A palavra intumescente deriva do verbo intumescer, cujo radical tem origem do infinitivo latino *intumescere*, que significa expandir, inchar. A nomenclatura é devida ao processo de expansão que ocorre no revestimento quando este é submetido às altas temperaturas, resultante das suas propriedades químicas.

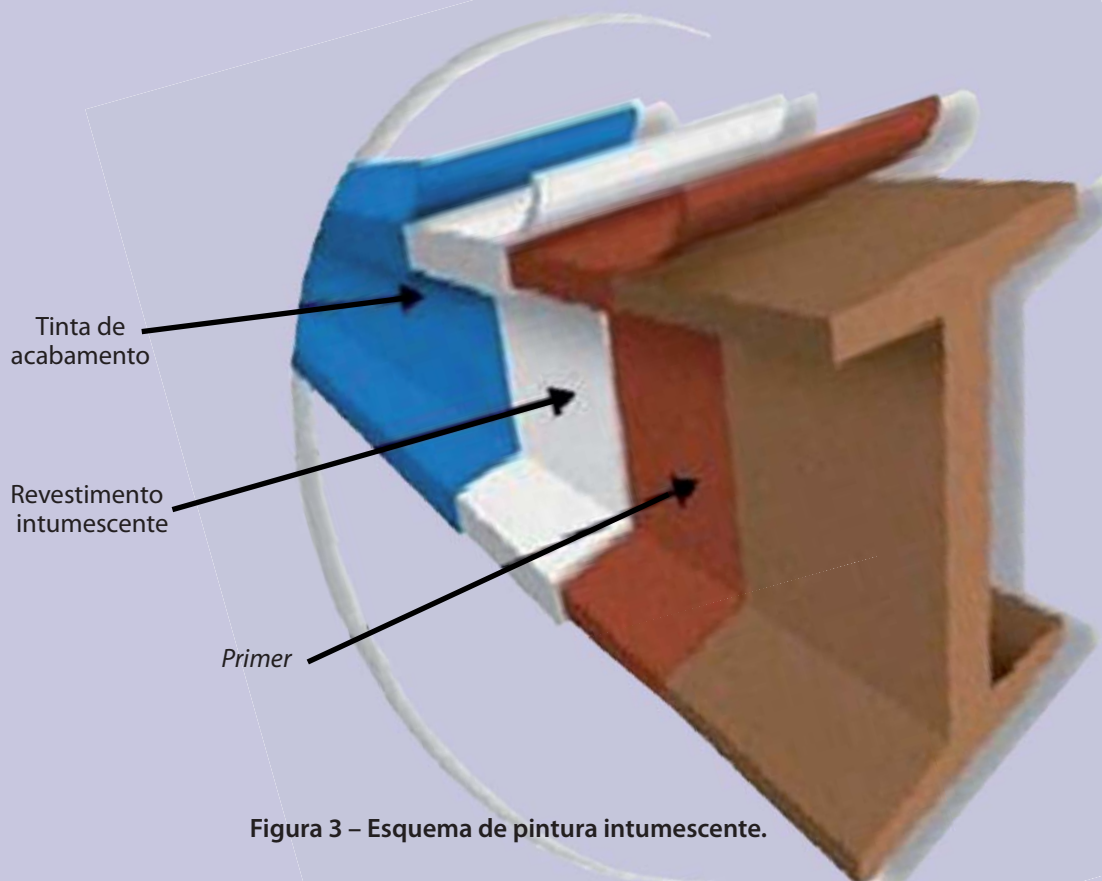


Figura 3 – Esquema de pintura intumescente.

No Brasil, desde a década de 90, esta tecnologia tem boa aceitação no mercado. O sistema é composto por um *primer*, uma tinta intumescente e uma tinta de acabamento (Figura 3). É necessário um prévio jateamento abrasivo e, posteriormente, a aplicação da tinta de fundo epóxi vermelho óxido. A aplicação deve ser acompanhada por rigoroso controle técnico das demãos, que não podem ultrapassar os limites estabelecidos, devendo ser observados os espaços de tempo entre demãos. Dependendo do tipo da estrutura e da utilização, é definida a espessura adequada de material intumescente que irá proteger a estrutura.

O processo é iniciado quando a temperatura da superfície atinge valores na ordem de 100 a 300°C, formando uma camada protetora que pode atingir várias dezenas de vezes a espessura do filme de tinta inicial. Neste processo são liberados gases atóxicos que atuam em conjunto com resinas especiais, formando uma espuma rígida na superfície da estrutura e provocando o retardamento na elevação das temperaturas dos elementos metálicos. O resultado final é uma barreira de carvão (cinzas do material queimado) firmemente aderida ao substrato, oferecendo isolamento térmico.

As tintas intumescentes devem estar certificadas por empresas credenciadoras. Os laboratórios mais utilizados para os testes de certificação são o *Underwriters Labs (UL)* e a *Warrington Certification - Certifire*. Os testes visam verificar a adequada composição, adequabilidade e eficiência dos produtos disponibilizados no mercado. A Figura 4 apresenta seis estágios de uma amostra de material durante a exposição ao fogo.

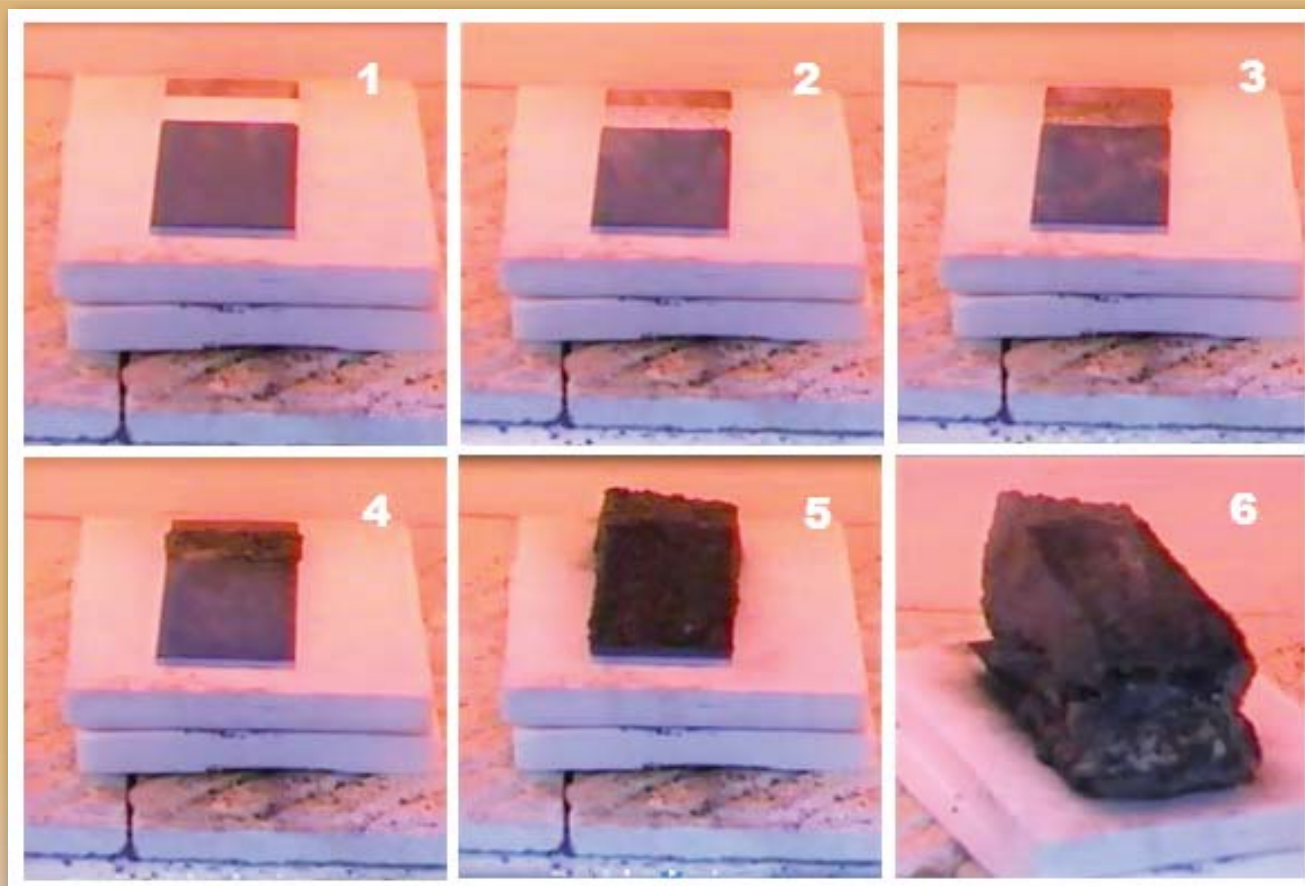



Figura 4 - A sequência acompanha a formação da espuma que protege o substrato.



Na obra de construção do Estaleiro e Base Naval de Itaguaí - EBN-PROSUB, está prevista a aplicação de revestimento intumescente sobre mais de 5.000 m² de estruturas metálicas, entre pilares, vigas e módulos de cobertura, incluindo o prédio principal do Estaleiro de construção de submarinos. A aplicação da pintura intumescente é feita por pistola, pelo processo *airless*, em demãos até que seja atingida a espessura de projeto, que dependendo do perfil metálico pode chegar a 2,5 mm (Figura 5).

Figura 5 – Aplicação de tinta intumescente sobre pilar metálico do Prédio de Apoio à Fabricação, no Estaleiro e Base Naval de Itaguaí - EBN.

4. GARANTIA DA QUALIDADE

Antes da aplicação, devem ser tomadas diversas precauções para a correta aderência do produto e para que a cura transcorra como previsto. Assim, devem ser verificados os seguintes itens:

- O *primer* deve ser compatível com o produto intumescente e adequado ao aço da estrutura;
- As condições do local, tais como vento, temperatura ambiente e umidade, devem estar dentro das faixas de aplicação especificadas pelo fabricante. Alguns fabricantes indicam que a umidade relativa do ar deve estar abaixo de 80% para uma aplicação bem sucedida;
- O produto deve ser armazenado corretamente; e
- A superfície deve estar limpa, seca e livre de contaminação e apresentar uma temperatura dentro da faixa especificada.

Durante a aplicação são realizados testes de filme úmido para a verificação da espessura da camada de tinta aplicada no elemento, visando certificar-se do atendimento aos parâmetros definidos em projeto e também ao recomendado pelo fabricante. Sua utilização ocorre pelo simples contato do medidor de filme úmido (Figura 6) com a peça metálica, e posterior observação dos dentes que tiveram contato com a tinta e os que não foram pintados.



Figura 6 – Medidor de filme úmido.

Após a secagem da tinta, que depende das condições de temperatura, vento e umidade, do método de aplicação e da espessura da camada, deverão ser procedidas as verificações de filme seco, com emprego do medidor de espessura de camada (Figura 7).



Figura 7 – Medidor de espessura de camada.

De acordo com o engenheiro responsável pela qualidade da Construtora Norberto Odebrecht, Ailton Gonçalves Thereza, a aplicação da tinta intumescente na obra é realizada por empresas especializadas na área, com emprego de mão de obra qualificada para a atividade e de equipamentos que atendem aos requisitos especificados pelo fabricante do produto. Todo o processo é acompanhado e monitorado por inspetor de pintura certificado pelo Sistema Nacional de Qualificação e Certificação de Pessoas (SNQC), desde a preparação da superfície até a inspeção e liberação final do serviço, com emissão dos respectivos registros.

Usualmente, a durabilidade depende das condições de manutenção e conservação. No caso dos revestimentos intumescentes, a necessidade de manutenção está associada à durabilidade dos demais componentes do esquema de pintura (*primer* e acabamento), e da corrosividade do ambiente. Existem alguns fabricantes de revestimento intumescente no mercado que oferecem até 15 anos de garantia sobre seus produtos, mesmo quando aplicados em ambientes externos.



“Todo o processo é acompanhado e monitorado por inspetor de pintura certificado pelo Sistema Nacional de Qualificação e Certificação de Pessoas (SNQC).”

Engº Ailton Golçalves Thereza
Construtora Norberto Odebrecht

5. CONCLUSÃO

Não obstante as vantagens do emprego do aço, em situações críticas de exposição ao fogo o mesmo perde as suas características de resistência. O revestimento intumescente torna-se a solução mais vantajosa para a proteção passiva de retardo dos danos de um incêndio, principalmente pela menor espessura final, maior durabilidade e melhor acabamento. O investimento em método que confere ótima proteção aos elementos estruturais se faz indispensável em se tratando da implantação do Estaleiro de Construção e Manutenção de Submarinos, face à sua importância estratégica e aos elevados recursos humanos e materiais envolvidos.

6. BIBLIOGRAFIA

- 1 - ANDRADE, Cleide Cedeni - Proteção Térmica em Elementos Estruturais de Aço [dissertação] - Florianópolis, SC, 2010.
- 2 - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM E119: *Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Material*.
- 3 - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 14323 - Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios em situação de incêndio.
- 4 - _____. NBR 14432 - Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento.
- 5 - CKC do Brasil. Construção Resistente: Os métodos de proteção passiva contra incêndio usados nas estruturas metálicas em edificações. Disponível em: <<http://www.ckc.com.br/ArtigoIncendioEstruturasMetalicas.pdf>>. Acesso em: 28 Julho 2014.
- 6 - NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION - NFPA 703 – *Standard for Fire Retardant Impregnated Wood and Fire Retardant Coatings for Building Materials*.
- 7 - PANNONI, Fábio Domingos, M.Sc., Ph.D. - Princípios da Proteção de Estruturas Metálicas em Situação de Corrosão e Incêndio [Perfis Gerdau Aço Minas], 2007.