



3. MATERIAIS E TÉCNICAS DE PROTECÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS CONTRA A ACÇÃO DO FOGO

3.1. INTRODUÇÃO

Há estruturas cuja resistência ao fogo é reduzida se não forem devidamente protegidas, como por exemplo as estruturas de madeira e as estruturas metálicas.

As estruturas de betão armado podem, também exigir cuidados especiais no recobrimento das armaduras.

Como os materiais diminuem a sua capacidade resistente com o aumento de temperatura, a protecção obtém-se, de um modo geral, interpondo entre o incêndio e o elemento estrutural, um material que dificulte aumentos de temperatura na estrutura.

Para esse fim utilizam-se fundamentalmente dois tipos de materiais:

- materiais pesados (por exemplo betão) – que têm uma grande capacidade térmica e por isso absorvem muito calor;
- materiais leves – mas com pequena condutibilidade térmica.

Os materiais usados na protecção de estruturas contra incêndio, devem ser incombustíveis, não devendo dar origem a produtos voláteis inflamáveis nem a gases tóxicos.

Há materiais isolantes correntes, térmicos e acústicos, usados na construção que podem contribuir gravemente para a severidade de um incêndio.

Este facto ocorre pelas seguintes razões:

- se o material isolante é combustível, dará origem a um agravamento da carga de incêndio do edifício em que está instalado;
- se o material isolante é combustível e está aplicado em tectos ou paredes, contribui para uma mais fácil propagação do incêndio;
- seja ou não combustível, o material isolante, pelas suas propriedades específicas, impedirá de algum modo a saída do calor gerado durante o fogo, do compartimento de incêndio o que irá contribuir para o aumento de temperatura nesse compartimento.

Os materiais isolantes que se usam na protecção de estruturas, não devem ser confundidos com os materiais isolantes térmicos e acústicos correntes, pois destinam-se a melhorar a resistência ao fogo dos elementos construtivos.



3.2. MATERIAIS USADOS NA PROTECÇÃO DE ESTRUTURAS CONTRA INCÊNDIO

Aos materiais usados na protecção de estruturas contra incêndio devem ser exigidas as seguintes propriedades:

- elevada temperatura de fusão;
- boa capacidade para se deformarem sob a acção do calor;
- resistência às acções de origem térmica;
- condições de perfeita aderência às estruturas em que são aplicados;
- resistência ao longo do tempo aos agentes atmosféricos, químicos, choques, etc.

Os materiais que se utilizam na protecção ao fogo de estruturas, principalmente de estruturas metálicas, são os seguintes:

Betão –

O betão normal ou leve (celular) é correntemente utilizado como material de protecção, envolvendo o elemento estrutural a proteger, em torno da qual é lançado contido por cofragens ou sob a forma de placas pré-fabricadas, que se ligam à estrutura por dispositivos adequados.

Gesso –

O gesso é um sulfato de cálcio dihidratado $\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ que, no estado seco, contém cerca de 20% de água de constituição.

Submetido a temperaturas elevadas, transforma-se em sulfato de cálcio anidro, absorvendo uma quantidade considerável de calor. Além disso, a água de constituição libertada absorve igualmente calor para se vaporizar.



Como material de protecção, o gesso actua portanto com as seguintes funções:

- de absorver uma grande quantidade de calor;
- de atrasar a passagem do fluxo térmico.



O gesso não deve ser aplicado directamente sobre o suporte, porque devido ao aquecimento desagrega-se com facilidade. Precisa de um suporte adequado que pode ser uma rede metálica ou fibra de vidro.

O gesso pode ser usado sob a forma de placas pré-fabricadas que não precisam de suporte especial, visto serem armadas e o gesso ser misturado com outros produtos. Nesta situação há que atender à fixação das placas ao elemento de suporte a proteger e ao bom comportamento das juntas.

Vermiculite –

A vermiculite é uma rocha mineral que pertence à família das micas e que se apresenta sob a forma de lâminas finas com 3 a 6 mm, constituídas por um grande número de lamelas, separadas umas das outras por partículas microscópicas de água, apresentando um aspecto esfoliado.

Quando é submetida a temperaturas elevadas, da ordem dos 700° a 1000°C, as partículas de água transformam-se em vapor e afastam as lamelas. As dimensões dos grãos de vermiculite aumentam 20 a 30 vezes, aprisionando o ar no interior das paredes, elas mesmas isolantes.

Por este processo de esfoliação obtém-se a vermiculite expandida.

A vermiculite emprega-se sob a forma de painéis, que não libertam fumos nem gases tóxicos, em caso de incêndio, mas apenas vapor de água.

A vermiculite expandida emprega-se como agregado e consoante as substância a que é associadas, conduz à constituição de diferentes materiais heterogéneos, de apresentação e forma variáveis.

Está na base do fabrico de betões leves pré-fabricados de vermiculite expandida e cimento, de argamassa de gesso, etc.

As argamassas de cimento e vermiculite apresentam basicamente as seguintes características:

Tabela 1 – Características de argamassas de cimento e vermiculite

TRAÇO VOLUME VERMICULITE	CIMENTO	PESO ARGAMASSA PRONTA kg/m³	RESISTENCIA COMPRESSÃO kg/cm²	CONDUTIBILIDADE TÉRMICA kcal/m².h.C°
8	1	285 a 300	6 a 10	0,40
6	1	460 a 550	9 a 14	0,044
4	1	460 a 550	17 a 14	0,060

Ligada ao cimento ou ao gesso, a vermiculite esfoliada permite executar revestimentos ou aglomerados leves com grande resistência ao fogo. Ligada ao cimento aluminoso obtém-se betão semi refractário que pode suportar temperaturas da ordem dos 1000°C.



Perlite –

A perlite é um agregado mineral que tem também a faculdade de se expandir sob a acção de temperaturas elevadas, aplicando-se de forma idêntica à vermiculite.

Fibras minerais –

As fibras minerais são materiais formados artificialmente fazendo passar uma corrente de vapor através de um líquido constituído por rochas ou escórias vulcânicas fundidas, dependendo a natureza das fibras da composição das rochas empregues no seu fabrico.

- Fibra ou lã de vidro – a partir da fusão de uma composição de vidro particular, especialmente adaptada a problemas da fibragem;
- Fibra ou lã de rocha – que é fabricada normalmente a partir das escórias do alto forno, juntando no momento da fusão da escória rochas seleccionadas que conferem certas qualidades ao produto final.

Argila expandida e betões leves –

A argila expandida apresenta-se sob a forma de granulos aproximadamente esféricos, com 3 a 10 mm de diâmetro, muito leves e inertes, com uma estrutura interna celular e uma “casca” exterior resistente. Apresentam:

- boa resistência à compressão;
- massa volúmica aparente reduzida (350 kg/m^3);
- resistência a temperaturas elevadas (1100° a 1200° C)
- são pouco condutoras dos calor

O processo de fabrico da argila expandida passa pelas seguintes fases:

- extracção da argila;
- controlo da humidade que deve corresponder a um peso de 20% de água e 80% de argila seca;
- trituração e homogeneização do material;
- por um processo de extrusão dá-se à argila a forma de um cordão;
- o cordão é cortado em nódulos com as dimensões pretendidas;
- os nódulos passam num forno rotativo, onde são aquecidos progressivamente até uma temperatura de 1200° a 1300° C ;
- quando a argila atinge os 600° C , produzem-se libertações gasosas que formam a estrutura interna celular;
- aos 1100° a 1200° C a argila funde;



- por arrefecimento brusco à saída do forno, obtém-se a vitrificação da casca;
- as esferas, depois de arrefecidas são peneiradas para a separação em classes diferentes.

Na protecção de estruturas metálicas, a argila expandida pode ser aplicada dos seguintes modos:

- lançada a granel em volta do elemento a proteger, para o que tem que ser colocada dentro de um invólucro em chapa, contornando o elemento, sendo o espaço preenchido por argila;
- como inerte de betão leve, a aplicar “in situ”;
- em blocos pré-fabricados de betão leve, a aplicar na protecção de pilares ou paredes corta-fogo.

Amianto –

O amianto é um silicato hidratado que se apresenta no estado natural sob a forma de uma rocha fibrosa.

Há várias espécies de amianto, que perdem a água de cristalização a temperaturas variáveis entre 500 a 1000°C, conforme o tipo.

A condutibilidade térmica do amianto é extremamente baixa.

Para protecção de estruturas, o amianto pode ser aplicado das seguintes maneiras:

- por projecção – criando um revestimento contínuo e sem juntas capaz de acompanhar as deformações naturais do elemento estrutural que está a proteger, por vezes misturado com outras fibras minerais ou ligantes;
- sob a forma de painéis ou placas, pelo menos em que a alma é de amianto, ou placas de amianto-cimento.

A aplicação do amianto tem vindo a ser substituída por fibras minerais e sintéticas, visto que a aplicação e o manuseamento do amianto envolve perigos para a saúde dos operários.

Pinturas intumescentes –

O método de protecção de estruturas por pinturas intumescentes é um método de utilização relativamente recente. Consiste na aplicação de uma tinta, com características especiais, sobre a superfície a proteger.

Estas tintas são derivados celulósicos que, pela adição de ligantes orgânicos especiais e agentes dilatadores, tendem a aumentar de volume, neste caso a crescer em espessura, à temperatura de 100 a 300°C, formando uma camada que pode atingir várias dezenas de vezes a espessura inicial.

Essa camada funciona como um isolante térmico que confere uma resistência ao fogo não superior a 30 minutos.

A aplicação deste tipo de tintas exige cuidados especiais na preparação da superfície a pintar (decapagem) e na aplicação do primário.

A pintura deve ser renovada periodicamente, total ou parcialmente, em virtude da resistência mecânica e química da pintura ser limitada.



Figura 1 – Pinturas intumescentes

Outros materiais

Madeira –

Pode parecer estranho que se indique como material protector de uma estrutura metálica, um material inflamável e combustível como a madeira.

Estabelecendo um balanço entre a combustibilidade da madeira e as suas propriedades isolantes, verifica-se que pode efectivamente ter interesse utilizar a madeira na protecção de estruturas.

Água –

Outro material que pode ser usado na protecção ao fogo de estruturas é a água:

- fazendo funcionar os sprinklers como um processo de extinção do fogo;
- fazendo funcionar os sprinklers como um processo de arrefecimento de estruturas;
- fazendo funcionar os sprinklers como elementos de irrigação, isto é, prevendo elementos resistentes de parede fina (ocos interiormente) e fazendo circular a água em circuito fechado pelo seu interior.



3.3. PROTECÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

3.3.1. Conceitos Técnicos Básicos da Protecção Contra Fogo de Estruturas Metálicas

De uma forma genérica, os elementos estruturais em aço perdem cerca de 50% de sua resistência mecânica quando aquecidos a uma temperatura de cerca de 550°C. Este valor é conhecido como *temperatura crítica*, podendo sofrer variações de acordo com cada projecto.

O objectivo da protecção passiva é garantir a estabilidade das estruturas sujeitas a um incêndio, durante um determinado período de tempo, visando possibilitar a evacuação do edifício, um possível combate e limitar a propagação do fogo.

3.3.2. Dimensionamento da protecção contra fogo

Para o dimensionamento da espessura do material de protecção das estruturas, é necessário analisar dois parâmetros:

- **Tempo de resistência ao fogo**, que é definido na legislação em vigor, nomeadamente nos Regulamentos de Segurança Contra Incêndio para os vários tipos de edifícios.

Os regulamentos, normas ou análises técnicas que definem os tempos de protecção para cada tipo de edificação têm em conta vários aspectos, tais como:

- utilização do edifício;
 - a altura e a área construída;
 - compartimentação existente;
 - carga combustível, taxa de ventilação, etc.
-
- **O Factor de Massividade (Pe/A) de cada elemento estrutural** - o Factor de Massividade representa a resistência de em determinado perfil metálico numa situação de incêndio.

Dois factores influenciam o comportamento de uma estrutura sob a acção do fogo e o Factor de Massividade é o resultado da relação matemática entre estes dois factores:

$$Pe/A = \text{Perímetro de Exposição ao Fogo} / \text{Área da Secção Transversal}$$

Perímetro de Exposição ao Fogo “Pe” (exposição do perfil ao fogo)- quanto maior for a exposição ao fogo (e incidência de energia térmica no aço), mais rapidamente a estrutura aquecerá, e conseqüentemente atingirá o colapso.

Área da Secção Transversal "A" (massa do perfil) - A área da secção transversal do perfil está directamente relacionada com sua massa. Assim, quanto maior a área da secção (ou sua massa), mais tempo o perfil irá levar para ser aquecido e atingir a temperatura crítica.

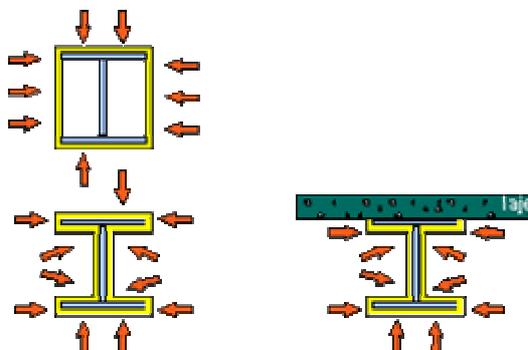


Figura 2 – Várias condições de exposição ao fogo de um perfil metálico

Determinação da espessura adequada em função do factor de massividade e do tempo de protecção requerido

Uma a vez determinado o tempo de protecção requerido e o factor de massividade, existem dois métodos para calcular a espessura adequada do material de protecção.

Pode-se calcular analiticamente, com base em dados dos materiais como densidade, condutividade térmica e calor específico. Esta metodologia possui limitações, sobretudo quando os materiais sofrem mudanças físicas durante o incêndio, como é o caso de tintas intumescentes ou alguns materiais projectados que possuem fluídos cristalizados na sua composição.

A forma mais simples de cálculo é utilizar os resultados de ensaios reais de resistência ao fogo, fornecido pelos fabricantes na forma de uma tabela, onde as espessuras são facilmente determinadas (Fig. 3).

HEB			HEA			IPN		
	I	II	I	II		I	II	
100	218.1	179.6	100	265.1	217.9	80	401.1	345.6
120	201.8	166.5	120	287.6	220.2	100	349.1	301.9
140	187.2	154.7	140	252.9	208.3	120	309.2	268.3
160	169.1	139.6	160	230.9	189.7	140	274.3	238.3
180	157.7	130.2	180	225.2	185.4	160	252.2	219.7
200	147.2	121.6	200	211.9	174.7	180	229.4	200.0
220	139.6	115.4	220	196.0	161.7	200	211.6	184.8
240	130.2	107.5	240	178.4	147.1	220	195.7	171.0
260	126.7	104.7	260	170.5	140.6	240	183.1	160.1
280	123.3	102.0	280	164.4	135.7	260	169.7	148.5
300	116.0	95.9	300	152.9	126.2	280	158.1	138.6
320	109.7	91.1	320	141.5	117.4	300	149.1	131.0
340	105.9	88.4	340	134.1	111.6	320	140.1	123.3
360	102.4	85.8	360	128.2	107.1	340	132.5	116.7
400	97.6	82.4	400	120.1	101.3	360	124.6	109.9
450	91.3	77.5	450	112.9	96.1	380	118.7	104.8
500	88.9	76.3	500	106.8	91.6	400	112.7	99.6
550	87.4	75.6	550	104.3	90.2	425	106.8	94.5
600	85.9	74.8	600	102.0	88.7	450	100.7	89.1
650	84.6	74.1	650	96.6	87.2	475	95.1	84.2
700	82.2	72.4	700	96.2	84.6	500	90.6	80.3
800	81.2	72.2	800	94.4	83.9	550	84.5	75.1
900	78.4	70.3	900	90.4	81.0	600	75.6	67.1

Figura 3 - Exemplo de uma tabela para cálculo da massividade de perfis metálicos



3.4 TIPOS GERAIS DE PROTECÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

- **Envolvimento Total**

O envolvimento total consiste em envolver completamente com material protector todo o perfil. Esta protecção deve ser realizada com tijolo maciço envolvendo a estrutura ou betão simples ou armado em torno da mesma.

Uma solução deste tipo contradiz a ligeireza característica das estruturas metálicas, pelo que:

- se devem utilizar betões leves ou materiais análogos, apenas com a função de protecção;
- se deve fazer “funcionar” o material de revestimento também com funções resistentes (estruturas mistas).

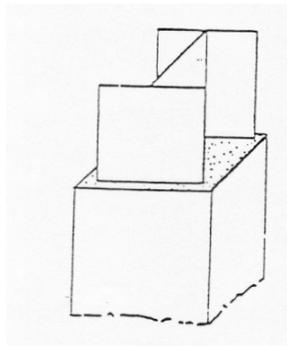


Figura 4 - Protecção por envolvimento total

- **Por reboco**

Trata-se, neste caso de aplicar ao perfil um reboco com argamassa adequada utilizando os materiais anteriormente referidos (cimento, gesso, vermiculite, perlite, etc.) o qual pode ser disposto:

- acompanhando o contorno do perfil;
- formando um “caixão” em torno do perfil, obrigando neste caso à interposição de uma rede metálica.



Figura 5 - Rebocos com argamassas acompanhando o contorno do perfil

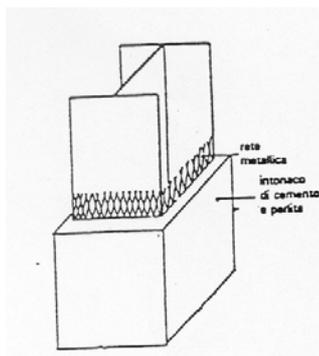


Figura 6 – Reboco em “caixão”

- **Por Placas**

Este revestimento consiste na aplicação sobre a superfície a proteger de placas pré-fabricadas de betão celular, de cimento e vermiculite, de gesso, etc., seja acompanhando o contorno, seja formando caixão.

O processo exige cuidados especiais na ligação das placas umas às outras e ao perfil, para que se possa obter a protecção desejada.

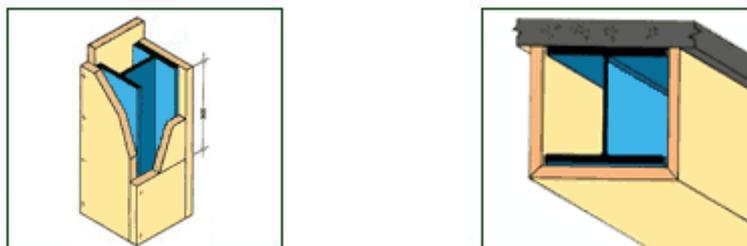


Figura 7 - Exemplo de revestimento com placas com espessuras compreendidas entre 8mm e 50 mm

- **Paredes**

Este processo de revestimento consiste na execução de paredes de pequena espessura em betão simples ou armado, tijolo maciço, blocos de gesso, etc.

As paredes devem ficar perfeitamente fixadas à estrutura a proteger.

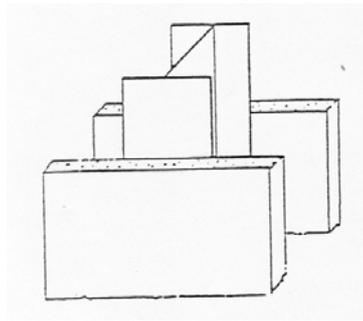


Figura 8 – Protecção por parede

- **Revestimentos projectados**

O tipo de protecção obtido depende da espessura da protecção e do tipo de material utilizado. A aplicação pode ser feita acompanhando ou não o contorno do perfil, utilizando-se quase sempre uma rede metálica.

Neste caso deve-se dedicar especial atenção ao acabamento dos ângulos em virtude da concentração de tensões térmicas nesses pontos.

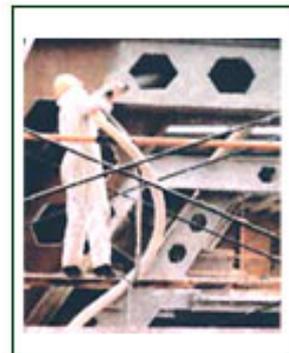
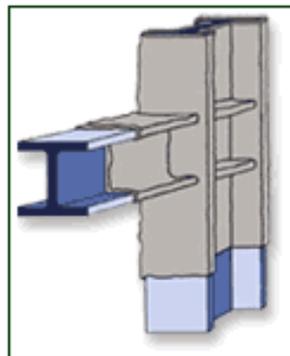


Figura 9 - Exemplos de revestimentos projectados



3.5. PROTECÇÃO DE PILARES

Relativamente à fachada de um edifício, os pilares podem ser:

- interiores;
- encostados à face interior da fachada;
- incorporados na fachada;
- encostados à face exterior da fachada;
- exteriores

- **Pilares exteriores**

Os pilares exteriores e os pilares encostados à face exterior da fachada estão sujeitos às variações de temperatura ambiente e consequentemente a dilatações térmicas a que se devem atender no comportamento das fachadas.

Em muitos casos estes pilares dispensam a aplicação de uma protecção contra o fogo.

- **Pilares interiores**

Estes pilares são os que se encontram afastados das paredes de fachada ou divisórias e que, em caso de incêndio, se consideram aquecidos em todas as faces.

A protecção destes pilares pode ser conseguida à custa das seguintes soluções:

- revestimento por envolvimento total, com a aplicação eventualmente de uma rede metálica. Pode utilizar-se betão normal ou leve. Um revestimento de 4 cm pode assegurar uma resistência ao fogo de 90 minutos. Analogamente pode-se fazer um revestimento acompanhando o perfil com rede.

Este tipo de revestimento pode ser aplicado para os pilares ocios. (Fig 10 a)

- revestimento por reboco com gesso puro, argamassa de gesso, argamassa de cimento e perlite, ou argamassa de cimento e vermiculite. O reboco é aplicado sobre uma rede metálica, com uma espessura de cerca de 3,5 cm e um recobrimento de 0,5 cm. Por vezes há necessidade de reforçar os ângulos.
- revestimento com placas, este tipo de revestimento depende da composição das placas:
 - placas de betão com vermiculite devem ser fixadas entre si e no perfil metálico com uma cola adesiva plástica resistente ao fogo. É recomendável o uso de

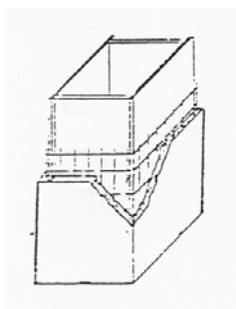
cantoneiras metálicas (aço inoxidável) fixadas nas extremidades interiores dos banzos (Fig. 10 b).

- placas de cimento-amianto, fixam-se com pregos, ganchos ou parafusos. A fixação ao pilar recomenda a utilização de septos colocados à distância de 50 cm uns dos outros. Deve fazer-se ainda um reboco exterior, atendendo à baixa resistência mecânica deste tipo de placas.

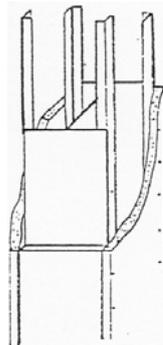
- revestimento com elementos prontos a aplicar

Fabricam-se, para protecção dos pilares, elementos prontos a aplicar, quer revestindo o contorno exterior, quer acompanhando a superfície do pilar em particular dos banzos.

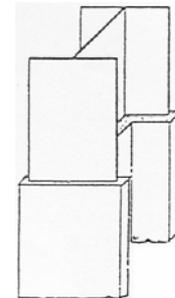
Há que atender particularmente às ligações destes elementos pois constituem “pontos fracos” destes sistemas.



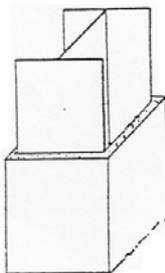
a) Pilar oco



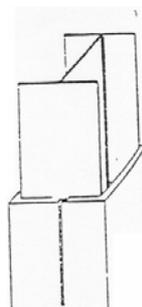
b) Pilar revestido com placa



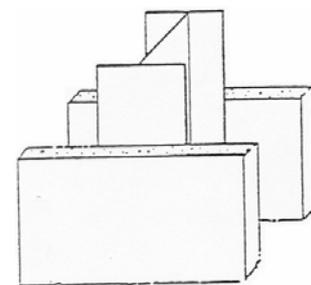
c) Reboco no contorno



d) Reboco em caixão



e) Pilar revestido com placa



f) Paredes

Figura 10 – Exemplos da protecção de pilares interiores



- **Pilares encostados à face interior da fachada**

Os tipos de protecção para os pilares encostados à face interior das fachadas são muito semelhantes aos adaptados para pilares interiores.

Nesta situação o pilar só recebe calor por três lados e qualquer que seja o tipo de revestimento, o factor de massividade é menor, logo as espessuras de protecção necessárias para assegurar uma determinada resistência ao fogo, são menores.

- **Pilares incorporados nas fachadas**

Se um pilar está completamente incorporado na fachada, não havendo qualquer possibilidade de contacto entre o fogo e o elemento metálico, não será necessário qualquer protecção adicional.

Se a incorporação do pilar na fachada for apenas parcial, já haverá necessidade de prever alguma protecção, em qualquer caso menor do que se não estivesse incorporado.

Se o pilar apenas expõe para o interior do compartimento a face de uma aba, basta executar um reboco de protecção armado com rede ou aplicar uma placa protectora.

- **Pilares encostados à face exterior da fachada**

Os pilares que estejam encostados à face exterior da fachada, não precisarão, em geral, de qualquer protecção especial, se a parede de fachada tiver a espessura adequada a assegurar o isolamento e se os pilares estiverem desviados das janelas a distância conveniente.

- **Pilares exteriores**

Actualmente está a utilizar-se a construção de edifícios com pilares exteriores, mais ou menos afastados das fachadas.

Tem vindo a ser objecto de investigação, o tipo de protecção contra o fogo a assegurar a estes pilares.

Num pilar exterior o risco ao fogo é menor que num pilar interior, e esse risco diminui com a distância à fachada.

A tendência hoje é pois para indicar em que posição se poderão colocar sem perigo tais pilares sem protecção, isto é, desviados do percurso das chamas de modo a que apenas sofram pequenos aumentos de temperatura.

3.6. PROTECÇÃO DE VIGAS

Os processos de protecção ao fogo das vigas metálicas não diferem essencialmente dos indicados para os pilares.

O processo de protecção pode ser realizado por envolvimento total da viga, seja ela de alma cheia ou triangulada.

Neste tipo de aplicação o material a empregar deve ser betão de modo a fazer funcionar a viga como uma viga mista aço-betão.

Em alguns casos, prefere-se deixar a viga com a sua forma aparente, pelo que a protecção deverá ser feita acompanhando o contorno.

Se esta protecção for realizada por projecção deve-se fixar ao perfil uma rede metálica para garantir a aderência.

Outro processo corresponde à fixação de placas, exigindo-se um cuidado especial com as juntas. Podem-se também aplicar tintas intumescentes.

Um outro processo poderá ser a protecção em caixão, que em igualdade de condições de material e espessura, oferece maior resistência ao fogo, porque o factor de massividade é menor.

As vigas podem ainda ser protegidas do fogo, através da utilização de tectos falsos.

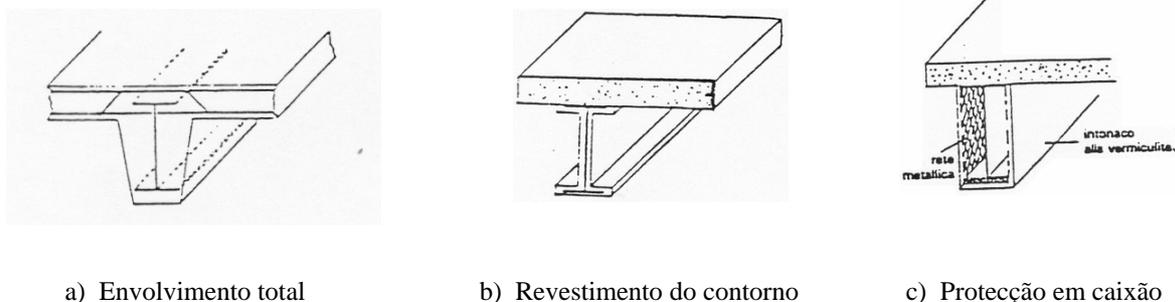


Figura 11 - Exemplos da protecção de vigas

3.7. PROTECÇÃO DE PAVIMENTOS

A resistência ao fogo de um pavimento depende do comportamento das vigas e também das lajes.

As lajes devem possuir resistência ao fogo adequada quer o fogo ocorra no compartimento a que se refere esse pavimento, quer ocorra no pavimento inferior.



Quando o fogo ocorre no próprio compartimento de um modo geral as camadas que existem sobre o tosco da laje resistente (camada de regularização, isolamento térmico, revestimento final, etc.) oferecem um isolamento suficiente.

Deve-se considerar apenas a eventualidade da existência de fogo no compartimento inferior.

Pavimentos em abobadilha descarregando em vigas metálicas, (principalmente em edifícios de tipo industrial), se a abobadilha é de tijolo maciço, dispensa protecção ao fogo, sendo no entanto necessário proteger a face inferior da aba do perfil.

Qualquer que seja o tipo de pavimento, pode prever-se a existência de uma camada de betão de pequena espessura (4 ou 5 cm) descarregando nas abas das vigas do pavimento.

Os pavimentos que apresentam a face inferior plana são, em muitos casos protegidos com uma camada de reboco sobre rede metálica fixada ao pavimento.

Têm vindo também a utilizar-se pavimentos que incorporam chapa de aço (Fig. 12), que podem desempenhar ou não funções resistentes, ligadas às vigas de aço e entre si, por exemplo por soldadura por pontos.

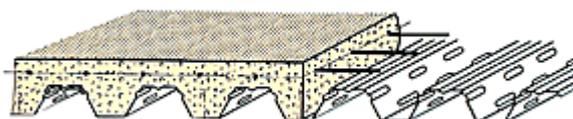


Figura 12 – Pavimento com chapa metálica colaborante

3.8. PAREDES EXTERIORES E INTERIORES

As paredes exteriores dos edifícios de estrutura metálica podem ser executadas de formas muito diversas: panos simples de tijolo ou uma camada de blocos, parede dupla com caixa-de-ar, painéis pré-fabricados.

As fachadas de painéis pré-fabricados não trazem problemas particulares de resistência ao fogo desde que esteja assegurada a estanquidade das juntas verticais e horizontais. No entanto nos painéis não devem ser utilizados materiais isolantes, que por combustão originem produtos tóxicos.

As paredes interiores podem ser executadas em tijolo ou em painéis pré-fabricados, estes últimos muitas vezes amovíveis segundo as necessidades. Neste caso é necessário assegurar também do ponto de vista do incêndio, um bom remate dos painéis quer superior, quer inferiormente e isolamento adequado dos vãos e das portas, tendo presente a eventual deformabilidade.

3.9. ESCADAS

Nos edifícios de estrutura metálica é vulgar empregar escadas de betão armado ou mistas de aço-betão, cujas caixas, em geral de grande rigidez à flexão podem ter que resistir a acções horizontais do vento, sísmicas ou outras.

Se as escadas tiverem esta função, a sua resistência é, em geral, suficiente para resistir aos efeitos devidos ao fogo desde que esteja assegurado um recobrimento suficiente das armaduras.

Para proteger uma escada metálica ao fogo, podem-se tomar diversas medidas (Fig 13):

- revestir os pilares com um reboco de protecção com cerca de 4 cm de espessura, de vermiculite e gesso, vermiculite e cimento ou perlite e gesso sobre rede metálica;
- aplicar às vigas cerca de 3 cm de revestimento de argamassa de vermiculite e cimento (preferivelmente em forma de caixa);
- assegurar o fecho lateral dos vãos, por meio de paredes

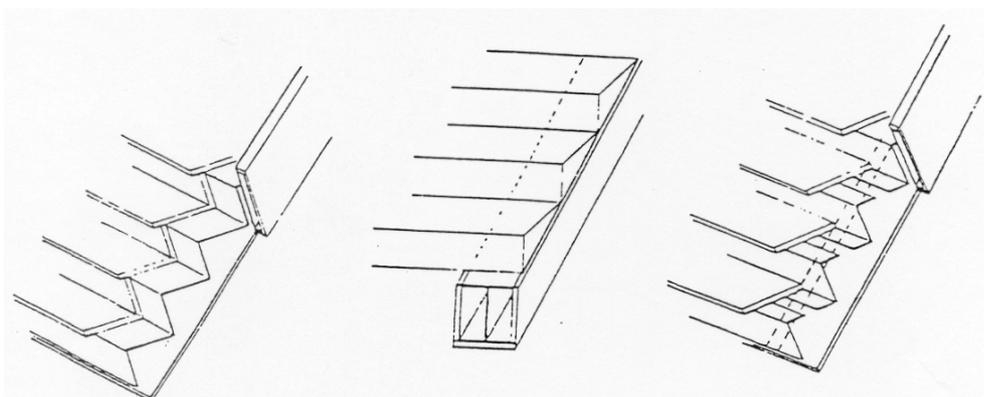


Figura 13 – Exemplos da protecção de escadas

3.10. COBERTURAS

Do ponto de vista de resistência ao fogo, as coberturas devem cumprir a dupla função de impedir que um incêndio, que se verifique no interior do edifício, se possa propagar para o exterior e de proteger dos riscos provenientes do exterior.

Às coberturas horizontais aplica-se o que foi referido para os pavimentos, devendo executar-se inferiormente um tecto falso.

Nas coberturas inclinadas, deverão aplicar-se rebocos de protecção com pelo menos 3 cm de espessura.

3.11. TECTOS FALSOS

Chama-se tecto falso a todo o tecto suspenso por baixo de um piso ou cobertura, ao qual fica ligado por meio de suportes metálicos ou outros materiais.

Anteriormente, a função dos tectos falsos era puramente estética, para esconder o tosco da estrutura de suporte do pavimento superior. Hoje os tectos falsos podem considerar-se como um elemento importante na protecção de estruturas contra o fogo.

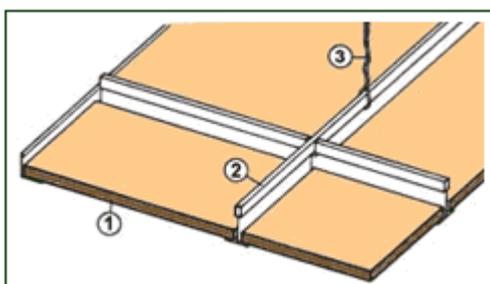
O tecto falso, em geral, serve ainda para se obter um certo condicionamento acústico e para criar um espaço por onde possam passar fios e tubagens, em especial de ventilação.

Do ponto de vista dos incêndios, é necessário cuidar muito bem do remate entre o tecto falso e a parede onde termina, para evitar a propagação de um incêndio por aí.

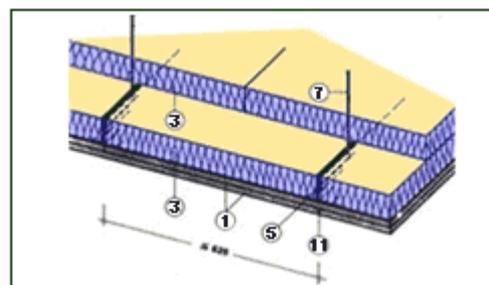
Devem ser também criados septos verticais, para evitar a propagação do fogo sobre o tecto falso.

Há vários tipos de tectos falsos:

- tectos falsos em reboco sobre rede metálica ou de metal distendido;
- tectos falsos em painéis pré-fabricados fixados à armadura de suporte;
- tectos falsos em painéis desmontáveis.



1. Placa ignífuga de 12 mm de espessura
2. Perfil metálico resistente ao fogo
3. Arame de 2mm de diâmetro



1. Duas placas ignífugas de 30 mm
3. Lã de rocha com duas capas de 150 mm
5. Perfil primário de 24 mm
7. Elemento de fixação resistente ao fogo
11. Tratamento das juntas

Figura 14 - Exemplos de tectos falsos

A resistência ao fogo de um tecto falso depende:

- da natureza do material constituinte;
- da espessura da membrana do tecto falso;

- do número, disposição e resistência dos dispositivos de suspensão;
- da natureza do material e das dimensões da estrutura de suporte

Por vezes, há necessidade de ter acesso ao espaço entre o tecto falso e o pavimento superior. Nesta situação usam-se tectos falsos com painéis desmontáveis.

Os pontos fracos dos tectos falsos, do ponto de vista do fogo, são as zonas de ligação dos painéis à estrutura de suporte pelo que estes pontos têm que ser tratados com cuidado especial.

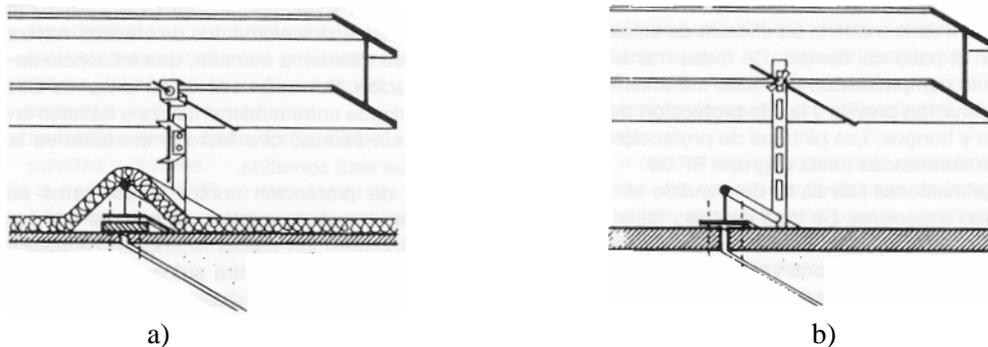


Figura 15 – Tectos falsos

a) de placas de fibrocimento com 10 mm e uma camada de lã mineral de 40 mm; b) de placas de gesso cartonado com espessura superior a 15 mm

3.12. ESTRUTURAS IRRIGADAS

Um processo de protecção ao fogo de estruturas metálicas que está a ser crescentemente utilizado a nível internacional consiste em provocar um arrefecimento por água em circulação, analogamente ao que se faz em vários processos industriais.

O funcionamento deste sistema está esquematizado na figura seguinte (Fig. 16).

Os pilares, que devem ser ocos, são ligados nas suas extremidades superior e inferior a um circuito fechado por condutas e cheios de água. O nível de água mantém-se constante por um ou mais reservatórios colocados superiormente, que servem ao mesmo tempo de vaso de expansão, de evaporação e de compensação de perdas.

Quando os pilares são atingidos pelas chamas devido a um incêndio, aquecem e estabelece-se uma circulação natural, devido à força ascensional da água aquecida, arrastando o calor de modo semelhante a um aquecimento central de água quente, arrefecendo, portanto a estrutura (Fig. 16a).

A eventualidade de a água atingir a temperatura de ebulição e se vaporizar depende principalmente da duração e extensão do incêndio, bem como da quantidade de água em circulação.

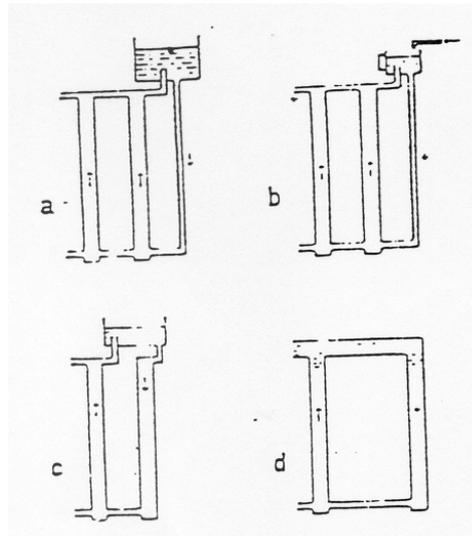


Figura 16 - Esquema de estruturas irrigadas

A eventualidade de a água atingir a temperatura de ebulição e se vaporizar depende principalmente da duração e extensão do incêndio, bem como da quantidade de água em circulação. A água vaporizada dá origem a um abaixamento do nível do reservatório superior, o qual deve ser realimentado por uma fonte externa (Fig. 16b).

O reservatório de alimentação e de evaporação pode ser introduzido directamente no sistema de circulação por meio de um tubo de queda isolado do fogo (Fig. 16a e b).

Mas se for possível assegurar o retorno do líquido refrigerante através de um pilar não atacado pelas chamas, pode-se evitar o tubo de queda (Fig. 16c)

A função do reservatório superior pode também ser igualmente desempenhada por vigas ocas da cobertura convenientemente dimensionadas (Fig. 16d), conseguindo-se um circuito fechado de pilares e vigas arrefecidos por água.

Um aspecto importante neste tipo de instalações é evitar a corrosão interior dos pilares, pelo que se deve adicionar sempre um material anti-corrosivo. Situação análoga pode passar-se nos países frios, em que haja o perigo de congelação da água, o que obriga a adicionar um produto anti-congelação.

Um sistema destes pode ser igualmente utilizado para fins de climatização do edifício em que está instalado.

A Figura 17 esquematiza a perspectiva isométrica de um sistema de arrefecimento de um edifício de grande altura, constituído por 4 paredes verticais [apenas se mostram os contornos (1)], e de planta quadrangular (2). O edifício eleva-se sobre a fundação (3).

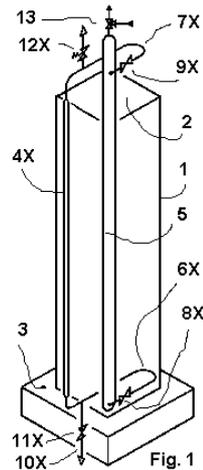


Figura 16 - Esquema de um sistema de arrefecimento da estrutura de um edifício de grande altura

Há uma tubagem vertical de aço inserida em toda a altura das fachadas; apenas se mostra uma delas (4X) na Figura 16. Essas tubagens estão cheias de água e actuam como arrefecedores em caso de incêndio. As tubagens estão isoladas termicamente para prevenir o congelamento da água depositada no seu interior. Um sistema de válvulas apropriadas mantém a pressão do sistema dentro de certos limites, deixando sair algum vapor, quando necessário, ou permitindo a introdução de água no sistema.

Os dispositivos de extinção automática, tipo sprinkler podem também ser concebidos por forma a servirem também para arrefecer estruturas em caso de incêndio.

O sistema deverá dispor de cabeças dirigidas para os elementos estruturais a proteger, que disparam sucessivamente à medida que se vão dando os aumentos de temperatura nos pontos adequados, por forma a conseguir uma aspersão e escoamento de água suficiente.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Santo, Fernando, *Edifícios – Visão Integrada de Projectos e Obras*, Ingenium Edições, Lda, Lisboa, 2002.
- [2] *Técnicas de Protecção dos Elementos de Construção Contra o Fogo*, DEC, IST, Lisboa, Maio, 1997.
- [3] Schmitt, Heinrich, Heene, Andreas, *Tratado de Construcción*, Editorial Gustavo Gilli, AS, Barcelona, 1997.
- [4] Regulamentos de Segurança Contra Incêndio em Edifícios de Habitação, Dec.-Lei n.º 64/90, de 21 de Fevereiro