

A IMPORTÂNCIA DA MADEIRA ESTRUTURAL NA CONSTRUÇÃO HISTÓRICA EM LISBOA

Henriques, Dulce Franco ⁽¹⁾; Silveira, Paulo Malta da ⁽²⁾

Instituto Superior de Engenharia de Lisboa – Instituto Politécnico de Lisboa, Grupo de Investigação CERIS – IST, mphenriques@dec.isel.ipl.pt ⁽¹⁾; Instituto Superior de Engenharia de Lisboa – Instituto Politécnico de Lisboa, psilveira@dec.isel.ipl.pt ⁽²⁾

RESUMO

Os edifícios antigos transportam para o presente, mensagens do passado sobre os materiais e técnicas, muitas vezes centenários, utilizados pelas gerações que nos precederam. No presente texto são apresentadas as técnicas construtivas de madeira em edifícios, tal como foram transmitidos pelos seus intervenientes. Esta transmissão verifica-se, quer por registos escritos e livros publicados, quer pelo testemunho visível das próprias construções ainda existentes. O texto incide sobre as técnicas construtivas que se passaram a implementar após o grande terremoto de Lisboa em 1755, dando relevo ao papel central que a madeira ocupava nos complexos sistemas estruturais, formando um conjunto com elevada resistência contra sismos, o qual se passou a designar por “gaiola pombalina”. Apresenta-se também o modo como esses sistemas construtivos foram sendo sucessivamente simplificados ao longo do séc. XIX, até se terem deixado de construir na primeira metade do séc. XX, com a entrada do betão armado na indústria da construção. O texto começa pela apresentação das principais épocas construtivas na zona de Lisboa e centro-sul de Portugal, segundo definição de diversos autores. Faz depois a descrição da tecnologia específica de aplicação da madeira nos principais elementos estruturais: paredes, pavimentos e coberturas. Dá-se um especial destaque à utilização da madeira nas paredes e à forma como esta se interliga com a alvenaria de pedra e cal aérea, tal como com os pavimentos, promovendo a dissipação de energia e a proteção dos habitantes durante a ocorrência de um sismo. Pretende-se, assim, com este texto, dar a conhecer um sistema construtivo do séc. XVIII que, por ser altamente inteligente, se mantém até hoje. Do mesmo modo, pretende lançar a discussão sobre a possibilidade da utilização hoje, com materiais atuais, dos mesmos princípios construtivos estruturais da dita “construção pombalina”.

Palavras-Chaves: madeira; construção histórica; gaiola pombalina; sistema estrutural.

ABSTRACT

Old buildings convey to the present messages from the past about the materials and techniques, often centenarians, used by the generations that preceded us. The present text presents the constructive techniques of wood in buildings, as transmitted by its stakeholders. This transmission occurs either by written records and published books or by the visible evidence of the constructions still existing. The text focuses on the construction techniques that came to be implemented after the great earthquake of Lisbon in 1755, highlighting the central role that wood occupied in the complex structural systems, forming a joint with high resistance against earthquakes, which was designated as "pombalino cage". It is also presented the way in which these constructive systems were successively simplified throughout the 19th century, until they were no longer built, in the first half of the 20th century, with the entrance of reinforced concrete in the construction industry. The text begins with the presentation of the main constructive periods in the Lisbon and south-central area of Portugal, as defined by several authors. It is then described the specific technology of wood application in the main structural elements: walls, floors and roofs. Emphasis is given to the use of wood on the walls and to the way it interconnects with stone masonry and aerial lime, as with floors, promoting the dissipation of energy and protection of the inhabitants during the occurrence of an earthquake. Therefore, it is intended with this text to make known a constructive system of the 18th century which, because it is highly intelligent, continues to this day. Likewise, it intends to launch a discussion about the possibility of using today's materials, using the same structural principles of the so-called "Pombalino construction".

Keywords: wood; historical construction; pombalino cage; structural system.

1. INTRODUÇÃO

O ano de 1755 apresenta-se como um ponto de viragem ímpar na história da construção do centro e sul do país, uma vez que foi a partir da reconstrução após o terremoto que se implementaram e consolidaram novas técnicas construtivas, em que a madeira passou ter uma importância central. De facto, como refere Appleton (1999), o auge da importância da madeira como material de construção deu-se nessa época, com o incremento da técnica do frontal, a qual se baseia na constituição de uma estrutura de madeira parcialmente preenchida por alvenaria em paredes que, ligada às estruturas dos pavimentos e coberturas, constitui a *gaiola* Pombalina. Forma-se assim um reticulado tridimensional de elevada flexibilidade que, aliada a uma grande capacidade de dissipação de energia, dota os edifícios de excepcionais características anti-sísmicas (Appleton, 2003).

É certo, porém, que a pureza desta técnica se foi dissipando ao longo dos anos e que, passado cerca de um século, se praticava na construção de edifícios correntes um aligeiramento e empobrecimento de materiais, bem como um muito menor cuidado nos pormenores construtivos e ligações estruturais. Essa situação deu origem a um novo tipo de edifícios denominados do tipo gaioleiro, que se individualizou como época construtiva própria a partir de 1870 (Oliveira & Cabrita, 1985). Esta alteração dá-se, não só devido ao grande incremento da construção nesta época com inerentes implicações económicas, mas sobretudo à perda da noção da necessidade de bem construir, para a qual o grande sismo alertara (Appleton, 2003).

Por outro lado, surge um outro importante ponto de viragem na construção civil portuguesa quando, a partir dos anos 20-30 do século XX, se dá o abandono sucessivo da construção de estruturas em madeira e se passa à utilização quase exclusiva do betão armado (Oliveira & Cabrita, 1985). De facto, no final do séc. XIX e ao longo do séc. XX, a utilização de madeira em edifícios apresentou um declínio progressivo. Este declínio foi mais acentuado no caso da utilização estrutural de elementos de madeira, em consequência do favorecimento / competição de novos materiais de construção, nomeadamente o betão armado, tido como mais durável e fácil de fabricar ou especificar em função do desempenho pretendido na obra (Machado *et al.*, 2005).

2. CARACTERIZAÇÃO GENÉRICA DAS ÉPOCAS CONSTRUTIVAS

2.1. EDIFÍCIOS DE ALVENARIA DA ÉPOCA POMBALINA E SIMILARES (1755 A 1870)

A construção pombalina, que limitava a altura dos edifícios a três pisos mais mansarda, era constituída por grossas paredes mestras de alvenaria de pedra ligadas a um pórtico tridimensional interior em madeira. Em muitos casos, o edifício assentava sobre um andar térreo com arcaria em pedra ou abóbodas de tijolo (Oliveira & Cabrita, 1985). Acima desse andar, era construído um sistema de travamento tridimensional formado, horizontalmente, pelas estruturas de madeira dos pisos e cobertura e, verticalmente, pelas paredes divisórias em *gaiola* (Silva *et al.*, 1994). As paredes em *gaiola*, colocadas em direcções ortogonais e dotadas de elementos adicionais de travamento ao longo da ligação aos pisos, conferem ao conjunto elevada ductilidade e resistência estrutural (Silva *et al.*, 1994; Oliveira & Cabrita, 1985). Dava-se nessa época muita importância ao rigor colocado no detalhe construtivo de ligação da *gaiola* à alvenaria, essencialmente por meio de pernos metálicos chumbados nas pedras (Oliveira & Cabrita, 1985; Henriques, 2015).

As espécies mais frequentemente utilizadas nas estruturas de madeira eram, segundo Appleton (2003), o Castanho de origem nacional e, em menor grau, o Choupo, o Cedro e o Carvalho. As Casquinhas e em menor grau, o Pitespaine tinham também uma aplicação frequente, sobretudo em obras de maior importância.

2.2. EDIFÍCIOS DE ALVENARIA DO TIPO GAIOLEIRO (1870 A 1930)

O grande crescimento urbanístico que se verificou nesta época é caracterizado pela ocupação urbana de grandes áreas e também pelo acréscimo em altura de um ou dois pisos de muitos dos edifícios pombalinos existentes. Os edifícios novos vão apresentando progressivamente maior altura, 5 a 6 pisos, e a estrutura tridimensional de madeira vai sendo utilizada cada vez menos, chegando a ser postos de lado alguns elementos de solidarização horizontal das paredes mestras (Oliveira & Cabrita, 1985).

São de realçar as diferenças resultantes do abandono da técnica do frontal na execução das paredes, para a construção generalizada de paredes mestras nas fachadas principal e posterior em alvenaria de pedra com grande espessura, paredes de tijolo maciço com espessuras de cerca de 30 cm nas empenas, e paredes divisórias em tabique ou tijolo furado (Oliveira & Cabrita, 1985). Paralelamente, a estrutura dos pavimentos em barrotes de madeira passou a descarregar directamente sobre as paredes, através de alguns centímetros de entrega (Oliveira & Cabrita, 1985). Em termos de opções arquitectónicas, verificou-se, nas zonas urbanas, o aumento progressivo da profundidade dos edifícios em banda e a criação de saquões de ventilação e iluminação, sensivelmente a meia distância entre fachadas, bem como a instalação de marquizes no tardo, muitas vezes em estrutura metálica e blocos cerâmicos (Oliveira & Cabrita, 1985).

No que se refere ao tipo de madeira utilizado neste tipo de construção, verificou-se o abandono quase total da utilização de Casquinha nos madeiramentos, para a aplicação generalizada do Pinho bravo que, a partir dos finais do século XIX, se tornou, pela sua abundância no país, na principal fonte de abastecimento das estruturas de madeira (Appleton, 2003).

3. MADEIRA EM PAREDES

De uma forma genérica, e pretendendo abranger as duas épocas construtivas, com todos os seus tipos de construção em madeira, pode-se caracterizar as paredes mais comuns das edificações antigas em três grandes grupos: paredes de alvenaria, frontais e tabiques.

3.1. PAREDES DE ALVENARIA

As paredes de alvenaria que constituem as fachadas dos edifícios pombalinos, têm espessuras da ordem de 0,90 m ao nível do rés-do-chão e são sucessivamente aligeiradas na sua espessura até ao piso mais elevado (Silva *et al.*, 1994). Nessas paredes, fica embebida uma estrutura de madeira, servindo também de suporte aos peitoris e aros da caixilharia. Os prumos definem os vãos das portas e janelas e são contraventados horizontalmente por travessanhos ou por vergas de vãos. A *gaiola* de madeira liga-se à alvenaria através de peças da madeira denominadas *mãos* (Leitão, 1896). Para o assentamento dos barrotes dos pavimentos e telhados, é embebida na parede uma viga horizontal em madeira, denominada frechal.

3.2. FRONTAIS

São paredes de estrutura mista de madeira e alvenaria, tornando-se, na época pombalina, as principais paredes divisórias interiores dos edifícios ordinários. Utilizam-se pouco nas paredes exteriores, excepto nas mansardas, em que são a solução mais comum. Têm a vantagem de formar paredes de pequena espessura, mais leves do que as de alvenaria e de admitir alguma deformação antes da rotura.

A disposição construtiva mais comum é a do frontal tecido que se representa na Figura 01, constituído por prumos de secção de (0,10 a 0,15) m x (0,08 a 0,10) m, encaixados e pregados nas vigas do pavimento e nas vigas do teto, com um afastamento de cerca de 1 m de largura. A formação de triângulos pelas cruces de Santo André garante a indeformabilidade da estrutura e a sua capacidade de resistir a um sismo. Dividida a altura do pé-direito em partes iguais, assentam-se travessanhos horizontais de prumo a prumo e, nos retângulos formados entre os prumos e os travessanhos, introduzem-se escoras na diagonal. A viga que se localiza sob o vigamento do pavimento também toma a designação de frechal (Figura 01 e Figura 02).

De forma a melhorar a aderência e o funcionamento conjunto entre a argamassa de revestimento e a madeira, lascava-se a superfície das faces desta (Figura 03) ou então pregavam-se fasquias afastadas entre

si, garantindo uma superfície irregular por onde a argamassa se introduzia. Esta ligação é fundamental para garantir a mobilização das resistências ao corte entre materiais com características físico-mecânicas tão diferentes entre si.

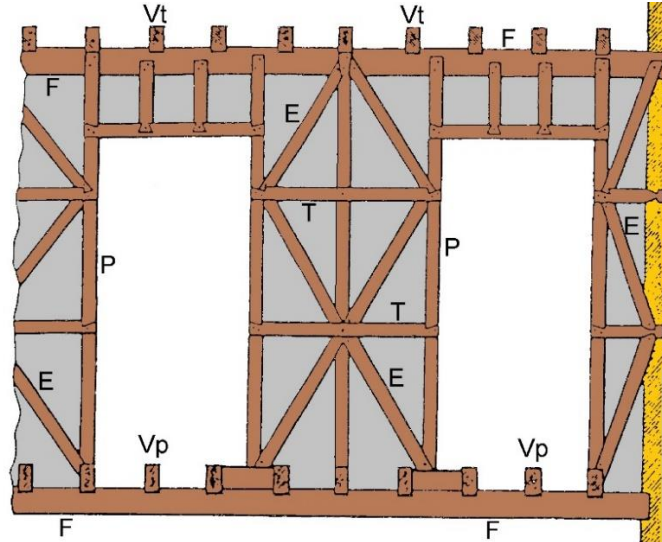


Figura 01: Representação esquemática de frontal tecido. Fonte: Adaptado de Leitão, 1896

Legenda: Vp - viga de pavimento; Vt - viga de teto; F - frechal; P - prumo; T - travessanho; E - escora.



Figura 02: Frontal em paredes de caixa de escadas (edifício da rua Duques de Bragança, Lisboa, 2009)

Fonte: Acervo dos autores



Figura 03: Pormenor de madeiramentos lascados em frontal (edifício da rua Duques de Bragança, Lisboa, 2009)

Fonte: Acervo dos autores

3.3. TABIQUES

Os tabiques constituem as paredes interiores secundárias e é possível encontrá-los em todos os tipos de construções. Têm em geral pequena espessura, não excedendo 0,10 m, assentam nos pavimentos ou nas paredes e, quando têm sequência na vertical, conferem um acréscimo de resistência sísmica ao edifício. De uma forma geral, o tabique era construído depois do vigamento do pavimento.

O chamado tabique simples (Figuras 04 a 08) era em geral, constituído por uma ordem de tábuas costaneiras no interior não limpas nem aplainadas, espaçadas entre si de pelo menos 1 cm, e pregadas ao

alto em calhas que se fixavam, uma sobre o soalho e outra no tecto. As tábuas tinham espessuras de cerca de 0,04 m (semelhante às de solho) e as calhas eram sarrafões com um rebaixo para o assentamento das costaneiras. Para conferir maior rigidez ao conjunto, eram por vezes pregadas aspas. Ortogonalmente, eram pregadas fasquias de secção trapezoidal pela sua face menor sobre as pranchas de tabique, cujo conjunto tomava a designação de fasquiado.

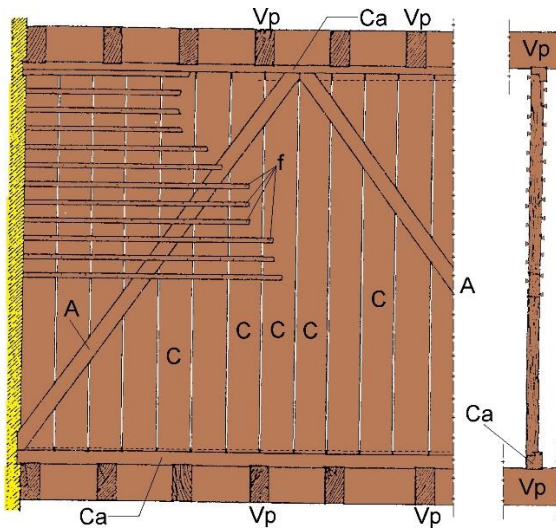


Figura 04: Representação esquemática de tabique simples

Fonte: Adaptado de Leitão, 1896

Legenda: Vp – Viga de pavimento; Ca – Calha de pavimento e de tecto; C – Tábuas costaneiras; A – Tábuas de aspas; f – Fasquias.



Figura 05: Tabique simples, em que se distinguem as costaneiras e uma aspa (edifício da rua Duques de Bragança, Lisboa, 2009)

Fonte: Acervo dos autores



Figura 06: Fasquiado em paredes e tetos (edifício da travessa dos Mestros, Lisboa, 2004)

Fonte: Acervo dos autores



Figura 07: Representação esquemática em corte de tabique simples

Fonte: Adaptado de Silveira *et al.*, 2003



Figura 08: Corte de tábua costaneira, fasquias em arco de castanho e argamassa de envolvimento

Fonte: Acervo dos autores

O acabamento final era em argamassa de cal que, aplicada sobre a face e os interstícios do fasquiado, aumentava a resistência da ligação à tracção e ao corte (Leitão, 1896). Em tempos mais remotos, utilizou-se o arco de castanho rachado a meio e pregado com a superfície curva voltada para a parede (Figura 08). Acabou, no entanto, por ser posto de parte e substituído pelo Pinho bravo e pela Casquinha, que eram mais vantajosos por terem secção regular e uniforme (Figura 07). Aplicavam-se também fasquiados sob

as vigas de pavimento, para formar os tectos, segundo a mesma técnica utilizada nos acabamentos de paredes (Figura 06)

Outro tipo de tabique comum era o aliviado ou suspenso, que se utilizava quando a parede tinha um comprimento elevado ou o pavimento não estava muito apto a receber a sua sobrecarga no seu local de realização.

Nas construções menos cuidadas, era por vezes realizado o tabique ligeiro, constituído apenas por uma estrutura aligeirada de sarrafões, que suportavam, de um e de outro lado, placas de estafe pregadas, na formação dos seus paramentos (Leitão, 1896).

4. MADEIRA EM PAVIMENTOS

A estrutura de madeira organiza-se com os vigamentos principais paralelos, com um afastamento entre eixos que varia, em função de vários factores, entre cerca de 0,20 e 0,40 m. Appleton (2003) refere uma regra que apontava para a adopção de afastamentos entre vigas iguais à sua largura, regra essa, porém, só encontrada na melhor construção da época pombalina, tendo evoluído a prática construtiva, para vigas cada vez mais estreitas e com maiores afastamentos (Figura 09 e Figura 10).



Figura 09: Estrutura de pavimento, após ter sido retirado o teto (edifício da rua Duques de Bragança, Lisboa, 2009)

Fonte: Acervo dos autores



Figura 10: Estrutura de pavimento, após ter sido retirado o soalho (palacete Ribeiro da Cunha, Lisboa, 2010)

Fonte: Acervo dos autores

Refere também Appleton (2003) que as limitações decorrentes da dimensão dos espécimes florestais levaram a privilegiar o recurso a perfis com altura igual ou inferior a 0,20 m, o que limitou o vão que estes elementos simples podiam vencer a valores de cerca de 4 m.

Costa, em 1955, redigiu a seguinte recomendação, de acordo com a prática corrente na época, que corresponde à dos edifícios do tipo gaioleiro, verificando-se, por este texto, o sub-dimensionamento estrutural a que, numa época tardia dos gaioleiros, se votavam os pavimentos:

O afastamento das vigas depende geralmente das dimensões da dependência a sobradar, mas em regra usa-se afasta-las umas das outras 0,30 m ou então 0,40 m do meio a meio de cada viga. As secções das vigas dependem também das dimensões das dependências em que tomam lugar, mas nas construções vulgares em que as dependências em geral pouco mais medem que 4,00 m de lado, essas secções são de 0,10 m de espessura por 0,18 m de altura. Quando o comprimento de qualquer dependência atinge 6,00 m, o que é raro em pavimentos de madeira, aplicam-se vigas com a secção de 0,12 x 0,20 m. (Costa, 1955).

Como forma de ultrapassar a dificuldade em construir pavimentos de grandes vãos para casos da construção nobre civil ou religiosa, criavam-se vigas transversais de grande altura onde descarregava a estrutura do pavimento ou então compunham-se elementos de grande secção pela justaposição por colagem ou pregagem de elementos de menor secção. Nas construções do séc. XIX, estes grandes perfis eram substituídos por perfis de ferro de secção em I (Appleton, 2003).

Frequentemente, sobretudo na construção pombalina, o vigamento era assente sobre frechais, coroando as paredes interiores (frontais ou tabiques) ou embebidos nas paredes exteriores junto à face interior (Costa, 1955). Uma solução mais simples, adoptada posteriormente, consistia no encaixe das vigas em aberturas nas paredes exteriores que, nas alvenarias de pedra irregular, incluíam um bloco aparelhado que se colocava no lado inferior da abertura e que promovia a distribuição das cargas no interior da alvenaria.

Os pavimentos eram tarugados ao vigamento por intermédio de pequenos elementos transversais, encaixados em linha recta e pregados a ele, com altura igual à da viga. Tinham a função de impedir a encurvadura ou oscilação das vigas e promover o seu travamento. Em geral, aplicava-se uma ordem de tarugos a meio vão, nos vãos a partir de 4 m e para vãos maiores, de 2,50 em 2,50 m (Appleton, 2003).

5. MADEIRA EM COBERTURAS

Apesar da expressão exterior da cobertura tradicional ser, em geral, a forma triangular, muitas são as soluções encontradas para a sua estrutura de suporte, variando ao longo do tempo, bem como em função do nível de qualidade e do tipo de edifício que a suporta (Branco, 1993). À medida que os edifícios ganham importância, pela sua dimensão ou importância social, as coberturas tornam-se mais complexas.

As asnas, obtidas pela triangulação de elementos simplesmente ligados entre si, são os tipos estruturais mais comuns, adaptando-se bem a geometrias variáveis de coberturas. Partindo, por exemplo, de uma asna simétrica de duas águas, era possível adaptá-la à colocação de lanternins, à execução de trapeiras, de mansardas ou seccioná-la superior e lateralmente para fazer a sua adaptação a coberturas de várias águas (Appleton, 2003).

Nos casos mais simples, as asnas são constituídas por um conjunto triangulado de vários elementos denominados pernas, linha, pendural e escoras. Na asna simples, a linha fica sempre em posição horizontal, as pernas assentam sobre a linha em posição inclinada para a formação das vertentes do telhado, o pendural fica apertado verticalmente no vértice do telhado pelas pernas e as escoras ficam inclinadas, ligando as pernas ao pendural. As ligações das diferentes peças são feitas por intermédio de samblagens em asnas grandes ou de grande importância. As restantes são muitas vezes desprovidas de ferragens, fazendo-se as ligações entre elementos, por entalhes pregados (Costa, 1955).

Como forma ilustrativa, apresenta-se um exemplo da estrutura mais comum de cobertura, ressaltando no entanto que, segundo Branco (1993), por maiores que sejam as variações, as designações dos elementos mantêm-se para peças de iguais funções, como se seguem:

- Ripado disposto segundo linhas de nível do plano inclinado, afastadas entre si a dimensão indicada para apoio das telhas;
- Varedo ou conjunto de varas sobre as quais descarrega o ripado e que acompanha o perfil do telhado, apoiando o seu extremo superior na fileira, o inferior no frechal e o vão em madres intermédias, se existentes;
- Madres sobre as quais descarregam as varas e que servem para lhes reduzir o vão, sendo dispostas horizontalmente;
- Fileira que é a linha de encontro das varas que formam dois planos, dispondo-se horizontalmente e formando o nível mais elevado da estrutura da cobertura;
- Frechais dispostos quase sempre já sobre as paredes e descarregando nas pontas das asnas, recebendo as pontas inferiores das varas e servindo apenas para as ligar entre si e a parede;
- Asnas que dão o formato à cobertura, recebem a descarga das madres e fileira, apoiando-se pelos extremos em paredes ou em pilares da construção; são constituídas por um conjunto triangulado de vários elementos.

A asna com apoios intermédios (Branco, 1993) surgiu pela necessidade de criar espaço utilizável no interior da cobertura e apresenta uma linha a meia altura, ligada às pernas a meio vão e suportada pelo

pendural. Como apoio do nó, são interpostas duas escoras verticais descarregando na linha ou num frechal que por sua vez descarrega na linha. Sobre o nó da perna, poderá descarregar uma madre (Figuras 11 a 13).

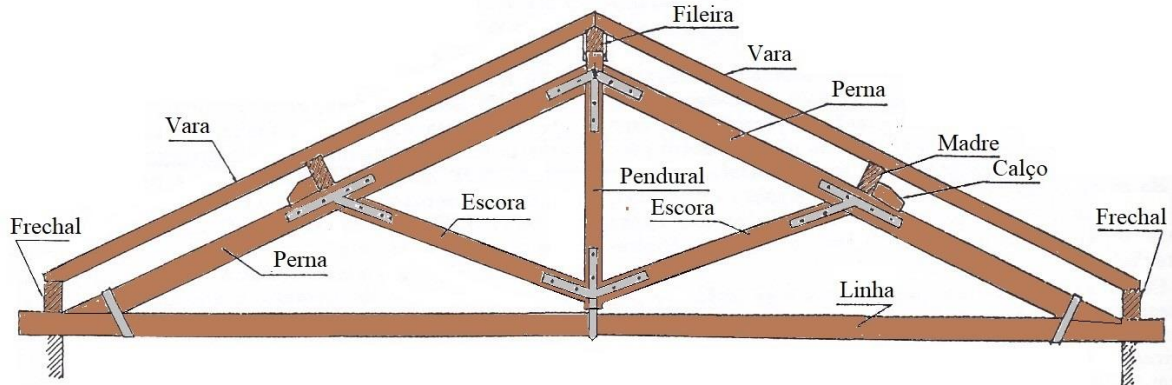


Figura 11: Representação de estrutura tradicional de cobertura

Fonte: Adaptado de Segurado (cerca de 1935)



Figura 12: Assentamento de asna em parede (edifício da rua Duques de Bragança, Lisboa, 2009)

Fonte: Acervo dos autores



Figura 13: Parte central: pendural, linha, pernas e escoras (edifício em Mafra, 2008)

Fonte: Acervo dos autores

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pretendeu-se, com a presente comunicação, sensibilizar todos os intervenientes na temática da reabilitação do património edificado, para preservar sempre que possível as mensagens do passado que nos foram deixadas por quem nos antecedeu, sob a forma dos edifícios antigos. Mesmo quando os edifícios não estão legalmente protegidos pelos organismos públicos ou mesmo por classificação internacional, deverá haver uma sensibilização por parte do comprador, do utilizador dos edifícios, ou mesmo da sociedade civil de um modo geral, para as falsas reabilitações ou reabilitações de fachada. Constroi-se muitas vezes um edifício totalmente de novo num qualquer centro histórico urbano envolvente, imitando por vezes muito ligeiramente a arquitetura da época circundante. O promotor imobiliário designa quase sempre esta intervenção por reabilitação, o que na verdade não é, destruindo por completo o verídico e autêntico património imobiliário antigo edificado.

O interesse económico em jogo determina a obtenção de compartimentos de grandes áreas, ou pior anda, a obtenção de áreas úteis maximizadas, o que tem conduzido a grandes atentados contra o património antigo existente. Atualmente tem-se assistido à apresentação em congressos de situações de ganhos de área útil em reabilitações de edifícios antigos, com a contabilização do ganho económico obtido, à custa do *desengrossamento* de paredes de edifícios antigos. Esta situação, como facilmente se entende, altera

por completo o equilíbrio estrutural original das edificações, destroi os elementos construtivos existentes e a verdade história do edificado.

Outras vezes, em situações que a sociedade já aceita como naturais, deixa-se apenas a fachada procedendo-se à demolição de todo o interior. Trata-se mais uma vez de falsa reabilitação que pouco a pouco vai destruindo o nosso património antigo edificado em nome do progresso e da obtenção do máximo lucro possível, com a anuência dos poderes públicos. Sendo consensual que a participação dos tabiques no antigo sistema estrutural é limitada e tendo como motivação a obtenção de maiores áreas de compartimentos, ou o adequado isolamento sonoro dos mesmos, os tabiques têm sido imensamente destruídos.

Termina-se referindo que os bairros históricos antigos e genuínos, nas grandes cidades, são cada vez mais minoritários nos conjuntos urbanos, apesar de constituírem as zonas mais interessantes e diferenciadoras do ponto de vista turístico e arquitetónico. Deveriam, por isso, ser alvo de um cuidado muito especial.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Politécnico de Lisboa (IPL) pelo apoio financeiro através do Projeto de Investigação TEC-TIMBER (ref.^a IPL/2019/TEC-TIMBER_ISEL).

REFERÊNCIAS

Appleton, João. 1999. “Conservação e reabilitação de estruturas de madeira – Metodologias de intervenção”. Estruturas de madeira: reabilitação e inovação. Edited by GECORPA, Lisboa. 31-43

Appleton, João. 2003. Reabilitação de edifícios antigos. Patologias e tecnologias de intervenção. Amadora, Edições Orion.

Branco José da Paz. 1993. “Dicionário técnico de construção civil. Coleção - Aprender construção civil.” Editor Cooptécnica / Escola Profissional Gustave Eiffel. 2ª. edição. Queluz.

Costa Pereira da. 1955. “Enciclopédia prática da construção civil.” Edição do autor. Lisboa: Portugália editora.

Henriques Dulce Franco, 2015. "Pavimentos", in Caderno de Síntese Tecnológica: Reabilitação de Edifícios, Plataforma Tecnológica Portuguesa da Construção, Lisboa, pp. 50.

Leitão, Luiz. 1896. “Curso elementar de construções. Elaborado segundo o programa da Escola Central da Arma de Engenharia.” Lisboa: Imprensa Nacional.

Machado José Saporiti, Nunes Lina, Cruz Helena. 2005. “Mitos e factos relacionados com o desempenho de elementos de madeira em edifícios”. 3º ENCORE - Encontro sobre conservação e reabilitação de edifícios, Lisboa, Portugal. 1281-1290.

Oliveira, C.; Cabrita, A. 1985. “Tipificação do parque habitacional.” 1º Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios de Habitação, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 17 a 21 de junho de 1985.

Segurado, João Emílio dos Santos. cerca de 1935. “Trabalhos de carpintaria civil. Biblioteca de instrução profissional.” 8ª. edição revista. Lisboa: Livraria Bertrand.

Silva Vitor Coias e, Gomes J. V., Alvarez M. de Lurdes, Domingues F. 1994 “Apoio à modelação estrutural por métodos não destrutivos de paredes de travamento dos edifícios “em gaiola” da baixa pombalina de Lisboa” 2º ENCORE - Encontro sobre conservação e reabilitação de edifícios, LNEC, Lisboa, pp 127-136

Silveira Paulo, Veiga Rosário, Brito Jorge de. 2003. Paredes Estucadas em Edifícios Antigos. 3º ENCORE - Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios, Laboratório Nacional de Engenharia Civil. maio 2003, Lisboa.