



VOLUME

II

Construção Civil

Luís Batista Nunes

Escola Nacional de Bombeiros

SINTRA - 2003



Construção Civil

Ficha Técnica

Título

Construção Civil
(vol. II)

Colecção

Manual de Formação Inicial do Bombeiro

Edição

Escola Nacional de Bombeiros
Quinta do Anjinho – Ranholas
2710-460 Sintra
Telef.: 219 239 040
Fax: 219 106 250
E.mail: enb@mail.telepac.pt

Texto

Luís Batista Nunes

Comissão de Revisão Técnica e Pedagógica

Carlos Ferreira de Castro
F. Hermínio Santos
Filomena Ferreira
J. Barreira Abrantes
Luis Abreu

Ilustração

Oswaldo Medina
Ricardo Blanco

Fotografia

Filomena Ferreira
Jorge Vicente
Luís Batista Nunes
Rogério Oliveira
Victor Hugo

Grafismo e maquetização

Victor Hugo Fernandes

Impressão

Gráfica Europam, Lda.

ISBN: 972-8792-05-0
Depósito Legal n.º 174177/01
Maio de 2003
Tiragem: 12.000 exemplares
Preço de capa: € 10,00 (pvp)
€ 5,00 (bombeiros)

Prefácio

O volume II do Manual de Formação Inicial do Bombeiro, cuja publicação se iniciou em Dezembro de 2001 com a edição do volume dedicado à disciplina de Comunicações, aborda a importante temática da Construção Civil.

Neste volume descrevem-se os elementos essenciais dos edifícios e as suas diversas funções, bem como se caracteriza os materiais empregues na sua construção.

Nesta edição é também dado particular destaque aos «procedimentos de segurança» a adoptar pelos bombeiros numa acção de socorro, aquando do acesso a um edifício ou construção em risco, apostando-se deste modo, através do processo formativo, na promoção da segurança individual do bombeiro em operação.

Entretanto prosseguiremos, dentro do planeamento previsto, a edição dos demais volumes que integram o Manual de Formação Inicial do Bombeiro, enquanto instrumento estratégico da formação base dos bombeiros portugueses.

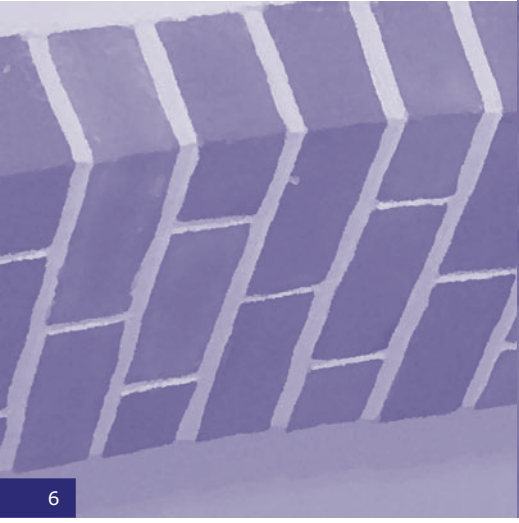
Duarte Caldeira

Presidente da direcção da E.N.B.



Sumário

- 1 Introdução 9
- 2 Tipos de edifícios em função da sua utilização 10
- 3 Materiais utilizados na construção 13
- 4 Organização de um edifício 21
- 5 Funções dos elementos de construção 46
- 6 Tipos de construção 49
- 7 Anomalias nas construções 55
- 8 Procedimentos de segurança 57
- Bibliografia - Glossário - Índices 67





VOLUME

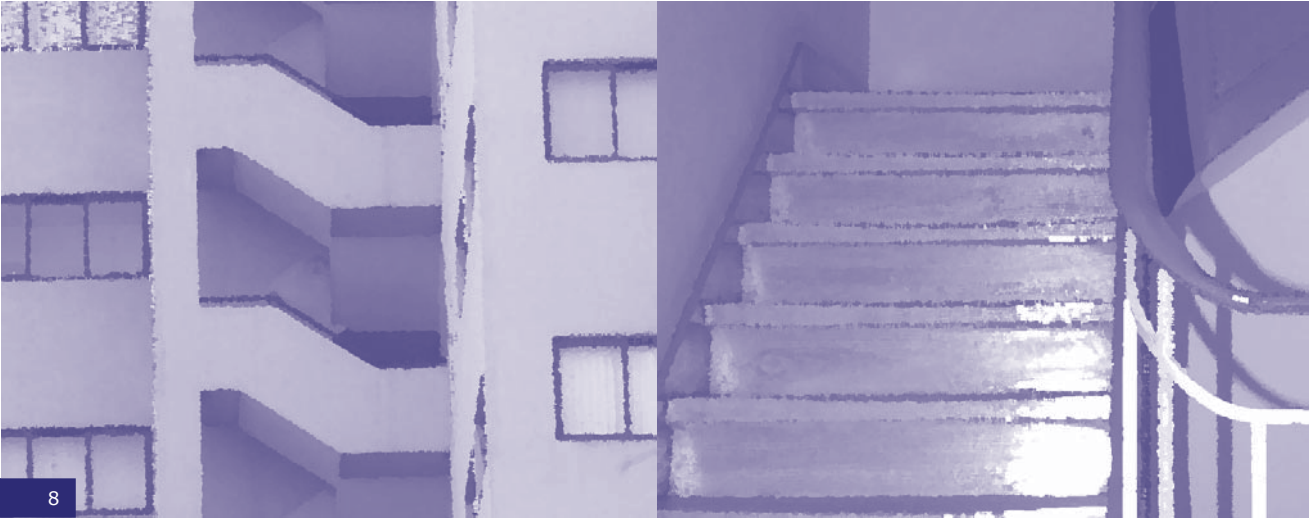
II

Construção Civil

7

Siglas

CF	Corta-fogo
EF	Estável ao fogo
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
PC	Pára-chamas
PEAD	Polietileno de alta densidade
PVC	Cloreto de polivinilo
RGSPPDADAR	Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais



1 Introdução

Desde os primórdios que o Homem sentiu necessidade de se proteger. Inicialmente, recorreu às cavernas e, com o evoluir dos tempos, começou a erguer construções – edifícios.

Nesse longo caminho, a estabilidade dos edifícios tem sido uma preocupação para os vários intervenientes no processo de construção.

A força da gravidade é a oponente eterna de uma construção. Se um incêndio, um sismo ou uma explosão são uma possibilidade, a acção da gravidade é uma certeza.

É, pois, fundamental, garantir o bom comportamento das construções quando sobre elas actuam a gravidade (de forma permanente) e os sismos, o vento ou outras acções (de forma acidental).

Neste volume do Manual de Formação Inicial do Bombeiro descrevem-se os elementos fundamentais dos edifícios e os diferentes materiais empregues na sua construção para possibilitar ao bombeiro entender, em geral, o papel desses elementos e o seu comportamento em caso de incêndio, em função dos materiais que os compõem.

Tipos de edifícios em função da sua utilização

Os edifícios podem desempenhar várias funções, dependentes do fim que se lhes pretende dar. São projectados para garantir a função a que se destinam, ainda que, por vezes sofram alterações durante a construção e a obra feita não corresponda ao que inicialmente se projectou.

Também, e não raras vezes, se alteram as construções/edifícios existentes, de modo a aproveitá-los para outras actividades, que não as projectadas de início.

Os espaços dos edifícios classificam-se, em função da sua utilização, sendo os mais correntes (fig. 1):

- Habitação;
- Estabelecimentos que recebem público;
- Instalações industriais;
- Mistos.



Fig. 1 Vários tipos de edifícios. A – Habitação; B – Hospital; C – Armazém.

Os espaços destinados à **habitação** são caracterizados pelo facto dos seus ocupantes os conhecerem bem, aí confeccionarem as suas refeições e dormirem, em suma, aí residirem.

Existem edifícios de habitação unifamiliares, isto é, que são totalmente ocupados por uma única família, ou multifamiliares, em que várias famílias distintas os ocupam. Neste caso existem espaços comuns, partilhados por todos os residentes, e diferentes fracções, compartimentadas entre si, autónomas e destinadas a cada família, também designadas por fogos.

Os espaços de um **estabelecimento que recebe público** são caracterizados pelo facto da maioria dos seus ocupantes, designados por público, não estarem familiarizados com o edifício. Define-se público, como sendo o conjunto das pessoas que não reside nem trabalha no edifício onde se encontra.

São exemplos de estabelecimentos que recebem público: hospitais, estabelecimentos comerciais, hotéis, espaços de escritórios, escolas, prisões, locais de culto, museus, recintos de espectáculos e recintos desportivos.

Estes espaços caracterizam-se, ainda, por possuírem uma arquitectura, normalmente, mais complexa e diversificada do que os espaços destinados à habitação, podendo dispor de amplos espaços sem aberturas para o exterior, aspecto que, por si só, condiciona as acções de combate a incêndios e salvamentos.

A maioria das pessoas tem tendência a abandonar os espaços que recebem público pelo caminho por onde entraram, mormente em situações de acidente grave, se nada ou ninguém inverter essa tendência. Daí a importância de existirem caminhos de evacuação, isto é, percursos que permitam abandonar esses edifícios, de uma forma rápida e segura.

Esses caminhos de evacuação devem estar protegidos dos efeitos de um eventual incêndio, manter-se permanentemente desobstruídos (fig. 2) e dispor de uma boa iluminação e sinalização de emergência, entre outras características destinadas a garantir que se mantêm praticáveis em caso de emergência. As portas localizadas nesses caminhos de evacuação devem ter barra anti-pânico e abrir no sentido da fuga.

As **instalações industriais** caracterizam-se pelo facto de serem muito diferenciadas face à actividade que desenvolvem, não recebendo, em regra, público. Podem armazenar, manipular ou produzir produtos e matérias com

riscos específicos, por vezes em quantidades elevadas o que pode apresentar dificuldades acrescidas em caso de incêndio e, eventualmente, afectar as construções e o ambiente envolvente.

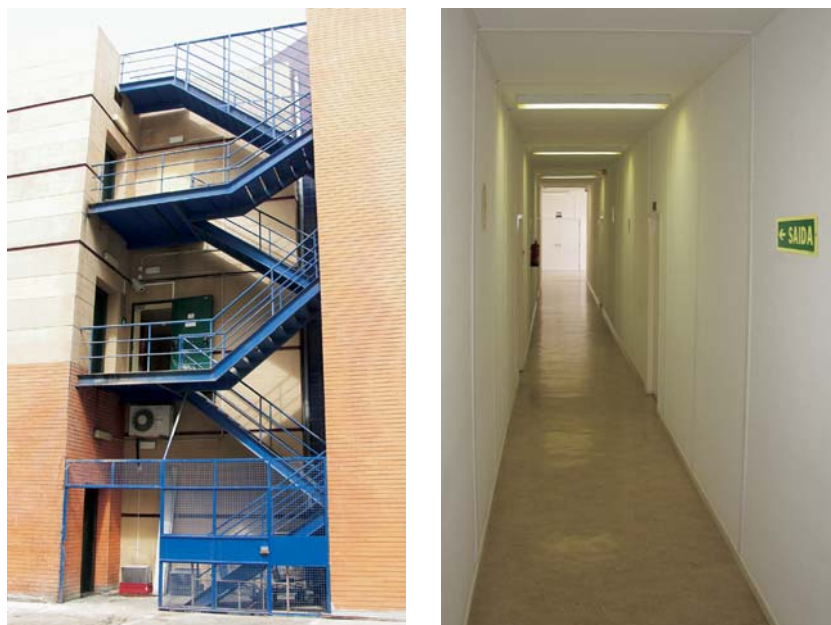


Fig. 2 Os caminhos de evacuação de um edifício devem manter-se sempre desobstruídos.

Em relação a certo tipo de construções como, por exemplo, centros comerciais, grandes armazéns ou edifícios industriais, destaca-se ainda o facto de possuírem grandes áreas não divididas, o que pode dificultar o encaminhamento das pessoas para as saídas de emergência e pode facilitar a propagação de um eventual incêndio. Nestas áreas, frequentemente, o fumo e os gases de combustão espalham-se rapidamente, se não existirem meios de controlo de fumo adequados.

Essas edificações podem, também, ter uma concentração elevada de materiais combustíveis ou, ainda, serem construções mais susceptíveis de se desmoronarem, quando envolvidas pelo fogo, em consequência do tipo de materiais empregues na sua construção.

De destacar, ainda, que é vulgar existirem edifícios com mais do que um dos tipos de ocupação referidos. São designadas por **edifícios mistos** (fig. 3) e o exemplo mais frequente consiste na coexistência, num mesmo edifício, de habitações e de estabelecimentos comerciais, normalmente, lojas localizadas no piso térreo (rés-do-chão).



Fig. 3 Edifícios mistos.

3 Materiais utilizados na construção

São múltiplos e variados os materiais usados na construção de edifícios aproveitando-se as suas propriedades consoante o elemento do edifício onde são aplicados, mas sempre de modo a que fiquem solidamente fixados.

De uma forma genérica, podem classificar-se os materiais de construção, face à sua função no edifício, como se segue:

- **Principais:** pedras naturais, materiais compostos, metais e, em construções mais antigas, madeiras;
- **De ligação:** aéreos, hidráulicos, hidrocarbonetos;
- **Auxiliares:** polímeros (plásticos), madeiras, cortiça, tintas, vidros, etc..

Pode dizer-se que um edifício é, basicamente, formado por uma estrutura resistente (elementos estruturais), pelos elementos de compartimentação e pelos acabamentos.

Para execução destes últimos, utilizam-se mais os materiais auxiliares, enquanto que para a estrutura resistente são fundamentais os materiais principais onde, nas construções modernas, se inclui o betão armado ou o aço (perfis metálicos) e os materiais de ligação, como o cimento, o gesso, os betumes, etc..

O modo como os materiais reagem ao fogo é classificado a partir de ensaios apropriados, efectuados em laboratórios oficiais. A libertação de fumo e gases durante um incêndio está associada à variação das características dos materiais em combustão.

3.1. Materiais principais

3.1.1. Pedras naturais

As pedras são dos mais antigos materiais de construção e há-as de vários tipos.

De entre as pedras naturais (em geral extraídas das pedreiras), destacam-se o **granito**, o **basalto** e o **calcário**.

As duas primeiras são mais duras e, por isso, difíceis de trabalhar, distinguindo-se pela sua cor característica.

A pedra natural tem pouca resistência ao fogo, fracturando-se em geral entre 500 a 700 °C. O granito ou o basalto comportam-se pior que a pedra calcária (mas também esta estala facilmente num grande incêndio, principalmente, se houver um arrefecimento rápido com água).

O calcário é a pedra de construção por excelência, pois sendo menos dura que as anteriores (e de dureza variável) é mais fácil de trabalhar. No entanto, resiste pior aos ácidos e aos agentes atmosféricos. O mármore é uma variante de calcário.

Em edifícios antigos empregavam-se pedras em blocos, na execução de paredes resistentes (fig. 4), por vezes associadas a perfis metálicos.



Fig. 4 Parede resistente em pedra natural.

As pedras naturais são usadas como elementos estruturais (nas construções mais antigas), bem como em revestimentos e decoração.

3.1.2. Materiais compostos

De entre os materiais compostos, destacam-se os **produtos cerâmicos** e o **betão**.

Dos primeiros, obtidos a partir da argila ou barro (depois de amassada com água e cozida), distinguem-se os **tijolos** e as **telhas**, de grande aplicação na construção civil. Há, ainda, outros materiais como os ladrilhos, os azulejos, as tubagens de grés cerâmico, etc..

O betão é também um material composto, como já referido, no fabrico do qual é muito utilizada pedra calcária.

Em si, é uma argamassa resultante da mistura do cimento (elemento aglutinante, que faz «presa») com areia, brita e água, nas proporções adequadas ao fim em vista. Há vários tipos de betão, de acordo com as quantidades de cimento e o processo de fabrico adoptados, sendo cada tipo definido pelo respectivo traço.

Combinado com o aço de construção, obtém-se o **betão armado**, largamente utilizado na construção das estruturas resistentes dos edifícios (fig. 5). Suporta bem os agentes atmosféricos e as variações de temperatura, assim como possui um bom comportamento perante o fogo.



Fig. 5 Exemplo de pilares em betão armado, ainda em construção.

Quando sujeito a temperaturas superiores a 300 °C, após arrefecimento, o betão apresenta uma coloração que será tanto mais escura quanto mais elevada tiver sido a temperatura que atingiu.

No entanto, deverá ser protegido, por forma a evitar o aparecimento de pequenas fendas e posterior deterioração do aço de construção.

Os materiais compostos são utilizados como elementos estruturais (sobretudo o betão), de compartimentação, de revestimento e de decoração.

3.1.3. Metais

No grupo dos metais destaca-se o **ferro**, visto ser o mais utilizado. Na realidade, o ferro não existe completamente puro, aparecendo associado. Por exemplo, juntando-se-lhe carbono em determinadas quantidades obtém-se o **aço**.

O ferro e o aço são aplicados em elementos estruturais de certos tipos de construção (fig. 6), sendo frequentes em armazéns, naves industriais e edifícios comerciais isolados (supermercados e hipermercados). Perdem, rapidamente, as suas propriedades resistentes quando sujeitos às temperaturas de um incêndio, apresentando o risco de colapso, parcial ou total, dos edifícios que os utilizam na sua estrutura. Para além disso, sendo bons condutores de calor, apresentam o risco de propagar o incêndio por condução.



Fig. 6 Estrutura metálica de um armazém.

Para obviar a estes inconvenientes, as estruturas em aço devem ser protegidas, por exemplo, com betão, gesso ou tintas e vernizes especiais. Com efeito, a resistência ao fogo das estruturas em aço não protegidas não excede, em regra, 15 minutos.

Há, ainda, outros metais que se utilizam nas construções, como o alumínio (em caixilharias, divisórias, etc.), o latão (liga de cobre e zinco utilizadas em ferragens), o cobre (em fios eléctricos), o zinco (em algerozes), etc..

Os elementos em alumínio fundem a temperaturas relativamente baixas (a partir de 90 °C).

3.1.4. Madeiras

As madeiras, assim como as pedras naturais, constituem um material de construção utilizado há muito tempo. Todavia, são um excelente material de construção pois resistem bem à maioria dos esforços a que são solicitadas.

As madeiras absorvem água no tempo húmido e deformam-se. Porém, conservam-se quase indefinidamente ao ar seco ou mergulhadas na água. Veja-se o exemplo da baixa pombalina da cidade de Lisboa (fig. 7), que está edificada sobre estacas de madeira.



Fig. 7 A baixa pombalina da cidade de Lisboa está construída sobre estacas de madeira.

As alternâncias de secura e humidade provocam a destruição destes materiais. Para obviar a esta situação, é normal tratarem-se as madeiras com produtos apropriados (como tintas e vernizes), de modo a que se conservem por mais tempo. A maioria destes produtos é inflamável, aumentando as características combustíveis da madeira que protegem.

Para além da madeira natural, hoje em dia, utilizam-se na construção produtos derivados da madeira, principalmente, sob a forma de aglomerados.

Quanto mais delgada for a madeira, mais facilmente arde (a madeira começa a produzir gases combustíveis já de 150 a 200 °C). Isto é, um barrote de madeira arde com alguma dificuldade, enquanto que placas ou painéis de madeira ardem, em geral, com maior facilidade. Contudo, as estruturas em madeira podem, mesmo, comportar-se melhor que as em aço, quando sujeitas à acção de um incêndio.

As madeiras têm uma aplicação generalizada na construção, destacando-se a sua utilização, como elementos estruturais e de compartimentação, nos edifícios mais antigos (normalmente com mais de 60 anos), bem como em revestimentos e elementos de decoração.

Para melhorar a sua capacidade de resistência e de reacção ao fogo é conveniente protegê-las, tal como se apontou para as estruturas metálicas.

3.2. Materiais de ligação

Os materiais de ligação podem ser de três tipos:

- Aéreos;
- Hidráulicos;
- Hidrocarbonetos.

De entre os **aéreos**, que só endurecem pela acção do ar e não debaixo de água, destacam-se o barro, a cal aérea e o gesso, os quais não resistem à acção da água. Os dois últimos são muito mais utilizados que o primeiro, sendo a cal (que resulta da decomposição do calcário) empregue em acabamentos e o gesso em trabalhos de decoração no interior dos edifícios.

A cal hidráulica e os cimentos são exemplos de materiais de ligação **hidráulicos** (este último mais usado), pois fazem ambos «presa» (endurecem), em presença da água.

Relativamente aos **hidrocarbonetos** utilizam-se os asfaltos e os alcatrões. Endurecem por arrefecimento, amolecendo para temperaturas superiores a 50 °C. Aplicam-se nos revestimentos de arruamentos e nas impermeabilizações de terraços, empenas, muros, etc..

3.3. Materiais auxiliares

Muitos dos materiais de construção referidos anteriormente, como as madeiras, as pedras naturais, materiais compostos ou os metais, são também utilizados como materiais auxiliares na construção de edifícios, desempenhando funções de revestimento, decoração ou outras.

Dos materiais auxiliares, referem-se também os **vidros** usados no guarnecimento de caixilhos de janelas, portas, clarabóias, etc., as **tintas** e os **vernizes** que, para além de preservarem os vários elementos em que são aplicados, lhes conferem ainda um melhor aspecto estético.

As tintas das pinturas, em geral, formam bolhas e carbonizam a partir de 100 °C.

O vidro funde de 1000 a 2000 °C mas fractura-se, em geral, a uma temperatura muito mais baixa, começando a deformar-se a partir de 600 °C. Para obviar a esse inconveniente, pode recorrer-se a vidro armado, pois resiste um pouco melhor. Também as telhas e os tijolos de vidro têm pouca resistência ao fogo.

A **cortiça** é também um material auxiliar. É um material leve, com boas propriedades em termos de isolamento térmico, mas mau condutor do calor, muito combustível e não resistente aos efeitos da humidade.

Nos últimos anos tem vindo a usar-se cada vez mais polímeros (**plásticos**), PVC ou PEAD, nomeadamente em tubagens (para água, águas residuais – esgotos, ventilação, etc.), em tectos falsos, como revestimento de outros elementos – vedações metálicas ou outras, etc.. Estes materiais fundem a partir de 150 °C e da sua combustão resulta, de entre outros produtos, a libertação de gases clorídricos, altamente tóxicos e corrosivos.

4 Organização de um edifício

Os elementos constituintes de um edifício desempenham diversas funções (fig. 8), que se podem dividir, de um modo genérico, em estruturais e não estruturais.

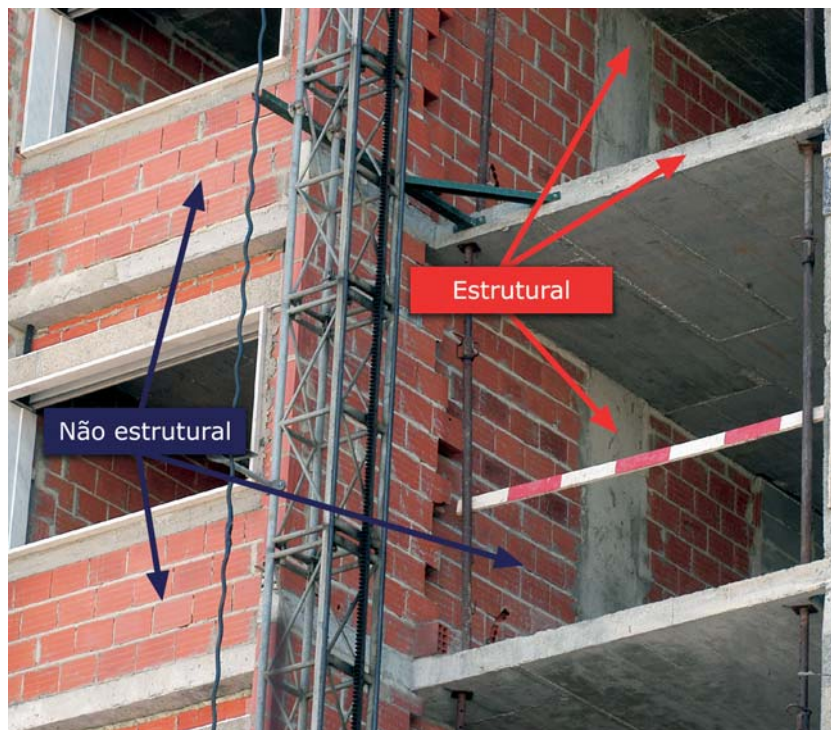


Fig. 8 Diferentes funções dos elementos de construção de um edifício.

As funções estruturais são individualizadas das restantes pois qualquer construção tem, acima de tudo, que se manter em pé e suportar os esforços a que é sujeita, garantindo a resistência à derrocada do edifício.

De entre as funções não estruturais destacam-se as de compartimentação, interna e externa, do edifício e as que garantem a acessibilidade entre os seus pisos.

4.1. Elementos estruturais

4.1.1. Considerações gerais sobre as cargas dos edifícios

Como se sabe, todo o corpo que for abandonado no espaço é deslocado de cima para baixo, na direcção vertical, por acção da força da gravidade. Também o vento pode pôr em movimento um corpo que esteja em repouso, ou mesmo alterar-lhe o movimento.

A gravidade, o vento, os sismos ou até a neve são exemplos de acções que geram forças capazes de actuar sobre as construções.

Os edifícios tem que estar calculados e construídos para resistirem à acção dessas forças, minimizando os seus efeitos, isto é, garantindo que os elementos de construção, em especial os estruturais, continuem a desempenhar a sua função.

As acções dessas forças, a que os edifícios estão sujeitos, designam-se por **cargas** e podem ser de diversos tipos.

Pode, desde logo, considerar-se o «peso próprio» do edifício, que se designa por **carga permanente**. Trata-se de uma carga específica de qualquer construção, onde se incluem os pesos de todos os elementos constituintes do edifício (elementos estruturais, paredes, escadas, caixas de elevadores, cobertura, etc.), que depende do tipo e quantidade dos diversos materiais envolvidos na construção desses elementos (fig. 9).



Fig. 9 As cargas permanentes dum edifício dependem dos elementos de construção.

No Quadro I apresentam-se alguns pesos específicos, isto é, o peso por unidade de volume em (Ton/m³) de alguns materiais utilizados na construção civil.

QUADRO I
PESOS ESPECÍFICOS DE ALGUNS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Materiais	Peso (Ton/m ³)	Materiais	Peso (Ton/m ³)
Aço de construção	7,9	Betão corrente	2,4
Alumínio fundido	2,6	Betonilha	2,0
Alvenaria de basalto	2,8	Brita	1,5
Alvenaria de blocos de betão pesados	1,6	Bronze	8,6
Alvenaria de calcário	1,7	Cal hidráulica	0,7
Alvenaria de tijolo furado vulgar	1,4	Cimento <i>portland</i>	1,2
Alvenaria de tijolo maciço	1,7	Cantaria de granito	2,8
Ardósia	2,7	Cantaria de mármore	2,7
Areia húmida	1,8	Chumbo	11,4
Argamassa asfáltica	1,7	Cortiça	0,3
Argamassa de cimento	2,1	Ferro fundido	7,5
Argamassa de gesso	1,2	Gesso	1,3
Betão armado	2,5	Toros de madeira	0,5

A carga permanente distingue-se de outras, como pessoas, móveis, veículos, equipamentos, etc., que se designam por **sobrecargas** (cargas não permanentes).

De acordo com a utilização prevista para os diversos espaços dum edifício, assim se consideram as sobrecargas.

Por exemplo, para o cálculo dos pavimentos (lajes) de uma dependência bancária ou de um restaurante a sobrecarga a adoptar será o dobro da considerada para uma habitação de carácter privado. Por outro lado, no cálculo da cobertura de uma construção podem tomar-se valores menores.

Como se referiu, as sobrecargas são consideradas em função do tipo de ocupação do edifício. No entanto, há situações em que, por ocorrerem deficiências, se registam acidentes. É o que poderá acontecer numa cobertura em terraço não acessível a pessoas nem a equipamentos, projectada para cargas reduzidas, se se entupirem os tubos de queda das águas pluviais⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Consultar o Volume III – Hidráulica.

Com efeito, as cargas decorrentes da retenção da água das chuvas nesse terraço, em quantidade apreciável, podem exceder os limites previstos, levando ao colapso da estrutura (fig. 10).



Fig. 10 A carga de uma cobertura em terraço pode aumentar mais que o projectado.

As cargas poderão, ainda, classificar-se em:

- **Estáticas** – mantêm-se constantes ao longo do tempo, como o peso dos móveis;
- **Dinâmicas** – as que são aplicadas num curto espaço de tempo. São exemplos, as acções provocadas por sismos e pelo vento em edifícios, particularmente nos de maior altura, em pontes, chaminés de edifícios, etc.. Todas estas sobrecargas dinâmicas poderão pôr em perigo a estabilidade de uma construção.

Num incêndio de grandes proporções, como no do Chiado, em Lisboa (1988), ocorrem alterações nas cargas. Este efeito é mais notório nas estruturas metálicas (fig. 11), o que pode provocar desmoronamentos em casos extremos.



Fig. 11 É frequente a torção de elementos metálicos, quando sujeitos a um incêndio.

Os elementos estruturais ou resistentes, que suportam as cargas e as transmitem a outros elementos, são determinantes em termos de estabilidade do conjunto. Os elementos estruturais de um edifício (fig. 12) são:

- As **lajes**, elementos horizontais que recebem as cargas (permanentes e sobrecargas) dos pisos / pavimentos;
- As **vigas**, elementos horizontais que sustentam as lajes;
- Os **pilares**, elementos verticais onde se apoiam as vigas e, por vezes, as lajes;
- As **paredes resistentes**, elementos verticais onde, por vezes, se apoiam as vigas ou as lajes;
- As **fundações**, elementos inseridos no solo, nas quais descarregam e se apoiam os pilares ou as paredes resistentes.

Para além destes elementos, as escadas dos edifícios mais recentes, em betão armado, podem considerar-se como elementos estruturais, pois se interligam com os elementos resistentes em redor (lajes, vigas e pilares, por exemplo).

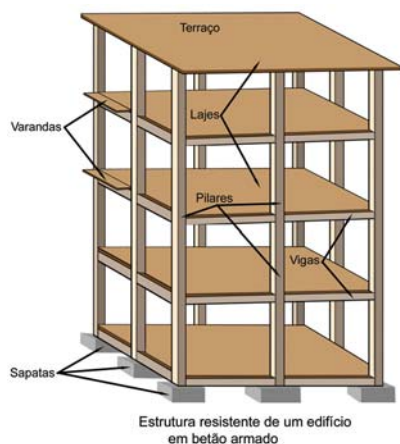


Fig. 12 As lajes, as vigas e os pilares são exemplos de elementos resistentes de um edifício.

4.1.2. Lajes e pavimentos

Os vários andares dos edifícios são definidos pelos respectivos pavimentos ou pisos.

Fala-se, frequentemente, do **pé-direito** de um dado compartimento, como sendo a diferença de cota entre o pavimento e o tecto desse compartimento, o qual não é igual em todas as construções. Nos edifícios de habitação, para efeitos de cálculo, toma-se um valor de cerca de 2,8 a 3,0 metros.

As lajes suportam os pavimentos, ao nível dos vários pisos de um edifício, e constituem elementos de construção com uma dupla função: a estrutural e a de compartimentação.

Nas construções modernas são executadas em betão armado (contendo betão e aço de construção, dispostos de forma apropriada) ou com pequenas vigas (vigotas) pré-fabricadas e elementos cerâmicos, sobre os quais é aplicada uma camada de betão de pequena espessura (fig. 13).



Fig. 13 Exemplo de laje.

Mais raramente, os pavimentos (ou pisos) podem também ser de madeira, chamando-se **sobrados** (fig. 14-A). Nesses casos são colocadas várias vigas em madeira, também chamadas barrotes, dispostas paralelamente com um pequeno intervalo entre si e devidamente apoiadas, sobre as quais é ligado o soalho – conjunto de tábuas dispostas em série. Por vezes, em vez dos barrotes, são utilizadas vigas em perfil metálico.

No passado executavam-se, também, lajes em **abobadilha** (fig. 14-B) com perfis metálicos em «I» e com blocos cerâmicos entre esses perfis.



Fig. 14 Tipos de pavimentos e tectos que se encontram em construções mais antigas.

A – Pavimento em soalho; B – Tecto em abobadilha.

O revestimento das lajes, tanto na face superior como na face inferior, depende do papel que elas desempenham na construção (lajes de piso, de cobertura ou outras).

Na face superior usam-se madeiras (tacos - *parquet*), mosaicos cerâmicos ou hidráulicos, ou até, produtos impermeabilizantes como telas em asfalto, no caso das lajes de cobertura. Na face inferior, quando servindo de tecto, aplica-se, normalmente, estuque (argamassa e gesso).

Como referido, as lajes apoiam-se, geralmente, nas vigas e, mais raramente, em paredes resistentes (muros de betão armado). Nas construções mais antigas são suportadas por paredes resistentes em pedra.

4.1.3. Varandas

Às lajes que avançam um pouco em relação à construção chamam-se habitualmente varandas. Constituem como que o prolongamento da laje do piso que lhe está mais próximo e são executadas com o mesmo tipo de materiais. Por exemplo, nas construções em betão armado são também feitas com esse material.

Nos prédios mais antigos existem, frequentemente, varandas de balanço⁽¹⁾ mais reduzido que o das varandas dos edifícios modernos, executadas em pedra, que são designadas por **sacadas**.

As varandas constituem zonas de refúgio na horizontal, pelo que se tornam locais privilegiados, para apoio a acções de salvamento e de penetração no edifício.

Porém, quando tiverem parapeitos com gradeamentos metálicos ou quando fechadas com envidraçados contendo divisórias em alumínio (fig. 15), deve desconfiar-se da estabilidade (resistência) do conjunto, principalmente quando se utilizam esses locais para escaladas.

⁽¹⁾ Parte saliente relativamente à fachada.



Fig. 15 Varanda fechada com divisória em alumínio.

4.1.4. Vigas

As vigas recebem geralmente as cargas das lajes e, habitualmente, têm secção rectangular, sendo mais altas que largas (fig. 16).

De facto, nas mesmas condições, a capacidade de suporte de carga (peso) de uma viga é proporcional ao quadrado da sua altura.



Fig. 16 Exemplos de vigas. A – Em betão armado; B – Em madeira; C – Em perfil metálico (I).

■ Por exemplo, se considerarmos duas vigas de secção rectangular, em betão armado ou em madeira de, respectivamente, 0,15 m x 0,30 m e de 0,15 m x 0,60 m (o dobro da altura da primeira), a capacidade de carga é aumentada quatro (2^2) vezes.

São, também, frequentes as vigas metálicas, sendo mais comum a viga com perfil em «I», por ser mais resistente.

Por vezes, executam-se também vigas ligando sapatas. A essas vigas, que não recebem cargas de lajes, chamam-se vigas de fundação.

O revestimento das vigas processa-se de forma semelhante ao descrito para as lajes, tendo em atenção a sua função/localização nas construções (vigas de fundação, de piso, etc.) e o material de que são formadas.

4.1.5. Pilares

Os pilares (fig. 17), muitas vezes também designados por colunas, são peças verticais que suportam as vigas e têm, geralmente, secção rectangular, quadrada ou circular, quando em betão armado, ou em «I», tratando-se de perfis metálicos.



Fig. 17 Exemplos de pilares em pedra, em betão armado e metálico.

A – Em pedra; B – Em betão armado; C – Metálico.

De notar que em certas construções as lajes descarregam directamente nos pilares. São, para isso, convenientemente preparadas, possuindo maior espessura e armaduras (varões em aço) e são observáveis em grandes parques de estacionamento (fig. 18) com vários pisos ou em grandes construções como armazéns, centros comerciais, grandes edifícios de escritórios, etc..



Fig. 18 Laje a descarregar num pilar.

Os pilares estão essencialmente sujeitos a esforços de compressão, constituindo elementos estruturais de base de uma edificação.

Por isso, é fundamental garantir que os pilares se mantenham estáveis (muito mais que as vigas), pois a sua queda pode levar ao desmoronamento total do edifício.

No sismo que ocorreu na Turquia, em 1999, detectaram-se edifícios que ruíram porque lhes tinham sido cortados parcialmente (ou mesmo retirados) alguns pilares – muitos destes em betão armado, particularmente ao nível do piso térreo.

Como forma de evitar essa situação é importante reforçar as estruturas em redor dos respectivos pilares, adoptando-se os escoramentos necessários (de preferência, com prumos de secção circular ou quadrada).

Os pilares são, normalmente, revestidos, usando-se os materiais aplicados nas paredes contíguas (nas construções recentes, o estuque, com ou sem pintura).

4.1.6. Paredes resistentes

As paredes resistentes são elementos verticais de construção que desempenham uma dupla função: estrutural e de compartimentação. Neste aspecto, são como as lajes mas, dado que se trata de elementos verticais, e não horizontais como aquelas, os seus aspectos construtivos são diferentes, face ao papel que desempenham na estrutura do edifício.

As construções mais antigas, como se referiu, possuem paredes resistentes em pedra que as suportam. Essas paredes são consideradas como integrando a estrutura resistente da construção, pelo que a execução de aberturas (buracos) de dimensões apreciáveis nas mesmas, carece de reforços e de cuidados adequados.

Os muros de suporte (fig. 19), destinados a sustentar terras, recebem muitas vezes as cargas provenientes de lajes ou até mesmo de vigas, funcionando como paredes resistentes quando integrados em edifícios ao nível das caves. Esses muros são em betão armado, assim como outras paredes resistentes que se podem encontrar em edifícios de construção mais recente.



Fig. 19 Muros de suporte em betão armado integrados numa construção.

Hoje em dia é frequente que as paredes das caixas de escada e das colunas de elevadores sejam resistentes, isto é, façam parte dos elementos estruturais de edifícios, particularmente dos de maior porte.

4.1.7. Fundações

Para suportarem os pilares existem sapatas que descarregam as respectivas cargas (os pesos que sustentam) nos terrenos de fundação do edifício.

De um modo geral, as fundações podem ser:

- **Directas** – estabelecidas directamente sobre o terreno de fundação;
- **Indirectas** – suportadas em estacas (de madeira ou de betão) as quais, por sua vez, assentam no terreno firme.

É compreensível que a execução das sapatas (fig. 20) das construções, depende bastante do tipo de solos onde assentam as fundações.



Fig. 20 Exemplo de uma sapata em betão armado.

De todos os solos, os rochosos são os que melhor se comportam.

A existência de água, ao nível das fundações, altera as condições de funcionamento dos solos contíguos (que as suportam). É o caso dos solos arenosos, que têm boa capacidade de carga dada a incompressibilidade da areia, quando a acção da água não se faz sentir, perdendo essa capacidade em situação contrária.

Os solos argilosos pioram, também, o seu comportamento, já em si fraco, quando surge a água.

Não são raros os deslizamentos de terras argilosas, ao longo de encostas, que entretanto se tornaram instáveis, arrastando e deteriorando as construções próximas (fig. 21).



Fig. 21 Construções instáveis devido ao deslizamento de terras.

Para execução das fundações, de pilares, de paredes, de muros ou até de outro tipo de obras, como redes de água e redes de águas residuais, torna-se necessário abrir caboucos, valas ou trincheiras.

A consistência dos solos e a profundidade das escavações são determinantes na realização desses trabalhos.

Embora existindo a tendência para o desmoronamento, esta é muito menor em solos rijos ou muito duros (de remoção possível com picareta) do que em solos moles ou muito moles (de remoção fácil à pá). Para contrariar esta tendência procede-se ao escoramento das paredes das valas ou trincheiras, tanto mais quanto maior for a profundidade (fig. 22).

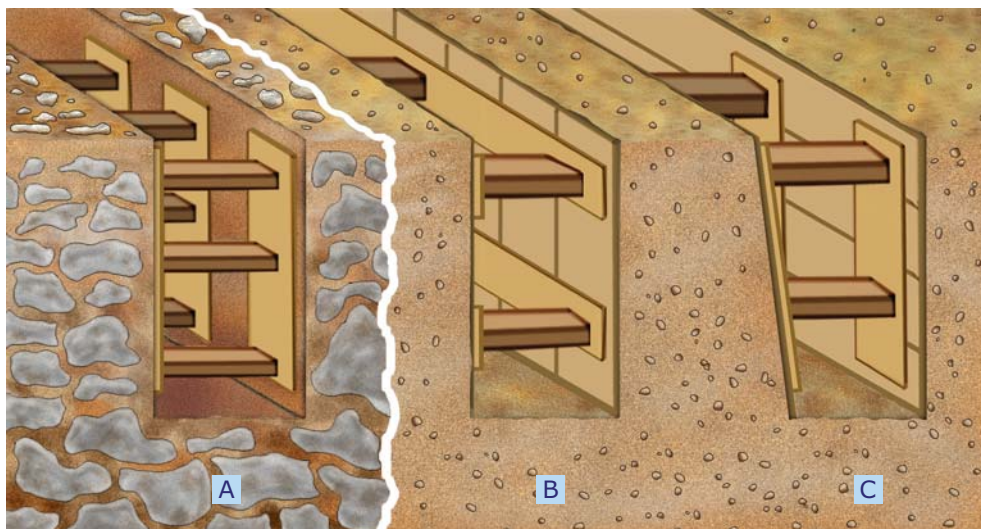


Fig. 22 O escoramento de valas é tanto mais necessário quando mais arenosos forem os solos. A – Terreno firme; B e C – Terrenos esboroadiços.

4.2. Elementos de compartimentação

4.2.1. Paredes e vãos

As paredes, são como as lajes, elementos que efectuam a compartimentação, interior e exterior, de um edifício (fig. 23).

Nas construções modernas, como já se referiu, as paredes não são, geralmente, resistentes, isto é, não recebem as cargas de outros elementos de construção.



Fig. 23 Paredes interiores e exteriores de um edifício moderno.

Estas paredes, não incluídas nos elementos estruturais do edifício, são construídas com tijolos (alvenaria de tijolo furado), de espessura reduzida, ligados por uma argamassa de cimento, rebocadas, estucadas (ou não) e pintadas.

Destinam-se a dividir espaços ou a proteger o interior das edificações e são recortadas, aqui e acolá, por aberturas (também chamadas vãos), onde se colocam portas ou janelas.

As portas são feitas em madeira, ferro, alumínio ou PVC, contendo ou não envidraçados, de acordo com o fim a que se destinam.

Também as janelas são feitas recorrendo ao mesmo tipo de materiais referidos. Para regular a entrada de luz instalam-se estores na face interior ou exterior dos vãos (sobretudo das janelas), compreendendo habitualmente peças de plástico (ou em PVC), que encaixam umas nas outras.

Do conjunto das paredes, as exteriores ou **fachadas**, que contornam os edifícios e que, normalmente, têm maior espessura que as interiores, chamam-se também paredes mestras, pois a partir delas podem-se definir as restantes. Ao remate existente no topo das paredes mestras chama-se cornija (ou cimalha).

Daquelas paredes exteriores (fig. 24), a mais importante é a chamada **fachada principal**, que integra a entrada principal do edifício. A fachada oposta à principal é a **fachada de tardo**, designando-se as restantes por **fachadas laterais**.



Fig. 24 Fachadas de edifícios.

Os materiais mais utilizados na execução de paredes são as alvenarias de tijolo ou de betão, de acordo com o fim e localização das mesmas (paredes interiores ou exteriores, prédios rurais ou urbanos, etc.).

Como acabamentos aplicam-se, habitualmente, o estuque (pintado ou não), os azulejos ou apenas reboco pintado.

O revestimento das fachadas deverá ser formado por materiais duradouros à acção dos agentes atmosféricos, impermeáveis à água das chuvas, maus condutores de calor e de som.

A espessura das paredes de tijolo é, habitualmente, reduzida (inferior a 10 ou 15 cm, nas paredes interiores).

Nas paredes exteriores podem encontrar-se paredes duplas, constituídas por duas fiadas de tijolos, no intervalo das quais se colocam placas de poliestireno (esferovite) ou outro material isolante para melhorar as condições de isolamento térmico e acústico do interior da construção.

Em construções antigas encontramos paredes e divisórias (estas funcionando como paredes interiores) com «esqueleto de madeira», envolvidas por alvenaria e, muitas vezes, rebocadas a argamassa de cal, como as gaiolas e os tabiques (fig. 25). Após o terramoto de 1755 generalizou-se o seu uso, não só porque se tornava mais rápida a sua construção, mas também por resistirem melhor aos efeitos dos sismos, devido à elasticidade da madeira.

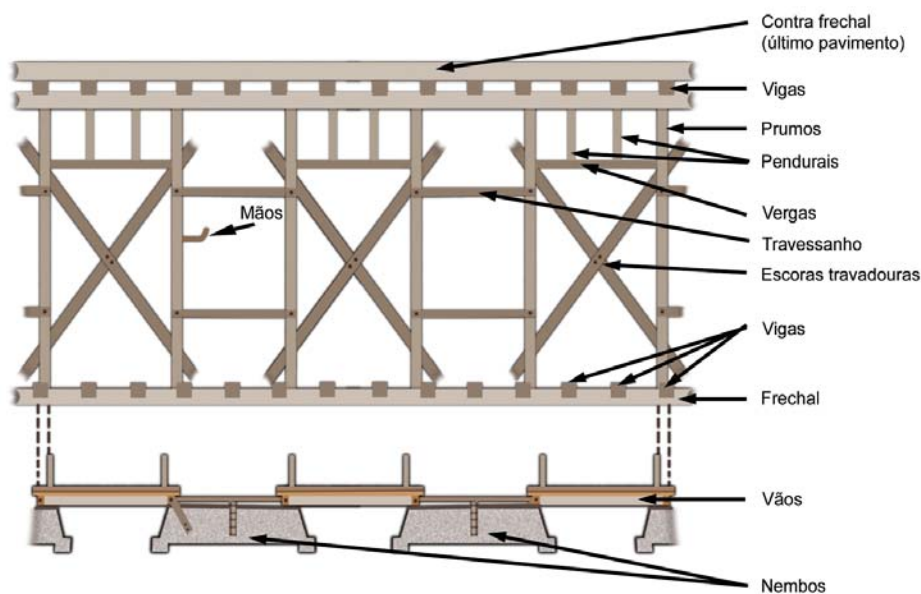


Fig. 25 Em construções mais antigas encontram-se paredes e divisórias com armações de madeira.

Como se referiu, as paredes exteriores dessas construções, de grande espessura, funcionam na maioria dos casos como paredes resistentes, dado que suportam as cargas provenientes dos pisos superiores. São executadas em pedra, ligadas por um aglutinante e posteriormente rebocadas e pintadas.

4.2.2. Coberturas

As coberturas são um elemento de compartimentação cuja finalidade consiste em proteger as construções, na sua parte superior.

Por esse facto, o revestimento das mesmas deverá resistir bem à acção dos agentes atmosféricos, ser impermeável à água das chuvas, bem como, mau condutor de calor e de som. Por outro lado, deverão comportar-se bem, quando sujeitos à acção do fogo.

De um modo geral, as coberturas podem classificar-se em:

- **Planas** – do tipo terraço, com inclinações (pendentes) mínimas;
- **Inclinadas** – com pendentes mais pronunciadas, também chamadas «águas».

No seu revestimento utilizam-se diferentes materiais, nomeadamente telhas, a situação mais corrente, chapas onduladas (de fibrocimento, de zinco, etc.) ou telas asfálticas.

As telhas, sejam cerâmicas ou de betão (de canudo ou «à portuguesa» ou, ainda, tipo «Marselha»), assentam em estruturas próprias, de madeira, de aço ou de betão armado, com uma certa inclinação, de forma a facilitarem o escoamento da água das chuvas. Esta, por sua vez, é recolhida em caleiras e algerozes e, depois, encaminhada por tubos de queda/caixas de visita, pertencentes à rede de águas residuais⁽¹⁾.

Por vezes, as estruturas onde se apoiam as telhas (fig. 26) têm forma triangular e designam-se por **asnas**. Podem ser em madeira, aço ou em betão. As asnas incluem peças como as linhas, as escoras e os pendurais, que suportam outros elementos como as varas e as ripas. Estas últimas são perpendiculares entre si.

No topo das fachadas, local também chamado de coroamento da fachada, existem, geralmente, troços de parede, designados por platibandas (fig. 27), que se elevam um pouco acima da cobertura. Têm como função impedir que pessoas ou objectos escorreguem pelos telhados e se precipitem no solo.

⁽¹⁾ Consultar o Volume III – Hidráulica.

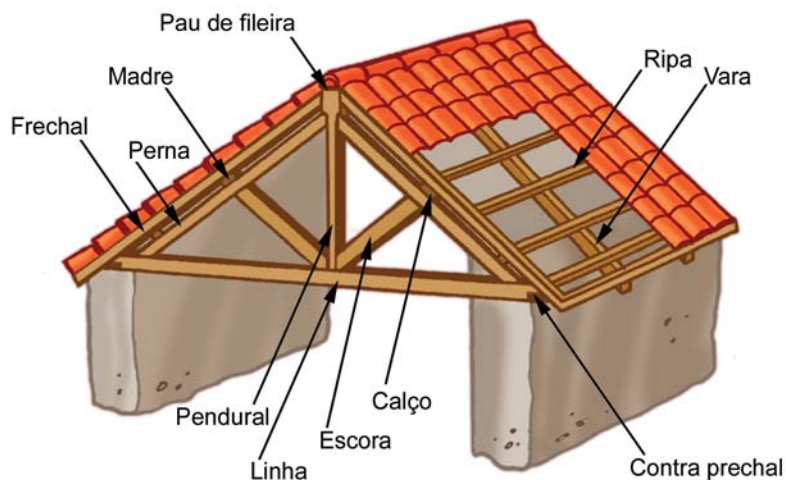


Fig. 26 Exemplo de uma estrutura de suporte de uma cobertura.

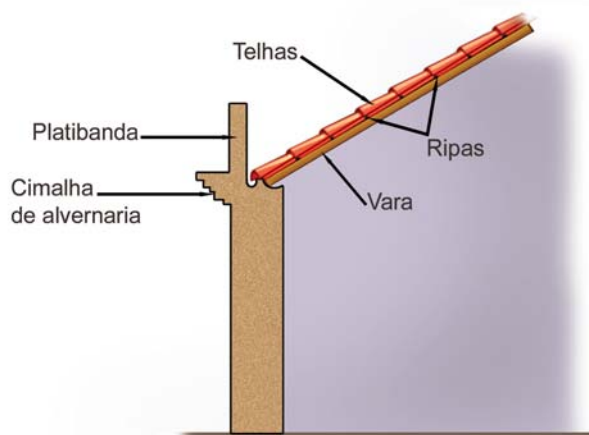


Fig. 27 Coroamento de uma parede de fachada com platibanda.

Na separação de edifícios devem existir paredes de empena que se elevem pelo menos 0,50 m acima da cobertura.

Todas as coberturas dispõem de um sistema para recolha e encaminhamento da água das chuvas, tal como estipula a legislação em vigor – RGSPDADAR⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Consultar o Volume III – Hidráulica.

4.2.3. Muros

Os muros que separam propriedades, e que não são relevantes para o suporte de terras, possuem a espessura adequada, tendo em conta a sua altura e o fim em vista, podendo ser construídos em pedra de cantaria ou em alvenaria de tijolo. Estes tijolos e pedras de cantaria são colocados em fiadas horizontais e com os topos desencontrados para melhor travamento do conjunto.

Tratando-se de muros que suportam terras, que funcionam como paredes resistentes de certas construções, como já se referiu, emprega-se o betão armado na sua construção, não sendo muito corrente o revestimentos desses muros. Se estiverem integrados nas edificações deverão receber tratamento de modo a ficar impermeáveis a águas subterrâneas.

Os muros de suporte de terras, não integrados em edifícios (fig. 28), dispõem de meios para escoamento da água que se infiltra no terreno de modo a não constituir uma sobrecarga adicional para esses muros.



Fig. 28 Muro, ainda em construção, de suporte de terras.

4.3. Elementos de acessibilidade entre pisos

4.3.1. Escadas

As escadas, que permitem o acesso entre pisos, podem ser **interiores** ou **exteriores**, de acordo com a sua localização em relação à construção.

Compreendem degraus (cujas largura ou «cobertor» deve ser cerca do dobro da respectiva altura ou «espelho»), separados por patamares ou patins e corrimão. Geralmente são feitas em betão armado, podendo, também, ser em madeira ou em ferro (fig. 29).

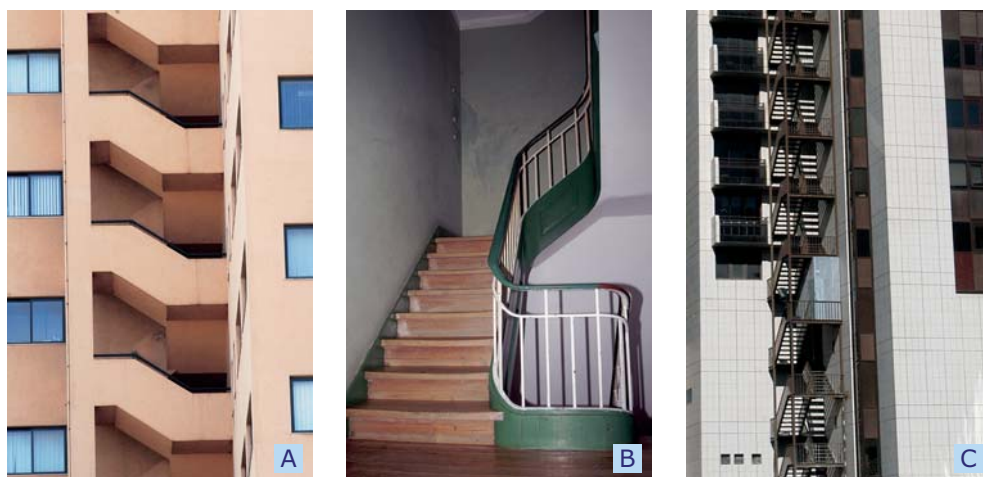


Fig. 29 Exemplos de escadas. A – Betão; B – Madeira; C – Ferro.

As escadas inserem-se num espaço vertical que as envolve e que se designa por caixa de escada.

Como foi referido, as escadas em construções mais recentes, de betão armado, integram o conjunto dos elementos resistentes do edifício.

Muitas escadas possuem um espaço vazio, com desenvolvimento vertical, compreendido entre os seus lanços (e patamares), designado por bomba de escada. Este aspecto facilita a propagação vertical do fumo e gases de combustão, por efeito de chaminé. A bomba de escada pode, também, ser utilizada pelos bombeiros para movimentar mangueiras⁽¹⁾ ou outros equipamentos.

⁽¹⁾ Consultar o Volume X – Combate a Incêndios Urbanos e Industriais.

Em certos edifícios de maior altura encontram-se escadas protegidas do fogo, fumo e gases de combustão que podem ser exteriores ou interiores (em relação à construção). Estas escadas estão separadas das áreas contíguas por elementos de compartimentação resistentes ao fogo. As escadas protegidas interiores, designadas por enclausuradas, podem ter antecâmaras na comunicação com os pisos do edifício.

Todas estas escadas (fig. 30), assim protegidas, são destinadas à evacuação dos ocupantes do edifício e podem servir para os bombeiros desenvolverem as suas operações de socorro e combate a incêndios, em melhores condições de segurança.



Fig. 30 Exemplos de escadas protegidas. A – Exterior; B – Enclausurada.

A presença de pessoas em caixas de escada não protegidas pode tornar-se insustentável durante um incêndio.

Em situações desse tipo, se não se puder entrar num local próximo, no piso em que se estiver, deve descer-se, pois ao ser-se apanhado numa caixa de escada acima do local do incêndio é semelhante a ficar-se encurralado numa chaminé.

4.3.2. Elevadores

Outros elementos que garantem a acessibilidade entre pisos dum edifício são os elevadores, particularmente em edifícios com mais de quatro pisos.

Destinam-se ao transporte de pessoas ou de mercadorias sendo, neste caso, denominados de monta-cargas.

Nas construções mais recentes estão localizados em caixas próprias – as caixas de elevadores – que poderão ser protegidas do fogo, fumo e gases de combustão.

Actualmente, a regulamentação de segurança impõe que os elevadores e as escadas possuam caixas independentes (fig. 31), mas a existência de elevadores no interior de uma caixa de escada ainda se verifica em edifícios de construção mais antiga.



Fig. 31 Caixa de escada e caixa de elevador independentes.

4.4. Revestimento e decoração

Para revestimento e decoração das paredes e tectos dos diversos compartimentos que se podem encontrar nas construções recorre-se a materiais auxiliares, tal como se viu anteriormente.

De entre esses materiais destacam-se, por serem mais inflamáveis, as madeiras, alguns plásticos e acabamentos com certas tintas e vernizes, que libertam fumo e gases altamente tóxicos quando ocorrem incêndios, aumentam a sua velocidade de propagação, tendo como consequência o aumento do perigo e uma maior dificuldade nas operações de salvamento e ataque ao incêndio.

Em revestimentos são, por vezes, utilizados tecidos, geralmente sintéticos, que apresentam, também, um risco significativo.

Para melhorar as características face ao fogo, designada por reacção ao fogo, dos materiais de revestimento e decoração mais perigosos, retardando-se o seu aquecimento, emissão de gases e propagação das chamas, aplicam-se produtos isolantes de protecção.

De referir que a maior perigosidade de todos estes materiais de revestimento ocorre nos tectos, seguindo-se os das paredes e, finalmente, os dos pavimentos. Tal deve-se ao facto dos tectos e paredes, por esta ordem, serem mais vulneráveis à exposição do calor provocado por um incêndio, devido ao efeito das correntes de convecção (fig. 32).

Hoje em dia aplicam-se tectos falsos que ajudam a retardar o aquecimento dos tectos sob os quais estão aplicados, contribuindo para a protecção de elementos estruturais como, por exemplo, as lajes.



Fig. 32 Tecto falso de gesso.

Quanto aos materiais de decoração utilizados, importa referir a importância das cortinas e dos cortinados, cujos tecidos são facilmente inflamáveis, com a agravante da sua disposição na vertical potenciar a sua combustão, quando expostos a um incêndio.

A regulamentação de segurança em vigor impõe restrições significativas à utilização de materiais de revestimento em edifícios e estabelecimentos que

recebem público, nomeadamente para os existentes nos caminhos de evacuação (corredores, átrios e escadas) e, ainda, nos locais de maior risco de incêndio desses edifícios (salas técnicas, armazéns, oficinas, etc.).

5 Funções dos elementos de construção

Há aspectos comuns a todas as construções que devem ser tomados em consideração, quer na fase dos respectivos projectos, quer quando da sua execução.

Desde logo, as construções terão que permanecer estáveis, quando sujeitas às várias acções, designadamente ao peso próprio da respectiva estrutura, às sobrecargas actantes, ao vento, à neve, ao fogo ou quando submetidas à actuação de um sismo, tal como se referiu anteriormente.

Para que tal se verifique é necessário que os diversos elementos de construção correspondam ao que deles se espera.

Mais concretamente, quando sujeitos à acção de um incêndio, pese embora a carga de incêndio do conjunto em que se inserem, os elementos de construção devem poder conservar, durante um determinado tempo, as suas características e garantir a sua função no edifício.

No que se refere aos elementos estruturais tem que ser garantida a sua estabilidade ao fogo, isto é, devem poder suportar, durante um certo tempo, as cargas para que foram dimensionados e o aquecimento excessivo a que são sujeitos.

A qualidade de **estável ao fogo** (EF) aplica-se, apenas, aos elementos de construção exclusivamente com a função de suporte (pilares e vigas) das cargas a que o edifício está sujeito.

O tempo em que um elemento de construção deve manter-se estável ao fogo é tanto maior quanto maior for a altura dum edifício (fig. 33), dado que, em princípio, uma eventual operação de combate a incêndio será, previsivelmente, mais demorada.



Fig. 33 Nos edifícios altos os pilares e as vigas deverão ser estáveis ao fogo durante mais tempo.

No que se refere aos elementos de compartimentação (paredes, pavimentos, portas), sejam estruturais ou não, existem duas qualidades importantes (fig. 34):

- **Pára-chamas** (PC) – relacionada com a capacidade do elemento de compartimentação manter, durante certo tempo, a sua **estanquidade**, isto é, evitar a passagem de chamas, fumo e gases de combustão;
- **Corta-fogo** (CF) – quando o elemento de compartimentação exhibe a capacidade de manter, durante certo tempo, a sua **estanquidade** e, ainda, o **isolamento térmico**, isto é, evitar a elevação de temperatura do lado não exposto ao incêndio.



Fig. 34 Parede corta-fogo com porta pára-chamas.

As relações entre as diversas funções dos elementos de construção e as respectivas qualidades de resistência ao fogo estão exemplificadas no Quadro II.

QUADRO II
FUNÇÕES DOS ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO E RESPECTIVA
RESISTÊNCIA AO FOGO

Elementos de construção	Função	Propriedade	Qualidade resistente
Pilares e vigas	Suporte	Estabilidade	EF
Portas e divisórias	Compartimentação (apenas)	Estanquidade	PC
Portas e paredes não resistentes	Compartimentação (apenas)	Estanquidade e isolamento térmico	CF
Pavimentos e paredes resistentes	Suporte e compartimentação	Estabilidade e estanquidade	PC
Pavimentos e paredes resistentes	Suporte e compartimentação	Estabilidade, estanquidade e isolamento térmico	CF

A qualidade dos elementos de compartimentação também é tanto mais importante quanto maior for a altura dum edifício, pelos motivos já evocados para os elementos estruturais (de suporte). Por outro lado, os caminhos de evacuação e os locais de maior risco de incêndio de um edifício deverão ser delimitados por elementos de compartimentação com uma melhor qualidade de resistência ao fogo para garantir, com maior eficácia, as referidas funções de estanquidade e isolamento térmico.

6 Tipos de construção

Os edifícios podem ainda distinguir-se pelo tipo de construção e, previsivelmente, pela sua capacidade de resistência perante um sismo.

Tomem-se, como exemplo, os edifícios da cidade de Lisboa e observêmo-los, não só pelo modo como se poderão comportar durante um incêndio, mas também como, previsivelmente, se poderão comportar perante um sismo.

Assim, de forma genérica, poderemos distinguir cinco grupos, em que a resistência destes (ou seja, a sua capacidade para fazerem frente aos efeitos de um incêndio), melhora francamente para as construções mais recentes (sobretudo nos dois últimos grupos):

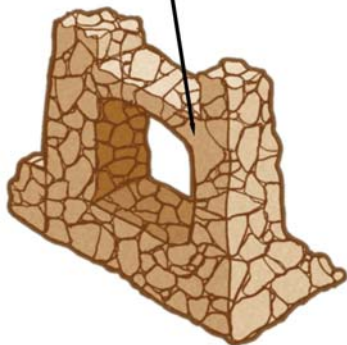
- Grupo A – Edifícios em pedra;
- Grupo B – Edifícios em pedra com reforços;
- Grupo C – Edifícios em alvenaria de perda e tijolo;
- Grupo D – Edifícios com pavimentos de betão armado;
- Grupo E – Edifícios em betão armado.

■ Grupo A – Edifícios em pedra (anteriores a 1755).

Caracterizam-se por apresentarem paredes de alvenaria de pedra, arcadas nos andares inferiores, pavimentos em madeira e estrutura em madeira nas paredes divisórias (fig. 35).

Perante um incêndio apresentam os problemas decorrentes de possuírem paredes, pavimentos e, por vezes, até escadas em madeira. Por outro lado, pode verificar-se a fractura e desagregação das pedras que compõem as suas paredes resistentes, com o conseqüente colapso do edifício. A sua resistência aos sismos é, também, fraca.

Pedra argamassada
com material argiloso.
(Por exemplo: barro.)



Paredes de Alvenaria de Pedra

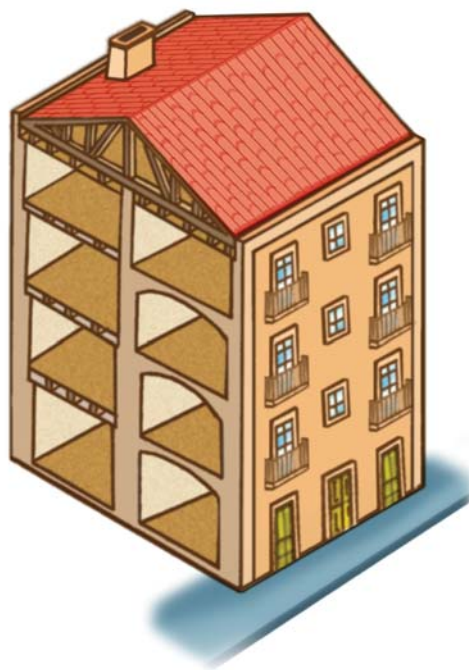


Fig. 35 Edifício anterior a 1755.

■ **Grupo B** – Edifícios em pedra, com reforços (construídos entre 1755 e 1880).

O processo construtivo destes edifícios é designado por «gaiola», em que as paredes eram constituídas por ripas de madeira recobertas de argamassa de cal, existiam esticadores ligando os pavimentos às paredes exteriores, revestimentos em azulejo, empenas servindo de corta-fogo (fig. 36) e apresentando mansardas (águas-furtadas).

Em caso de incêndio os problema surgem, como no Grupo A, associados aos elementos de compartimentação em madeira e, ainda, os decorrentes da sua estrutura ser, também, em madeira. É fácil a propagação de um incêndio, agravada pela facilidade de colapso da estrutura quando os seus elementos entram em combustão.

No rescaldo deve ter-se muita atenção à existência de focos de incêndio ocultos nos elementos de construção, nomeadamente em paredes e pavimentos/tectos.

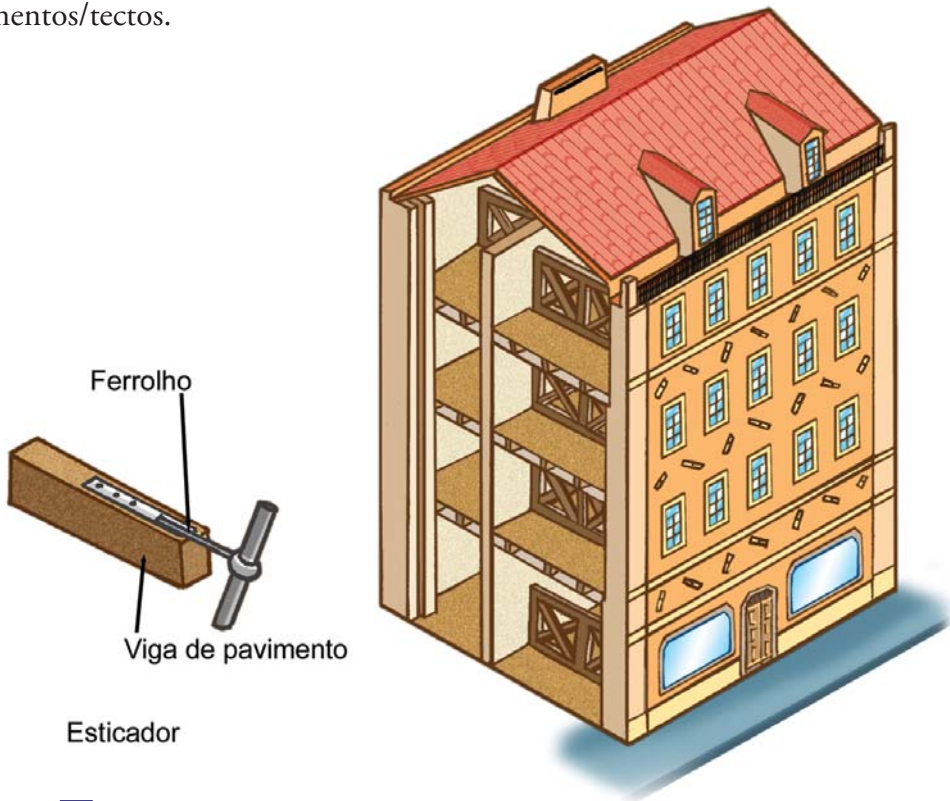


Fig. 36 Edifício construído entre 1755 e 1880.

■ **Grupo C** – Edifícios em alvenaria de pedra e tijolo, construídos entre **1880** e **1940** (com paredes divisórias com «esqueleto de madeira» – como os «tabiques»).

Possuem maiores dimensões em planta do que os dos grupos anteriores, paredes de alvenaria sem ligações horizontais (mas com « tabiques» em madeira no interior das paredes), pavimentos em madeira e fachadas de tardo com escada de serviço (fig. 37).

O comportamento destes edifícios, em caso de incêndio, é semelhante ao referido para os do Grupo B. Face a um sismo têm tendência a comportarem-se pior.

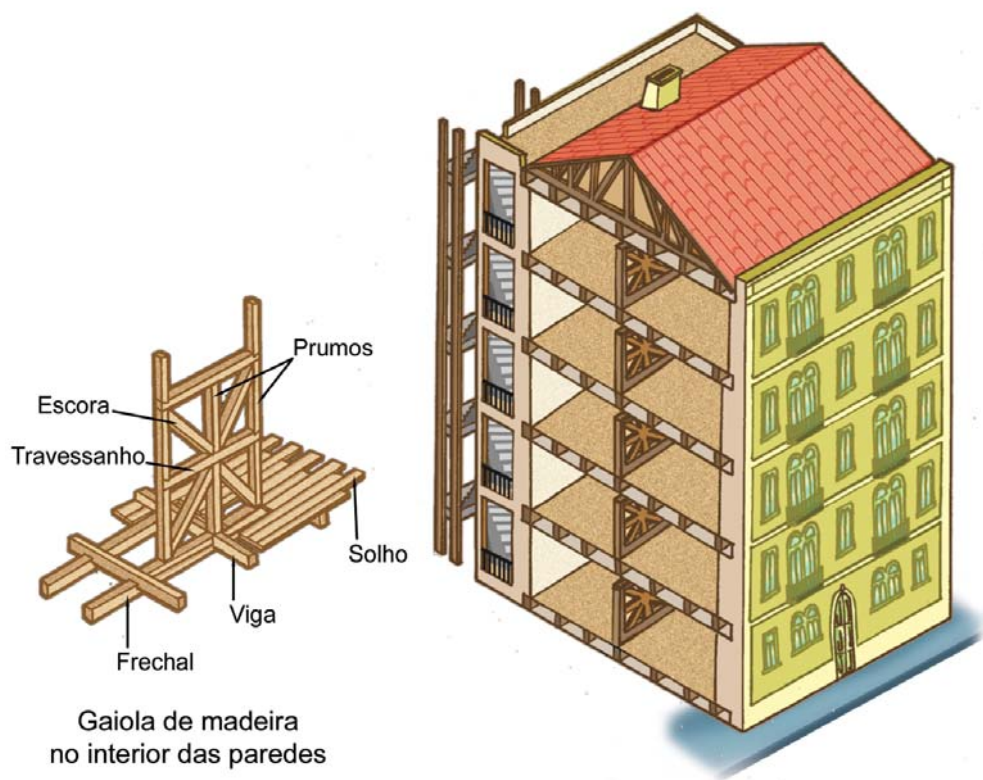


Fig. 37 Edifício construído entre 1880 e 1940.

■ **Grupo D** – Edifícios construídos entre **1940** e **1960**, com pavimentos em betão armado.

Edifícios com um maior número de pisos, de pavimentos em betão armado (em abobadilha com perfis metálicos incorporados, em certos casos) e paredes com uma certa espessura, em alvenaria de tijolo e de pedra (fig. 38).

Para este grupo, em princípio, só em incêndios de maior intensidade é que começam a aparecer problemas estruturais.

Caso existam vigas ou pilares metálicos, deve ser dada atenção especial ao facto da sua resistência diminuir rapidamente, quando sujeitos às temperaturas provocadas por um incêndio, sobretudo se não estiverem protegidos, como foi referido.

Face a um sismo este tipo de edifícios comporta-se melhor do que os dos grupos anteriores.

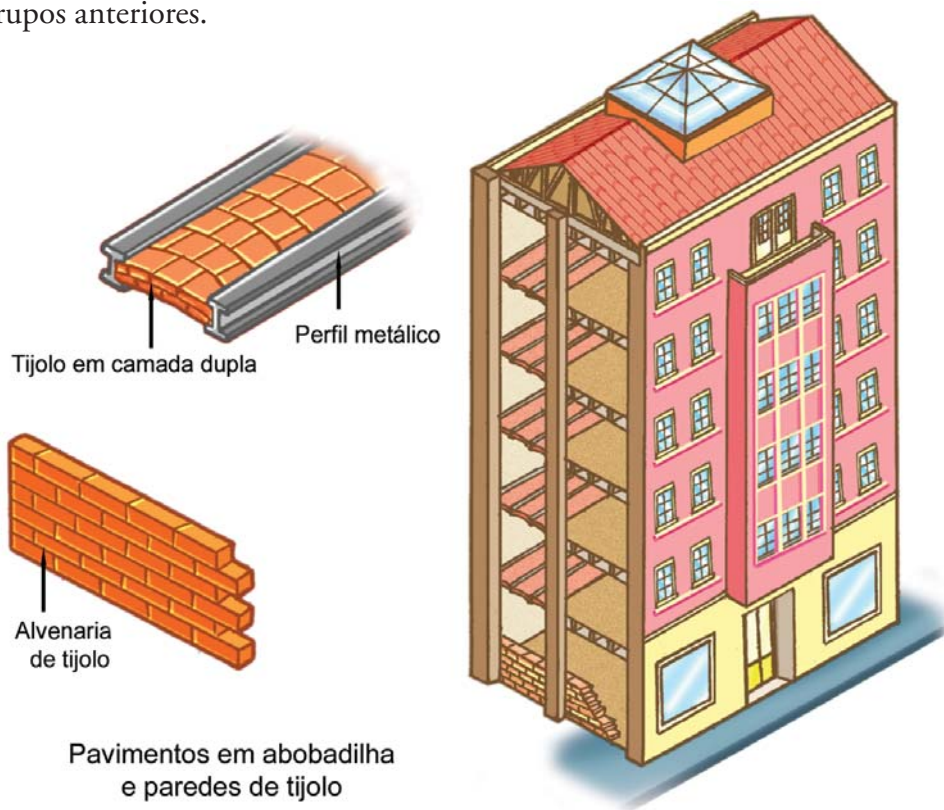


Fig. 38 Edifício construído entre 1940 e 1960.

■ **Grupo E** – Edifícios em betão armado, posteriores a **1960** (de acordo com legislação anti-sísmica).

Com estruturas em pórtico (conjunto pilares/vigas), lajes maciças em betão armado, paredes divisórias em alvenaria de tijolo furado e ainda varandas salientes e escadas em betão armado (fig. 39).

O comportamento destes edifícios, em caso de incêndio, é um pouco melhor do que o referido para os do Grupo D, pois a sua estrutura resistente constitui um conjunto mais uniforme. Também, face a um sismo, este tipo de edifícios exibe um melhor comportamento do que os dos grupos anteriores.

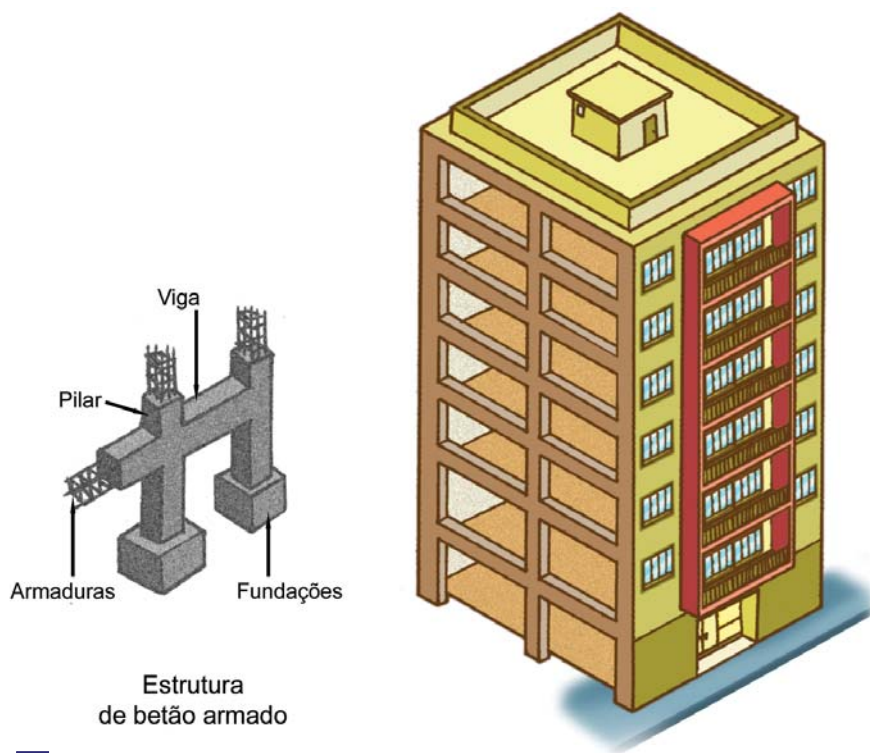


Fig. 39 Edifício construído depois de 1960.

Para além destes grupos, merecem referência especial construções como grandes armazéns, construções metálicas, pré-fabricados, hipermercados, escolas, etc..

Com efeito, a maioria dessas construções incorpora muitos elementos pré-fabricados, integrados em conjuntos estruturais mistos, conjugando o aço e o betão.

Nos edifícios deste tipo mais antigos nem sempre se tiverem em conta aspectos que atenuam a propagação dos incêndios e as suas consequências para os ocupantes, como uma adequada compartimentação de espaços, tipo de cobertura, comportamento ao fogo dos diversos materiais, distâncias a percorrer até se atingir uma saída, número e largura das saídas, etc..

Porém, em construções mais recentes têm vindo a ser incluídas medidas de segurança contra incêndios, tanto na fase de projecto como na de construção, tendo como objectivo prioritário a protecção da vida dos ocupantes, visando:

- Reduzir o risco de eclosão de um incêndio;
- Limitar a propagação de incêndios;
- Possibilitar a evacuação do edifício em condições de segurança;
- Facilitar a intervenção dos bombeiros.

Aos aspectos anteriormente referidos, devem adicionar-se outros factores que determinam o comportamento das construções perante um incêndio, como sejam a sua localização, o seu estado de conservação e a respectiva altura acima do solo (quanto mais altos são os edifícios, tanto mais vulneráveis poderão estar).

7 Anomalias nas construções

São de grande variedade as anomalias possíveis numa construção/edifício.

Genericamente poderemos separá-las entre «**estruturais**» e «**não estruturais**», de acordo com o que se disse. Estão neste último caso deficiências em elementos como portas, janelas, divisórias de madeira, paredes não pertencentes à estrutura resistente da construção, etc..

Relativamente às anomalias estruturais, bem mais importantes para as estruturas-base (pois afectam o que se poderá designar por esqueleto da construção), torna-se necessária uma boa observação prévia dos vários elementos constituintes.

À partida, deve avaliar-se o tipo de construção em presença (ver se é antiga ou moderna) e analisar o estado da estrutura resistente (fig. 40).



Fig. 40 Numa acção de socorro há que estar atento ao tipo de construção envolvida.

No decorrer de uma acção de socorro os bombeiros têm que estar em alerta permanente para o perigo de desmoronamento de edifícios/construções em risco.

Para tanto, têm que estar atentos a todos os acontecimentos anormais ou perturbações que surjam, dando sempre importância a todos os indícios de desmoronamento. As seguintes situações, devidas a má construção, efeito dum incêndio ou degradação do edifício, deverão merecer atenção especial:

- Fundações ou sapatas onde ocorreram assentamentos e deformações excessivas;
- Deslocamentos relativos de pilares ou vigas (em betão armado, metálicas ou em madeira);
- Fendilhações, abaulamentos ou deformações excessivas de lajes e vigas (particularmente se estas forem metálicas ou em madeira) ;
- Pavimentos ou tectos a tornarem-se quebradiços e moles;
- Fendas abertas em paredes;
- Paredes a abaularem (oparem) para dentro ou para fora;
- Perda de cor de paredes, tectos ou mesmo portas e janelas, por sobreaquecimento;
- Fumo ou vapor surgindo de súbito pelas paredes;
- Vidros e janelas que estalam ou se partem subitamente e aparentemente sem qualquer motivo;
- Infiltrações de água.

Tornando-se minimamente evidentes sinais de desmoronamento todos os ocupantes, incluindo os bombeiros, devem abandonar o edifício, colocando-se a uma distância superior à da altura da fachada desse edifício.

8

Procedimentos de segurança

Antes de entrar numa construção, deve procurar ter-se em conta o que se referiu anteriormente, nomeadamente no capítulo 7, sobre anomalias nas construções.

De todo o modo, há procedimentos de segurança que devem ser tidos em conta, tal como a seguir se apresenta.

8.1. Deslocação no interior de edifícios em risco

Numa acção de socorro, ao procurar entrar numa construção/edifício em risco, devem ser avaliadas as hipóteses desse edifício ruir por colapso da respectiva estrutura.

Um dos elementos mais susceptíveis de ruir é a cobertura (telhado). Com efeito, nas construções com uma cobertura em laje de betão armado, as hipóteses de colapso da cobertura (quer por excesso de sobrecargas, como equipamentos, produtos armazenados ou água, quer até por acção do fogo) são menores que numa instalação comercial (tipo hipermercado) ou industrial com uma cobertura metálica.

Como se viu, as estruturas metálicas são particularmente sensíveis a grandes variações de temperatura (como as que ocorrem num incêndio), tornando-se mais rapidamente instáveis (fig. 41).



Fig. 41 Construção metálica afectada por um incêndio.

A capacidade resistente dos pavimentos também deve ser cuidadosamente avaliada.

Como atrás foi referido, a maior parte dos edifícios anteriores a 1960 tem pavimentos com estrutura em madeira (barrotes e soalho). Quando foram construídos, as cargas que era previsto suportarem eram, na maior parte dos casos, menores do que aquelas que actualmente suportam. Por exemplo, nos edifícios destinados a habitação, actualmente é comum encontrarem-se, nas cozinhas, frigoríficos, arcas frigoríficas, máquinas de lavar louça, de lavar roupa e de secar roupa. Alguns destes equipamentos, para além do peso, exigem canalizações de fornecimento de água e de esgoto (águas residuais) que atravessam os pavimentos e, em muitos casos, os barrotes, enfraquecendo a sua capacidade resistente. Noutros casos os edifícios destinados a habitação encontram-se actualmente ocupados com escritórios, onde a quantidade de papel acumulado constitui uma sobrecarga superior à que normalmente existe numa habitação.

Estas sobrecargas, a partir dum determinado limite, levam a que os pavimentos se deformem, deixando de ser planos, provocando o levantamento e afundamento do soalho em zonas distintas. Da mesma maneira que uma árvore, quando sujeita a um vento forte, se deforma curvando-se, o mesmo sucede a um pavimento que suporta um peso excessivo. No caso da sobrecarga ainda aumentar mais, as peças de madeira começam a estalar, perdendo então capacidade resistente e avisando que o risco de colapso é grande.

Outra forma dum pavimento de madeira perder capacidade resistente consiste no apodrecimento das peças de madeira. A principal causa de apodrecimento (fig. 42) é o ciclo da água, ou seja, as peças passarem por vários períodos alternados em que estão molhadas e secas. O apodrecimento é ainda acelerado caso a água contenha produtos químicos agressivos como lexívias e detergentes. Menos frequente é o ataque da madeira por insectos que se alimentam dela. O apodrecimento nestes casos leva também a que os pavimentos se deformem por perderem capacidade de resistir aos pesos a que estão sujeitos.

Normalmente, quando os edifícios onde decorre uma acção de socorro se encontram ocupados é previsível que os pavimentos possam suportar o peso de pessoas e equipamentos, a não ser que se encontrem muito deformados.

Muito mais perigoso é o caso da acção se desenvolver num edifício desocupado e encerrado há alguns anos ou mesmo até num único andar há muito desocupado, dum edifício que tenha outros andares ocupados.



Fig. 42 Apodrecimento da madeira por efeito do ciclo da água.

Nesta situação, se existirem roturas antigas de canalizações de água ou esgoto ou zonas de infiltração de água da chuva, é possível que os pavimentos tenham perdido a sua capacidade resistente sem se terem deformado, pois não se encontravam a suportar quaisquer pesos. A perda de resistência pode ocorrer apenas numa zona limitada do pavimento onde existiu o problema. Nestes casos, o pavimento pode colapsar de repente sem se deformar, provocando a queda de quem se deslocava em cima dele. Os grandes sinais de aviso são as manchas provocadas pela água (fig. 43), o aspecto apodrecido da madeira e a existência de buracos. Esta observação pode ser dificultada pela existência de tapetes, alcatifas ou revestimentos vinílicos (plásticos).

Os pavimentos metálicos mais comuns são os patamares de escadas metálicas, que normalmente se encontram no exterior. A corrosão provocada pelo ataque da água da chuva e que não foi evitada com trabalhos de conservação é a grande causa da perda de capacidade resistente dos diversos elementos da estrutura. Os elementos menos espessos são os primeiros a ceder. O maior perigo é, assim, a possibilidade dos degraus colapsarem, principalmente por cedência das soldaduras.



Fig. 43 Pavimento afectado pela água.

Os pavimentos de betão armado não oferecem normalmente grandes riscos. No entanto, existem casos que merecem atenção. Em primeiro lugar, os pavimentos construídos por «curiosos» em zonas degradadas. Nestes casos é habitual as armaduras inferiores encontrarem-se à vista, pois oxidaram, por não se encontrarem suficientemente protegidas, o que levou numa primeira fase a que aumentassem de volume. Este aumento levou a que o betão de recobrimento tivesse «descascado», ficando as armaduras à vista, o que acelerou a corrosão. Em casos extremos as armaduras partem-se, existindo então risco de colapso.

Alguns dos edifícios mais antigos, construídos com esta tecnologia (por exemplo, cinemas antigos e mesmo edifícios de habitação), numa altura em que as regras de boa construção não eram conhecidas, levaram a situações semelhantes, principalmente se se encontravam desocupados há muito.

8.2. Deslocação em coberturas

A deslocação de pessoas em cima de telhados, principalmente nos muito inclinados, deve ser feita com muito cuidado. Desde logo, é importante ver-se a melhor forma de acesso a estes, evitando-se locais com musgos escorregadios, procurando-se as telhas passadeiras (telhas apropriadas para deslocação de pessoas em coberturas e que se colocam muito especialmente em direcção às chaminés e às clarabóias) e averiguando o estado geral do forro, isto é, a estrutura que suporta o revestimento final, geralmente de telhas cerâmicas.

Há que ter em atenção os pontos fracos, nem sempre visíveis, e eventuais aberturas, procurando caminhar-se afastado da periferia, onde os riscos de queda são maiores.

Existindo platibandas (fig. 44) deve procurar-se, sempre que tal for possível, o apoio destas nas deslocações a efectuar.



Fig. 44 Cobertura de um edifício com platibanda.

Se necessário, poderá colocar-se, sobre a cobertura, uma escada ou uma tábua de modo a que não deslize e que servirá de apoio na passagem por locais mais falsos.

8.3. Escoramentos

Por vezes, é necessário escorar as construções para que não ocorram perturbações durante as operações de socorro. Esses escoramentos, feitos geralmente em madeira, têm como objectivo amparar estruturas (em edifícios, etc.) ou maciços de terra, de modo a garantir a sua estabilidade. Têm carácter provisório e só devem ser executados quando a zona for considerada suficientemente segura para o pessoal. São operações que exigem planeamento e coordenação, bastante experiência e conhecimentos básicos de construção civil.

Como se referiu, as estruturas resistentes suportam o conjunto dos edifícios. Nas construções modernas, essa estrutura é em betão armado (a grande maioria dos casos) ou em estrutura metálica. Por isso, é na estrutura resistente que se deverão procurar os danos provocados pelo excesso de cargas (sobrecargas excessivas, peso da água, etc.) ou pelo calor e efectuar os primeiros escoramentos.

Porém, o escoramento de pavimentos ou de coberturas só deve ser realizado se a estrutura resistente que os vier a suportar estiver em bom estado, ou após se terem aí efectuado os escoramentos necessários.

Em certos casos é também necessário escorar elementos «soltos», como chaminés, muretes e outros, tomando-se, igualmente as recomendações acima referidas.

Os materiais utilizados nos escoramentos compreendem, principalmente:

- Escoras;
- Cunhas;
- Jazentes;
- Dormentes.

As **escoras** devem ser proporcionadas, com um comprimento que não exceda 30 vezes o valor da menor dimensão da secção, para que não encurvem. Se forem cortadas dois a três centímetros mais curtas conseguir-se-á uma melhor introdução das **cunhas**. Estas, que podem ser de madeira (recomendadas) ou metálicas, são, normalmente, aplicadas aos pares, em sentidos opostos nos topos das escoras, para que se ajustem. É desejável que as cunhas de madeira, tenham um comprimento igual a cinco ou a seis vezes a sua espessura (fig. 45).

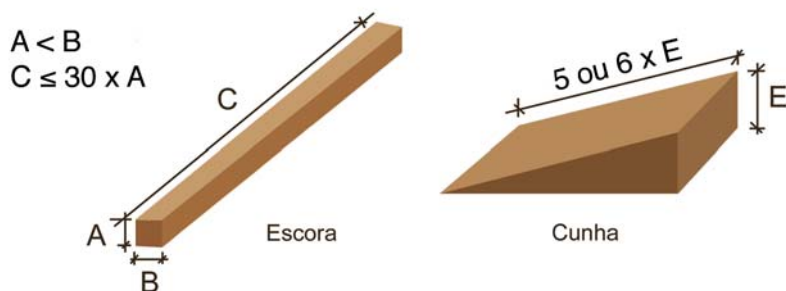


Fig. 45 Escoras e cunhas.

As **jazentes** são vigas em madeira mais pequenas que as escoras e os **dormentes** são pranchas em madeira com cinco ou mais centímetros de espessura e 20 a 30 centímetros de largura (fig. 46).

Para auxiliar a construção, podem ainda ser empregues cabos, macacos, guinchos, etc..



Fig. 46 Por vezes, é necessário escorar as construções para que não ocorram acidentes durante as operações de socorro.

8.4. Escavações, desabamentos e desmoronamentos

Conforme referido, quando se abordou a questão das «fundações e abertura de caboucos», ao removerem-se os solos é usual escorarem-se as paredes das valas, como forma de evitar os desabamentos.

Mais genericamente, sempre que for necessária uma intervenção por terem ocorrido desabamentos ou desmoronamentos, e como forma de os evitar de novo, executam-se «escoramentos de emergência» nas áreas em redor desses locais. Recorre-se, para tal, a elementos improvisados, ou não, mas de boa resistência quando flectidos como tábuas, prumos (de madeira ou metálicos), traves, barrotes, chapas, etc..

Nestas situações, é aconselhável o uso de capacetes de protecção bem como o recurso a rádios portáteis nas comunicações entre os vários intervenientes. Suspeitando-se da possibilidade da atmosfera não ser respirável, actua-se de acordo com o previsto para esses casos, obrigatoriamente, com aparelhos de protecção respiratória isolantes⁽¹⁾.

Existindo redes de água, gás, ou electricidade, interromper-se-á previamente o abastecimento, fechando-se as válvulas das respectivas redes (as roturas nas tubagens, durante os trabalhos, podem ser um grave problema, dificultando-os).

⁽¹⁾ Consultar o Volume VIII – Segurança e Protecção Individual.



Bibliografia

BAND G. – *Manual de Construção* - Edições Hemus (Livraria Editora Lda.)

ESCOLA NACIONAL DE BOMBEIROS – Revista ENB, nºs. 11, 13 e 17

FARINHA, J. S. Brazão (1977) – *Manual de Estruturas*. Lisboa: Edição Técnica

FARINHA, J. S. Brazão e REIS, A. Correia dos (1992) – *Tabelas Técnicas*. Setúbal: edição P. O. B.

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL (1985) – *Betão Armado - Esforços Normais e de Flexão*. Lisboa

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL (1990) – Especificação LNEC E365/1990 - *Segurança contra Incêndios - Reacção ao Fogo dos Materiais de Construção - Critérios de Classificação*. Lisboa

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL (1990) – Especificação LNEC E364/1990 - *Segurança contra Incêndios - Resistência ao Fogo de Elementos de Construção - Métodos de Ensaio e Critérios de Classificação*. Lisboa

LEÇA, António Coelho (1999) – *Águas e Esgotos em Urbanizações e Instalações Prediais*. 2ª edição. Edições Orion

LEÇA, António Coelho (1998) – *Segurança Contra Incêndios em Edifícios de Habitação*. Edições Orion

LISBOA, Câmara Municipal (1983) – Manual do Sapador Bombeiro. I Volume.
Lisboa

NEVES, Cabrita (1992) – *Segurança Contra Incêndios. Fundamentos*. Lisboa:
Instituto Superior Técnico

SERVIÇO NACIONAL DE BOMBEIROS – Notas Técnicas. Lisboa: Serviço Nacional de
Bombeiros

Glossário

- Barra anti-pânico** – Barra que integra o dispositivo de abertura de uma porta, permitindo abri-la, de forma expedita, no sentido da fuga
- Betão** – Argamassa feita com a mistura de cimento (pó), areia, brita e água, nas porções adequadas
- Betão armado** – Betão onde se colocaram varões de aço de construção, dispostos de forma adequada
- Bomba de escada** – Espaço vazio, com desenvolvimento vertical, compreendido entre os lanços (e patamares) de uma escada
- Cabouco** – Vala preparada para receber a fundação de um edifício
- Caixa de visita** – Caixa destinada a permitir a inspeção e desentupimento de colectores de águas residuais (esgotos)
- Cal ordinária, aérea ou comum** – Cal que se caracteriza por só endurecer pela acção do ar e não debaixo de água
- Caminho de evacuação** – Caminho protegido e dimensionado para facilitar a evacuação de pessoas em situações de emergência
- Carga de incêndio** – Quantidade de calor que pode vir a ser libertada pela combustão completa da totalidade de elementos contidos num espaço, incluindo os revestimentos das paredes, divisórias, pavimentos e tectos

- Carga de compressão** – Carga (ou peso) que tende a comprimir uma dada peça em que está aplicada
- Carga de torção** – Carga (ou peso) que tende a rodar lateralmente (torcer) a peça em que está aplicada
- Carga permanente** – Peso próprio dos elementos de construção dum edifício
- Cimalha** – Remate existente no topo de uma parede mestra, que pode integrar a platibanda
- Cornija** – Ver «Cimalha»
- Efeito de chaminé** – Tendência, num edifício, para o fumo, o calor e os gases de combustão, se movimentarem na vertical devido às correntes de convecção
- Elemento de compartimentação** – Elemento de construção que exerce função de separação de áreas num edifício
- Elemento estrutural** – Elemento de construção que exerce função de suporte de um edifício
- Escada enclausurada** – Escada interior, funcionando em caixa própria com condições de compartimentação que impedem a propagação de fumo e gases de e para outros espaços do edifício
- Escoramento** – Acção de suporte de elementos de uma edificação, muros ou componentes de terrenos para garantir a sua estabilidade
- Esticador** – Cabo de aço que passa pelo interior dos pisos e que liga fachadas opostas do mesmo edifício
- Fazer presa** – Processo de endurecimento
- Fogo (c.civil)** – Fracção autónoma de um edifício destinada a habitação
- Fundação** – Base que suporta uma dada construção
- Gás comburente** – Gás que pode, em geral, por fornecimento de oxigénio, causar ou favorecer mais do que o ar, a combustão de outras matérias
- Mansarda** – Águas-furtadas ou trapeira
- Muro (ou parede) de alvenaria** – Muro (ou parede) construído em pedra, com forma regular ou irregular

- Muro (ou parede) de alvenaria de tijolo** – Muro (ou parede) construído com tijolos cerâmicos ou de betão
- Parede divisória** – Parede, de fraca espessura, destinada a separar espaços sem qualquer função resistente na estrutura da construção
- Parede mestra** – Parede correspondente a uma fachada de um edifício
- Parede resistente** – Parede que, além de separar espaços, é determinante para a estabilidade da construção
- Pé-direito** – Distância, medida na vertical, entre a face superior da laje do piso e a face inferior da laje que compreende o tecto dum compartimento
- Pendente** – Inclinação
- Peso específico** – Peso de cada unidade de volume de uma dada substância
- Platibanda** – Troço de parede, no topo de uma fachada, que se eleva um pouco acima da cobertura
- Polímero** – Molécula muito grande, constituída por uma cadeia longa, formada pela repetição de unidades estruturais mais simples
- Sacada** – Varanda de comprimento mais reduzido, normalmente com uma projecção para o exterior da fachada inferior a 0,5 m
- Soalho** – Conjunto de tábuas dispostas em série componente de um sobrado
- Sobrado** – Tipo de pavimento em madeira existente em alguns edifícios antigos
- Sobrecarga** – Acção resultante do peso dos ocupantes e dos diversos elementos contidos numa edificação, que não sejam elementos de construção, ou acção exterior que possam afectar a estrutura do edifício
- Tabique** – Parede interior de edifícios antigos, com «esqueleto de madeira», envolvida por alvenaria e rebocada a argamassa de cal
- Tecto falso** – Cobertura de um compartimento, não pertencente ao conjunto resistente da construção, instalada um pouco abaixo do tecto

Terreno de fundação – Terreno onde uma dada construção assenta

Tubo de queda – Tubagem (colector) posicionada normalmente na vertical que recebe o esgoto e o encaminha

Vão – Abertura existente num elemento de compartimentação de um edifício

Índice remissivo

A

Aço	14, 16, 17, 1, 26, 31, 39, 55
Águas residuais	20, 34, 39, 59
Alumínio	18, 28, 29, 36

B

Barra anti-pânico	11, 69
Barrote	19, 27, 59, 65
Betão armado	14, 16, 25, 28, 30-32, 39-42, 49, 53, 54, 57, 58, 61, 63, 69
Bomba de escada	42, 69

C

Cabouco	34, 65, 69
Caixa de visita	39, 69
Cal	19, 20, 38, 51, 69
Caminho de evacuação	11, 12, 46, 49, 69
Carga de incêndio	46, 69
Carga de compressão	31, 70
Carga de torção	25, 70
Carga permanente	22, 23, 70
Cimalha	36, 70
Cornija	36, 70
Corta-fogo	47, 51
Cortiça	14, 20

Cota	26
E	
Efeito de chaminé	42, 70
Elemento de compartimentação	39, 47, 70
Elemento estrutural	26, 32, 70
Escada enclausurada	43, 70
Escoramento	31, 35, 63, 65, 70
Esticador	51, 70
F	
Ferro	17, 36, 42
Fundação	30, 33, 70
G	
Gás	65, 71
Gesso	14, 17, 19, 28, 45
L	
Lajes	23, 25-32, 35, 45, 54, 57
M	
Madeira	14, 18-20, 27-30, 33, 36, 38, 39, 42, 50-52, 55, 57, 59, 60, 63-65
Mansarda	51, 71
P	
Pára-chamas	47
Parede divisória	18, 28, 38, 50, 52, 54, 55, 71
Parede mestra	36, 71
Parede resistente	15, 25, 28, 32, 38, 41, 50, 71
Pavimento	23, 25-27, 45, 47, 49-51, 53, 57-61, 63
Pé-direito	26, 71
Pedra natural	14, 15
Peso específico.....	23, 71
Pilares	16, 25, 26, 30-34, 46, 47, 53, 54, 57
Platibanda	39, 40, 62, 71
Presagem	16, 20
S	
Sacada	28, 71
Soalho	27, 59, 72
Sobrado	27, 72

Sobrecarga 22-25, 41, 46, 58, 59, 63, 72

T

Tabique 38, 52, 72

Tecto falso 20, 45, 72

Terreno de fundação 33, 72

Tinta 14, 17, 19, 20, 44

Trave 65

Tubo de queda 23, 39, 72

V

Vão 35, 36, 72

Vernizes 17, 19, 20, 44

Vidro 14, 20, 57

Vigas 25-32, 46, 47, 53, 54, 57, 64

Vigotas 26



Índice geral

Prefácio	3
Sumário	5
Siglas	7
1 Introdução	9
2 Tipos de edifícios em função da sua utilização	10
3 Materiais utilizados na construção	13
3.1. Materiais principais	14
3.1.1. Pedras naturais	14
3.1.2. Materiais compostos	15
3.1.3. Metais	17
3.1.4. Madeiras	18
3.2. Materiais de ligação	19
3.3. Materiais auxiliares	20
4 Organização de um edifício	21
4.1. Elementos estruturais	22

4.1.1. Considerações gerais sobre as cargas dos edifícios	22
4.1.2. Lajes e pavimentos	26
4.1.3. Varandas	28
4.1.4. Vigas	29
4.1.5. Pilares	30
4.1.6. Paredes resistentes	32
4.1.7. Fundações	33
4.2. Elementos de compartimentação	35
4.2.1. Paredes e vãos	35
4.2.2. Coberturas	39
4.2.3. Muros	41
4.3. Elementos de acessibilidade entre pisos	42
4.3.1. Escadas	42
4.3.2. Elevadores	43
4.4. Revestimento e decoração	44
5 Funções dos elementos de construção	46
6 Tipos de construção	49
7 Anomalias nas construções	55
8 Procedimentos de segurança	57
8.1. Deslocação no interior de edifícios em risco	58
8.2. Deslocação em coberturas	62
8.3. Escoramentos	63
8.4. Escavações, desabamentos e desmoronamentos	65
Bibliografia	67
Glossário	69
Índice remissivo	73

