U.PORTO

FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA UNIVERSIDADE DO PORTO

TIPIFICAÇÃO DE SOLUÇÕES DE REABILITAÇÃO DE PAREDES DE MADEIRA EM EDIFÍCIOS ANTIGOS

FLÁVIO MIGUEL SARAIVA FLÓRIDO

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES CIVIS

JANEIRO DE 2010

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2009/2010

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

http://www.fe.up.pt

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2009/2010 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

Aos meus Pais

AGRADECIMENTOS

Durante a elaboração desta dissertação foi determinante o apoio de várias pessoas e entidades, que com os seus valiosos contributos e inquebrável apoio permitiram a conclusão do trabalho, e às quais pretendo agradecer, dentro as quais pretendo salientar:

- Ao Professor Doutor José Manuel Marques Amorim de Araújo Faria, como orientador desta dissertação, e que sempre esteve disponível para o esclarecimento de dúvidas, partilhar conhecimentos adquiridos, e todo o apoio indispensável ao trabalho;
- À Arquitecta Luísa Sarmento, pela disponibilidade do caso de estudo indispensável ao trabalho, e pela sua apresentação no local do edifício;
- Aos meus pais e irmãos, por todo o apoio e dedicação, e que com sacrifício próprio permitiram a conclusão do trabalho;
- À Liliana, pelo seu carinho, paciência e inigualável apoio.

RESUMO

A presente dissertação foi elaborada no âmbito da unidade curricular Projecto / Investigação da Opção de Construções Civis do 5º Ano do Mestrado Integrado em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, no ano lectivo 2009/10, e tem como tema central o estudo de soluções de reabilitação de paredes em madeira em edifícios antigos.

O trabalho realizado consistiu numa sintetização dos conhecimentos presentes em bibliografia elaborada por peritos na área, procurando um levantamento das tipologias construtivas, e também das anomalias e patologias.

Posteriormente, elaborou-se um conjunto de propostas de intervenção nas áreas de restauro e reabilitação, que permitam satisfazer as necessidades encontradas e resolver os problemas presentes nas paredes.

Para além disso, a dissertação apoiou-se numa análise de um caso prático, onde se procurou ligar as necessidades do edifício com todo o conhecimento até aí adquirido e exposto no trabalho.

Assim, através de toda a pesquisa e análise feita, inclusive através do caso de estudo, procurou-se criar um documento de fácil acesso e leitura, que possa servir de auxílio em intervenções de reabilitação ou restauro de paredes em madeira em edifícios antigos, contribuindo para uma mais correcta, económica e eficiente intervenção no património edificado do género

PALAVRAS-CHAVE: paredes, madeira, anomalias, reabilitação ou restauro, estudo de caso.

ABSTRACT

This dissertation was prepared under the context of the 5th year's curriculum unit of project/research, of the Integrated Master's degree in Civil Engineering of the Faculty of Engineering of the University of Porto, in the academic year 2009/10, and has as its central theme the study of rehabilitation solutions of wooden partitions and walls in old buildings.

The work is a synthesis of knowledge that has resulted of the study of bibliography prepared by experts in the area, searching for a catch of constructive typologies, and also of the anomalies and pathologies.

Subsequently, it was done a set of proposals of intervention in the areas of restoration and rehabilitation that are meant to solve any problematic issues found in the walls and partitions.

In addition, the dissertation is supported by the analysis of a real case study, which was introduced in order to link the needs of the studied building with all the knowledge acquired and exposed in this work.

Thus, throughout the previous research and analysis, including the case study, this work tries to create a document that provides easy access and reading, and which can provide help in rehab and restoration's interventions on wooden walls and partitions in old buildings, giving a contribution to a more correct, efficient and economical intervention in the urban heritage.

KEYWORDS: walls, wood, anomalies, rehabilitation and restoration, case study.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS i

RESUMO iii

ABSTRACT v

1. INTRODUÇÃO 1

1.1. OBJECTO, ÂMBITO E JUSTIFICAÇÃO 1

1.2. BASES DO TRABALHO 2

1.3. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO 2

2. TIPOLOGIAS EM MADEIRA EM EDIFÍCIOS ANTIGOS 5

2.1. EDIFÍCIOS DE CONSTRUÇÃO TRADICIONAL 5

2.1.1. FUNDAÇÕES 6

2.1.2. PAVIMENTOS 6

2.1.3. COBERTURAS 7

2.1.4. ESCADAS 8

2.1.5. VÃOS EXTERIORES 9

2.2. TIPOLOGIAS DE PAREDES EM EDIFÍCIOS ANTIGOS 10

2.3. TIPOLOGIAS DE PAREDES EM MADEIRA EM EDIFÍCIOS ANTIGOS 12

2.3.1. PAREDES ESTRUTURAIS 13

2.3.1.1. TAIPA DE FASQUIO 13

2.3.1.2. REVESTIMENTO EXTERIOR – TAIPA DE FASQUIO 15

2.3.1.3. REVESTIMENTO INTERIOR – TAIPA DE FASQUIO 17

2.3.1.4. TAIPA DE RODÍZIO 17

2.3.1.4.1. TAIPA DE RODÍZIO SEM TRAVAMENTO 17

2.3.1.4.2. TAIPA DE RODÍZIO COM TRAVAMENTO 18

2.3.1.4.3. TAIPA DE RODÍZIO COM TRAVAMENTO – TIPO TABIQUE MISTO 19

2.3.1.4.4. TAIPA DE RODÍZIO COM TRAVAMENTO – TABIQUE SIMPLES REFORÇADO 20

2.3.1.4.5. REVESTIMENTOS INTERIORES DAS PAREDES DE TAIPA DE RODÍZIO 21

2.3.1.4.6. REVESTIMENTOS EXTERIORES DAS PAREDES DE TAIPA DE RODÍZIO 22

2.3.2. PAREDES NÃO ESTRUTURAIS 23

2.4. GAIOLA POMBALINA – PAREDE DE FRONTAL 25

2.5. LIGAÇÕES NAS PAREDES DE MADEIRA EM EDIFÍCIOS ANTIGOS 27

2.5.1. LIGAÇÕES MADEIRA – MADEIRA 27

2.5.2. LIGAÇÕES MADEIRA – PEDRA 29

3. TIPIFICAÇÃO DE PROBLEMAS EM PAREDES EM MADEIRA EM EDIFÍCIOS ANTIGOS 31

3.1. INTRODUÇÃO E GENERALIDADES 31

3.2. RESTAURO VS REABILITAÇÃO – A PROBLEMÁTICA DO TIPO DE INTERVENÇÃO 31

3.2.1. RESTAURO - ORIENTAÇÃO 32

3.2.2. REABILITAÇÃO - ORIENTAÇÃO 34

3.3. MODERNIZAÇÃO FUNCIONAL E ESPACIAL 35

3.3.1. INSTALAÇÕES TÉCNICAS DE ÁGUAS E ESGOTOS 36

3.3.1.1. AGENTES BIOLÓGICOS – DEGRADAÇÃO ASSOCIADA À HUMIDADE 38

3.3.1.2. ACÇÃO DA ÁGUA 40

3.3.1.3. ACÇÃO QUÍMICA 41

3.3.2. INSTALAÇÕES TÉCNICAS - OUTRAS 42

3.3.3. ABERTURA DE VÃOS 44

3.3.4. NOVOS ACESSOS VERTICAIS / REABILITAÇÃO DOS EXISTENTES 45

3.3.5. NOVAS NECESSIDADES ESPACIAIS 47

3.3.6. ACABAMENTOS E REVESTIMENTOS 48

3.4. SEGURANÇA CONTRA RISCOS DE INCÊNDIO 51

3.5. CONFORTO TÉRMICO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA 53

3.6. CONFORTO ACÚSTICO 56

3.7. SEGURANÇA ESTRUTURAL 57

4. TIPIFICAÇÃO DE SOLUÇÕES EM PAREDES DE MADEIRA EM EDIFÍCIOS ANTIGOS 61

4.1. INTRODUÇÃO E GENERALIDADES 61

4.2. RECUPERAÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS - RESTAURO 61

4.2.1. REMOÇÃO DOS ELEMENTOS DEGRADADOS 62

4.2.2. TRATAMENTO CURATIVO E PREVENTIVO DAS MADEIRAS EXISTENTES 62

4.2.3. RECONSTITUIÇÃO DAS PAREDES – ESTRUTURA DE MADEIRA 64

4.2.4. ENCHIMENTOS 65

4.2.5. Revestimentos e Acabamentos 66
4.2.6. Paredes com Elevado Valor Patrimonial 66
4.3. Segurança Estrutural 68
4.3.1. Paredes Estruturais 68
4.3.1.1. Parede Muito Esbelta 68
4.3.1.2. Resistência Insuficiente 69
4.3.1.3. Acções Localizadas 70
4.3.2. Paredes Não Estruturais 70
4.3.3. Novos Vãos 70
4.4. Segurança Contra Incêndios 71
4.5. Compatibilização com Soluções Modernas - melhoria ligeira do conjunto 72
4.5.1. Possibilidade de Incorporar Novas Instalações 73
4.5.1.1. Limitação Espacial na Incorporação de Instalações 73
4.5.1.2. Ruído Gerado pelas Instalações 75
4.5.1.3. Localização das Casas de Banho e das Cozinhas 75
4.5.2. Novas Soluções de Revestimento e Acabamentos 76
4.6. Melhoria Significativa do Desempenho – Reabilitação 77
4.6.1. Conforto Térmico 77
4.6.1.1. Isolamento Térmico Aplicado pelo Exterior 78
4.6.1.2. Isolamento Térmico Aplicado pelo Interior 81
4.6.1.3. Isolamento Térmico na Caixa-de-ar 84
4.6.2. Conforto Acústico 84

5. ESTUDO DE CASO – EDIFÍCIO DA BAIXA RIBEIRINHA DO PORTO 87

5.1. Introdução 87
5.2. Localização e Identificação do Edifício 87
5.3. Arquitectura 88
5.4. Caracterização Construtiva – Descrição Geral 89
5.5. Caracterização Construtiva - Detalhada 90
5.6. Intervenções Não Originais 94
5.7. Identificação das paredes 98
5.8. Diagnóstico das paredes de Madeira 102

5.9. PROPOSTA DE INTERVENÇÃO 103
5.9.1. INTRODUÇÃO 103
5.9.2. SUGESTÕES GERAIS DE INTERVENÇÃO – PAREDES E ESCADAS 104
5.9.3. ESCADAS 105
5.9.4. INFRA-ESTRUTURAS – CRITÉRIOS DE INSTALAÇÃO 107
5.9.5. MELHORIA DO CONFORTO 109
5.9.6. RESUMO DA INTERVENÇÃO PROPOSTA 110

6. CONCLUSÃO 113
6.1. PRINCIPAIS CONCLUSÕES 113
6.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS 115

BIBLIOGRAFIA 117

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.2.1 – Fundação em alvenaria de pedra (Appleton, 2003) 6
Fig.2.2 – Esquema estrutural de um pavimento e foto de outro existente (Teixeira, 2004)....7
Fig.2.3 – Esquema de uma cobertura tradicional (Teixeira, 2004)....8
Fig.2.4 – Esquema de uma cobertura com asna de pendural e escora (Lopes, 2007) 8
Fig.2.5 – Estrutura de uma escada, com as vergas parcialmente visíveis (Teixeira, 2004) 9
Fig.2.6 – Porta de madeira com envidraçado 10
Fig.2.7 – Janela de guilhotina....10
Fig.2.8 – Esquema de uma parede exterior em alvenaria de pedra (Teixeira, 2004)....11
Fig.2.9 – Aplicação das paredes em madeira em edifícios antigos (Teixeira, 2004)....11
Fig.2.10 – Foto de uma parede em taipa de fasquio, com vistas em corte da mesma, com tabuado duplo....14
Fig.2.11 – Configuração de encaixe do terceiro pano, quando presente, na taipa de fasquio 14
Fig.2.12 – Foto de um fasquiado numa taipa de fasquio 16
Fig.2.13 – Foto de soletos de ardósia aplicadas numa casa no Porto 17
Fig.2.14 – Foto de taipa de rodízio sem travamento (Teixeira *et al*, 1998) 18
Fig.2.15 – Foto de taipa de rodízio com travamento (Teixeira et al, 1998) 19
Fig.2.16 – Foto taipa rodízio tipo tabique misto (Teixeira *et al*, 1998)....19
Fig.2.17 – Figura esquemática da taipa de rodízio tipo tabique simples reforçado (Teixeira, 2004) 20
Fig.2.18 – Foto do pormenor de golpear a madeira....21
Fig.2.19 – Foto de chapas onduladas metálicas exteriores 22
Fig.2.20 – Exemplos de azulejos tradicionais em edifícios antigos....23
Fig.2.21 – Foto de tabique (Teixeira, 2004) 24
Fig.2.22 – Pormenor do fasquiado trapezoidal (Catalão, 2008)....24
Fig.2.23 – Rodapé de paredes de madeira (Teixeira, 2004)....25
Fig.2.24 – Estrutura tridimensional da gaiola Pombalina (Mascarenhas, 2004)....26
Fig.2.25 – Parede de frontal (Catalão, 2008)....26
Fig.2.26 – Esquemas de ligações entre elementos de madeira (Teixeira, 2004)....28
Fig.2.27 – Ligações na gaiola pombalina (Mascarenhas, 2004)....28
Fig.2.28 – Mão de madeira (Mascarenhas, 2004) 29
Fig.2.29 – Gatos metálicos (Mascarenhas, 2004)....30
Fig.3.1 – Foto da zona histórica do Porto 32
Fig.3.2 – Foto de um elemento com elevado valor 32

Fig.3.3 – Tipos de intervenção nos edifícios no enquadramento da dissertação 33

Fig.3.4 – Patologia originada por redes inadequadas (Appleton, 2003).....36

Fig.3.5 – Aspecto dos bolores na madeira (Costa, 2009). 39

Fig.3.6 – Aspecto dos fungos de podridão na madeira – podridão parda (Costa, 2009).....39

Fig.3.7 – Aspecto dos ataques de insectos xilófagos – Galerias de circulação (Lopes, 2008).....40

Fig.3.8 – Esquema das eflorescências e criptoflorescências (Pinho, 2000).....41

Fig.3.9 – Instalação eléctrica degradada (Paiva *et al*, 2006).....42

Fig.3.10 – Atravessamento de uma conduta através de uma parede de madeira (Catalão, 2008).....43

Fig.3.11 – Rede de gás antiga (Appleton, 2003).....44

Fig.3.12 – Fissuração devido à concentração de cargas em vãos (Appleton, 2003) 45

Fig.3.13 – Parede com argamassa fissurada (Paiva *et al*, 2006).....49

Fig.3.14 – Foto de um azulejo a descamar. (Paiva, 2006).....50

Fig.3.15 – Chapas metálicas enferrujadas.....50

Fig.3.16 – Queda de soletos (Paiva *e tal*, 2006) 50

Fig.3.17 – Elemento de fecho de vãos, no caso de janelas exteriores (Paiva *e tal*, 2006).....52

Fig.3.18 – Foto rede de incêndio em edifício (Paiva *e tal*, 2006) 52

Fig.3.19 – Foto de uma zona urbana – problema do ruído exterior (Paiva *e tal, 2006)*.....57

Fig.3.20 – Foto de um edifício com aumento em altura posterior à construção 58

Fig.3.21 – Foto de um edifício com instalação sanitária na varanda (Paiva *e tal*, 2006).....59

Fig.3.22 – Foto de uma deformação no vão de uma porta.....59

Fig.4.1 – Janela de inspecção numa parede degradada (Catalão, 2008) 62

Fig.4.2 – Recurso a resinas expoxídicas para reconstrução de extremidade de pilar (Faria, 2003) 67

Fig.4.3 – Novo vão enquadrado na estrutura de madeira de forma a minimizar as alterações na parede (Catalão, 2008).....71

Fig.4.4 – Alteração da orientação dos elementos estruturais para compatibilizar com abertura de vãos (Catalão, 2008).....71

Fig.4.5 – Instalação de água colocada pelo exterior das paredes (Paiva *e tal*, 2006).....73

Fig.4.6 – Embebimento de instalação no reboco (Catalão, 2008).....74

Fig.4.7 – Atravessamento de parede por uma conduta de ar ventilado (Catalão, 2008).....74

Fig.4.8 – Foto de quarteirão da cidade do Porto – Rua Almada 79

Fig.4.9 – Sistema que pode ser aplicado às paredes de madeira com as necessárias adaptações (Paiva *et al*, 2006).....80

Fig.4.10 – Sistema ETICS (Paiva, 2006) 81

Fig.4.11 – Contra-fachada de alvenaria (Paiva *et al*, 2006) 83

Fig.4.12 – Contra-fachada de gesso cartonado (Paiva *et al*, 2006) 83
Fig.4.13 – Aplicação de isolamento térmico interior com painéis pré-fabricados 84
Fig.4.14 – Reforço de isolamento acústico com separação de panos 85
Fig.5.1 – Fotos da fachada do edifício do caso de estudo 88
Fig.5.2 – Plantas da cave e do piso 0 88
Fig.5.3 – Vista em corte do prédio, sentido longitudinal 88
Fig.5.4 – Plantas de vários pisos do edifício em estudo 89
Fig.5.5 – Cave do edifício – zona com acumulação de terras 91
Fig.5.6 – Foto da cave 91
Fig.5.7 – Foto de uma fachada. Pormenor da cantaria em destaque 92
Fig.5.8 – Lado interior da parede de meação, no lado oposto ao da figura 5.7 92
Fig.5.9 – Pormenor de parede em taipa de fasquio parcialmente desmontada 93
Fig.5.10 – Abertura de vão em arco 93
Fig.5.11 – Foto da escada do edifício 93
Fig.5.12 – Tecto do piso 2 94
Fig.5.13 – Aspecto geral do tecto da cave 95
Fig.5.14 – Novas instalações sanitárias 96
Fig.5.15 – Localização da canalização 96
Fig.5.16 – Nova cobertura do piso 3 97
Fig.5.17 – Pormenor da nova cobertura e do seu forro 97
Fig.5.18 – Padrão do soalho actual (4º Piso) 97
Fig.5.19 – Paredes da cave e legenda de figuras 99
Fig.5.20 – Paredes dos pisos 0 e 1 100
Fig.5.21 – Paredes dos pisos 2 e 3 101
Fig.5.22 – Paredes do piso 4 102
Fig.5.23 – Pormenor da presença de alteração nas paredes que suportam a escada 102
Fig.5.24 – Pormenor da parede de tabique 103
Fig.5.25 – Viga do pavimento do piso 0 106
Fig.5.26 – Espaço para circulação de infra-estruturas 107
Fig.5.27 – Materiais vinílicos com várias texturas 108
Fig.5.28 – Materiais comerciais indicados para reabilitação 110

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Elementos construtivos do edifício tradicional típico do Norte de Portugal.....5

Quadro 2.2 - Tipos de paredes de madeira e mistas analisadas no âmbito da dissertação.....13

Quadro 2.3 - Quadro resumo dos traços das soluções para argamassa (Appleton, 2003; Veiga, 2004; Catalão, 2008).....15

Quadro 2.4 - Divisão das paredes por tipos de preenchimento 21

Quadro 3.1 - Tipificação dos diversos problemas que as paredes de madeira enfrentam.....35

Quadro 3.2 - Síntese dos grupos de problemas nas instalações técnicas de águas e esgoto.....38

Quadro 3.3 - Síntese da problemática da abertura de novos vãos em paredes com estrutura de madeira.....46

Quadro 3.4 - Coeficiente de condutibilidade térmica de vários materiais e elementos (ITE 50).....53

Quadro 3.5 - Valores das resistências dos elementos componentes das paredes 55

Quadro 3.6 - Valores finais da resistência e do coeficiente de transmissão térmica de cada parede ..55

Quadro 3.7 - Comparação dos valores do coeficiente de transmissão térmica de várias paredes, sem isolamento e sem revestimento. (ITE 50, LNEC) 56

Quadro 4.1 - Traços para argamassas usadas em reabilitação.....76

Quadro 4.2 - Tipos de isolamento térmico pelo interior.....82

1
INTRODUÇÃO

1.1. OBJECTO, ÂMBITO E JUSTIFICAÇÃO

A utilização da madeira como material de construção pela espécie humana tem uma tradição consolidada ao longo de séculos e séculos de aplicação. Em muitas zonas do globo é ainda o material de construção mais amplamente usado, quer ao nível estrutural, quer em acabamentos e em outras aplicações.

No nosso país o seu uso, bem como o da pedra, entrou em declínio aquando do advento do betão armado, sendo relegado apenas para funções de acabamento, tal como aconteceu ao seu companheiro por excelência durante centenas de anos, a pedra.

No entanto, as suas características únicas de resistência, ligeireza, adequação às necessidades de durabilidade, muito bem ponderadas entre si, fizeram com que a maioria dos edifícios que utilizaram originalmente este material tenham durado centenas anos, vindo apenas a sofrer degradações naturais, quando a intervenção do homem não é determinante.

Por isso, existe hoje em dia um vasto património construtivo, cultural, arquitectónico e histórico que urge ser recuperado, conservado e protegido, sobretudo em monumentos, centros históricos e outras situações onde existam interesses patrimoniais ou económicos especiais.

Alguns dos elementos que beneficiaram da aplicação da madeira como material de construção, sobretudo estrutural, foram as paredes. E é assim nas paredes em madeira de "edifícios antigos" que se irá centrar a dissertação.

Existem actualmente alguns trabalhos e investigações que focam o pormenor construtivo das paredes de madeira nas tipologias predominantes da chamada baixa Pombalina de Lisboa. Existe no entanto alguma carência sobretudo no que diz respeito às técnicas construtivas usadas noutras zonas do país, em particular na zona Norte, justificando-se uma abordagem sistemática como a que se segue nesta dissertação.

Esta dissertação designada "Tipificação de Soluções de Reabilitação de Paredes de Madeira em Edifícios Antigos" foca-se então na discrição das tipologias construtivas, dos principais problemas e desafios que as paredes enfrentam actualmente, bem como propõe um conjunto de soluções de intervenção de forma a requalificar ou restaurar as mesmas.

Para além disso é ainda estudado um caso prático que permitiu averiguar melhor os problemas e patologias das paredes, bem como aplicar a uma situação concreta todo o estudo efectuado anteriormente.

Salvaguarda-se o facto de não se incluir na tese toda a componente de cálculo estrutural necessária nas intervenções, por não estar dentro do âmbito e necessitar de ser alvo de estudo por um especialista da área das estruturas, em especial com formação na reabilitação.

1.2. BASES DO TRABALHO

A dissertação teve como suporte principal várias dissertações de investigadores e alunos nacionais, bem como um extensa bibliografia focada sobretudo na reabilitação e descrição e intervenção em edifícios antigos. Para além disso, baseou-se também nos apontamentos e conhecimentos adquiridos em algumas das disciplinas leccionadas no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia da FEUP, bem como nas reuniões semanais de apoio à dissertação, protagonizadas pelo docente orientador.

Das dissertações referidas e estudadas, destacam-se as de Luís Costa (Mestrado Integrado – FEUP, 2009), na área das soluções de reabilitação de pavimentos em madeira em edifícios antigos, Juliana Pires (Mestrado Integrado – FEUP, 2009), na componente de caracterização dos edifícios históricos do centro do Porto.

Da bibliografia salientam-se as obras editadas pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil, relativas à descrição dos edifícios e paredes antigas, bem como toda a abordagem de intervenção e conjunto de propostas, o livro do Prof. João Appleton (2003), indicado na bibliografia, com os mesmos propósitos anteriores, e a apresentação do Prof. José Amorim Faria nas 1as jornadas de Engenharia Civil da UA (Faria, 2003), focada no tema Reabilitação de Estruturas de Madeira em Edifícios Antigos.

Em complemento, realizaram-se pesquisas bibliográficas, pesquisas de soluções, materiais e outras na internet, bem como a leitura de revistas especializadas no tema das madeiras, e de outras dissertações e trabalhos associados.

1.3. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A dissertação encontra-se organizada em 6 capítulos distintos, sendo que no primeiro é feita uma breve introdução ao trabalho efectuado, objectivos, metas, bases do mesmo, e a sua própria estrutura e lógica de organização.

No capítulo 2 é feito um levantamento das tipologias construtivas das paredes com estrutura de madeira, bem como toda a caracterização das mesmas, incluindo todos os elementos construtivos que as compõem. Tem como objectivo a aquisição de conhecimentos e competências que permitam uma análise crítica às técnicas construtivas e ao seu estado de saúde, bem como elaborar um conjunto de soluções futuras.

O capítulo seguinte, 3, utiliza os conhecimentos do capítulo 2 de forma a poder analisar as paredes de madeira, e apresentar as patologias com que as mesmas se debatem, bem como todo o conjunto de outros problemas que a elas se referem, nomeadamente do ponto de vista arquitectónico, funcional e de segurança.

Relativamente ao capítulo 4, procura-se estudar um conjunto de propostas para os desafios e problemas das paredes de madeira, referidos no capítulo 3. A proposta é genérica, procurando visar a

grande maioria das paredes de madeira de edifícios antigos, da área geográfica preferencial associada à zona do Porto. Foca-se tanto a área do restauro como a da reabilitação, incluindo temas como o conforto e segurança.

O capítulo 5 materializa toda a análise efectuada anteriormente, através do estudo concreto de um edifício da zona histórica do Porto. É feita uma descrição do edifício do ponto de vista construtivo, funcional e ocupacional, bem como de todas as intervenções nele realizadas anteriormente, e das patologias a ele associadas. Após esse levantamento e análise, elaboram-se um conjunto de propostas de intervenção para o mesmo, tendo como área central as paredes de madeira existentes.

O capítulo 6 apresenta uma síntese de todo o trabalho desenvolvido, apresentando algumas conclusões gerais alcançadas ao longo da dissertação.

2

TIPOLOGIAS DE PAREDES EM MADEIRA EM EDIFÍCIOS ANTIGOS

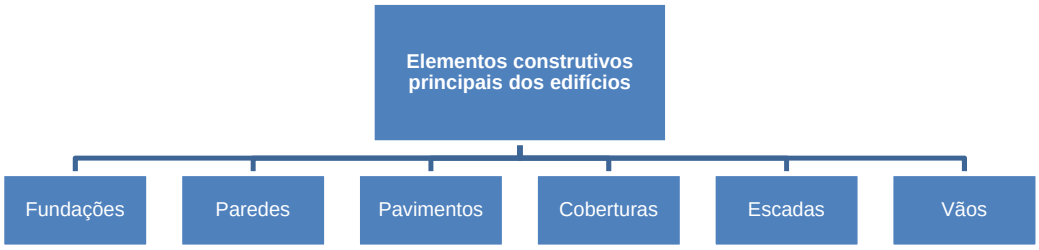
2.1. EDIFÍCIOS DE CONSTRUÇÃO TRADICIONAL

Em primeiro lugar, embora o tema de dissertação se foque em sistemas que incluam a madeira como material, é importante identificar, de forma sintética e célere, os diversos tipos e soluções construtivas nas construções antigas, em particular nos seus centros urbanos. Tal enquadramento permitirá perceber o meio onde as paredes de madeira irão interagir, e o porquê do surgimento de algumas soluções, problemas e outros aspectos de relevância significativa.

Na construção urbana tradicional portuguesa encontram-se inúmeras soluções distintas, para cada elemento dos edifícios. Existem aquelas que resultam de séculos de experiência e aperfeiçoamento de técnicas, com desenvolvimentos progressivos, e as que foram provocadas por acontecimentos de força maior (ex: terramoto de Lisboa), que forçaram a procura de novas formas de solucionar e prevenir acontecimentos até então ignorados, ou não considerados.

Para além das paredes, analisadas mais pormenorizadamente devido à importância para a presente dissertação, os outros principais elementos constituintes dos edifícios são: fundações, pavimentos, coberturas, escadas, vãos.

Quadro 2.1 – Elementos construtivos principais dos edifícios.



Uma descrição bastante mais exaustiva e completa do edifício tipo em estudo pode ser encontrada, por exemplo, em Rodrigues, 2009 ou Teixeira, 2004. De seguida será feita uma breve apresentação das tipologias construtivas dos principais elementos referidos no Quadro 2.1, focada no edifício típico do Norte de Portugal.

2.1.1. FUNDAÇÕES

As fundações possuem uma tipologia bastante comum na generalidade das construções tradicionais do Norte. São executadas em alvenaria de pedra, maioritariamente em granito, através de perpianhos ou travadouros, simplesmente ajustados e apoiados entre si (Fig.2.1).

Normalmente, na zona Norte, em especial na cidade do Porto, o solo firme encontra-se a pouca profundidade (devido aos afloramentos rochosos), muitas vezes a cerca de 1m, pelo que esta é a profundidade média a que as fundações vão. Nalgumas zonas mais próximas de cursos de água, os solos são mais débeis, pelo que se encontram, raras, edificações apoiadas em estacaria.

Em cima das fundações apoiarão as paredes exteriores.

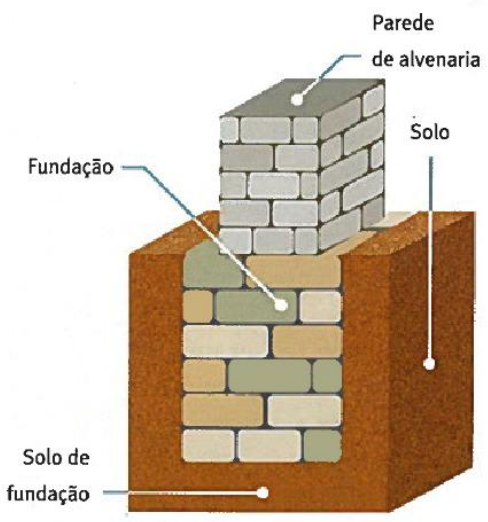


Fig.2.1 – Fundação em alvenaria de pedra (Appleton, 2003).

2.1.2. PAVIMENTOS

A estrutura dos pavimentos é essencialmente composta por vigamentos em troncos de madeira, os conhecidos paus rolados, paralelos entre si, e que são falqueados ou aparados de forma a permitirem que, na face superior se apoie o tabuado do pavimento, e na face inferior se ajuste o tecto da divisória do piso abaixo.

Na proximidade das paredes de fachada, pode-se encontrar vigas falqueadas nas 4 faces, para permitir um melhor encaixe e apoio.

A estrutura do pavimento apoia-se nas paredes de meação (possivelmente por ser vulgarmente o menor vão), podendo a entrega realizar-se entre 2/3 e o total da espessura da parede. Normalmente a estrutura do vigamento não apoia directamente na parede, mas sim num frechal que está embutido na mesma. Assim garante-se uma melhor distribuição das cargas, de uma forma uniforme, pela parede.

Para além disso, a estrutura possui também um conjunto de tarugos espaçados de aproximadamente 1,5m (Teixeira, 2004). As tábuas do pavimento são colocadas por cima de toda a estrutura, normalmente através da fixação com pregos.

Fig.2.2 – Esquema estrutural de um pavimento e foto de outro existente (Teixeira, 2004).

2.1.3. COBERTURAS

Inicialmente, a tipologia mais comum do telhado é de quatro águas. A sua estrutura é constituída por uma armação simples de duas vigas, ou pernas, dispostas em forma de tesoura, unidas superiormente por encaixe a meia madeira. Apoiam-se numa viga transversal, ou linha, que descarrega nas paredes de meação. Para além deste apoio, a estrutura é também travada transversalmente, sensivelmente a dois terços de altura, por uma outra viga de menor dimensão, que usualmente se chama nível, e que também a meia altura de encaixe apoia-se na tesoura principal.

Quanto ao travamento longitudinal, tem-se ao nível da cumeeira e a meio vão das duas pernas, o pau de fileira e as madres ou terças respectivamente. Na transição das vertentes principais para a tacaniça, aplica-se uma viga denominada rincão que por sua vez se apoia na fileira e no contrafrechal, entre as paredes de meação e as paredes das fachadas.

As vigas que constituem a estrutura das coberturas são idênticas aos paus rolados dos sobrados dos pavimentos. Como suporte das telhas, são pregadas sobre a estrutura varas, ou caibros, sobre os quais são pregadas transversalmente tábuas, que constituem um guarda-pó, e nas quais é também pregado um ripado que suporta e apoia então as telhas (Fig.2.3).

Após o final do séc. XIX espalha-se o uso dos telhados de duas águas. Estes são bastante semelhantes aos sobrados dos pavimentos. São constituídos por paus rolados, que apoiam directamente nas empenas das paredes de meação. Sobre estes é pregado o varedo, constituído por peças esquadriadas e o ripado que suporta as telhas.

Os telhados de masseira, com as suas típicas asnas mais complexas (com pendurais, escoras e outros elementos), apenas surgem no final do séc. XIX (Fig.2.4).

Como revestimentos mais comuns, era inicialmente encontrada a telha caleira portuguesa. Normalmente estava apoiada no guarda-pó pois este permitia o uso de argamassas ou outras técnicas que permitissem a sua fixação. Ao longo dos tempos esta solução foi sendo substituída pela mais versátil telha Marselha.

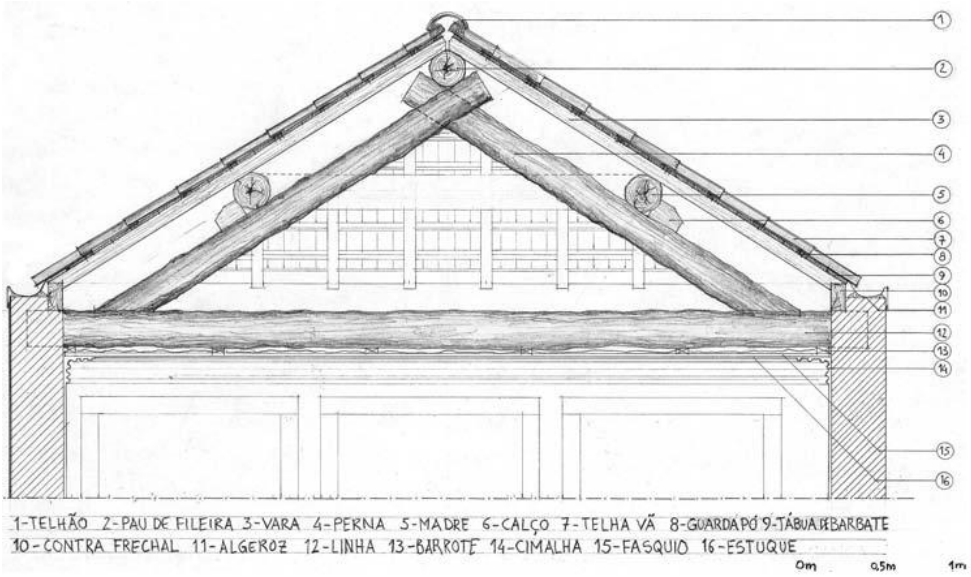


Fig.2.3 – Esquema de uma cobertura tradicional (Teixeira, 2004).

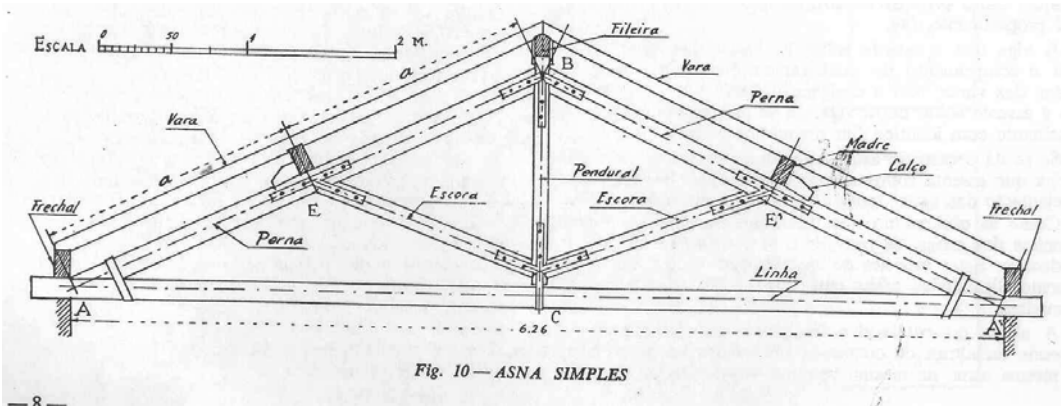


Fig.2.4 – Esquema de uma cobertura com asna de pendural e escora (Costa, 1955).

2.1.4. ESCADAS

As paredes em que as escadas se apoiam são as que estão no âmbito do trabalho, pelo que a sua descrição será realizada no tópico adequado. Resta referir que normalmente estão apoiadas em paredes de taipa de fasquio, ou taipa de rodízio. Nalguns casos, de forma incorrecta e prejudicial, encontram-se escadas apoiadas em tabiques de compartimentação.

Devido à necessidade de apoio e de chegar ao patamar do piso, é necessário interromper o vigamento dos pisos, através do uso de cadeias e chinchareis. As cadeias servem de apoio às vigas perna e permitem a interrupção dos vigamentos dos pisos. Os chincareis são os elementos perpendiculares às

cadeias podendo estar apoiados nestas ou nas paredes de meacção. São ambos normalmente executados com paus-rolados.

Em função da largura das escadas, os lanços são vencidos por duas ou três vigas perna, sob a forma de paus rolados ou peças esquadriadas, que por sua vez se apoiam por entalhe nas cadeias do patamar de piso e nos intermédios simultaneamente.

Os patamares de piso têm as suas cadeias apoiadas no vigamento do pavimento, ao passo que os patamares intermédios possuem as cadeias apoiadas nas paredes das escadas. Os chinchareis dos dois tipos de patamares podem apoiar-se tanto nas cadeias como directamente nas paredes de meação (Fig.2.5).

Como recobrimento, e de forma a materializar os degraus, são pregadas tábuas em forma de esquadro, formando os cobertores e espelhos. Na parte inferior estão aplicados fasquios para se realizar o acabamento recorrendo à aplicação de estuque.

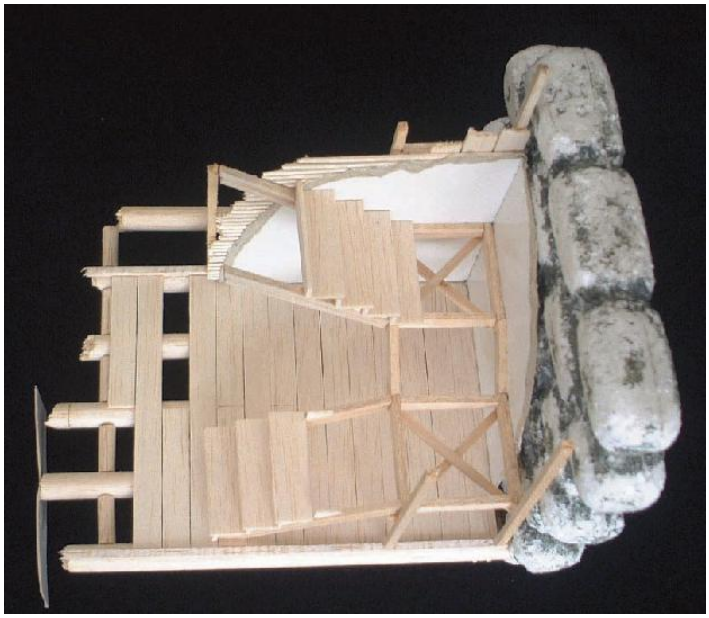


Fig.2.5 – Estrutura de uma escada, com as vergas parcialmente visíveis (Teixeira, 2004).

2.1.5. VÃOS EXTERIORES

As portas exteriores eram inicialmente de uma só folha, largas e bastante pesadas, que apoiavam e giravam em fortes gonzos. No final do séc. XIX tornam-se mais leves, de duas folhas, estreitas, e com envidraçados protegidos por grades (Fig.2.6).

Possuem muitas vezes uma bandeira envidraçada, protegida por um gradeamento, que permite a iluminação do interior da casa por luz natural, bem como a sua ventilação.

São, usualmente, de Pinho ou em construções mais nobres, de Castanho.

Relativamente às janelas existem dois grandes tipos: as de peito e de sacada de batente, e as de peito de guilhotina.

As primeiras são envidraçadas, podendo ser de corrediça ou de duas folhas.

As janelas de sacadas eram sempre de batente e as de peito podiam também o ser, como poderiam ser em alguns casos, de guilhotina.

Construtivamente, estes dois tipos de janelas divergem nas suas dimensões e na existência de almofadas nas janelas de sacada, isto para além de elementos com maior requinte, economicamente acessíveis a donos de obra com maior capacidade e que assim o pretendessem.

Os caixilhos de abrir são formados por uma esquadria de couceiras e travessas, separadas por pinázios e travessas intermédias, preenchidas com vidros e almofadas. Para evitar a entrada de água, nas travessas inferiores, colocam-se pingadeiras ou borrachas.

Relativamente às janelas de guilhotina, a diferença prende-se sobretudo com o sistema de abrir da mesma.

As janelas de peito de guilhotina apresentam-se com folhas de três e quatro vidros de largo, por dois e três de alto, sendo que os caixilhos de guilhotina, usam um aro fixo de madeira, em forma de calha, de modo a permitir o movimento das folhas, o que não acontece nas de batente. Para permitir a fixação da folha móvel são usadas duas pequenas dobradiças, fixadas lateralmente ao aro envolvente (Fig.2.7).

Fig.2.6 – Porta de madeira com envidraçado.

Fig.2.7 – Janela de guilhotina.

2.2. TIPOLOGIAS DE PAREDES EM EDIFÍCIOS ANTIGOS

As paredes exteriores dividem-se em fachadas de rua ou fachadas de tardoz, e em paredes de meação (onde estão incluídas as fachadas de empena). Em ambos os casos os materiais aplicados são os mesmos - madeira, pedra, materiais de enchimento, ligações, outros – mas variam, em termos de proporção e número de pisos, consoante a exigência aplicada a cada uma, ou pura e simplesmente por critérios de carácter económico.

Quanto às paredes de fachadas de rua ou de tardoz, encontram-se normalmente duas principais tipologias: as de alvenaria (representada sobretudo pela alvenaria de granito), e as mistas (onde se enquadram as de estrutura de madeira).

Embora estas estruturas apresentem normalmente um carácter autoportante, e sejam importantes do ponto de vista estrutural, elas não servem de apoio ao sobrado. Assim o seu carácter funcional é sobretudo relevante no suporte da cobertura, e no travamento e solidarização de todas as paredes exteriores dos edifícios (Fig.2.8).

Nos edifícios típicos, é normal que a mesma parede apresente tipologias diferentes ao longo do seu desenvolvimento em altura. Na grande maioria dos edifícios, as fachadas de rua e tardoz apresentam sempre o rés-do-chão em alvenaria de pedra. Quanto aos pisos superiores, estes podem ser de estrutura de madeira, ou também de pedra, consoante a qualidade pretendida e a capacidade financeira do promotor, sendo que estas últimas se encontram quase sempre associadas a edifícios de maior nobreza e a donos de obra com maior capacidade financeira.

Para além disso, as paredes de madeira são usadas massivamente quando se realizam ampliações em altura em intervenções posteriores à sua construção.

Fig.2.8 – Esquema de uma parede exterior em alvenaria de pedra (Teixeira, 2004).

Fig.2.9 – Aplicação das paredes em madeira nos edifícios antigos (Teixeira, 2004).

Relativamente às paredes de meação, primeiramente seguiram uma distribuição semelhante às das fachadas de rua e tardoz, ou seja, poderiam ser de alvenaria de pedra (sobretudo granito) até ao primeiro piso, e de estrutura de madeira para os seguintes. Com os exemplos de catástrofes motivadas por incêndios em outras cidades do mundo, o nível de exigência destas paredes subiu fortemente. Assim, estas passaram a ser integralmente de pedra, desde as fundações até à cobertura, sendo que se passou a adoptar um critério que as elevava a um patamar acima do desenvolvimento dos telhados, procurando impedir a propagação do fogo por este andar. Também aqui, nos casos de ampliações este critério foi geralmente ignorado recorrendo-se sobretudo às paredes em madeira.

As paredes interiores são usadas sobretudo para compartimentação dos pisos. No entanto, as suas contribuições para o funcionamento da estrutura não podem ser minimamente desprezadas, visto que existem muitas que têm carácter estrutural. Este carácter pode surgir por projecto, ou então pela degradação dos elementos estruturais que forçam o deslocamento das cargas para estas paredes previamente não carregadas. Assim, surgem casos em que estas funcionam como apoios localizados e

pontuais (caixas de escadas, apoio de pavimentos), ou uma forma geral e determinante para o correcto comportamento global dos edifícios.

Na conhecida "gaiola pombalina", predominante em Lisboa após o terramoto de 1755, uma grande porção das paredes interiores, denominadas de "frontal", tinham como função contraventar o edifício ao longo das divisões e alinhamentos principais, permitindo uma melhor distribuição das acções horizontais em caso de sismo e levando a que a estrutura resistisse, mesmo que a alvenaria de pedra cedesse. As paredes interiores com função de compartimentação, não estruturais por definição, asseguram assim funções de travamento, garantindo um melhor desempenho espacial da estrutura do edifício, sobretudo quando solicitado por acções horizontais do tipo sismo ou vento.

Para além disso, as paredes interiores originalmente não resistentes, asseguram muitas vezes a reserva de resistência necessária para garantir a estabilidade de pavimentos, coberturas e escadas, na hipótese de degradação de alguns dos seus elementos constituintes, por acção biológica ou similar.

Quanto aos materiais aplicados, as paredes interiores são praticamente todas de estrutura de madeira, sendo que em muitos edifícios, ao nível do piso térreo, estas estão realizadas em pedra, quer por soluções de parede simples, quer por abóbadas de tijolo e arcarias.

2.3. TIPOLOGIAS DE PAREDES EM MADEIRA EM EDIFÍCIOS ANTIGOS

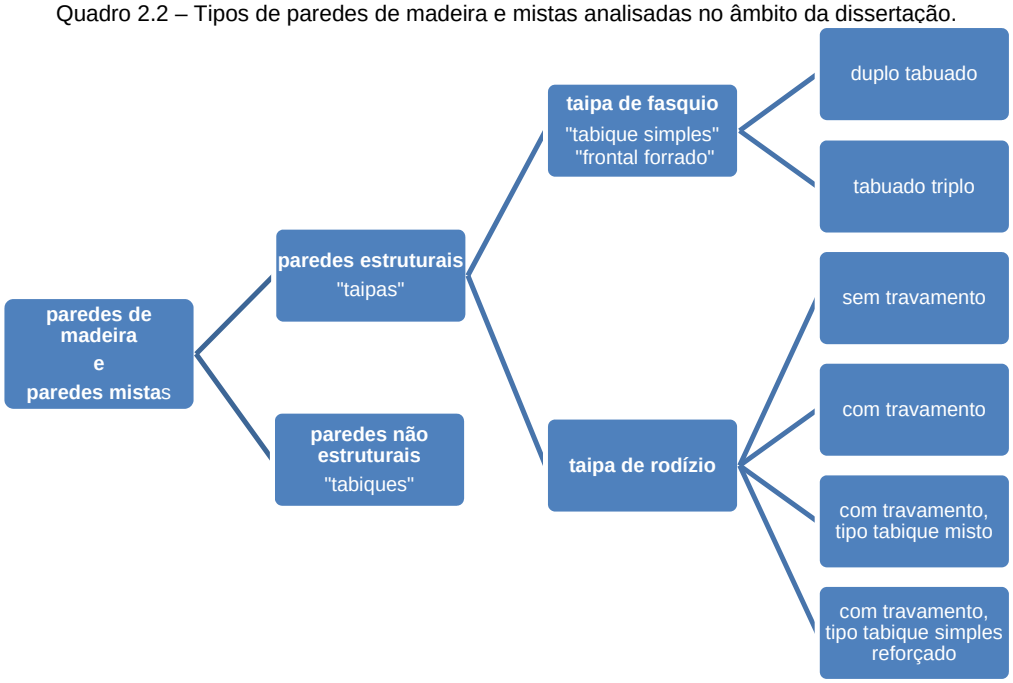
As paredes de madeira apresentam várias funções distintas, pelo que se encontrarão várias técnicas de construção adaptadas a cada caso e exigência a satisfazer.

Em primeiro lugar, é urgente esclarecer a nomenclatura usada para cada tipo de parede. Este problema surge da falta de concordância entre muitos dos autores, e também pela natural evolução semântica que as palavras tiveram ao longo do território nacional. Para um melhor enquadramento com o norte de Portugal, usar-se-á a designação de taipas para as paredes estruturais (a gaiola pombalina é tratada de forma independente), e de tabiques para as não estruturais. A designação de taipas não é consensual visto que também pode ser usado para as paredes de terra, mas no caso das de madeira será sempre acompanhado do segundo nome indicador da técnica específica (taipa de rodízio ou taipa de fasquio), evitando confusões nessa matéria. Sempre que tal se veja como útil para a interpretação, e para esclarecer ligações entre bibliografias, será indicado algum nome alternativo para as tipologias.

É ainda importante referir que as paredes de madeira são indicadas sobretudo para os pisos acima do rés-do-chão, de forma a evitar o contacto da parede com fontes de água que possam provocar o aceleramento da sua degradação.

Por fim, tal como se verá ao longo do capítulo, a designação "paredes de madeira" é bastante limitadora, visto se encontrarem diversos tipos onde o enchimento terá um papel preponderante no comportamento estrutural. Assim, tal como será explicado adiante, as chamadas "paredes mistas" também fazem parte do âmbito do estudo desta dissertação.

Quadro 2.2 – Tipos de paredes de madeira e mistas analisadas no âmbito da dissertação.



2.3.1. Paredes Estruturais

As paredes resistentes designam-se então, no Norte do país, por taipas. A forma como estas materializam o seu travamento e o material de enchimento fazem com que surjam duas designações diferentes: taipa de fasquio e taipa de rodízio.

2.3.1.1. Taipa de Fasquio

A taipa de fasquio, também designada por **tabique simples ou frontal forrado**, pode ser usada para paredes exteriores e interiores, sendo que apenas varia o tratamento final e revestimento que lhe é dado, e o suporte do mesmo.

A constituição da taipa de fasquio é definida por uma estrutura de barrotes – prumos – que se apoia sobre o vigamento do sobrado ou num frechal (viga que se desenvolve no sentido perpendicular aos vigamentos dos sobrados), sendo que no último caso se aplica quando se está no primeiro nível após uma parede de alvenaria de pedra. Os prumos apresentam normalmente uma geometria quadrangular (7cm), estando afastados de cerca de 1m. No topo é fechada pelo frechal superior, ou por um barrote horizontal, sendo que existindo aberturas, estas são definidas pelas vergas (responsáveis pelo contraventamento dos vãos) e pelos próprios prumos, sendo que se aplicam travessanhos (elementos horizontais) entre prumos vizinhos, no sentido de reforçar a sua ligação e travamento.

Toda a estrutura é preenchida por tábuas pregadas ao esqueleto estrutural, ou entre si. A disposição mais tradicional apresenta um tabuado duplo. O primeiro pano tem um alinhamento vertical, estando por norma pregado aos elementos horizontais. O segundo pano é disposto na diagonal, podendo ser distribuído a começar no centro, ou a partir de um dos cantos, tendo normalmente variações da orientação das tábuas (Fig.2.10).

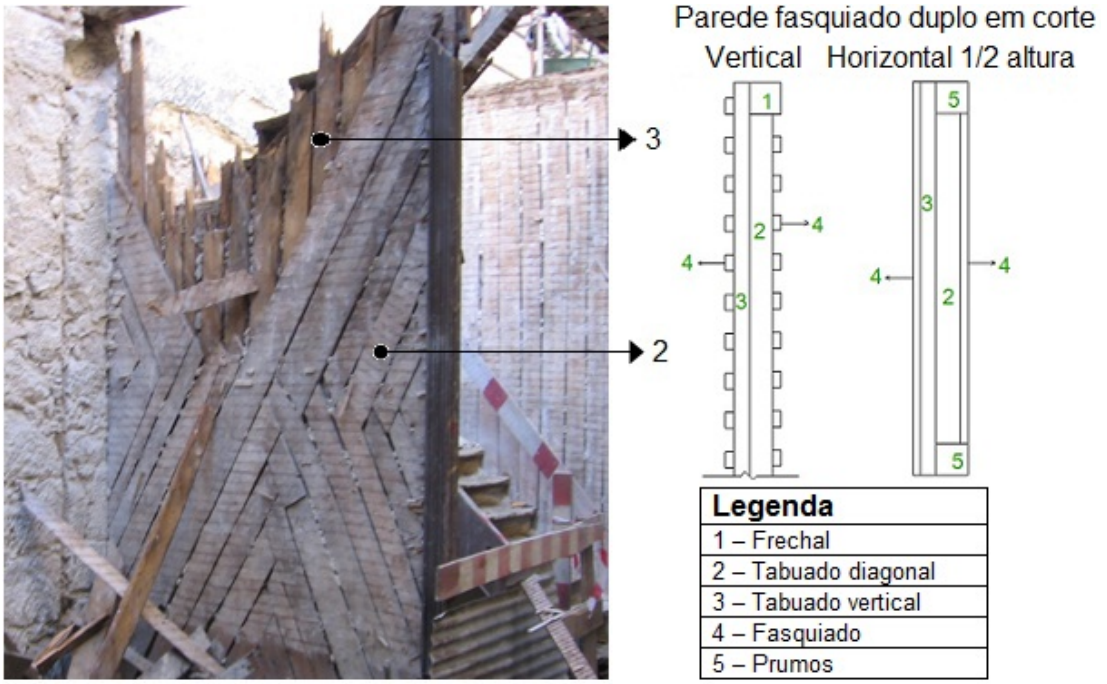


Fig.2.10 – Foto de uma parede em taipa de fasquio, com vistas em corte da mesma, com tabuado duplo.

Quando se pretende obter uma capacidade resistente superior, opta-se pela inclusão de mais um pano de tábuas, sendo esta pregada de um dos lados do pano diagonal (este encontra-se no meio dos dois panos verticais). Este terceiro pano pode ser pregado de um dos lados dos elementos horizontais, caso a espessura destes seja reduzida, ou então directamente nas tábuas diagonais. Estes acertos são realizados por norma em obra, e sempre de forma a não ficarem zonas vazias entre os tabuados (Fig.2.11). Quando se colocava do lado exterior do elemento horizontal, procurava-se ter o cuidado da tábua não ter necessidade de ser pregada no barrote, evitando assim fragilizá-lo.

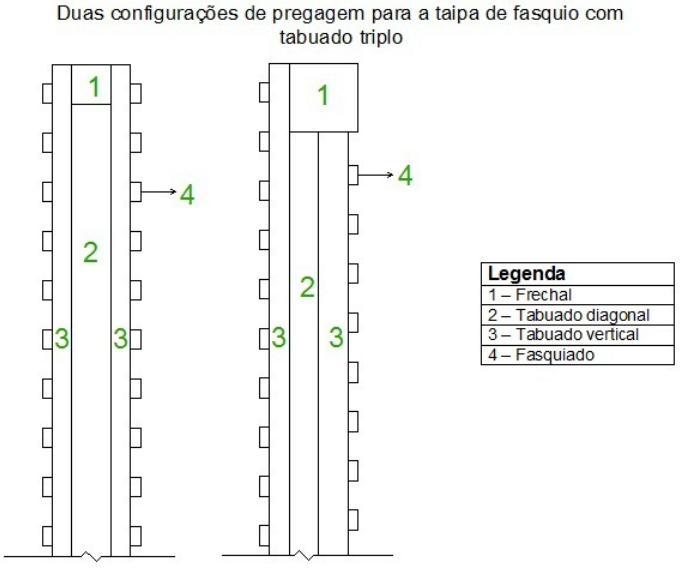


Fig.2.11 – Configuração de encaixe do terceiro pano, quando presente, na taipa de fasquio.

As tábuas são dispostas com um afastamento médio na ordem dos 2cm para permitir movimento sem empenamento das mesmas. As tábuas têm uma espessura entre 2 a 3 cm, e apresentam larguras na ordem dos 20 cm.

De seguida, após a construção desta estrutura principal da parede, é pregada uma série de ripas de madeira, caso estejamos no lado exterior, ou de um fasquiado pelo lado interior. A diferença entre ripas e fasquio é sobretudo na tarefa que vão executar, logo na resistência que devem possuir.

2.3.1.2. REVESTIMENTO EXTERIOR - TAIPA DE FASQUIO

Quanto à constituição do revestimento e do reboco, e ao número de camadas em que eram aplicados, é muito difícil na prática estabelecer um critério standard. A própria bibliografia apresenta muitas soluções, não possuindo consenso quanto aos traços e número de camadas e espessuras. No entanto, conseguem-se definir um conjunto de linhas orientadoras.

As argamassas tinham como ligante a cal, aérea e/ou hidráulica, com a areia, ou saibro, a funcionarem como inertes. As granulometrias destes eram variáveis, e tinham a tendência clara de verem as suas dimensões reduzidas desde as camadas mais próximas da base até ao exterior. Quanto ao número de camadas, o número varia entre 2 e 3. Este número de camadas permitia uma maior resistência à penetração de água líquida (através da descontinuidade oferecida pela múltipla camada – Veiga, 2004), mantendo uma boa permeabilidade ao vapor de água (através da porosidade das argamassas).

A camada mais próxima da base normalmente possuía uma característica de maior resistência, para permitir suportar as seguintes, nem que para isso se tivesse de sacrificar um pouco da sua integridade, que permitia o surgimento de fissuras (as camadas seguintes viriam corrigir este defeito da primeira camada).

A camada mais superficial, que servia muitas vezes como acabamento, era normalmente de cal com areia muito fina, ou outro tipo de pó, que oferecia um aspecto e um carácter mais nobre. Algumas vezes era incorporado pó de mármore que lhe permitia simular a presença deste.

Dentro das soluções tradicionais para os revestimentos e rebocos, salientam-se as que estão definidas no Quadro 2.3:

Quadro 2.3 – Quadro resumo dos traços das soluções para argamassa (Appleton, 2003; Veiga, 2004; Catalão, 2008).

Nº camadas		**Traço**			
2 camadas	Reboco	1 areia do rio	1 cal hidráulica	2 Saibro	1/5 cal aérea
	Estanhado	3 areia fina	1/2 cal hidráulica	1/2 cal aérea	
3 camadas	Salpico	5 areia do rio	1 cal hidráulica		
	Camada Base	3 areia	1 cal hidráulica		
	Acabamento	4 areia	1 cal hidráulica		

Derivado às paredes de fasquio serem constituídas por tabuados de madeira, as argamassas não conseguiam garantir uma correcta aderência. Como tal, era necessário colocar um fasquiado, composto por elementos de madeira, com cerca de 2 cm de largura e afastados de 2 a 3cm, que permitisse uma melhor fixação do reboco. Para além disso contribuía para o travamento da parede (Fig.2.12).

Fig.2.12 – Foto de um fasquiado numa taipa de fasquio.

Para se complementar a capacidade de fixação da argamassa, poderia ser usada uma rede de galinheiro fixa no fasquiado. Para além disso, também se podia lascar as tábuas ou aplicar pregos.

Após a aplicação do revestimento, camadas bases e acabamentos, as paredes seriam pintadas através de tintas artesanais, por caiação (branca, ou com junção de pigmentos ou corantes naturais – Appleton, 2003), ou aplicação de azulejos. Também se poderia optar por uma variante onde se colocavam tonalidades na última camada de argamassa.

No entanto, a modalidade de revestimento da taipa de fasquio com argamassa, pelo exterior, não é a mais vulgar no contexto do Norte de Portugal. É, aliás, mais aplicada no revestimento interior, sobretudo na solução de duas camadas.

Devido às próprias condições climatéricas, usava-se uma alternativa que consistia sobretudo em aumentar a estanquidade do revestimento da parede. Em virtude até do deficiente comportamento da solução das argamassas, era usual aplicar um hidrófugo natural (sebo ou óleo), melhorando a impermeabilidade à água líquida.

A solução passava por aplicar um ripado, referido anteriormente, que, para além de também contribuir para o travamento final da parede, era preparado sobretudo para receber elementos mais pesados que tinham como função o isolamento e estanquidade da parede, visto esta estar do lado exterior, sobretudo nas empenas mais expostas.

Após a colocação deste ripado, eram aplicadas vulgarmente soletos de ardósia (Fig.2.13) ou madeira (de menor durabilidade), telhas ou chapas onduladas que permitiam à parede ter um bom comportamento perante a água, e garantir a estanquidade exigida.

Fig.2.13 – Foto de soletos de ardósia aplicadas numa casa no Porto.

2.3.1.3. REVESTIMENTO INTERIOR - TAIPA DE FASQUIO

Ao nível interior, a solução é a de aplicação de um fasquiado com a solução de duas camadas, tal como referido para o revestimento exterior.

Após a aplicação do reboco e do estanhamento tradicional, procede-se ao acabamento da parede através da colocação dos rodapés, e pintura ou aplicação de cal.

No entanto, no interior dos edifícios era comum procurar-se uma melhor qualidade visual nos acabamentos. Para isso usavam-se revestimentos com textura mais fina, através de areias com uma granulometria mais cuidada, ou dos tradicionais estuques com argamassas de cal e gesso, ou simplesmente só com gesso (Pinho, 2000).

2.3.1.4. TAIPA DE RODÍZIO

Outro tipo de taipa vulgarmente usado na construção tradicional, é a chamada taipa de rodízio. No entanto, esta pode apresentar uma multiplicidade de soluções que levam à existência de diferentes tipologias dentro do grupo geral. Tais variações surgem pela aplicação, ou não, de travamento, dos tipos de preenchimento usados e de revestimento. De uma forma global, existem elementos comuns aos vários subtipos de taipa de rodízio, sendo que as diferenças começam por se evidenciar a partir da colocação dos elementos verticais, os prumos.

2.3.1.4.1. TAIPA DE RODÍZIO SEM TRAVAMENTO

As taipas de rodízio sem travamento, não possuem nenhum elemento horizontal entre os prumos que definem o pé direito da parede para além dos frechais, daí o seu nome. O enchimento da parede entre prumos é realizado pelo assentamento de tijolo burro com argamassa (Fig.2.14). É bastante provável que, devido à colocação deste elemento de enchimento com uma capacidade resistente significativa e no sentido de maximizar o aproveitamento da estrutura, a colocação do frechal de topo seja apenas posterior ao enchimento.

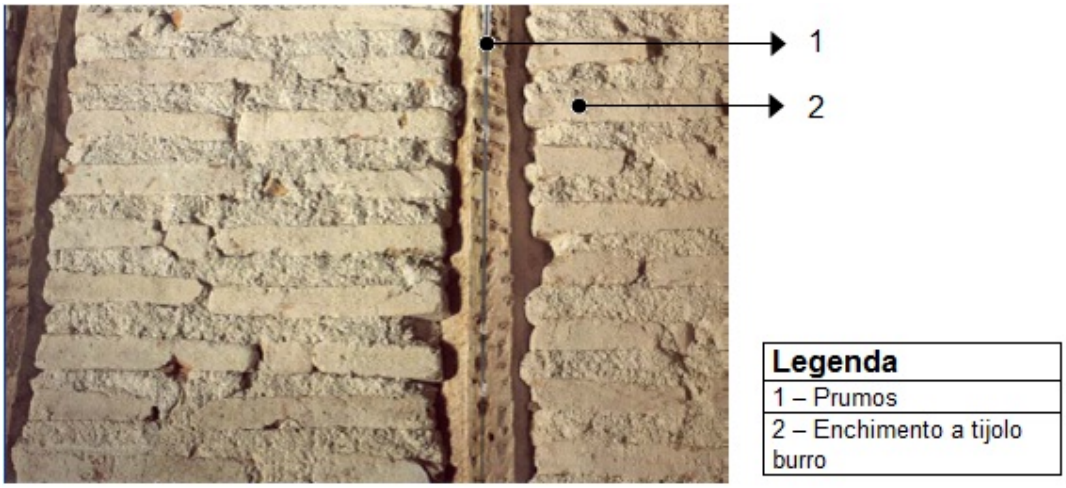


Fig.2.14 – Foto de taipa de rodízio sem travamento (Teixeira *et al*, 1998).

A bibliografia não é consensual nesta matéria, embora pareça razoável afirmar-se que não aproveitar o tijolo burro como elemento resistente representará um desaproveitamento do potencial da parede, sobretudo tendo em conta o peso elevado que um preenchimento deste tipo incrementa. E ainda, devido às deformações sempre presentes nas estruturas, com o passar do tempo é bastante provável que o frechal passe a descarregar no tijolo, como nos prumos. Com esta consideração, o tijolo burro passa a ser o elemento preponderante na resistência desta parede, e a madeira ficará como elemento secundário e de travamento, permitindo solidarizar os panos de enchimento.

2.3.1.4.2. TAIPA DE RODÍZIO COM TRAVAMENTO

Relativamente às paredes que apresentam travamento, elas também podem ser divididas em tipologias diferentes. Embora o nome global seja taipa de rodízio, alguns autores separam claramente dois tipos: a que possui enchimento à base de elementos como o tijolo burro sobretudo e alguns casos de pedra miúda, e a que passa por uma versão reforçada da taipa de fasquio.

A taipa de rodízio com travamento (Fig.2.15) é caracterizada por uma estrutura em gaiola ou esqueleto, realizada por barrotes quadrangulares – prumos – com secções entre 7 e 12 cm e afastados de cerca de 50 cm, por frechais (já definidos anteriormente), por travessanhos (elementos de contraventamento entre prumos) e por escoras (elementos diagonais). Todos estes tipos de elementos são combinados de formas regulares ou aleatórias, apresentando-se paredes com formas estruturais incrivelmente diversas, mas que no global funcionam como uma estrutura elástica, com grande capacidade de distribuir esforços e sobretudo de resistir a acções horizontais e concretizar o travamento dos edifícios. A taipa de rodízio com travamento é bastante semelhante no seu princípio de construção e funcionamento às paredes da gaiola pombalina.

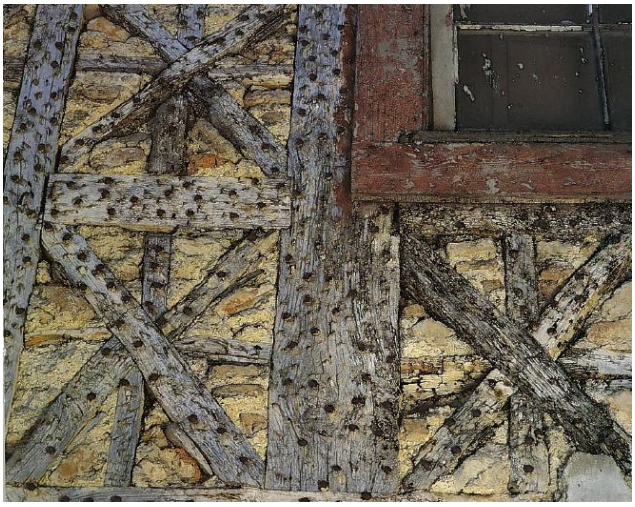


Fig.2.15 – Foto de taipa de rodízio com travamento (Teixeira *et al*, 1998).

2.3.1.4.3. TAIPA DE RODÍZIO COM TRAVAMENTO – TABIQUE MISTO

Um dos tipos de taipa de rodízio encontrado em Portugal, e de construção historicamente mais antiga, é a que possui um enchimento com elementos com alguma capacidade resistente, sobretudo o tijolo burro e a pedra.

Estas paredes, devido ao seu elevado peso são normalmente encontradas apoiadas nas paredes de alvenaria de pedra, sobretudo nas de fachada. A sua construção é caracterizada por uma forte densidade de elementos estruturais de madeira, combinando-se na perpendicular ou em cruz, e que devido ao tipo de enchimento e à forma como a parede é construída, constitui-se como uma construção bastante expedita (Fig.2.16).

Devido ao facto destas paredes obedecerem a uma sequência de construção em que primeiramente é realizado o esqueleto de madeira, e apenas posteriormente o enchimento, a estrutura de madeira é o elemento principal na condução das cargas e na capacidade resistente da parede. No entanto, não é de desprezar a contribuição dos elementos de enchimento, sobretudo quando estes apresentarem boa qualidade e sejam dispostos de forma favorável à condução das forças – caso mais relevante é o tijolo burro.

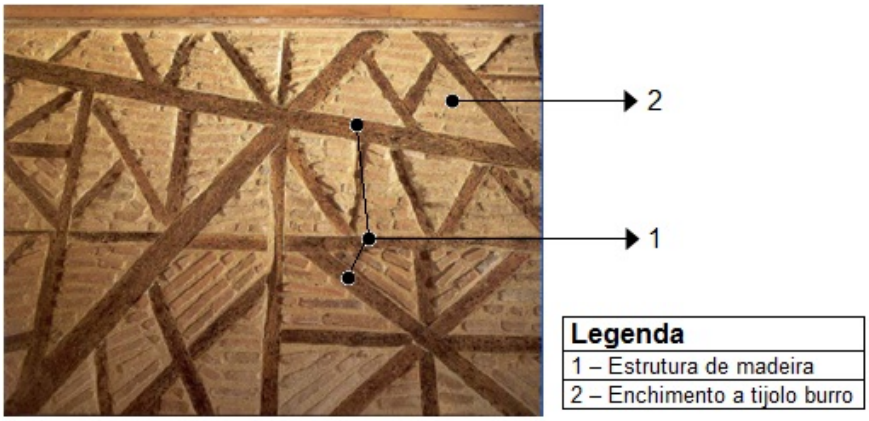


Fig.2.16 – Foto taipa rodízio tipo tabique misto (Teixeira *et al*, 1998).

2.3.1.4.4. TAIPA DE RODÍZIO COM TRAVAMENTO – TABIQUE SIMPLES REFORÇADO

Existe outro subtipo de taipa de rodízio com travamento com bastante implementação na construção tradicional, sobretudo no Norte do país. É uma espécie de híbrido entre a taipa de fasquio e o tabique misto.

Ao nível estrutural, esta é semelhante ao tabique misto, pois apresenta uma estrutura em gaiola, com os elementos a apresentarem combinações verticais, horizontais e diagonais. No entanto, a densidade de elementos do esqueleto é tendencialmente menor que o caso anterior. O que as distingue é a forma como se concretiza o travamento da estrutura, e o enchimento aplicado. Neste caso, após a elaboração de toda a gaiola de madeira, é aplicado um tabuado (com cerca de 2cm de espessura) que reveste as duas faces da parede (Fig.2.17). Com este tipo de travamento, a parede apresenta um carácter muito resistente, comparativamente à taipa de fasquio, e por isso se designa reforçada.

Pelo interior, visto que o enchimento não é muito relevante para o comportamento estrutural da parede, podem ser aplicados materiais que permitam uma melhoria do comportamento, sobretudo no que diz respeito ao conforto térmico e acústico. Assim, é vulgar aproveitar o espaço de enchimento preenchendo-o com restos de madeira, cortiça, folhas de jornais e outros, que melhorem o comportamento da parede em termos de conforto.

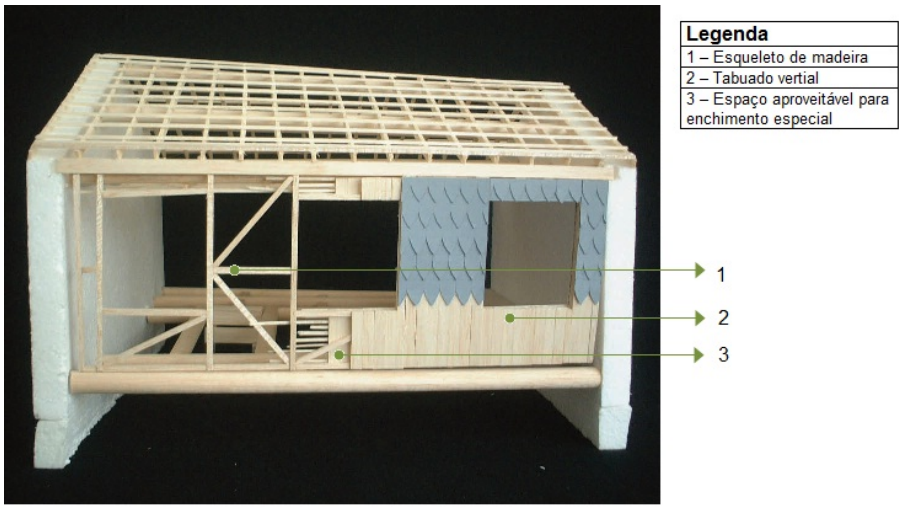
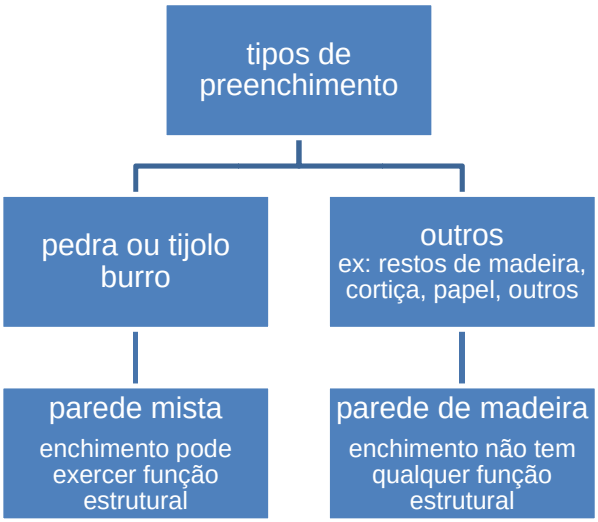


Fig.2.17 – Figura esquemática da taipa de rodízio tipo tabique simples reforçado (Teixeira, 2004).

Quadro 2.4 – Divisão das paredes por tipos de preenchimento.



2.3.1.4.5. Revestimentos Interiores das Paredes de Taipa de Rodízio

As taipas de rodízio apresentam algumas técnicas de reboco e revestimento que são comuns entre si, e algumas pertencentes a alguns dos subtipos. As semelhanças com as taipas de fasquio são também nítidas e óbvias, em especial nalgumas tipologias.

Quando estamos na presença das paredes que apresentam enchimentos com aderência ao reboco (sem travamento e tabique misto), as argamassas são aplicadas directamente na parede. Para melhorar o comportamento aderente, é usual proceder ao golpear da madeira, dentilhar, (Fig.2.18), e pregar pregos ao longo da estrutura. Em alternativa também se pode encontrar rede de galinheiro, embora este método seja mais recente. Com esta estrutura de suporte e com as propriedades dos enchimentos, a argamassa não terá grande problema em garantir a aderência. Por fim, é aplicada uma tinta ou cal consoante o gosto e o objectivo decorador procurado.

Fig.2.18 – Foto do pormenor de golpear a madeira.

No caso das paredes em que se encontra o tabuado (tabique simples reforçado), é necessário criar um fasquiado em tudo semelhante ao das paredes de taipa de fasquio. Devido à fraca aderência entre madeira e argamassa, procede-se à colocação do fasquiado que servirá como suporte das argamassas. As argamassas e tintas usadas são em tudo semelhantes, tal como a possibilidade da aplicação de estuques.

Para além disso, poderão também ser encontrados papéis de parede ou revestimentos de tecidos. Como é de esperar, estas soluções apresentam problemas de durabilidade e de possibilidade de manutenção

2.3.1.4.6. Revestimentos Exteriores das Paredes de Taipa de Rodízio

Devido às diferentes exigências que se apresentam ao exterior do edifício, sobretudo no que se refere à estanquidade das paredes, quando em comparação com o interior, surgem tipos diferentes de revestimentos.

Apesar disso, é bastante frequente encontrar no exterior de edifícios antigos, o revestimento interior descrito anteriormente. Por condições económicas, estéticas ou outras, o revestimento com argamassa e posterior pintura, é uma presença relevante nas construções com paredes de madeira. No entanto, e como medida de salvaguarda, era frequente procurar minimizar os efeitos das infiltrações de água através da incorporação de sebo na elaboração das diversas argamassas presentes, à semelhança do que surgia também na taipa de fasquio.

Para um melhor comportamento da solução da argamassa, quando aplicada no exterior, a solução mais favorável ao edifício é a de 3 camadas descrita no quadro 1, atrás apresentado.

Para além deste tipo de revestimento, é frequente encontrar elementos com melhor comportamento às intempéries. Assim, no exterior das paredes era aplicado um ripado de madeira que permitisse suportar elementos mais pesados, mas mais impermeáveis, tais como os soletos de ardósia, chapas onduladas (ferro e posteriormente zinco) e telhas (Fig.2.19).

Numa fase posterior surgiram os azulejos (sobretudo após a industrialização da produção dos mesmos). Estes últimos apresentam uma divulgação enorme no século XIX, quer pela produção em massa, quer pela melhoria estética e comportamental que ofereciam às paredes exteriores (Fig.2.20). A aplicação destes nas paredes em madeira garantia uma continuidade com as paredes de alvenaria de pedra. Para a aplicação dos mesmos o ripado não é necessário. É antes preferível proceder a uma fixação de qualidade do reboco de argamassa de cal e saibro através do fasquiado, permitindo aos azulejos encontrarem uma base mais sólida e segura, onde procurar aderência, através da colagem com pasta de cal.

Fig.2.19 – Foto de chapas onduladas metálicas exteriores.

Fig.2.20 – Exemplos de azulejos tradicionais em edifícios antigos.

2.3.2. PAREDES NÃO ESTRUTURAIS

As paredes não estruturais são normalmente interiores, servindo de compartimentação, tal como seria de esperar. Esta tipologia construtiva, como foi previamente indicado, é usualmente denominada de *tabique*.

Apesar destas estruturas não serem originalmente concebidas para a recepção directa de cargas, não é de desprezar o contributo decisivo que têm para o contraventamento geral dos edifícios, nomeadamente através da ligação entre os diversos elementos resistentes, paredes, soalhos e sobrados, escadas, coberturas, etc., e da recepção de cargas após a degradação e deformação dos elementos estruturais.

Encontram-se pequenas variações no método construtivo do tabique, sendo que muitas delas surgiam apenas devido a adaptações ao local de implementação. Os tabiques eram praticamente sempre construídos após o soalho ser assente.

Assim, a estrutura era geralmente formada por barrotes de madeira, com uma largura média de 7cm, que se dispunham em prumos, vergas e frechais, preenchida por um tabuado, disposto ao alto, e que se pregavam nos elementos dos barrotes (Fig.2.21). Estando sempre as dimensões condicionadas às necessidades e limites dos locais, é raro encontrarem-se tabuados que ultrapassem os 4 a 5 cm, sendo que a sua espessura média rondará os 2 a 3 cm. O espaçamento médio entre tábuas é de 1cm. Não estando em contacto directo com o exterior, as tábuas não precisam de um afastamento tão elevado para se poderem expandir como as paredes que se situam no exterior (normalmente resistentes).

Após a aplicação do tabuado, é pregado de ambas as faces um fasquio horizontal com uma forma trapezoidal (a face mais larga encontra-se do lado de fora), tendo as suas dimensões alguma variação

entre 2cm (face interior) a 4cm (face exterior), e tendo entre si um afastamento médio na ordem dos 4cm. A forma trapezoidal é usada para garantir uma melhor aderência por parte da argamassa (Fig.2.22). Este fasquio é aplicado do tecto até à altura do rodapé ou do lambrim, consoante o caso.

Fig.2.21 - Foto de tabique (Teixeira, 2004).

Fig.2.22 – Pormenor do fasquiado trapezoidal (Catalão, 2008)

Tal como nas paredes estruturais, quando se está na presença de divisões com um pé-direito elevado, é usual encontrar-se o tabuado apoiado em travessanhos a alguma altura do solo. Isto permitia formar um esqueleto estrutural de apoio, e assim também reduzir a esbelteza das tábuas.

Ora, quando esta solução surgia, era usual encontrarem-se rodapés que podiam atingir os 50cm de altura, sendo que nas situações mais vulgares ele não ultrapassa os 15cm. Com isto pretendia-se cobrir esse esqueleto estrutural, e como é óbvio, nessa zona não seria implementado o fasquiado de suporte à argamassa. Não raras vezes, esta situação surge apenas por questões estéticas (Fig.2.23).

As tábuas do rodapé encontram-se sempre pregadas às paredes, sendo que nos casos mais vulgares uma tábua apenas resolve a altura pretendida, e nos casos de maior envergadura são usadas duas tábuas pregadas, apoiadas por ripas que as mantêm na inclinação e distância certas (Fig.2.23).

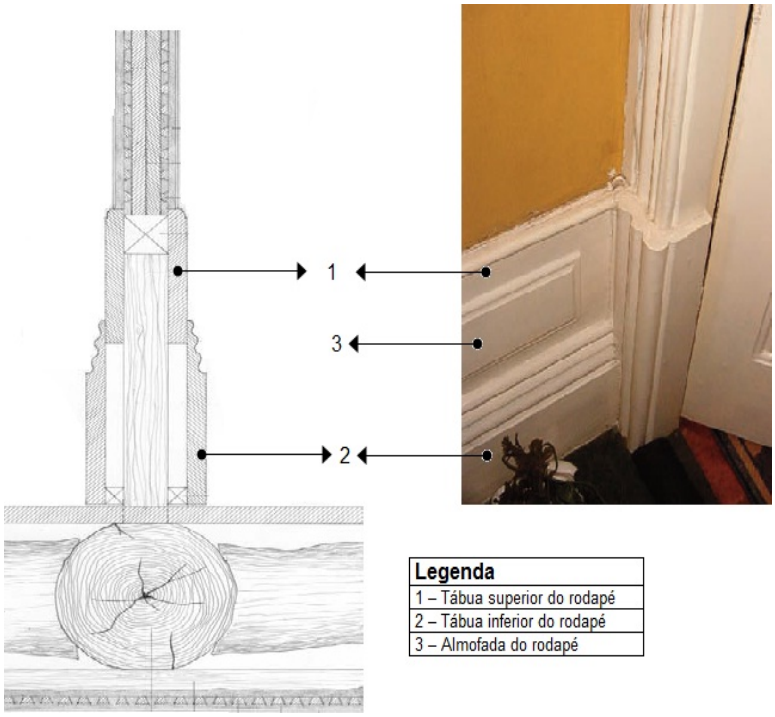


Fig.2.23 – Rodapé de paredes de madeira (Teixeira, 2004).

Quanto ao acabamento das paredes, a versatilidade destas paredes permite-lhe que sejam acabadas da mesma forma que as restantes paredes da divisão, garantindo assim uma melhor ligação e continuidade entre elementos. Usualmente, após a aplicação do reboco, emprega-se um estanhamento tradicional (argamassa de areia e cal hidráulica e aérea) e uma pintura da parede.

Podem ser encontradas também, tal como nas paredes resistentes, soluções de revestimento por tecidos ou papéis de parede.

2.4. GAIOLA POMBALINA – PAREDE DE FRONTAL

Um tipo de parede de madeira que é relevante no contexto nacional, é a gaiola pombalina. Apesar deste tipo específico não ser o alvo principal desta dissertação, mais focada na zona Norte, a referência é importante, visto até apresentar algumas semelhanças construtivas com algumas das taipas, em especial com as taipas de rodízio com travamento e com as paredes tipo tabique misto.

Na verdade, a gaiola pombalina é mais um sistema construtivo global do edifício que uma tipologia de parede em madeira. Essa é uma das principais diferenças. A gaiola pombalina é constituída, isso sim, por paredes que se costumam designar por paredes frontal.

Este tipo de estrutura surgiu, sobretudo após o terramoto de 1755, devido à necessidade de reconstrução rápida da Baixa de Lisboa, com recurso a técnicas que permitissem uma melhor comportamento aos sismos. Neste contexto tem grande difusão a técnica da gaiola.

O sistema tem como base, um misto de alvenaria armada com bielas de madeira, formando o elemento designado vulgarmente por cruz de Santo André.

Entre a fundação e o primeiro piso, as paredes eram executadas em alvenaria de pedra, que suportavam abobadas de berço executadas em cantaria ou alvenaria de tijolo (Catalão, 2008). Nos pisos superiores, surgia então um conjunto de paredes de frontal, ortogonais entre si. Assim procurava-se interligar e contraventar as paredes de alvenaria exteriores. O sistema estrutural ficou conhecido, então, como gaiola Pombalina (Fig.2.24). As ligações entre as paredes de alvenaria e a gaiola eram normalmente executadas através de elementos metálicos chumbados.

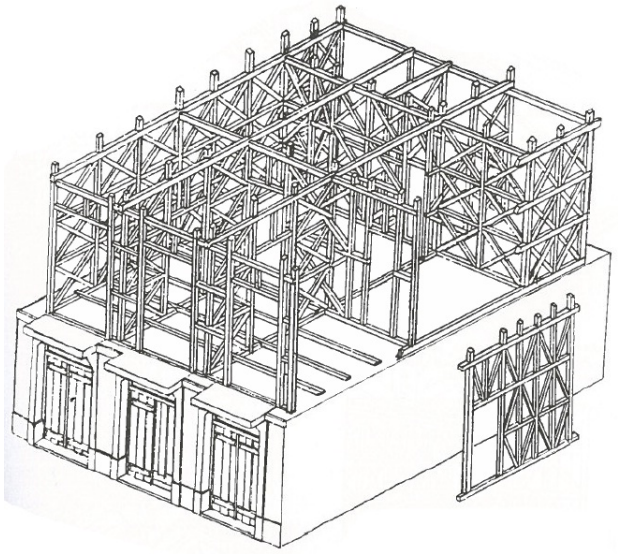


Fig.2.24 – Estrutura tridimensional da gaiola Pombalina (Mascarenhas, 2004).

A base de todo o sistema era o conjunto formado pelas paredes de frontal. Estavam dispostas em duas direcções ortogonais, e eram constituídas pelos prumos verticais e os travessanhos horizontais. Como medida de reforço, eram contraventados pelas escoras dispostas diagonalmente. Esta conjugação de elementos constituía as já referidas Cruzes de Santo André.

Todo o espaço vazio era preenchido por alvenaria ligeira, ligada através de argamassa de cal (Fig.2.25).

Esta técnica construtiva permitiu usar muito do material ruído aquando do sismo de 1755.

Fig.2.25 – Parede de frontal (Catalão, 2008).

Este tipo de construção permitia grande ductilidade às paredes, o que aliado a uma excelente ligação, aumentava muito a capacidade do edifício ao nível do contraventamento, e consequentemente de resistir às acções horizontais (típicas dos sismos).

Como se vê, a grande diferença para as paredes descritas anteriormente, trata-se do facto de o sistema estar previsto para um melhor funcionamento em conjunto, tendo no entanto grandes semelhanças com as taipas de rodízio.

Estruturas de madeira em paredes eram também usadas ao nível das paredes de compartimentação (os já referidos tabiques), e ao nível das paredes de fachada. Neste último caso era montada uma estrutura de madeira que ficava embutida na face inferior da parede de alvenaria (sendo a ligação reforçada por dispositivos denominados de "mãos").

2.5. LIGAÇÕES NAS PAREDES DE MADEIRA EM EDIFÍCIOS ANTIGOS

Para as paredes se comportarem como previsto, e garantirem um correcto funcionamento do sistema do edifício como um todo, é necessário que as ligações estejam de acordo com os objectivos e necessidade.

Salientam-se dois tipos de ligações. O primeiro tipo passa pela ligação entre elementos de madeira, quer seja entre as vigas, prumos e outros constituintes de madeira dentro de uma parede, quer seja pela ligação entre as próprias paredes.

O segundo tipo é o que se refere à ligação das paredes de madeira com o sistema exterior em que se apoiam, em especial, as ligações entre estas paredes e as de alvenaria de pedra.

2.5.1. LIGAÇÕES MADEIRA – MADEIRA

Quanto às ligações madeira – madeira, estas normalmente ocorriam pelo processo chamado de samblagem. Nas diferentes peças eram estabelecidos entalhes e cortes que serviriam para o encaixe, procurando garantir alguma solidariedade entre essas peças de madeira. Poderiam possuir alguns complementos de ligação, tal como talões, ou até nalguns casos pregos. Encontram-se ainda ligações reforçadas com chapas metálicas, sendo que, no entanto, este tipo de reforço era mais usual ser encontrado nas coberturas.

Algumas destas ligações mais conhecidas e utilizadas são (Teixeira, 2004):

- Samblagens a meia madeira (com ou sem talão);
- Malhetes em forma de cauda de andorinha, rabo de minhoto, ou ligações de topo;
- Encaixe por respiga e mecha.

A figura 2.26 apresenta o esquema das ligações acima apresentadas.

Fig.2.26 – Esquemas de ligações entre elementos de madeira (Teixeira, 2004).

No sistema tipo da gaiola pombalina, as cruzes de Santo André, a enorme densidade de elementos de madeira, tal como acontece em algumas das taipas em estudo, levam à agilização das ligações, sendo que a preferida continua a ser a meia madeira. A figura 2.27 apresenta vários encaixes e ligações que estavam presentes neste sistema construtivo

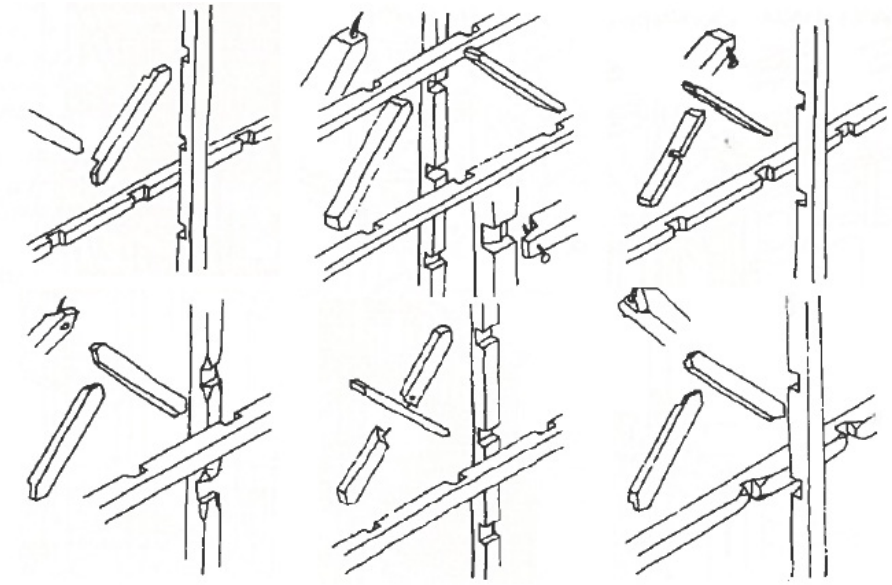


Fig.2.27 – Ligações na gaiola pombalina (Mascarenhas, 2004).

Ao nível da ligação entre paredes de madeira, quando estas se cruzavam, a intercepção poderia ser concretizada segundo as seguintes pormenorizações (Catalão, 2008):

- Ligação através de um prumo comum às duas paredes;
- Colocação de um prumo extra na estrutura de madeira da parede intersectada;
- Ligação através dos elementos horizontais da parede, sem existência de prumos na zona de intersecção;
- Execução de prumo duplo para a ligação.

A ligação aos pavimentos era executada através do frechal e da viga inferior. Tal como nas ligações entre elementos de madeira, aqui procurava-se realizar entalhes para permitir a samblagem, sendo que a ligação poderia ser reforçada através de pregos de ferro forjado.

2.5.2. LIGAÇÕES MADEIRA – PEDRA

Para garantir a correcta ligação ao restante edifício, era necessário garantir que as paredes de madeira estariam correctamente solidárias com as de alvenaria de pedra.

Como se referiu anteriormente, esta dissertação foca-se sobretudo nas paredes de taipa e nos tabiques usados no Norte de Portugal. Assim, volta-se a lembrar que nestes casos, as paredes estruturais de madeira eram apoiadas directamente nas paredes de alvenaria de pedra dos pisos inferiores.

A ligação era materializada através da presença de uma viga horizontal inferior da parede de madeira, que se apoiava na parede de pedra, e onde a primeira se iria depois apoiar. Para este elemento de madeira funcionar correctamente, ele necessitava de estar bem fixo. Para tal, poderia ser falqueado para ter uma melhor superfície de apoio no pano de alvenaria. Era também cravado nas paredes de alvenaria de pedra do rés-do-chão (geralmente), e também nas construções adjacentes.

De forma a garantir que se encontrava a contraventar correctamente o edifício, eram abertos buracos que permitiam esse cravamento, sendo preenchidos também por pedra miúda e argamassa para uma solução mais consistente. No caso de não se ter um apoio onde cravar lateralmente esta viga, poder-se-ia optar pelo encaixe e travamento directamente na parede de pedra inferior.

A materialização desta cravação poderia ser efectuada através de pernos e outros elementos metálicos.

Esta opção por elementos metálicos é, aliás, amplamente usada na construção tradicional, sendo materializada por cavilhas de ferro. Estas ligações bastante rígidas representam uma das formas mais eficazes de se ligar paredes de pedra e paredes de madeira.

Uma outra opção, mais vulgarmente usada na gaiola pombalina, diz respeito à técnica usualmente designada por mãos de madeira, que consistia na utilização de elementos de madeira, com um entalhe (formando uma figura semelhante a uma mão), que permitia uma melhor solidarização entre a parede de madeira e a parede de pedra (Fig.2.28).

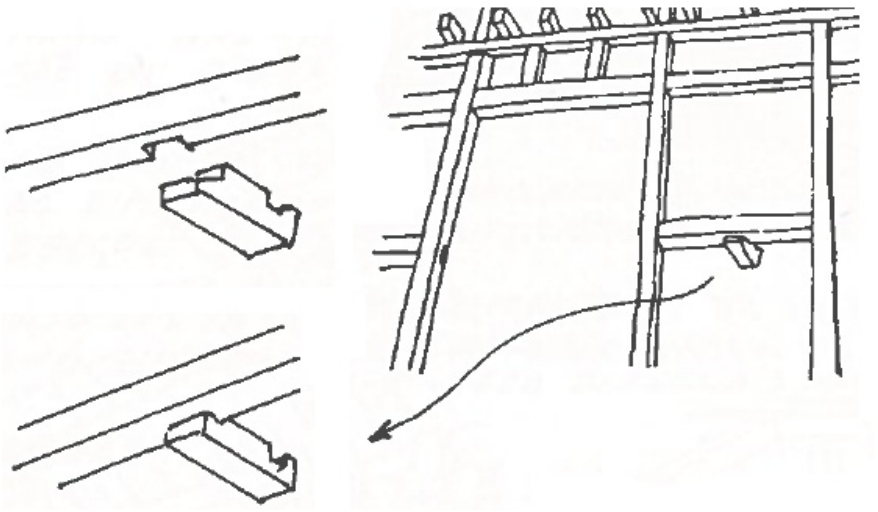


Fig.2.28 – Mão de madeira (Mascarenhas, 2004).

Uma alternativa semelhante é a que corresponde aos chamados gatos metálicos, sendo que, neste caso, são mais aplicados nas zonas onde é necessário fixar a cantaria (em especial nos vãos) à parede de madeira (Fig.2.29).

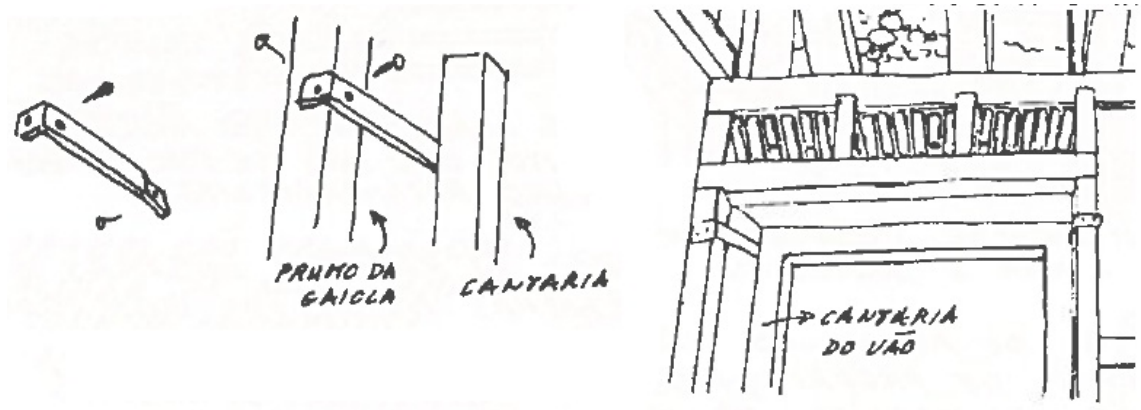


Fig.2.29 – Gatos metálicos (Mascarenhas, 2004).

3

TIPIFICAÇÃO DE PROBLEMAS EM PAREDES EM MADEIRA EM EDIFÍCIOS ANTIGOS

3.1. INTRODUÇÃO E GENERALIDADES

Após a tipificação do tipo de paredes de madeira, e toda a envolvente em que se enquadram, passa-se agora para uma análise dos problemas e conflitos que com elas surgem na actualidade. Nessa perspectiva procura-se fazer uma análise focada no sistema em estudo (paredes de madeiras em edifícios antigos), sem, no entanto, se esquecer que todos os elementos das construções funcionam em conjunto, sendo praticamente impossível isolar um problema que corresponda apenas a um elemento.

O objectivo a que este capítulo se propõe passa essencialmente por uma descrição dos problemas que possam surgir com estes tipos de paredes. Para além do óbvio tema da degradação da madeira e das paredes, a atenção também será repartida por áreas não directamente relacionadas com o estado de conservação em si, mas com a sua capacidade de compatibilização com as exigências da actualidade.

Procura-se também focar a atenção o mais a montante possível, procurando evidenciar respostas para o surgimento dos elementos biológicos, e não só, que provocam danos nos materiais, tentando descrever as anomalias que propiciam o ambiente para o seu surgimento, bem como de outros factores de relevância. Com esta metodologia procura-se entender o porquê do surgimento das patologias, e não tanto as consequências para as paredes resultantes da exposição a elas. Tenta-se eliminar o problema, para não ter de se proceder à sua solução, contribuindo para uma melhor manutenção e conservação das estruturas.

Para além de todas estas questões específicas de ordem técnica analisadas, existem questões gerais mais filosóficas que em muitos casos condicionam o tipo e dimensão das intervenções. Devido ao facto de muitos edifícios onde esta tipologia de paredes se encontra estarem em zonas históricas, ou eles próprios serem edifícios de elevado valor patrimonial, surgem questões legais, sociais e patrimoniais que têm primazia em relação às técnicas e económicas. Esta questão é analisada no tópico seguinte.

3.2. RESTAURO VS REABILITAÇÃO – A PROBLEMÁTICA DO TIPO DE INTERVENÇÃO

Tal como referido anteriormente, a primeira grande questão com que as paredes de madeira se deparam é de origem social, legal e patrimonial, ou seja, qual é o tipo de intervenção a que o edifício vai ser alvo, e se esta é legalmente exequível.

3.2.1. RESTAURO - ORIENTAÇÃO

Grande parte dos edifícios que possuem as soluções de paredes abordadas nesta dissertação, encontram-se em zonas históricas de elevado valor patrimonial, e que impõem restrições legais às obras nos edifícios. Tem-se como exemplos claros a baixa Portuense, o centro histórico de Guimarães, a baixa Pombalina de Lisboa, e outros.

Fig.3.1 – Foto da zona histórica do Porto.

Noutros casos não são as zonas que se revestem de especial importância, mas sim os próprios edifícios. Estes possuem classificações dos institutos relativos ao património que impedem intervenções gerais com carácter mais revolucionário, ou então, existem parcelas dos edifícios que devem ser preservadas e restauradas, e não reabilitadas no sentido mais lato do termo. Casos de elementos de elevado valor histórico como tectos estucados, frescos e outras pinturas, elementos decorativos, alcatifas, e de carácter mais relevante para as paredes, de azulejos com alto valor patrimonial, tipos de reboco de qualidade, papéis de parede, revestimentos de parede à base de tecidos (como sedas), exigem cuidados redobrados na intervenção a ser realizada.

Fig.3.2 – Foto de um elemento com elevado valor.

Nestes casos, a intervenção a realizar será enquadrada numa perspectiva de restauro. Recorrendo a técnicas tradicionais procede-se, não a uma reabilitação dos edifícios para as exigências actuais, mas a um restauro do seu aspecto original, salvaguardando o seu aspecto e autenticidade.

A opção a tomar, no entanto, não é clara. Segundo a bibliografia (Faria, 2002a), nas intervenções de restauro é de especial importância procurar intervir no edifício através das técnicas características do mesmo, e mais antigas, procurando não só melhorar a sua situação corrente, mas restaurar a sua originalidade e corrigir intervenções anteriores nefastas. Mas, todas as decisões necessitam ser ponderadas existindo casos em que este tipo de actuação não é possível.

O restauro deve procurar cingir-se, e em particular nos elementos de madeira, à substituição de elementos irreparáveis por novos, usando técnicas antigas de montagem nos edifícios em bom estado, ou usando ligadores modernos, em especial parafusos de aço inoxidável.

Assim, surgem um conjunto de indicações e aconselhamentos que procuram guiar as intervenções de restauro (Faria, 2002a):

- Procurar respeitar o passado na medida do possível, preservando os materiais existentes, quando as soluções e materiais usados sejam de carácter moderno;
- Compreender a utilidade e necessidade de futuras intervenções, respeitando as antecedentes e o contexto em que aconteceram;
- Deixar indicações que permitam perceber onde e quais as intervenções que se realizaram nos edifícios;
- Evitar soluções de carácter excessivamente actual e pouco conhecidas e avaliadas;
- Usar sempre que possível ligações reversíveis;
- Evitar as intervenções mais radicais e modernizadoras de um ponto de vista arquitectónico, que se traduzam por soluções altamente destruidoras e marcantes nos edifícios, procurando deixar o mínimo possível de alterações à solução encontrada nos momentos do restauro.

Por fim, salvaguarda-se o facto de que quando as soluções iniciais se tenham verificado serem inúteis ou desajustadas se proceda à substituição das mesmas por outras actuais e mais adequadas.

Fig.3.3 – Tipos de intervenção nos edifícios no enquadramento da dissertação.

3.2.2. REABILITAÇÃO - ORIENTAÇÃO

Quando as condicionantes de 3.2.1 não existem, o tipo de intervenção pode ser pensada de forma a procurar uma reabilitação do edifício, ou seja, procurar torná-lo mais satisfatório nas necessidades e parâmetros actuais. Assim procura-se definir a estratégia seguindo um conjunto de áreas multi-disciplinares mais latas (adaptado de Appleton, 2003):

- Modernização funcional (onde se incluem as necessidades de infra-estruturas) e espacial;
- Segurança estrutural;
- Segurança contra riscos de incêndios;
- Conforto térmico e eficiência energética;
- Conforto acústico.

As intervenções deste género, partindo do princípio que o objectivo do dono de obra é esse, permitem manter, na medida do possível, as características mais tradicionais do edifício, e que contribuem para a qualidade do mesmo (sobretudo ao nível estrutural), potenciando-o, mas evitando exageros que ultrapassam um limite sensível da relação custo – benefício, e que muitas vezes não ajudam na manutenção do património das cidades, mas sim o encaminham para um abandono mais generalizado.

A procura de soluções de reabilitação não está limitada a um caminho único, sendo que cada dono de obra possui os seus próprios objectivos a atingir, sendo estes condicionados pela legislação em vigor.

As paredes, e também outros tipos de estruturas e elementos onde entra madeira, têm que ser analisadas de um ponto de vista muito particular, isto porque esta é de origem vegetal, o que induz que as suas causas de degradação, e modo como esta sucede, sejam diferentes dos materiais inorgânicos, como a pedra.

Para um processo de reabilitação, ma análise das paredes de madeira, e também as mistas, é importante ter em conta as diversas causas que implicam a degradação dos seus elementos:

- Causas estruturais: dimensionamento deficiente das estruturas das paredes, apoios e ligações; surgimento de cargas extra devido à degradação de outros elementos de cariz estrutural e/ou demolições dos mesmos, bem como da alteração do seu uso (incluindo rearranjos arquitectónicos – novas aberturas, novas escadas e elevadores);
- Fogo: ocorrência de incêndios diminui a secção útil das peças de madeira, atacando em especial se a mesma tiver fendas (situação de cargas excessivas e danos na madeira), e nas ligações com elementos metálicos. Incêndios propiciam o aparecimento de outros factores destrutivos para a madeira;
- Envelhecimento por acções termo-higrométricas e por acção do clima: as variações de dimensão e propriedades surgem, por norma, associadas às condições de humidade e teor de água, bem como à acção dos raios UV (SOL), e à ausência de ventilação (o vento quando não surge sob a forma de rajadas muito fortes é essencial para a conservação da madeira);
- Degradação por organismos biológicos: a acção de fungos, insectos, moluscos e crustáceos (estes dois últimos em ambiente marítimo), surge muitas vezes associada ou como consequência de outras causas (como a presença de humidade), mas também pode surgir por motivos puramente casuais e naturais, sem terem existido factores catalisadores directamente ligados ao edifício em si.

As diferentes problemáticas que surgem na perspectiva da reabilitação dos edifícios, em particular nas paredes de madeiras, são descritas em pormenor nos tópicos seguintes. Tem-se em conta sobretudo os problemas na reabilitação dos edifícios, ou seja, trazê-los para o nível de exigência actual, mas também os de reabilitação estrutural e a degradação das paredes.

Procura-se interligar os problemas e os desafios, para uma melhor e mais correcta percepção de como funciona o edifício, e em particular as paredes, de uma forma global.

Quadro 3.1 – Tipificação dos diversos problemas que as paredes de madeira enfrentam.

Tipificação dos problemas das paredes de madeira	
Degradação	Novas exigências
• Causas estruturais • Fogo • Clima e acções termo-higrométricas • Organismos biológicos	• Modernização funcional e espacial • Segurança contra riscos de incêndios • Conforto térmico e eficiência energética • Conforto acústico • Segurança estrutural

3.3. MODERNIZAÇÃO FUNCIONAL E ESPACIAL

O primeiro grupo indicado em 3.2.2 é o da modernização funcional e espacial que os edifícios podem sofrer nas intervenções de reabilitação. Procurando uma análise focada nas paredes, mas não esquecendo que todo o edifício funciona em conjunto e que alguns problemas estão interligados, conseguem-se identificar vários desafios que se colocarão:

- Instalações técnicas e infra-estruturas: água, esgotos, gás, telecomunicações, condutas de ventilação e instalações mecânicas, instalações eléctricas;
- Abertura de vãos;
- Acessos verticais: novas escadas e elevadores, e reabilitação dos existentes;
- Acabamentos e Revestimentos;
- Novas necessidades espaciais;
- Outros.

Deve-se entender que alguns dos desafios estão presentes também noutros tópicos analisados posteriormente, tendo-se preferido enquadrar neste, por uma questão de âmbito.

A principal dificuldade prende-se com a compatibilização das alterações a introduzir, ao nível de aberturas, compartimentação, e da beneficiação das instalações técnicas, de forma a que o edifício atinja o nível de qualidade e conforto pretendidos.

3.3.1. INSTALAÇÕES TÉCNICAS DE ÁGUAS E ESGOTOS

Porventura, as intervenções de actualização das redes de águas e das redes de esgotos, são das que levantam mais problemas e desafios nas intervenções em edifícios antigos. Esta dificuldade traduz-se por uma série de complicações que podem surgir derivadas das mesmas.

Sendo as estruturas das paredes em madeira, bem como muitos outros elementos que normalmente as compõem (fasquio, outros), é de fácil compreensão que no caso destas instalações que funcionam como veículo condutor de líquidos, por norma água e água de esgoto, o cuidado terá de ser redobrado.

Em primeiro lugar, a problemática passa logo por uma questão de espaço. Se nas paredes exteriores, algumas poderão possuir espaço no interior para a circulação da canalização (tabique simples reforçado), noutras tipologias, e em especial nas paredes de compartimentação, esse espaço é mesmo nulo.

Será necessário encontrar estratégias para as conseguir colocar nos locais adequados, e em consonância com as capacidades das estruturas. Uma das hipóteses será a ocultação das canalizações através da construção de caixas-de-ar técnicas, ou pela circulação pelo pavimento, utilizando as paredes apenas para os cruzamentos entre compartimentos. Tais hipóteses serão analisadas em pormenor nos capítulos seguintes dedicados ao tema.

São conhecidas inúmeras situações em que as instalações de águas e esgotos são coincidentes com problemas nas paredes e estruturas de madeira, provocadas em especial pela humidade, mas também pelos químicos existentes em águas sujas.

Fig.3.4 – Patologia originada por redes inadequadas (Appleton, 2003).

Nas instalações de águas e esgotos primitivas encontram-se inúmeras vezes problemas relacionados com a perda de estanquidade, acumulação de incrustações, obstrução (nas redes de esgotos), e má concepção das instalações, que originam os deficientes comportamentos com consequências que se exteriorizam nos elementos envolventes, neste caso particular nas paredes. Toda esta panóplia de anomalias manifesta-se em fugas de água, vibrações e ruído, exsudação e manchas de humidade, deficiências no caudal (pouco caudal ou consumos exagerados no abastecimento, ou insuficiência de escoamento nos esgotos), maus cheiros, entre outros (Paiva *et al*, 2006).

Normalmente associadas a zonas de cozinhas e instalações sanitárias este tipo de redes necessita ser rigorosamente inspeccionada, porque o mau funcionamento das mesmas terá um impacto

extremamente elevado nos elementos estruturais e nos revestimentos (Catalão, 2008), quando comparados, por exemplo com os edifícios de alvenaria de tijolo e estrutura de betão armado.

Este facto é de igual modo importante nos edifícios onde se pretende instalar um novo sistema, bem como naqueles cuja instalação já se encontra realizada (reabilitação da existente). Nos edifícios antigos, sobretudo dos finais do séc. XIX e início do séc. XX, começaram a ser aplicadas instalações sanitárias, devido ao conceito de saúde e higiene, pelos padrões actuais, passar a estar mais integrado na sociedade.

Não é de todo desprezável, muito pelo contrário, o contributo do sistema de recolha de águas pluviais. Este tem um papel fundamental na condução das águas, desde o telhado até ao rés-do-chão, impedindo as suas infiltrações nas paredes, sendo por isso também um ponto essencial a ser analisado na pormenorização da reabilitação.

Ao contrário de muita da arte de bem construir anterior, esta não primava pela perfeição, sendo um dos calcanhares de Aquiles da construção tradicional, encontrando-se muitos edifícios com instalações de qualidade duvidosa e insatisfatória que têm vindo a contribuir para a degradação dos elementos de madeira, através da entrada na construção da água das chuvas.

É importante referir que a água e a humidade não são por si só um efeito devastador nas condições de conservação da madeira. No entanto, uma exposição descuidada da mesma a estes factores, associada a uma deficiente ventilação que não permite o seu desaparecimento, leva a uma situação favorável ao surgimento de agentes biológicos deterioradores (Faria, 2002a). No entanto, a degradação pela movimentação de água e humidade, ao longo do tempo, não é desprezável, pois favorece uma situação de degradação em cadeia (Pinho, 2000), quer através de uma degradação directa, quer através de agentes químicos presentes nas águas residuais.

A presença de água e humidade, através de fenómenos de congelamento, inchamento, e sucessivas infiltrações, provocam novas fissurações na madeira, favorecendo a entrada de nova água, sendo que o ciclo cada vez se agrava mais.

Devido às grandes semelhanças entre ambos, os efeitos derivados da infiltração de águas da chuva e de fenómenos de ascensão capilar, também são focados neste tópico.

É também importante não desprezar o problema do ruído, já referido acima. Devido à deficiente concepção técnica, as redes de água e esgotos são potenciais criadores de ruídos e consequente desconforto para os habitantes. Este problema é originado, entre outros factores, por (adaptado de – Paiva *et al*, 2006):

- Circulação da água a velocidade e/ou pressão excessiva;
- Elementos de bombagem com paragem repentina;
- Dispositivos de saída excessivamente estreitos e mudanças bruscas de diâmetro na tubagem;
- Pontos altos da rede (com problemas de acumulação de ar) e traçados excessivamente sinuosos;
- Tubagens reajustadas forçadamente pelas variações térmicas;
- Atravessamento solidário de elementos estruturais por tubagens.

Este factor é muitas vezes ignorado no enquadramento das novas instalações em edifícios a reabilitar. Por esquecimento, ou negligência, é alvo de deficiente cuidado, o que origina queixas dos utentes e moradores dos edifícios. Por isso, o seu enquadramento, neste caso com as paredes, terá de ser tido em conta. Este ruído é originado pela má instalação e concepção das redes, mas também é uma

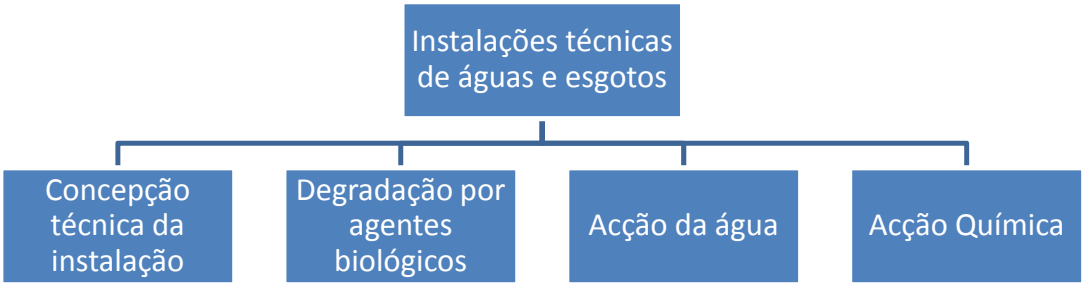
consequência das performances acústicas das paredes. Será por isso analisado separadamente, consoante a causa, no tópico específico

Por fim, é importante referir que esta dinâmica não funciona só num sentido, ou seja, as instalações criam problemas e desafios nas paredes mas o sentido inverso também se encontra presente. Alguns dos problemas referidos nas instalações também se originam nas próprias paredes, sobretudo nas suas deformações não controladas.

Temos como exemplo, as tracções que surgem nas redes devido aos movimentos que acontecem nas paredes, devido às deformações da estrutura resistente, ou por acção térmica, e que levam à ruptura das canalizações, ou também, noutros casos de deformações excessivas, ao esmagamento da tubagem.

No caso das redes de águas pluviais, e também de águas residuais, é muito frequente encontrarem-se paredes atravessadas por tubos de queda em grés. Estes, por serem excessivamente rígidos, não são compatíveis com as deformações e elasticidade que uma parede com elementos estruturais de madeira apresenta. Por isso mesmo encontram-se muitas vezes fendilhados, originando derrames (Appleton, 2003).

Quadro 3.2 – Síntese dos grupos de problemas nas instalações técnicas de águas e esgoto.



3.3.1.1. AGENTES BIOLÓGICOS – DEGRADAÇÃO ASSOCIADA À HUMIDADE

Tal como referido anteriormente, a presença de água e humidade são potenciadoras do surgimento de factores de degradação das madeiras associados a agentes biológicos, de onde se destacam:

- Fungos Xilófagos (bolores e fungos de podridão);
- Insectos Xilófagos (caruncho, térmitas e outros);
- Xilófagos marinhos (não analisados por não se enquadrarem no estudo das paredes em causa).

No caso dos primeiros, e falando dos bolores (Fig.3.5), estes não são propriamente prejudiciais às estruturas de madeira, quer no seu comportamento quer na resistência, saindo facilmente com lavagem, devido a serem muito superficiais. No entanto, a sua presença indica que estão criadas as condições para o surgimento de outros tipos de ataques mais gravosos, sendo por isso um indicador a ter em conta. Para além disso, a sua presença facilita ainda mais a implementação de fungos de maior gravidade, através do incremento da porosidade da madeira. Caracterizam-se pelo surgimento de manchas coloridas, que alteram o sentido estético das estruturas de madeira, que se encontrem à vista (situação não vulgar nas paredes).

Fig.3.5 – Aspecto dos bolores na madeira (Costa, 2009).

Relativamente aos fungos de podridão (Fig.3.6), a sua presença é já bastante preocupante, pois traduz-se na diminuição da resistência e na diminuição do volume de água, sendo notada a sua presença pelo som a oco, a desintegração da madeira, odor a mofo e alguma alteração da coloração. Segundo (Arriaga, 2000), os fungos de podridão estão representados por três grupos: podridão branca ou fibrosa, podridão branda e podridão parda ou cúbica.

Esta última é a mais preocupante. Começa-se a desenvolver quando o teor em água na madeira atinge os 20%, e pode chegar ao extremo da madeira se tornar pó com um pequeno toque. Como agravante, só é detectado praticamente sempre quando os seus efeitos obrigam à substituição total da peça (diminuição da resistência na ordem dos 80 a 95%).

No caso particular das paredes, e naquelas que possuem a estrutura de madeira totalmente oculta, a sua detecção torna-se ainda mais difícil.

Os fungos de podridão são bastante dependentes da humidade, embora algumas espécies raras a consigam transportar, sendo por isso usualmente localizadas em pontos sensíveis, tais como as proximidades das canalizações. Os seus alvos preferidos, são as árvores folhosas.

Fig.3.6 – Aspecto dos fungos de podridão na madeira – podridão parda (Tampone, 2002).

Outro dos problemas de origem biológica, potenciado pela humidade (mas não de sua exclusiva responsabilidade), é o grupo dos insectos xilófagos (que se alimentam da madeira). Este grupo integra os insectos de ciclo larvar (carunchos), e os insectos sociais (térmitas). São ambos propícios a

aparecerem quando a humidade e teor de água se encontram em níveis altos, e actuam da mesma forma, abrindo galerias (Fig.3.7) ao longo das peças de madeira, especialmente nas zonas mais brandas.

A detecção das mesmas é característica, derivado das tiras que as suas galerias formam, normalmente na orientação do fio da madeira (sobretudo nos insectos sociais), sendo que se tratam de ataques perigosos por a sua detecção só ocorrer normalmente após deformações elevadas das peças ou mesmo após rotura localizada de elementos.

Os ataques dos insectos de ciclo larvar são bastante mais frequentes no continente que os dos insectos sociais, sendo que o seu ataque é também mais perigoso, por existirem espécies que conseguem atingir profundamente o cerne, o que não acontece com as térmitas.

O ataque centra-se em especial nas madeiras Resinosas, sobretudo na acção das térmitas, tendo como excepção o Carvalho, que é alvo de um ataque forte destes insectos. Tal como nos fungos, preferem zonas húmidas, pelo que as proximidades das instalações de água, esgotos e de saneamento, representam alvos preferenciais.

Fig.3.7 – Aspecto dos ataques de insectos xilófagos – Galerias de circulação (Lopes, 2008).

3.3.1.2. ACÇÃO DA ÁGUA

Para além dos factores potenciadores do surgimento de ataques biológicos, a água líquida também cria problemas na madeira, pelo que as instalações que as transportam tornar-se-ão alvo de especial atenção.

A presença de água nas paredes de madeira provoca a diminuição da sua resistência e o seu inchamento. Esta presença pode originar-se, por exemplo, pela da rotura de canalizações, ou pela má escolha das ligações entre as mesmas, também podendo surgir por ascensão capilar nos pisos inferiores (vinda do solo), ou quando a rotura das canalizações ocorre nos pavimentos.

O aumento do teor de água pode provocar tensões internas nas peças de madeira, devido à variação dimensional provocada, originando a ocorrência de fendas e empenos. O surgimento das fendas contribui para a permanência de mais água, originando um o ciclo contínuo de degradação.

Quando se está na presença de paredes de compartimentação – tabiques – os efeitos são ainda mais nefastos devido às reduzidas secções que possuem, que lhes limitam o carácter resistente.

Para além do efeito na madeira em si, outras partes das paredes sofrem com a acção da água, nomeadamente no que diz respeito ao seu enchimento e ao reboco e acabamentos.

No caso dos rebocos e acabamentos, a água é a principal causa da desagregação dos mesmos (Pinho, 2000). Esta desloca-se junto das argamassas entre os enchimentos (particularmente problemático nas paredes de taipa de rodízio), criando uma rede interior e subindo por capilaridade, ocorrendo neste processo a dissolução de alguns sais.

Quando se está na presença de ciclos de humedecimento e secagem sucessivos, e sobretudo quando se encontram argamassas pouco permeáveis ao vapor, ocorrem fenómenos de deposição de sais, quer à superfície da parede (eflorescências), quer entre os rebocos e o tosco da parede (criptoflorescências). Este último caso é bem conhecido por formar uma espécie de bolhas com sais no interior.

Os fenómenos deste género são uns dos principais destruidores dos rebocos e das pinturas. No entanto, embora a gravidade nas taipas de rodízio (derivado da forte presença de pedra e tijolo como enchimento), as paredes de madeira não são tão afectadas quanto as de alvenaria. Também porque esta espécie de fenómenos se encontram muito ligados a humidades que ascendem por capilaridade dos solos (mais ricas em sais), e as paredes de madeira não são usualmente aplicadas em contacto directo com os mesmos. Mesmo assim, o efeito não é de todo desprezável.

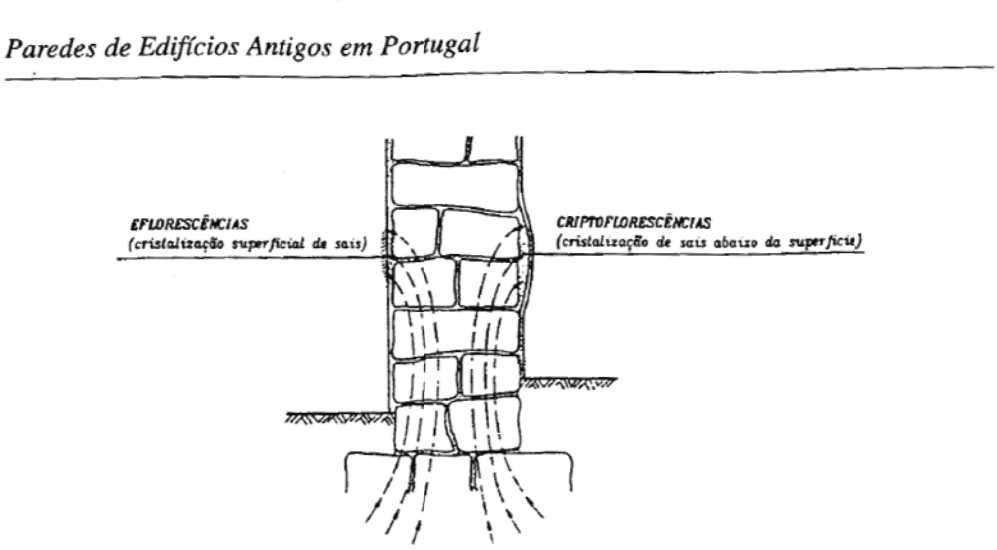


Fig.3.8 – Esquema das eflorescências e criptoflorescências (Pinho, 2000).

3.3.1.3. ACÇÃO QUÍMICA

Muito ligada à acção da água, por esta ser o seu principal meio de transporte, está a acção química.

Nas instalações que transportam águas, sobretudo as residuais de saneamento, deslocam-se muitas vezes líquidos com substâncias que podem prejudicar a salubridade da madeira e das paredes.

Quer seja originária de águas das limpezas, dejectos humanos, ou outras situações, as águas residuais possuem muitas vezes um comportamento extremamente alcalino, ou o oposto, extremamente ácido. Sendo, por natureza própria, normalmente ácidas (pH 4 a 5), as madeiras das paredes encontram-se especialmente vulneráveis a ataques de agentes fortemente básicos (detergentes, lixívias, outros). No entanto, ácidos bastante fortes também são causadores de degradação das madeiras. Para patamares intermédios apresentam bons comportamentos.

Numa breve comparação com as estruturas de betão, a madeira é menos sensível a ambientes salinos, com lixos, carvão, e ambientes moderadamente alcalinos ou ambientes ácidos.

A presença de água, mesmo não sendo ela a transportadora dos elementos agressivos, é perigosa devido ao facto de a humidade baixar a resistência da madeira aos ataques alcalinos.

3.3.2. INSTALAÇÕES TÉCNICAS – OUTRAS

Para além das já referidas instalações de águas, saneamento e esgotos, os edifícios de donos de obra que procuram a reabilitação, vêm-se confrontados com problemáticas referentes a outros tipos de instalações e infra-estruturas que são indispensáveis nos padrões actuais de conforto e exigências, e que necessitam de se verem adequadas aos consumos actuais.

Instalações eléctricas, telecomunicações, gás, ventilação e instalações mecânicas, têm duas características muito importantes em comum. Em primeiro lugar, não transportam líquidos (problemáticos para as estruturas das paredes de madeira), e em segundo lugar, têm como um dos maiores desafios a procura do equilíbrio entre as necessidades de dimensionamento e conforto, com o espaço disponível e as condições de apoio e suporte permitidas pelas paredes.

Sendo que preferencialmente, e por uma questão de espaço, estas instalações circularão nos compartimentos através dos pavimentos, será praticamente impossível não surgirem zonas de grande interferência com as paredes de madeiras.

No caso das estruturas que ocupem uma volumetria substancialmente reduzida (eléctricas e telecomunicações), o enquadramento não é dificuldade acrescida, exceptuando zonas pontuais, como quadros e derivações, onde a qualidade do suporte oferecido pela parede deve ser avaliado. Possuem fios e canais de pequeno diâmetro, pelo que a decisão passa sobretudo por incorporar a instalação no tipo de obra que se está a efectuar.

No caso de uma intervenção profunda a instalação ficará preferencialmente embutida no reboco, sendo necessário verificar se a segurança do mesmo não se encontra comprometida. Ou em casos de intervenções mais pontuais, a opção pelas calhas será mais adequada (Catalão, 2008).

A maior dificuldade passa por procurar evitar que existam interferências com a estrutura resistente da parede.

Fig.3.9 – Instalação eléctrica degradada (Paiva *et al*, 2006).

No entanto, é necessário também averiguar o estado das instalações existentes nos locais. Sendo que muitas são já bastante antigas, a sua capacidade de suporte e adaptação às necessidades actuais é em muitos casos desadequada.

No caso das instalações eléctricas, o seu deficiente dimensionamento e suas instalações rudimentares e inseguras, aliados à degradação natural causada pela acção do tempo, levam a sobrecargas, curto-circuitos e sobreaquecimento de alguns elementos. Isto torna-se particularmente relevante nos elementos de contacto e saídas para o exterior da rede (constituintes normalmente colocados nas paredes).

Esta conjugação de elementos torna a rede antiga um especial foco de cuidados e potencial provocadora de incêndios. Como se está a analisar o fenómeno em paredes com elementos em madeira, esta situação torna as redes eléctricas um elemento a considerar com especial cuidado. Para além disso, existe a questão da segurança da utilização, onde devido a essa mesma deficiência funcional, e à ausência de rede de terra, torna-se problemático garantir a segurança dos utilizadores (Appleton, 2003).

Na questão espacial, os casos mais complicados são os que surgem com as instalações de gás, e especialmente as de ventilação e mecânicas. Nestes casos o volume elevado não permite a ocultação com medidas simples, sendo muitas vezes impossível não as deixar à vista. Será sempre preciso ponderar exaustivamente a relação entre espaço disponível e qualidade arquitectónica, quando se pretender despender área de construção para as ocultar.

Será necessário enquadrá-las o melhor possível nos compartimentos, e procurar que os atravessamentos nas paredes sejam realizadas de forma a minimizar o máximo possível o impacto na capacidade resistente da mesma. É imperativo o uso da imaginação.

Fig.3.10 – Atravessamento de uma conduta através de uma parede de madeira (Catalão, 2008).

Para além da problemática espacial, as instalações de ventilação e mecânicas são fontes de ruídos que causam desconforto nos moradores e/ou utentes dos edifícios. Tal como nas redes de instalação de águas e esgotos, este fenómeno pode ser originado pela má concepção e/ou instalação das condutas e mecanismos, mas também pode estar associada ao deficiente comportamento acústico da parede.

Por fim, resta deixar uma nota relativamente às instalações de gás. Sendo praticamente nula a sua presença em edifícios antigos, (existem apenas em situações pontuais de reabilitação realizadas já nos meados deste século), por norma toda a instalação terá de ser obrigatoriamente feita de raiz. Esta

reveste-se de especial cuidado, sendo uma das que mais está abrangida por fiscalização e legislação próprias.

O facto é de fácil compreensão. O gás, como é de conhecimento comum, é altamente inflamável, pelo que os danos na sua rede de distribuição podem ser desastrosos. Esta pode-se danificar pelos mesmo motivos que as redes de água, ou seja, por deformações das paredes que originem tracções ou compressões excessivas, ou movimentações térmicas. Enquadrar estas exigências com a qualidade das paredes é o desafio do capítulo seguinte.

Fig.3.11 – Rede de gás antiga (Appleton, 2003).

As redes de ventilação e de gás estão também associadas nesta problemática da reabilitação das paredes, por estarem muitas vezes ligadas. É indispensável que nos locais onde existam elementos queimadores de gás (fogões, esquentadores), exista uma boa ventilação para garantir a segurança do edifício e dos respectivos utilizadores. (Appleton, 2003).

3.3.3. ABERTURA DE VÃOS

A abertura de vãos, bem como a problemática dos novos acessos verticais, descrita no tópico seguinte, está muito relacionada com a segurança estrutural do edifício, que é um tópico definido anteriormente como distinto, mas ao qual se farão, como seria de esperar, referências.

Quando se está perante uma reabilitação de uma construção, é normal que se procure dotar a mesma de uma melhor organização espacial e funcional, de forma a satisfazer as necessidades e desejos do dono de obra. Assim, é muitas vezes indispensável que se proceda à abertura de novos vãos.

No caso das paredes de madeira, considerar-se-ão como aberturas, no âmbito do trabalho, as demolições de paredes para estabelecer divisões de maiores dimensões, novas janelas, portas e outros buracos de dimensões significativas. Não se vão considerar acrescentos, ou aumentos de áreas, pois se considera matéria para o tópico da segurança estrutural.

Em primeiro lugar, é importante que se analise o que de melhor e pior foi feito ao longo dos últimos dois séculos (em especial), para se poderem tirar ilações. No passado, não muito distante, quando se começaram a realizar as primeiras obras de reabilitação no tipo de edifícios em estudo, fizeram-se algumas alterações ao nível dos vãos que alteraram o bom funcionamento estrutural, que até então existia, e contribuíram para a degradação global das construções.

Salientam-se as demolições de arcos ao nível do piso térreo e a demolição pontual de troços de paredes (Catalão, 2008). Estas alterações nos vãos, provocaram sobrecargas nas paredes, tanto estruturais como não estruturais (estas muitas vezes tornaram-se elementos resistentes por necessidade e não por dimensionamento), bem como deformações exageradas, com todas as consequências nefastas que isso traz para as paredes.

Rotura de elementos resistentes de madeira, das canalizações, tubagens, redes eléctricas, fendilhação da argamassa de reboco e dos acabamentos, sobrecarga de elementos previamente não estruturais, bem como todas as consequências secundárias que isso traz às paredes (humidades, degradação biológica, química e por acção da água, incêndio e outros), justificam que a abertura de vãos e a alteração da organização espacial, seja sempre muito bem estudada e ponderada.

Pode-se separar as aberturas de novos vãos em dois tipos principais: as que ocorrem em paredes resistentes (inclui-se as paredes de compartimentação que por acção do tempo, alteração das condições originais de condução de cargas, ou por degradação dos elementos resistentes, ficaram sujeitas a esforços), e as aberturas executadas nas paredes principalmente com função de compartimentação.

Tal como sucede nos vãos que foram feitos originalmente, os novos são também pontos naturalmente fracos, pois ocorrem aí normalmente concentrações de tensões, sendo que estas são responsáveis pelo início e progresso da fendilhação. Para além disso, a falta de resistência dos lintéis ou arcos, poderia originar flexões excessivas e fissuras verticais (Appleton, 2003). No caso particular das paredes de madeira, os elementos envolventes dos vãos apresentam uma menor capacidade de resistência, tendo no entanto uma maior ductilidade. Isto faz com que, apesar do elemento estrutural poder não fendilhar, os rebocos e os acabamentos envolventes o façam.

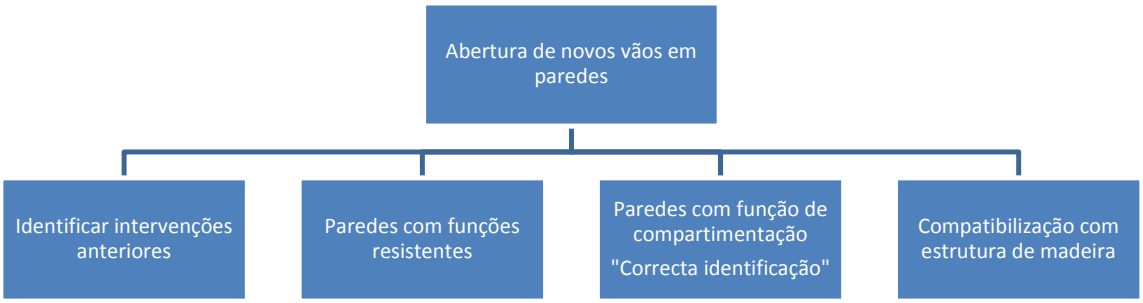
Fig.3.12 – Fissuração devido à concentração de cargas em vãos (Appleton, 2003).

Por estes motivos, na construção tradicional, procurava-se reforçar sempre estes pontos através de cantaria de elevada qualidade e com grandes dimensões, ou outros reforços adaptados à localização, sendo especialmente importante referir os reforços de madeira, como é óbvio pelo âmbito do trabalho (estabelecimento dos vãos por meio de prumos, vergas e travessanhos encontra-se descrito no capítulo referente às paredes com estrutura de madeira – cap.2).

É necessário que se procure equilibrar a estrutura da parede com a geometria da abertura a construir, de forma a não penalizar o comportamento global do elemento. A solução passará por compensações com novos elementos, realinhamentos, implicando que actue provavelmente numa área um pouco superior à que está directamente associada ao novo vão. No capítulo 4 é apresentado um pequeno caso que procura exemplificar melhor o acerto necessário.

Por fim, é importante referir que antes de qualquer intervenção do género, será necessário proceder à correcta avaliação do comportamento e do esforço a que a parede está sujeita, permitindo despistar correctamente o caso dos tabiques que se encontrem sujeitos à acção de cargas. A intervenção em paredes com funções resistentes é obrigatoriamente muito mais cuidada, e terá de ser mais precisa, que no caso de uma parede de compartimentação.

Quadro 3.3 – Síntese da problemática da abertura de novos vãos em paredes com estrutura de madeira.



3.3.4. Novos Acessos Verticais / Reabilitação dos Existentes

Tal como o tópico anterior, o caso dos novos acessos verticais está intimamente ligado com a questão estrutural, para além da óbvia ligação à questão da modernização funcional e espacial. Assim será alvo de atenção neste grupo de problemáticas.

A necessidade de alteração dos meios de comunicação verticais nos edifícios surge por diversos motivos. É necessário adequá-los às exigências actuais de forma a que os utilizadores possuam um maior conforto, e, indispensavelmente, um maior nível de segurança (Catalão, 2008).

Nos edifícios antigos é vulgar encontrarem-se escadas com pendentes excessivas, larguras e pés-direitos extremamente reduzidos, bem como muitas escadas de tiro (sem patamar intermédio), que afectam a movimentação das pessoas, em especial a dos indivíduos com mobilidade reduzida.

Em alguns edifícios, sobretudo aquando de intervenções profundas, é possível reajustar as condições destes meios, embora a sua adequação e adaptação ao espaço disponível seja sempre tremendamente complicada. Nalgumas condições especiais, será mesmo necessário dotar as construções com novas escadas, e inclusive elevadores – especialmente para edifícios com fins públicos ou para ter em conta pessoas com mobilidade reduzida.

Em intervenções de média escala, sem alterar globalmente as condições estruturais do edifício, esta situação levanta ainda mais problemas, sobretudo ao nível da organização espacial e da capacidade estrutural do edifício.

Ora, é neste ponto que assenta a problemática dos acessos verticais. Assenta, ou neste caso, apoia. É muito vulgar encontrarem-se escadas antigas apoiadas directamente em paredes inicialmente concebidas como paredes de compartimentação. Como estas estruturas não têm o mesmo comportamento às cargas que as paredes com funções resistentes, muito menos para suportar o peso de uma escada, encontram-se muitos tabiques com deformações excessivas e até comprometedoras para a segurança.

Será necessário encontrar métodos para resolver a questão do apoio dos acessos verticais existentes, que poderá passar pelo reforço das paredes existentes ou até, num caso mais radical, pela substituição das mesmas. A mesma metodologia se apresentará para as situações de aumento de acessos. É imperativo procurar encontrar as melhores localizações e zonas de apoio resultantes da introdução de novas escadas.

Quanto aos elevadores, o aumento de cargas é sobretudo importante ao nível global do edifício, sobretudo porque se apoiam a maioria nas zonas da cobertura. A análise neste contexto está fora do tópico. A sua interferência com as paredes é sobretudo na abertura de vãos que permitam o acesso dos elevadores aos pisos. Assim, a temática está enquadrada no tópico da abertura de vãos e não será novamente analisada.

3.3.5. Novas Necessidades Espaciais

Anteriormente já foram referidas questões como a abertura de novos vãos, acessos verticais e outros, que num sentido global contribuem para este tópico. No entanto, existem mais algumas questões que se acreditam possuir interesse para serem referidas.

Quanto se projecta uma reabilitação de um edifício, uma das questões mais relevantes será a nova organização espacial pretendida pelo dono de obra. O principal obstáculo prende-se com a localização presente e futura das paredes. Existirão casos em que será necessário proceder-se à demolição das mesmas para aumentar a área do compartimento, e outros em que a grande amplitude das divisões implicará um reajustamento e a construção de novas divisórias (Paiva *et al*, 2006).

Neste último caso, o problema não é dramático. Usando a tecnologia tradicional, as paredes de tabique, têm um peso relativamente reduzido, pelo que o excesso de carga não será um problema de maior. Isto se não se estiver num caso de um aumento excessivo do número de paredes.

O problema mais importante a resolver reside assim na demolição de paredes existentes. Embora esta situação provoque uma diminuição das cargas a que o edifício está sujeito, as consequências nas outras paredes pode ser grave. Sobretudo quando o alvo são paredes que estejam a resistir a cargas. Novamente, a questão de tabiques que por força maior são obrigados a trabalhos de condução de cargas, reveste-se de especial importância. Especialmente pela dificuldade de determinar qual o seu comportamento real.

Será necessário prever medidas de reforço para as paredes não demolidas, para as dotar das secções necessárias para a recepção das forças, mas principalmente, é imperativo que toda e qualquer alteração da distribuição das paredes seja muito ponderada, sendo adoptada apenas quando realmente indispensável, sob pena de afectar todo o equilíbrio global do edifício.

Para além desta questão das divisões internas, um dos problemas também presentes, não só nas paredes, é o crescimento em altura dos edifícios. Devido à necessidade do aumento de área de construção, opta-se muitas vezes pelo aumento do número de pisos, tal como sucedeu no passado. É necessário verificar o estado das paredes de madeira resistentes, procurando reforçá-las quando elas se apresentarem insuficientes (mesmo quando estamos em casos de aumento de altura no passado).

Dever-se-á procurar ainda dotar as novas paredes que venham a ser construídas com características que lhes permitam resistir minimamente ao fogo, sobretudo no que diz respeito às paredes de meação em madeira, para que estas não contribuam para a condução do incêndio aos edifícios vizinhos.

Por fim, é importante referir que a alteração da função do espaço deve ter-se em conta, devido às consequências que podem implicar para o comportamento das paredes. A ocupação de espaços por

instalações sanitárias, cozinhas, e lavandarias, exige a aplicação de cuidados especiais para a protecção das paredes contra a degradação por elementos como a acção química, água, organismos biológicos, já abordados e referidos na questão das instalações.

3.3.6. ACABAMENTOS E REVESTIMENTOS

Tal como indicado no capítulo 2, as argamassas e os revestimentos são uma parte fundamental das paredes, no que diz respeito ao seu comportamento e durabilidade.

Estes constituintes têm uma importância fulcral na protecção das paredes, nomeadamente nas seguintes áreas (Veiga, 2004):

- Acção da água;
- Acção directa dos agentes climáticos;
- Acções mecânicas de choque e erosão;
- Acção química da poluição;
- Sais solúveis contidos nos materiais, na água e no solo.

As anomalias que surgem poderão ser derivadas de factores intrínsecos (nos materiais e técnicas usadas na fabricação e aplicação), ou de processos naturais ou artificiais de degradação.

No capítulo relativo aos problemas surgidos devido às instalações sanitárias (3.3.1), já foi analisado o fenómeno da água e da humidade, no que diz respeito à sua influência nas argamassas e revestimentos. A degradação de elementos construtivos, surgimento de criptoflorescências e eflorescências, o favorecimento do aparecimento dos degradadores biológicos, aliadas à alteração de aspecto e cor, representam as principais consequências provocadas pela presença da água.

Para além disso, existem os casos posteriores de actuações de suposta reabilitação. Sobretudo durante meados do séc. XX, realizaram-se muitas obras descuidadas em que se aplicaram argamassas e tintas muito pouco permeáveis ao vapor de água, que vieram alterar as boas condições de secagem da parede. Devido à acumulação de humidade, surgiram muitos empolamentos e destruição do exterior da parede, bem como toda a degradação associada aos elementos de madeira.

Estes exemplos levam a que se sugira que os responsáveis e donos de obra analisem bem qual a tarefa a executar, e as consequências apreciáveis sobre os elementos construtivos existentes.

Em primeiro lugar deve dar-se prioridade à conservação e manutenção das argamassas, na medida do possível. Assim procura salvar-se um conhecimento construtivo tradicional e que tem vindo a desaparecer (as paredes funcionariam como verdadeiros museus de exemplares), bem como não descaracterizar as frentes urbanas. Quando tal for necessário, poder-se-ão também realizar pequenas operações de reabilitação para complementar e ajudar no estado do revestimento da parede.

Só em últimos casos se deve passar para uma operação de total renovação do acabamento da parede de madeira.

A grande dificuldade nas operações de conservação e reabilitação passa por conseguir determinar as condições originais da aplicação das argamassas e acabamentos. E mesmo quando tal sucede, garantir as condições climatéricas é um problema importante, em virtude de as mesmas terem um papel fundamental no comportamento das argamassas.

Relativamente às características originais, é extremamente difícil conseguir obter-se as tonalidades das pinturas, devido em parte ao facto de as antigas técnicas terem ficado praticamente perdidas com o passar dos anos, e os materiais modernos não serem semelhantes (muitas vezes apresentam, por

exemplo, um carácter demasiado homogéneo, quando o que caracteriza as pinturas antigas é serem homogeneamente… heterogéneas).

Outro grave problema passa pela dificuldade em garantir que as argamassas de substituição, a aplicar nas paredes de madeira, apresentem um comportamento e mobilidade que se coadune com as oscilações que essa mesma parede apresenta. É necessário que as argamassas sejam flexíveis o suficiente para não fissurarem, mas também, que tenham a resistência suficiente para suportar as camadas exteriores e resistirem às acções climatéricas e de choque provocadas pelo uso corrente.

A questão da fendilhação é mesmo um dos problemas que mais se encontram nestas argamassas (Fig.3.13). Para além de se danificarem, podem comprometer o comportamento global da parede, devido a potenciarem todos os outros fenómenos de degradação (infiltrações, ataques biológicos, etc.)

Fig.3.13 – Parede com argamassa fissurada (Paiva *et al*, 2006).

Estas fendas surgem, pela incapacidade de acompanhar os movimentos da parede, mas também por, na fase construtiva, poderem ter sido usados materiais ou quantidades inadequadas.

Nas argamassas tradicionais esse problema acontecia devido ao uso inadequado de areias muito argilosas, que facilitavam a trabalhabilidade da argamassa. Em obras de reabilitação posteriores o principal culpado é o uso descuidado do cimento. Tanto num como noutro caso, o problema deve-se ao facto destes dois elementos possuírem características de retracção elevadas, sobretudo quando secados rapidamente. Assim, ao retraírem, fissuravam com frequência.

Os principais problemas relacionados com os acabamentos, tais como tintas, prendem-se com a degradação natural que vão sofrendo com o envelhecimento. Como era comum das pinturas serem executadas com cal, estas tinham muitos problemas de durabilidade e de permanência da cor. Assim, necessitavam de uma manutenção anual ou bianual. Para atenuar esse problema, poder-se-ia recorrer ao uso de aditivos que permitam fixar a cal: gorduras naturais, óleos, etc.

Apesar de todos estes desafios, são ideais para garantir uma correcta harmonia na imagem urbana e arquitectónica das cidades (Paiva *et al*, 2006).

No interior, encontravam-se muitas vezes os já referidos tecidos ou papéis de parede. Estes tipos de acabamentos levantam muitos problemas. Higiene, durabilidade, valor patrimonial, têm que ser devidamente ponderados antes de qualquer decisão.

Algo apenas usado numa fase tardia da construção de paredes de madeira, e em menor escala, são os revestimentos cerâmicos. Têm como vantagens a durabilidade, o isolamento das paredes em relação à

água da chuva, e uma boa aparência estética. No entanto, a sua aplicação exige capacidade resistente e de fixação das argamassas que cobrem as paredes. Esta exigência poderia ser incomportável para a compatibilidade com as movimentações da mesma.

Se o operário não fosse possuidor de conhecimento específico e acumulado, era bem provável que os azulejos começassem a descolar, fissurar e cair das paredes. Quanto a si próprio, se o azulejo não fosse de boa qualidade, ao longo dos anos teria tendência para começar a descamar (Fig.3.14).

Fig.3.14 – Foto de um azulejo a descamar. (Paiva *et al*, 2006).

Por fim temos o problema das chapas metálicas e dos soletos. Tal como descrito no capítulo 2, o principal papel desses elementos é a melhor protecção das paredes de madeira em relação às intempéries.

Quanto às chapas metálicas, o seu principal problema é relativo à degradação que sofrem os metais com que eram feitas. O fenómeno do enferrujamento é bastante vulgar para os metais da época, em que os cuidados com a oxidação não estavam ainda aos níveis actuais.

Relativamente aos soletos de ardósia, os principais problemas prendem-se com a quebra de alguns elementos, bem como a queda derivado da degradação do suporte ou de anomalias na sua fixação.

Fig.3.15 – Chapas metálicas enferrujadas.

Fig.3.16 – Queda de soletos (Paiva *e tal*, 2006).

3.4. SEGURANÇA CONTRA RISCOS DE INCÊNDIO

No contexto da reabilitação de um edifício com a tipologia de paredes de madeira, é importante analisar, tal como em todos os outros casos, o factor da segurança contra risco de incêndio.

Tendo em consideração que a maioria dos edifícios, onde esta tipologia está presente, é já bastante antiga, e que, sobretudo, não foram concebidos com critérios muito exigentes quanto a este fenómeno, bem como as áreas envolventes, é urgente analisar as paredes com vista aos problemas resultantes devido aos incêndios, e as problemáticas que surgem na tentativa de evitar e combater os mesmos.

Começando com uma análise na prevenção do acontecimento e na sua propagação, importa referir que a madeira é um material bastante combustível, pelo que será por si só um factor a ter em conta. No entanto, grande parte das paredes de madeira, quer sejam estruturais ou não, encontram-se revestidas com argamassas e rebocos que são muito resistentes, no que diz respeito à propagação do fogo, o que as favorece e protege. Mas, tal situação não implica uma indestrutibilidade da mesma, já que a protecção é apenas temporária.

Esta capacidade é diminuída fortemente quando se utilizam revestimentos, como papel de parede e tecidos, que contribuem para a propagação das chamas e podem originar a libertação de gases tóxicos.

O problema dos gases e fumos também está incluído nos desafios que as paredes têm de superar no tema da segurança contra riscos de incêndio. Toda a articulação das necessidades de ventilação em elementos estanques como escadas (garantida pela abertura de vãos nas paredes e cobertura), e a prevenção da circulação livre dos mesmos fumos e partículas, são desafios que englobam vários dos temas em estudo.

Verificou-se também que existiram intervenções anteriores nos edifícios, em que por uma necessidade de abertura de vãos ou nova organização espacial, se demoliram paredes com função corta-fogo (ou que possuíam essas características mesmo por mera casualidade), ou criaram aberturas nas mesmas, o que diminui o comportamento do edifício e impede a melhor retenção do incêndio (Paiva *et al*, 2006).

Na propagação horizontal do incêndio (dentro de um edifício), o principal factor preventivo é o comportamento das paredes divisórias existentes, bem como das portas existentes nas mesmas. Será necessário aumentar o comportamento global deste sistema, recorrendo por exemplo a soluções de forros de placas de gesso ou de enchimentos ignífugos (no caso das paredes que possuam espaço para enchimento). Haverá também que ter especial cuidado com as paredes estruturais dos edifícios, reforçando o carácter isolante dos revestimentos, no sentido de proteger os elementos estruturais de madeira.

Para além disso, é importante dotar o edifício com várias paredes corta-fogo (onde também se deverão incluir portas com essas características).

Também é importante ter em conta o comportamento das paredes resistentes, em especial as que se encontram no exterior, procurando a contenção da propagação do fogo a edifícios contíguos. Os critérios a ter em conta são os mesmos das paredes divisórias, ou seja, reforçar os elementos de ligação com o exterior (portas e janelas – Fig.3.17), proteger elementos estruturais e aumentar o comportamento global da mesma através de revestimentos e acabamentos com bom comportamento.

Fig.3.17 – Elemento de fecho de vãos, no caso de janelas exteriores (Paiva *e tal*, 2006).

Outra situação a ter em conta nas paredes de madeira, é a ligação com as instalações técnicas. Temos o caso das zonas de atravessamento pelas canalizações, e o risco que algumas instalações colocam por pura e simplesmente existirem.

Qualquer orifício por onde passe uma canalização pela parede, torna-se um ponto frágil da mesma, pelo que será necessário proteger e reforçar esse local. Para além de tornar a parede vulnerável à combustão, poderá ser também um meio por onde os gases e fumos se poderão escapar para divisórias próximas. É importante analisar com cuidado a forma de fechar este ponto negativo.

Para além disso, instalações como as de gás e as eléctricas comportam riscos de incêndio inerentes às mesmas. Será necessário verificar o estado de saúde das existentes, bem como projectar devidamente as futuras. Procurar fugas, através dos equipamentos de medir a pressão da rede de gás, ou zonas com instalação eléctrica não protegida por ligações à terra ou com probabilidade de curto-circuito, torna-se imperativo. Isto reveste-se de especial valor se se pensar que muitas destas redes poderão estar a circular dentro das paredes, que possuem elementos em madeira.

De um ponto de vista do combate ao incêndio, propriamente dito, a problemática passa por enquadrar as redes de combate de um ponto de vista estético e espacial. É obrigatória a sua presença em muitos locais, pelo que este critério se sobrepõe ao estético, quando não é possível harmonizar ambos. Os problemas da instalação são em tudo semelhantes aos das redes de água já referidos. No entanto, a obrigação de instalação desta rede nos tectos, obrigará a que esta circule pelas paredes, criando conflitos estéticos que não são de fácil resolução, quando não se conseguir embutir no espaço interior.

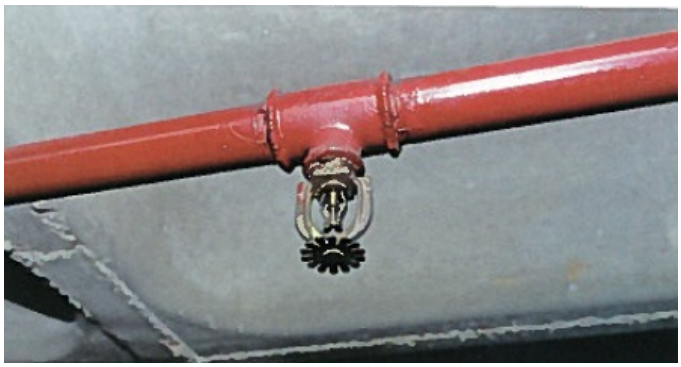


Fig.3.18 – Foto rede de incêndio em edifício (Paiva *e tal*, 2006).

De forma resumida, o problema das paredes no comportamento aos incêndios passa por:

- Procurar contribuir para o sistema corta-fogo;
- Impedir a propagação de gases e fumos;
- Instalar redes de combate a incêndios, harmonizando com a arquitectura;
- Não contribuir para o aumento da combustibilidade dos edifícios.

3.5. CONFORTO TÉRMICO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Um dos temas mais em voga e indispensáveis na construção actual tem a ver com a eficiência energética, onde o conforto térmico tem um papel indispensável.

Nesse sentido, é importante analisar os problemas e desafios que surgem às paredes com madeira, e fazer alguma comparação com as outras tipologias (tradicionais e actuais).

Começando por uma análise simples dos materiais verifica-se que, ao contrário de outros elementos usados na construção, a madeira possui um carácter mais favorável para um bom comportamento térmico. Tal situação pode ser verificada na ITE 50 do LNEC (Santos *et al*, 2006), através do valor do coeficiente de condutibilidade térmica λ (Quadro 1).

Quadro 3.4 – Coeficiente de condutibilidade térmica de vários materiais e elementos (ITE 50).

Material	**λ** [W/(m.ºC)]
Granito	2,8
Xisto	2,2
Betão normal (ρ=2200 kg/m^3)	1,65
Gesso (estuque tradicional)	0,47
Argamassas e rebocos de cal e areia	0,80
Madeira semi-densa	0,15
Madeiras resinosas leves	0,13
Madeiras resinosas densas	0,18
Tijolo furado 15cm (cerâmico e espaço de ar interior)	≈0.38 (*)
Tijolo maciço cerâmico 10cm	≈0.77 (*)

(*) Valores determinados pelo cálculo simples da condutibilidade térmica pelo quociente entre a espessura e a resistência térmica fornecida pela ITE 50, quadro I.5, no qual não está presente qualquer tipo de revestimento ou resistências térmicas superficiais, reduzindo o erro da aproximação.

Tendo em conta esta comparação entre valores do coeficiente, era de esperar que as paredes de madeira possuíssem um óptimo comportamento térmico, no entanto isto não se verifica. Ao contrário das paredes de granito, por exemplo, que possuem uma elevada espessura e assim compensam a performance térmica (nomeadamente através de uma forte inércia), as paredes de madeira são por norma bastante finas, diminuindo a sua capacidade.

Para além disso, de forma a prevenir as variações dimensionais da madeira, é vulgar encontrar espaçamentos entre as tábuas, podendo levar ao surgimento de pontes térmicas. No entanto, o comportamento geral não é muito negativo, sendo que o potencial de melhoria é bastante elevado, e a facilidade de reabilitar nalguns aspectos é superior a paredes mais espessas, como de seguida se verá.

Na tentativa de melhorar a eficiência térmica destes elementos, o principal problema relaciona-se com a estratégia a seguir. Que tipo de isolamento aplicar, e sobretudo onde (porque este factor condiciona o tipo). A inclusão pode passar pelo isolamento exterior, interior, directamente aplicado sobre as paredes, ou através da construção de contra-fachadas em gesso cartonado ou outros elementos. Cada caso será analisado em particular nas suas vantagens e desvantagens no capítulo da tipificação de soluções.

Refere-se apenas a dificuldade da escolha da localização, porque normalmente estes edifícios se encontram em zonas históricas, onde é importante salvaguardar o aspecto tradicional das fachadas (limitando a aplicação exterior), e porque muitos têm divisões extremamente reduzidas (limitando a aplicação interior, visto que diminui ainda mais a área disponível). Muitas das paredes de madeira também não apresentam espaço de ar interior, pelo que a opção de introdução de isolamento nesta zona também está muitas vezes fora de equação.

Para além das paredes em si, é de referir ainda os problemas derivados dos vãos exteriores (sobretudo envidraçados), não apresentarem comportamentos muito satisfatórios (verificação muito simples através da sensação de desconforto térmico nas suas proximidades, pela sensação da radiação fria), e terem problemas no sombreamento e controlo dos efeitos solares (pela ausência ou não funcionalidade dos estores e outras protecções). Vale o facto de os vãos envidraçados não representarem uma percentagem elevada da área das paredes (Paiva *et al*, 2006)

Os vários tipos de paredes apresentam comportamentos e potenciais distintos. As taipas de fasquio variam essencialmente o seu comportamento consoante o número de camadas de tábuas que são colocadas, a espessura do reboco aplicado no exterior, e a densidade construtiva do tabuado.

Já as taipas de rodízio possuem características muito diversas entre si. As que apresentam enchimento através de tijolo cerâmico maciço, pedra ou outro tipo de inertes minerais (Taipa de rodízio sem travamento, com travamento, com travamento tipo tabique misto), possuem um menor desempenho térmico. Isto deve-se à substituição da madeira por este tipo de enchimento com piores características.

No que diz respeito às paredes de taipa de rodízio, tipo tabique simples reforçado, a questão não é tão linear. Estas podem ter um comportamento semelhante a todas as outras, mas também podem ser encontradas com um enchimento no espaço de ar criado entre os tabuados (ver capítulo 2), que lhe confere comportamentos térmicos acima da média. Num caso de reabilitação de uma parede estrutural de madeira em que se opte pela reconstrução total da mesma, este tipo de parede apresenta um potencial tremendo, devido a este espaço vazio que lhe pode permitir várias aplicações, entre elas o isolamento térmico.

Encontram-se casos com restos de madeira, jornais, cortiça e outros, que lhe proporcionam comportamentos bastante satisfatórios.

Assim, juntando os vários elementos disponíveis, e fazendo algumas aproximações (minimamente grosseiras quanto possível), procurou-se estabelecer uma comparação entre as paredes de madeira estudadas, não indo demasiado ao detalhe, visto não ser o único objectivo do trabalho a caracterização térmica deste elemento.

Indicam-se de seguida as considerações usadas na análise para o cálculo da resistência térmica e consequentemente do coeficiente de transmissão térmica, segundo a ITE 50 e o RCCTE de 2006:

- Reboco exterior e interior, com 2cm, de argamassa bastarda;
- Tábuas de 2 cm e barrotes de 4 cm, ambos de madeira semi-densa (valor intermédio);
- Nas taipas de rodízio tipo tabique misto, considerou-se uma área de 30% da estrutura de madeira, e 70% do enchimento a tijolo cerâmico maciço;
- Devido à ausência de uma caracterização exacta dos enchimentos interiores da taipa de rodízio simples reforçado, usou-se o valor relativo a fibras soltas, por se tratar do menos eficaz dos isolamentos, e pela proximidade material com as folhas de jornais, elementos de madeira dispersos e outros.

A partir destas considerações, e dos valores tabelados para os diversos constituintes das paredes, procurou-se calcular então os diversos coeficientes, salvaguardando novamente que estes valores carecem de uma caracterização rigorosa laboratorial e experimental, tendo consciência que servem apenas para o propósito de comparar as mesmas. No quadro 3.5 apresenta-se a metodologia e dispersão dos valores, e no quadro 3.6 o valor final para cada tipologia.

Quadro 3.5 – Valores das resistências dos elementos componentes das paredes.

Tipologia	**R [(m^2.ºC)/W]**					
	Rs (Rsi+Rse)	Reboco 2*2cm	Tabuado 2cm/tábua	Barrotes 4x4cm	Enchimento 4cm	Enchimento interior 4cm
Taipa Fasquio dupla	0,17	2x0,02/0,80	2x0,02/0,15			
Taipa Fasquio tripla			3x0,02/0,15			
Taipa Rodízio tabique misto			n.a.	(0,04/0,13) x30%	(0,04/0,77)x 70%	n.a.
Taipa Rodízio simples reforçado			2x0,02/0,15			0,18 (4cm ar)
Taipa Rodízio - simples reforçado com enchimento			2x0,02/0,15	n.a.	n.a.	0,04/0,16

Quadro 3.6 – Valores finais da resistência e do coeficiente de transmissão térmica de cada parede.

	Totais	
Tipologia	**Rtotal [(m2.ºC)/W]**	**U [W/(m2.ºC)]**
Taipa Fasquio dupla	0,49	2,04
Taipa Fasquio tripla	0,62	1,61
Taipa Rodízio - tabique misto	0,35	2,86
Taipa Rodízio - simples reforçado	0,67	1,49
Taipa Rodízio - simples reforçado com enchimento	0,74	1,35

Como se previa, pelas considerações previamente apresentadas e baseadas numa análise de sensibilidade das paredes, a que apresenta melhor performance térmica é a taipa de rodízio tipo tabique simples reforçado, em especial a variante com enchimento.

Ao comparar-se com paredes sem isolamento térmico actual, quer sejam de tijolo furado, betão, com ou sem caixa-de-ar (em especial as paredes de betão), que apresentam espessuras muito superiores, verifica-se que as de madeira não são de todo desprezáveis. Isto é válido, sobretudo se, se tiver em conta que estas apresentam menor peso e funcionam melhor em obras de reabilitação, pela facilidade com que se ligam a outros elementos previamente existentes, e pela menor espessura exigida.

Quadro 3.7 – Comparação dos valores do coeficiente de transmissão térmica de várias paredes, sem isolamento e sem revestimento. (ITE 50, LNEC).

Tipologia	Quadro ITE 50	U [W/(m2.ºC)]
Tijolo furado 0,20 a 0,24 cm	II.1	1,3
Betão 0,10 a 0,20 cm	II.1	3,6
Tijolo furado com caixa-de-ar (0,11+0,15)	II.4	0,96
Parede de betão (10 a 20 cm) e blocos betão normal (0,15)	II.4	1,5
Parede de betão (10 a 20 cm) e tijolo furado (0,15)	II.4	1,2

Numa perspectiva de reabilitação energética dos edifícios será necessário ponderar qual das tipologias usar. No entanto, com vista ao tema da dissertação, a análise focar-se-á na análise das hipóteses de reabilitação das paredes de madeira.

Na análise apenas se teve em conta as paredes com tipologias resistentes, visto serem estas que se encontram em contacto com o exterior, e aí ser onde se foca o problema térmico. Os tabiques não são de importância elevada no comportamento térmico, no que diz respeito ao isolamento, por se tratarem sobretudo de paredes interiores ou de divisão entre habitações do mesmo edifício.

3.6. CONFORTO ACÚSTICO

Um dos grandes desafios das paredes de madeira é o conforto acústico.

Segundo Appleton, 2003, o principal problema destas paredes é o facto de não funcionarem bem aos sons de condução aérea, porque possuem uma massa excessivamente reduzida, para esta função.

É um problema típico das paredes de compartimentação, por serem as mais exíguas de todas, e que por isso garantem um comportamento deficiente no isolamento acústico entre divisões da mesma habitação, mas com funções muito diferentes (ex: sala vs quarto), ou sobretudo quando são estas mesmas paredes que garantem a separação física entre dois fogos distintos.

Mas, para além das paredes de compartimentação, também as resistentes (sobretudo as exteriores) apresentam problemas semelhantes. Isto porque, apesar de terem uma massa relativamente superior

aos tabiques, têm que garantir isolamento aos sons de condução aérea vindos do exterior (e também do interior para o exterior como é óbvio) que se apresentam como muito mais exigentes e elevados.

Fig.3.19 – Foto de uma zona urbana – problema do ruído exterior (Paiva *e tal, 2006)*.

No caso do conforto acústico, as paredes de madeira apresentam um comportamento bastante inferior às também tradicionais paredes de pedra, visto que estas têm uma massa muito superior, o que por si só, é um factor extremamente relevante. Outro ponto fraco a resolver nas paredes exteriores de madeira é o que diz respeito aos vãos, por onde se dá uma boa parte da propagação dos sons.

Para além deste caso óbvio, há ainda que voltar a referir o problema acústico gerado pelas instalações de águas e esgotos que circulam nas paredes, e que podem perturbar o funcionamento das mesmas. A exposição dos factores a ter em conta no dimensionamento destas instalações já foi feita no tópico relativo às mesmas.

A solução para o problema acústico global poderá passar pela duplicação da parede, através de placas de gesso cartonado ou outras soluções, procurando evitar o contacto entre estes panos, o que maximiza o comportamento. Quando a área dos compartimentos é reduzida, é preferível sacrificar alguma melhoria e encostar o novo pano ao existente. No caso de paredes de compartimentação, poderá até ser feita a duplicação nos dois lados da mesma.

3.7. SEGURANÇA ESTRUTURAL

Relativamente à questão da segurança estrutural das paredes de madeira em edifícios antigos, a problemática pode ser resumida em quatro grandes grupos, a saber:

- Insuficiência da solução original do edifício;
- Degradação dos elementos resistentes;
- Cargas adicionais surgidas;
- Alteração do equilíbrio e consequente mudança no caminho das forças.

Ao longo de toda a exposição dos problemas relativos às paredes de madeira, estruturais e não estruturais, já foram sendo apresentados alguns elementos que estão directamente ligados com este tópico, e que serão relembrados oportunamente.

De uma forma prática, os problemas estruturais nas paredes podem ser detectados visualmente através de alguns sintomas típicos, que demonstram problemas de insuficiência de capacidade estrutural (deformações e empenos no vãos das portas; fendilhação, descolamentos, empolamentos ou abaulamentos de revestimentos; fissuração de peças de madeira à vista), ou que indicam a forte possibilidade de degradação dos elementos resistentes (os mesmos empolamentos e descolamentos dos revestimentos; apodrecimentos visíveis; manchas de humidade). Esta inspecção visual é importante no sentido de determinar o tipo de intervenção a realizar nas estruturas: conservação ou reabilitação (Catalão, 2008).

Em primeiro lugar é importante referir que, apesar de na construção tradicional as secções das paredes estarem frequentemente pelo lado da segurança, existem casos em que as mesmas se apresentam deficientes para as cargas que suportam. Este facto é especialmente relevante em alterações posteriores à construção do edifício, mas que já se realizaram há bastante tempo, materializadas muitas vezes pelo aumento em altura.

Este fenómeno é particularmente relevante na época da revolução industrial, em que devido ao êxodo rural, muitos proprietários urbanos fizeram ampliações sem regra nem medida, no sentido de poderem alojar o maior número de pessoas, sem olhar à segurança. Nestas situações, as paredes resistentes, em particular as de madeira, ficam muitas vezes sob a acção de cargas inicialmente não previstas.

Para além disso, o surgimento das instalações sanitárias, muitas vezes colocadas no exterior em varandas apoiadas nas paredes resistentes e a inclusão de lajes de betão (muito pesadas), o aproveitamento destas mesmas varandas para espaços com função de "despensa" (as conhecidas marquises), bem como o aumento de áreas de construção contribuíram para um insuficiente comportamento das paredes, e contribuíram para a sua forte deformação e degradação.

Fig.3.20 – Foto de um edifício com aumento em altura posterior à construção.

Fig.3.21 – Foto de um edifício com instalação sanitária na varanda (Paiva *e tal*, 2006).

No entanto, existem casos em que os próprios edifícios, na sua concepção original, já apresentavam paredes com secção insuficiente, apresentando grandes deformações, visíveis muitas vezes ao nível dos vãos.

Fig.3.22 – Foto de uma deformação no vão de uma porta.

Um fenómeno semelhante, e que leva em segundo grau ao problema da secção insuficiente, é o facto de se ter procedido muitas vezes a uma reorganização espacial e funcional do edifício, através da demolição descuidada de paredes (as principais afectadas nestas alterações), estando muitas delas anteriormente a exercer funções estruturais. Ora, por desconhecimento ou negligência, a demolição

destas raramente era compensada com reforços estruturais nos outros elementos verticais, agora mais carregados.

Este descuido levou a que muitas paredes com simples funções de compartimentação (tabiques), passassem a suportar cargas para as quais não têm as características adequadas (normalmente são muito finas), mas também a que paredes resistentes tenham que trabalhar muito mais carregadas do que o esperado. Este fenómeno exige que as mesmas sejam agora reforçadas, ou em casos mais extremos se volte mesmo às condições de apoio iniciais (através da construção de novas paredes auxiliadas nesse processo por macacos hidráulicos que levantam os pavimentos).

O mesmo aconteceu com aberturas de vãos em paredes, sem estes terem sido devidamente reforçados. No caso de vãos de pequena dimensão, a solução poderia passar simplesmente pela reorientação dos elementos estruturais de madeira, garantindo a sua correcta continuidade. Nos vãos de maiores dimensões o reforço actualmente poderá ser garantido pela introdução de perfis metálicos, ou pela introdução de elementos de madeira com a resistência adequada.

Uma situação também a ter em conta é o facto de se encontrarem escadas interiores apoiadas directamente em tabiques. Por questões de organização espacial, ou por falta de cuidado, muitos destes acessos verticais não foram colocados na proximidade de paredes resistentes, que lhes oferecem condições muito mais favoráveis. Por isso, para além do problema que surge com a deformação das próprias escadas, as paredes de tabique ficam fortemente carregadas, podendo abrir fissuras ou em casos extremos sofrer colapso.

A situação mais correcta será o apoio em duas paredes resistentes, evitando situações de uma parede resistente e outra em tabique, e muito menos duas paredes de tabique. Devido às cargas que surgem, e procurando adequada segurança estrutural e dos utilizadores, esta situação urge ser corrigida, recomendando-se o reforço dos tabiques, em detrimento da destruição e reconstrução da parede. Esta última opção alteraria as condições de apoio da escada, o que poderia ser dramático para a mesma.

Para além das questões das forças a que as paredes estão sujeitas, existe também a questão da degradação, que pode implicar graves problemas de segurança estrutural. Por acção química, termo-higrométrica, ou biológica, os elementos resistentes de madeira podem apresentar um elevado estado de destruição. Por perda de características mecânicas e diminuição de secção, em especial em zonas em contacto com focos de humidade, e nos pontos de ligação entre elementos (cruciais para o comportamento da parede, e do edifício em geral, como um todo), a segurança da estrutura pode estar comprometida.

As causas e os motivos da degradação pelos vários elementos já foram descritos no tópico relativo às instalações, da modernização espacial e funcional. Ao nível estrutural este problema pode significar uma perda da capacidade de condução de cargas, pondo em esforço extra outras paredes do edifício, ou pondo em perigo de colapso uma parte onde o mesmo reencaminhamento não se conseguirá realizar eficazmente.

O fogo, tal como é conhecido vulgarmente, afecta também a função estrutural do edifício, tal como referido anteriormente. O efeito é sobretudo visível através da perda de secção dos elementos estruturais, por combustão, durante a ocorrência de um incêndio. No caso de se estar na presença de um edifício onde este desastre tenha ocorrido, será indispensável verificar as condições dos elementos estruturais das paredes de madeira, procedendo à sua reabilitação ou substituição, nos casos em que se verifique ser necessário.

4

TIPIFICAÇÃO DE SOLUÇÕES EM PAREDES DE MADEIRA EM EDIFÍCIOS ANTIGOS

4.1. INTRODUÇÃO E GENERALIDADES

Com a conclusão da descrição das tipologias das paredes de madeira em edifícios antigos, bem como dos diversos materiais das mesmas, e após se ter feito o levantamento geral das patologias e desafios que lhes são apresentados, é oportuno agora passar-se à proposta de metodologias e soluções.

Ao longo do capítulo 3 já foram pontualmente referidas algumas propostas de intervenção, bem como a definição do seu âmbito – restauro e reabilitação. Agora procurar-se-á organizar as soluções para os problemas através de uma junção temática em cinco grandes grupos, a saber:

- Recuperação dos sistemas construtivos – restauro;
- Segurança estrutural;
- Segurança contra incêndios;
- Compatibilização com soluções modernas – reabilitação (melhoria ligeira do conjunto);
- Melhoria significativa do desempenho – reabilitação.

A análise e exposição de metodologias e soluções, terá como orientação uma abordagem sistémica à constituição da parede e aos seus revestimentos e acabamentos.

No capítulo 3 (concretamente 3.2), já foi referida toda a problemática da definição do tipo de intervenção (restauro vs reabilitação), sendo por isso desnecessário voltar a referi-la. Apresentar-se-ão, isso sim, soluções para essas duas temáticas.

4.2. RECUPERAÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS - RESTAURO

O primeiro tema a ser abordado é relativo ao restauro.

Tal como é de prever, numa intervenção deste género procurar-se-ão executar soluções que permitam aos edifícios manter uma identidade o mais próxima possível da situação original.

Para tal, é indispensável a consulta do capítulo 2 onde se descreve toda a tipologia construtiva das paredes e que poderá servir como guia numa intervenção deste género.

É necessário, para além disso, fazer todo o levantamento das soluções construtivas presentes no edifício, e procurar averiguar todo o passado de intervenções realizada. Isto porque poderão ter ocorrido algumas alterações relativamente recentes, que possam ter descaracterizado a construção.

Nesses casos, justifica-se que numa obra de restauro, se procure restabelecer as técnicas mais ancestrais e não as mais recentes.

4.2.1. Remoção dos Elementos Degradados

Um dos passos fundamentais nas operações de restauro passa pela determinação do estado de saúde e conservação dos elementos da parede de madeira. Isto aplica-se tanto ao nível das estruturas de madeira como também dos próprios enchimentos, revestimentos e acabamentos.

Nas intervenções correntes, sem o uso de maquinaria muito sofisticada e dispendiosa, as técnicas mais correntes de determinação do estado das paredes são a observação visual, com o auxílio de técnicas como a percussão manual e outros do género, bem como a realização de pequenas janelas de amostragem. A aplicação desta técnica, que aliás pauta por ser bastante rigorosa na área onde é executada, deve ser bastante cuidada e usada com precaução e saber.

Então, para se proceder a uma abertura para amostragem, deve-se procurar visualmente os locais onde os acabamentos apresentem alguma degradação visível ou então, no caso de esta ainda não estar aparente, focar a amostragem nos pontos onde normalmente se encontram os maiores danos na estrutura da parede de madeira – bordos de vãos, zonas junto a canalização ou equipamentos que usem água, zonas húmidas, etc.

Com estes critérios procuram-se evitar uma remoção geral dos estuques e outros acabamentos que cobrem as paredes, salvaguardando-as de um ponto de vista histórico, construtivo e também económico. A abertura da janela cessará quando se deixar de encontrar material degradado.

Fig.4.1 – Janela de inspecção numa parede degradada (Catalão, 2008).

Na presença de elementos resistentes degradados, as soluções mais correntes passam pela sua substituição, total ou parcial, ou pela aplicação de tratamentos curativos na madeira. A opção por uma técnica ou outra será tomada em consonância com o grau de alteração que as peças apresentem.

No entanto, qualquer intervenção do género estará sempre condenada ao insucesso se não se intervir a montante, ou seja, resolver a causa da degradação, ou pelo menos proteger a madeira de forma a evitar o ataque por essa acção de degradação.

4.2.2. Tratamento Curativo e Preventivo das Madeiras Existentes

Uma das formas de intervir na estrutura de madeira das paredes, quando se estiver na presença de degradação, pode passar pela aplicação de técnicas que permitam o seu tratamento curativo.

O uso desta técnica nas paredes está algo limitado, isto porque muitas das tipologias construtivas têm a sua estrutura de madeira completamente envolvida por enchimentos ou argamassas, pelo que uma intervenção deste género obriga à retirada dos rebocos envolventes. No entanto, pode ser bastante útil quando o tratamento da parede seja vantajoso do ponto de vista económico, quando comparado com uma substituição total da mesma.

Pode ser bastante interessante no caso de ataques biológicos, pois será mais eficaz que uma simples substituição de elementos. Nestes casos, a madeira substituta corre o risco de também vir a ser atacada se não for tratada convenientemente (o ataque biológico não foi resolvido), tendo assim dois custos ao invés da solução de tratamento (um custo apenas).

Para além de qualquer ponderação económica ou técnica, está o facto de as intervenções curativas apenas se poderem aplicar quando as madeiras não estejam de tal forma degradadas que ameacem a sua própria segurança e a da parede. Nesses casos a substituição, que de seguida será detalhada, será a intervenção mais adequada.

Para além disso, esta técnica pode ser um auxiliar precioso quando se optar pela reconstituição das paredes. Neste caso opta-se por uma técnica preventiva, que visa evitar ou pelo menos retardar os ataques e a degradação dos elementos das paredes em madeira.

Segundo (Faria, 2003), os produtos (que incluem um solvente, um fixador e o princípio activo) são classificados, segundo o seu solvente, nas seguintes denominações:

- Protectores hidrossolúveis;
- Emulsões;
- Protectores em solvente orgânico;
- Protectores mistos;
- Protectores orgânicos naturais.

Podem ser aplicados por pintura (pincelagem ou pulverização), por injecções ou em pasta. Existem algumas vertentes mais complexas que passam pela fumigação com fumos insecticidas micro-pulverizados, ou então algumas técnicas que implicam a retirada da madeira das paredes, tais como o uso à câmara de gases tóxicos ou a esterilização por calor e/ou frio excessivos.

Outras técnicas mais complexas recorrem-se aquando de ataques de insectos extremamente agressivos e resistentes, tais como as térmicas, e que podem conter soluções como a criação de barreiras químicas exteriores, ou partir para o ataque às próprias colónias.

Uma outra valência importante deste tipo de tratamentos passa pela prevenção ao incêndio. Esta é particularmente importante em algumas construções em que a estrutura de madeira das paredes esteja à vista (casos do tabique misto). Para além, todas as paredes de madeira, poderão estar sujeitas à acção dos incêndios, embora a gravidade e a velocidade de ataque dependam do tipo de recobrimento e acabamento que tiverem.

No caso de obras de restauro, a solução passa sobretudo pela aplicação de produtos retardadores da combustão, ou inibidores de chama. Podem ser aplicados como uma pintura, por pincelagem, pulverização ou injecção.

Estes tipos de produtos apresentam no entanto alguns inconvenientes e incompatibilidades que obrigam a um controlo atento, a saber:

- Algumas incompatibilidades entre produtos de ignifugação e produtos de preservação biológica, protecção contra o envelhecimento e acabamentos;

- Se forem solúveis podem cristalizar à superfície e provocar descasque de vernizes/pinturas de acabamento;
- No caso de serem solúveis, a sua durabilidade pode estar comprometida;
- Existe alguma tendência para mudar de cor com o tempo e alterar o aspecto da madeira;
- Possibilidade de corroerem os ligadores;
- A resistência mecânica das peças pode vir a ser reduzida;
- Algumas composições facilitam o crescimento de fungos (produtos à base de fósforo ou azoto);
- Podem dificultar a colagem de peças de madeira.

Por fim, todas as peças de madeira, quer estejam à superfície das paredes, quer estejam no seu interior, ou em locais exteriores ou interiores, devem ser sempre tratadas de forma conveniente para evitarem a sua degradação. Como tal, recomenda-se, para além da escolha de madeira de produtores certificados, o tratamento da madeira com um bom esquema de pintura (Amorim, 2003):

- Em primeiro lugar lixar e emassamento com vista à regularização da superfície da peça;
- Aplicar uma demão de selante (tapa-poros);
- Em seguida uma demão de primário de aderência;
- Por fim, aplicar pelo menos duas demãos de acabamento;

4.2.3. Reconstituição das Paredes – Estrutura de Madeira

Uma das possibilidades de intervenção nas paredes passa pela reconstituição das mesmas, segundo as disposições e técnicas antigas. Estas intervenções podem ser localizadas ou então resultarem de uma intervenção generalizada, estando dependentes do grau de alteração da parede em si.

Este tipo de intervenção pode ser bastante interessante do ponto de vista económico devido ao facto de poder aproveitar os elementos existentes em bom estado, sem passar logo a uma total reconstrução da parede com novos materiais. Para além disso, a manutenção das paredes com tipologias semelhantes às originais permite que não se acrescentem demasiadas cargas extras, relativamente àquelas que a estrutura foi concebida inicialmente para suportar.

A substituição em si deve ser aplicada apenas quando estamos na presença de elementos degradados que estejam completamente irrecuperáveis.

A solução primordial passa por integrar elementos em madeira antiga, com as mesmas dimensões e estabilizadas de um ponto de vista da secagem e dimensional (Faria, 2003).

Quando esta opção não está disponível, é necessário incorporar madeira novas, no entanto não existe um consenso na bibliografia sobre qual usar. Alguns autores (Dias, 2008) defendem que os novos elementos a introduzir sejam da mesma espécie, de forma a garantirem compatibilidade entre módulo de elasticidade e capacidade resistente da madeira.

No entanto, algumas madeiras são bastante conhecidas por apresentarem uma maior probabilidade de degradação (como o pinho marítimo). Assim, segundo (Appleton, 2003), a substituição deve ser feita sobretudo usando madeira de castanho ou casquinha, ao passo que a de pinho necessitará de tratamentos anti-fungo e anti-caruncho.

Unânime é o facto de a madeira a introduzir necessitar apresentar um equilíbrio no teor de água, compatível com a estrutura onde vai ser inserida, sendo por isso preferível, e também mais fácil e económico, recorrer-se a peças velhas (como já referido anteriormente) que tenham vindo da demolição de outros edifícios antigos, mas que apresentam boas condições. Em alternativa poder-se-á

deixar a madeira a utilizar dentro do edifício em causa, durante a realização das obras, de forma a facultar um aproximar desse equilíbrio.

Para além disso, a necessidade de escorar provisoriamente a estrutura da parede de madeira ou do pavimento que nela se apoia, deve ser tida em conta, sobretudo quando se está na presença de paredes com funções estruturais.

As madeiras serão integradas com recurso a técnicas de ligação antiga (samblagens, entalhes e outros), mas recomendando-se o uso de ligadores modernos. Estes não representam um pormenor importante do património, e os produtos actuais apresentam características de resistência e durabilidade muito superiores, e menos prejudiciais para a madeira – o benefício acaba por ser significativo. Como exemplo temos os parafusos em aço inoxidável ou galvanizado, em detrimento de pregos e cavilhas em ferro (estas últimas também têm a desvantagem de não serem reversíveis).

4.2.4. ENCHIMENTOS

Ao nível dos enchimentos, a solução passa sobretudo por duas situações distintas. Isto porque as características dos materiais existentes, bem como as suas funções na parede, criam diferentes pontos de análise.

Um dos tipos de enchimento existente é o que se refere àqueles de origem cerâmica, que podem ter ou não função estrutural, consoante a forma como a parede foi construída, ou devido à deformação da mesma. Nestas circunstâncias encontram-se os enchimentos realizados através de alvenaria de tijolo burro (situação mais corrente).

As soluções através deste material apresentam comportamentos satisfatórios, sendo hoje em dia um material que continua a ter uma aplicação comum. Assim, e também tendo em conta as necessidades de salvaguardar a identidade construtiva e arquitectónica do edifício, a solução recomendada passa pela manutenção do tijolo burro, optando pela substituição por material igual, quando a solução presente se apresentar degradada ou deteriorada.

Uma outra situação distinta é a que diz respeito aos enchimentos que tinham como função principal o melhoramento das características de comportamento térmico e/ou acústico das paredes através do recurso a materiais excedentes ou sobrantes da construção (jornais, aparas de madeira, restos de cortiça, etc.).

Esta solução era utilizada apenas como uma técnica de recurso e de reaproveitamento, não sendo uma característica extremamente importante na salvaguarda do património (estava oculta também), sendo que a sua eficácia é bastante duvidosa devido às dificuldades e deficiências técnicas. Assim, e também devido à existência de soluções e materiais modernos, que podem ser bastante compatíveis com as estruturas antigas, não se recomenda que no caso de uma intervenção de restauro se volte a incorporar esta técnica de qualidade e eficiência duvidosa.

Uma alternativa pode passar pela introdução, por exemplo, de placas de cortiça, previamente construídas, adequadas aos espaços interiores das paredes de madeira (nos tabiques simples reforçados), que sejam bastante mais eficazes que a solução tradicional, e que não sejam prejudiciais ao comportamento das estruturas de madeira.

Não faz sentido optar pela técnica tradicional, sem lhe retirar o devido mérito, tendo algumas soluções muito mais eficazes e compatíveis.

4.2.5. REVESTIMENTOS E ACABAMENTOS

No caso de intervenções de restauro em paredes de madeira, a opção ao nível dos revestimentos e acabamentos passará, sem dúvida, pela aplicação das técnicas originais presentes no edifício. Poderá procurar-se um aumento de durabilidade e qualidade dos acabamentos e argamassas, mas sempre procurando o uso das técnicas tradicionais, e mantendo a identidade do edifício.

As intervenções podem variar sobretudo em termos da área intervencionada. Pode-se optar por uma substituição localizada, no caso de se estar perante uma pequena parte de área afectada, ou por uma substituição total dos revestimentos e/ou acabamentos da parede, no caso de a degradação ser generalizada.

A primeira opção é vantajosa de um ponto de vista económico e sobretudo histórico, pois permite manter a aparência e identidade global das paredes. Isto é sobretudo importante em edifícios históricos e monumentos, onde mesmo com o uso de técnicas antigas, não se consegue manter o aspecto das paredes devido a algum desgaste natural que sofrem com passar dos séculos, e que também é uma identidade e imagem de marca.

No entanto, esta opção apenas deve ser aplicada a pequenas zonas deterioradas, e sempre que se garanta um mínimo de homogeneidade da parede, ou uma coerência estética com o que está presente na restante parte do elemento.

Em alguns casos, e devido ao desgaste natural que acima se referiu, é impossível realizar intervenções localizadas, sendo que a opção passará pela substituição total dos revestimentos e acabamentos das paredes. Não será de esquecer a hipótese de, por uma questão de organização estética e visual, se realizar a mesma intervenção em paredes em bom estado.

De forma a garantir, em qualquer um dos casos, um boa linearidade histórica, será importante utilizar as argamassas, revestimentos, acabamentos e outras aplicações, descritas no capítulo 2 desta dissertação, tendo particular atenção aos temas 2.3.1.2 e 2.3.1.4.6.

As argamassas, independentemente dos traços indicados previamente, eram à base de cal aérea ou hidráulica, com areia e/ou saibro. Eram executadas normalmente com duas a três camadas, sendo que a espessura dos inertes diminuía à medida que se aproximava do exterior da parede. Para garantir a correcta adesão era muitas vezes usada uma rede de galinheiro, ou a técnica de dentilhar a madeira.

Os acabamentos eram à base de tintas artesanais (como a caiação), com estanhamento no paramento interior. Podiam ser usadas ainda, usualmente no exterior, soluções com soletas de ardósia, chapas metálicas onduladas, ou azulejos, que procuravam melhorar o comportamento global da parede, sobretudo no que diz respeito à estanquidade à água.

4.2.6. PAREDES COM ELEVADO VALOR PATRIMONIAL

Um caso muito particular de intervenção, na lógica do restauro, em paredes de madeira, é aquela que diz respeito às paredes que possuem um valor patrimonial e histórico relevante.

Nestes casos, em muitas das opções a tomar, o factor económico poderá ser muitas vezes suplantado pela questão patrimonial, histórica, estética e arquitectónica.

Normalmente englobam-se neste tópico as paredes de madeira que pertencem a algum monumento histórico, mesmo que elas por si só não sejam especialmente relevantes a não ser para um aspecto global do edifício, ou então aquelas que possuem elementos decorativos de elevado valor, tais como frescos, outros tipos de pinturas, azulejos, etc.

As intervenções, ao nível da estrutura de madeira propriamente dita, são bastante difíceis. Começa logo na dificuldade, ou impossibilidade de abrir janelas de inspecção através da remoção de rebocos e recobrimentos, para determinar os troços mais afectados. Poderá optar-se por uma intervenção do lado oposto ao que apresenta o acabamento valioso, mas os danos serão bastante prováveis.

Nesta situação, a melhor opção passa mesmo por intervir a montante, fora das paredes, de forma a pelo menos se conseguir estabilizar e parar a degradação do elemento.

No caso de ser mesmo necessária a intervenção, esta deverá ser bastante pontual e limitada, de forma a não prejudicar a totalidade da parede. Assim as intervenções deverão ser bastante localizadas o que, por exemplo, impedirá a substituição total de elementos de madeira degradados. Aqui, poderão ser usadas algumas técnicas de reforço ou reconstituição localizadas, sobretudo aquelas à base de resinas epoxy, que em outras situações não se aplicam, em virtude sobretudo do custo monetário acrescido.

Uma das situações em que esta opção pode ser aplicada é no que diz respeito à reconstrução das bases da parede, onde também a presença do elemento valioso será normalmente menos relevante ou inexistente (a localização sobretudo de pinturas e frescos é predominantemente centrada na parede, deixando a parte de baixo com rodapés ou lambrins).

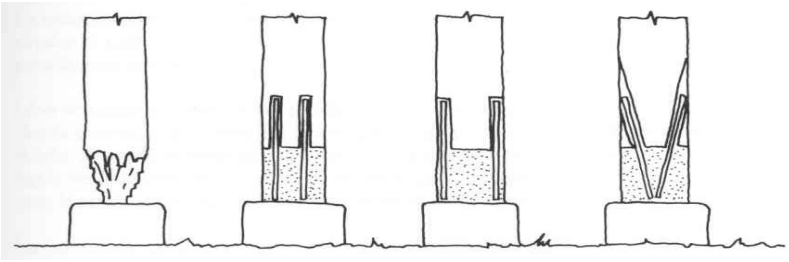


Fig.4.2 – Recurso a resinas expoxídicas para reconstrução de extremidade de pilar (Faria, 2003).

A técnica utilizada na reconstrução, e tendo em conta a análise da figura 2, consiste basicamente no seguinte:

- Corte da zona degradada;
- Abertura dos furos para a instalação de fibras de vidro ou varões metálicos;
- Instalação dos varões ou da fibra de vidro, que permitiram uma melhor solidarização entre a estrutura de madeira sã e a prótese em resina epoxídia;
- Construção de uma cofragem para a aplicação da resina;
- Introdução da resina;
- Preenchimento dos buracos dos varões com cola apropriada.

O objectivo desta solução é substituir a zona degradada por um troço novo, garantindo sempre uma correcta solidarização entre as duas zonas.

Por fim, é importante referir que as intervenções neste tipo de paredes deve ser acompanhado, e com recurso quando assim necessário, a técnicos especializados nas áreas do restauro, e que possuam um vasto conhecimento neste tipo de acabamentos de relevância patrimonial e histórica.

4.3. SEGURANÇA ESTRUTURAL

Tal como referido no capítulo 3, uns dos aspectos principais a ter em conta nas intervenções nas paredes, é a questão relativa à segurança estrutural. Muitos destes elementos apresentam comportamentos insuficientes ao nível da estabilidade e segurança.

Estes problemas surgem frequentemente devido a: insuficiência da solução original, da degradação e/ou perda de secção dos elementos resistentes, surgimento de cargas adicionais inicialmente não previstas, alteração do equilíbrio e mudança dos caminhos das cargas.

No entanto, nunca é demais referir que muitas das deformações surgidas nas paredes são resultado de problemas noutros elementos, em especial os pavimentos, que com as suas deformações, arrastam as paredes para situações problemáticas.

Normalmente, estes problemas detectam-se pela presença de deformações, empenamentos, fendilhações, fissuração, abaulamentos, etc.

Procurou-se incidir sobretudo em soluções de carácter simples, eficazes e económicas. Para além disso teve-se em conta o facto de as paredes, sobretudo as não estruturais, apresentarem níveis de carga e tensão bastante baixos, quando compradas, por exemplo, com os pavimentos em madeira.

Por esse motivo, as paredes apresentam um carácter mais móvel e de maior facilidade de alteração, permitindo à arquitectura satisfazer algumas das suas necessidades e exigências de organização espacial. Quando essa circunstância está presente, caberá ao projectista de estruturas definir as novas soluções de encaminhamento de cargas, que serão ligeiramente referidas nos tópicos seguintes.

A menor importância das paredes, e uma análise dos custos, leva normalmente a que a opção pela intervenção na parede passe por uma reconstituição global da mesma, em detrimento de intervenções pontuais de reforço, que são bastante mais úteis em pavimentos e coberturas.

4.3.1. PAREDES ESTRUTURAIS

4.3.1.1. PAREDE MUITO ESBELTA

Algumas paredes apresentam um comportamento muito particular, pois apesar de possuírem resistência suficiente para as cargas que necessitam de suportar, estão sob a acção de alguns problemas de instabilidade, que lhes provocam deformações excessivas e que podem no futuro comprometer a estabilidade global da estrutura de madeira da parede.

Nestes casos, a intervenção mais aconselhada passa pelo reforço da parede, nomeadamente através de soluções que lhe permitam aumentar a inércia disponível, ou simplesmente aumentar o número de elementos que lhe permitam transportar as cargas, de forma ao efeito de bambeamento ficar minorado.

Uma das opções a ter em conta passa pelo acrescento de elementos resistentes intercalados com os originais, aplicando-se esta solução sobretudo aos prumos.

O princípio desta técnica é de fácil compreensão. Passa por aumentar o número dos elementos resistentes, de forma a que a carga a suportar seja melhor distribuída. É de aplicação quase exclusiva nos prumos, do que diz respeito às paredes de madeira. É de execução algo complexa e cuidada, sendo a sua exequibilidade dependente da tipologia de parede em causa. Em alguns casos só pode ser aplicada com uma reconstrução significativa da parede (por exemplo nas taipas de fasquio).

Para além disso, e devido às deformações que os frechais podem apresentar com o passar dos tempos, pode ser de relativa complexidade garantir a correcta instalação e funcionamento dos novos prumos.

Poderá ser necessário, porventura, recorrer-se ao uso de calços, sendo que estes deverão ser de madeira de boa qualidade e elevada resistência (Faria, 2002b).

Os materiais usados nos novos elementos tanto poderão ser metálicos como de madeira, e podem estar ou não acoplados aos elementos resistentes existentes.

Uma outra hipótese passa pela substituição dos elementos por outros de maiores dimensões.

É uma intervenção mais radical, sobretudo porque opção pode passar pela substituição total da parede, quando as incompatibilidades de arquitectura e técnica construtiva da parede impedem a alteração da dimensão dos elementos resistentes. Assim, em algumas tipologias, deve ter-se o cuidado de garantir uma compatibilização dos elementos em madeira instalados, de forma à parede não ver a sua função estética e também funcional prejudicada.

Devido ao facto da falta de inércia ser normalmente no sentido perpendicular ao do desenvolvimento da parede, esta intervenção alterará o aspecto original e dimensional da parede, como acima descrito. Como tal, será sobretudo indicada para as questões de resistência insuficiente, onde a inércia tem um papel menos fundamental.

Justifica-se sobretudo quando se conjugam, por exemplo, dois factores como a degradação do elemento, associado à sua incapacidade de suportar as cargas existentes.

As técnicas de ligação são samblagens tradicionais, descritas no capítulo 2, associadas a parafusos, pregos ou outros ligadores modernos.

4.3.1.2. RESISTÊNCIA INSUFICIENTE

Outro problema das paredes estruturais passa pela simples falta de resistência às cargas que lhe são exigidas suportar e conduzir.

As soluções para este problema serão bastante semelhantes às do problema anterior, pelo que não serão repetidas, apresentando-se apenas algumas nuances existentes.

Por exemplo, a técnica de substituição por elementos de maiores dimensões pode aqui ser realizada procurando um maior equilíbrio com os critérios arquitectónicos, não alterar as dimensões visíveis da parede. Para tal, recomenda-se que o alargamento dos prumos seja feito no sentido do alinhamento da parede, e o aumento das vigas e frechais numa orientação para o interior da parede. Isto é eficaz, sobretudo no caso dos prumos, porque o papel da inércia é sem dúvida mais importante nos problemas de instabilidade e esbelteza acima analisados (exceptuando os frechais).

A maior diferença entre as duas situações prende-se com o seguinte facto: no caso da resistência apresentada pela parede ser relativamente inferior às exigidas pelas cargas e pelos decretos regulamentares, uma opção mais inteligente e eficaz passa pela substituição total, ou seja, construir uma nova parede.

A nova parede deve usar as técnicas antigas, recorrendo à estrutura de madeira e acabamentos descritos anteriormente, tendo apenas como alteração à parede anteriormente existente, o aumento da secção dos elementos estruturais com que é executada, para responder às exigências de estabilidade e equilíbrio.

4.3.1.3. Acções Localizadas

As acções localizadas representam um problema muitas vezes esquecido ou ignorado, quando se trata de obras de restauro ou até mesmo reabilitação.

Trata-se dos casos em que a parede até tem na globalidade capacidade de resistência às cargas aplicadas, mas no entanto, pontualmente ela não é capaz de resistir. Isto porque uma grande parte da carga que recebe é transmitida sob a acção de elementos singulares e pontuais, como por exemplo vigas.

Estas cargas podem muitas vezes estar mal degradadas gerando forças pontuais elevadas, e deformações excessivas nas estruturas de madeira.

A solução óbvia passa pela capacidade de degradar mais progressivamente essas mesmas cargas. Pode-se optar pelo aumento da secção dos frechais e vigas das paredes de madeira, de forma a tornarem-se mais resistentes e permitirem uma melhor distribuição pelos prumos. Uma outra opção, semelhante aliás, é a colocação de frechais ou padieiras sobre os elementos horizontais existentes (este fenómeno ocorre quase sempre nos elementos horizontais).

4.3.2. Paredes Não Estruturais

As paredes não estruturais, pelas suas próprias características e funções (excepto quando carregadas, devendo aí ser tratadas pelas técnicas das paredes estruturais), não apresentam grandes problemas ao nível da segurança estrutural.

No entanto, ao longo dos anos tem-se verificado que a situação nem sempre se verifica ser dessa forma. As paredes de madeira, e as outras estruturas do género, são por definição estruturas que apresentam algumas deformações significativas. Isto leva a que ao longo dos anos as paredes de compartimentação, sem funções estruturais, passem também a exercê-las.

Para além disso, é importante garantir alguma reserva de resistência aos edifícios, para o caso da ocorrência de sismos, acidentes, explosões, intervenções menos cuidadas, ou simplesmente degradação natural, que permitam ao edifício manter-se de pé quando a estrutura resistente por si só não for suficiente, ou ficar comprometida.

Esta situação tem sido validada por um conhecimento de experiência feito, que tem sido validado pela análise dos edifícios antigos, através do seu comportamento às situações imprevisíveis e à degradação.

Será importante proceder ao reforço dos tabiques, ou até à sua reconstrução (importância reduzida nos orçamentos de reabilitação), de forma a garantir um melhor travamento das estruturas e garantir uma maior durabilidade ao mesmo.

4.3.3. Novos Vãos

Um dos desafios à segurança estrutural das paredes de madeira, passa também pela definição dos novos vãos que vão sendo necessários realizar, por questões construtivas ou exigências arquitectónicas.

Como abertura de vãos é entendida uma distância que não supere duas vezes a distância entre prumos (Catalão, 2008). A partir deste valor deve ser considerada eliminação de parede, e ser objecto de verificação estrutural correspondente.

Recomenda-se que os vãos se realizem entre os prumos existentes de forma a minimizar o impacte e as alterações na estrutura da parede (Fig.4.3). No entanto, existirão situações em que o projecto de arquitectura não será compatível com esta disposição, pelo que será necessário readaptar as orientações dos elementos estruturais (Fig.4.4).

Como exemplo das situações anteriores, apresentam-se as duas hipóteses de abertura de novos vãos numa parede em gaiola pombalina.

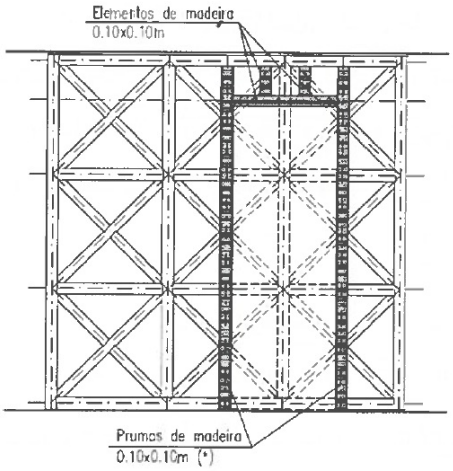


Fig.4.3 – Novo vão enquadrado na estrutura de madeira de forma a minimizar as alterações na parede (Catalão, 2008).

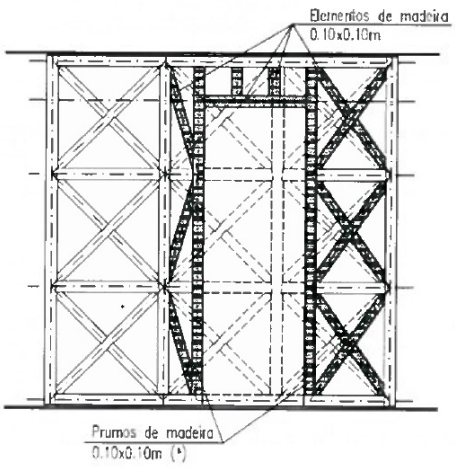


Fig.4.4 – Alteração da orientação dos elementos estruturais para compatibilizar com abertura de vãos (Catalão, 2008).

Em casos em que tal se justifique, por se tratar por exemplo de uma zona com elevadas cargas ou que apresente já deformações significativas, poder-se-ão reforçar os elementos estruturais em volta dos vãos, recorrendo às técnicas referidas para a resolução dos problemas nas paredes estruturais.

4.4. SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS

A segurança contra incêndios é um tema de especial importância na reabilitação de edifícios, no caso das paredes de madeira, devido aos enormes prejuízos económicos, sociais e sobretudo humanos que dele podem surgir.

E como a prevenção é de longe a melhor forma de lidar com este problema, será necessário ter em conta diversos critérios aquando da construção e reabilitação das paredes de madeira e da incorporação de instalações nas mesmas, procurando responder aos desafios introduzidos no tópico 3.4.

A principal forma de proteger as paredes de madeira é através do seu reforço e melhoria do comportamento. Assim, tanto as paredes estruturais, como as paredes divisórias, com ou sem função corta-fogo, podem ser alvo de alterações.

Todas elas podem ser melhoradas através do recurso ao reforço com placas de gesso cartonado, tanto no sistema contra-fachada (explicado no tópico da performance térmica), como directamente aplicadas nas paredes. O primeiro, como é óbvio, será o mais eficaz.

Uma outra solução, mais aplicada nas paredes exteriores, ou de separação entre fogos, passa por uma operação conjunta na perspectiva da reabilitação energética, acústica e de segurança contra incêndios.

Assim, quando as paredes estiverem a ser reforçadas com isolamentos térmicos, poder-se-ão aplicar aqueles que apresentem melhor comportamento ao fogo.

De uma forma concertada consegue-se um equilíbrio ao nível de várias exigências, garantindo uma protecção das paredes e sobretudo dos seus elementos estruturais em madeira.

Em conjugação com o isolamento interior, a parte exterior da parede de madeira também poderá ter um comportamento maximizado no que diz respeito ao incêndio. Preferindo-se as soluções com rebocos e argamassas com boa resistência, e até com isolantes incorporados, em detrimento dos revestimentos combustíveis, como papel de parede, tecidos ou elementos de madeira, consegue-se um índice de comportamento bastante melhor. Para além disso, diminui-se a formação de gases tóxicos.

Os vãos também necessitam de tratamento adequado. Ao nível das portas pode-se optar por portas corta-fogo, sobretudo nas que conduzem aos caminhos comuns do edifício. Para uma melhor segurança devem ser também instaladas algumas em várias divisões, sobretudo nas que possuem paredes com função corta-fogo (a definir em conjunto com o projecto da especialidade). As janelas devem ter elementos que façam o seu fecho e impeçam a propagação do fogo para o exterior do edifício.

Relativamente às instalações, é indispensável que as redes eléctricas e de gás (em especial), sejam dimensionadas e executadas segundo os regulamentos aplicáveis de cada especialidade. Para além disso, deve procurar-se que mantenham sempre um bom estado de conservação e manutenção, bem como sejam utilizadas no uso para a qual foram dimensionadas.

Ao localizarem-se dentro das paredes de madeira, em muitas circunstâncias, ou localizadas encostadas ou próximas a elas, são extremamente importantes para o comportamento das mesmas em relação ao incêndio.

É ainda importante referir que nas zonas onde as paredes são atravessadas por instalações técnicas, será necessário proteger as aberturas, ou mais correctamente isolá-las, de forma a que os gases e chamas não encontrem aí uma passagem para outras divisões.

Relativamente aos meios de combate ao incêndio, a rede estará instalada preferencialmente no tecto. No entanto, tal como referido no capítulo 3, para lá chegar será necessário que circulem nas paredes. Aqui os desafios são os mesmos proporcionados pelas instalações de água. O uso de rodapés e roda-tectos técnicos são fundamentais para a articulação dos dois sistemas.

O ramal independente, relativo à água do sistema de combate a incêndio, se possível ao nível regulamentar, deve partir do ponto comum das casas de banho e cozinhas, pelos motivos que serão indicados no tópico relativo a esse assunto (4.5.1.3).

4.5. COMPATIBILIZAÇÃO COM SOLUÇÕES MODERNAS - MELHORIA LIGEIRA DO CONJUNTO

Grande parte das intervenções que se realizam em edifícios antigos, são as que procuram dotar as construções de uma ligeira melhoria do seu comportamento global. Ou seja, sem grandes preocupações de eficiência energética ou comportamento acústico, pretende-se melhorar o funcionamento global procurando actualizar ou introduzir novas instalações técnicas, ou incluir novas soluções de revestimento e acabamentos de paredes.

4.5.1. POSSIBILIDADE DE INCORPORAR NOVAS INSTALAÇÕES

Tal como referido no capítulo 3, a incorporação de novas instalações técnicas é um dos grandes desafios das obras de reabilitação, sendo avaliado nesta tese no que diz respeito às paredes de madeira.

Englobando todos os tipos de instalações, pode-se sintetizar os desafios em 4 grandes tipos:

- Limitação espacial na incorporação de instalações;
- Ruído gerado pelas instalações;
- Localização de casas de banho e cozinhas (zonas onde as modificações à situação original são vulgarmente maiores e onde se concentram mais instalações);
- Segurança na utilização.

4.5.1.1. LIMITAÇÃO ESPACIAL NA INCORPORAÇÃO DE INSTALAÇÕES.

Pode-se afirmar que o grande obstáculo na incorporação de novas instalações técnicas em paredes de madeira, é a que diz respeito às limitações espaciais e possibilidade de atravessamento. Mesmo nas instalações de média dimensão, a impossibilidade geral de abrir roços com envergadura suficiente para o embebimento das mesmas, seria um forte obstáculo. No entanto, existem algumas alternativas viáveis que podem agradar em vários casos e a vários donos de obra.

Em primeiro lugar, a solução de mais fácil execução, em obras que não procurem alterar muito o edifício, é a opção de colocar as instalações pelo exterior das paredes, ou seja, à vista, e com fixação directa nas paredes (Fig.4.5).

Fig.4.5 – Instalação de água colocada pelo exterior das paredes (Paiva *e tal*, 2006).

Outra alternativa, também pelo exterior, passa pela colocação das instalações mas recorrendo posteriormente a rodapés, roda-tectos técnicos, calhas técnicas e outros meios que possibilitem uma ocultação da canalização com um certo embelezamento do seu exterior (a gosto, por isso discutível).

No caso de se estar na presença de paredes tipo tabique simples reforçado, a própria tipologia das paredes permite a circulação no seu interior, e um atravessamento bastante facilitado.

Algumas instalações, nomeadamente as de electricidade e as de dados, podem ser embebidas apenas na espessura do reboco (garantindo-se que este tem a profundidade mínima desejada), sendo que se deve reforçar o mesmo através da implementação de redes que permitam uma melhor aderência e diminuição da fendilhação (Fig.4.6). Esta prática de reforço dos rebocos é corrente e já de

conhecimento bastante antigo (como já referido anteriormente), pelo que não criará nenhuma dificuldade extra às obras.

Fig.4.6 – Embebimento de instalação no reboco (Catalão, 2008).

Uma solução alternativa passa pela criação das chamadas soluções de parede contra-fachada, com a criação de uma caixa-de-ar técnica. Esta solução pode ser motivadora de debate devido à alteração que provocará no aspecto original das paredes. Esta situação pode ser minimizada através do recurso a tintas ou rebocos típicos da construção tradicional.

A opção pelas paredes de contra-fachada é uma solução que se apresenta bastante viável. Isto porque, como se verá nos tópicos do desempenho térmico e acústico, é uma das melhores soluções com vista à melhoria significativa do comportamento dos edifícios antigos. Sendo usadas normalmente na versão de parede de contra-fachada em placas de gesso cartonado, com caixa-de-ar e isolamento fixo ao paramento interior da parede exterior, surge uma oportunidade no espaço livre da caixa para a incorporação das instalações necessárias para a condução de águas, esgotos e gás.

Para além disso, e devido à facilidade de desmontagem e substituição das placas de gesso cartonado, torna-se bastante útil se a instalação for feita a pensar na manutenção e substituição que surgirá no futuro. O fácil acesso é um factor a ter muito em conta quando se manobram instalações com águas, e ainda mais com gás.

A possibilidade de atravessamento por condutas de elevado porte, sobretudo as de AVAC, implicam alterações à disposição das paredes (Fig.4.7). Será necessário criar zonas reforçadas para o atravessamento, semelhantes às alterações usadas em vãos, de forma a não fragilizar as paredes e diminuir a sua capacidade resistente. Recorrendo aos prumos, travessanhos e escoras, conseguir-se-á definir um perímetro para o atravessamento.

Fig.4.7 – Atravessamento de parede por uma conduta de ar (Catalão, 2008).

4.5.1.2. Ruído Gerado pelas Instalações

Quanto aos ruídos em instalações, eles são originados principalmente pelas instalações de águas e esgotos. Nos edifícios reabilitados para o comércio e serviços são também encontrados ruídos originados nas instalações de AVAC.

Relativamente às redes anteriores previamente instaladas nas paredes, a intervenção é bastante limitada no que diz respeito à melhoria da performance acústica. No entanto, e é sobretudo esse o alvo deste tópico, nas novas instalações é possível incrementar-se uma melhoria significativa em relação ao que se encontrava no passado.

Assim, surgem um conjunto de indicações, que surgem na tentativa de evitar o pronunciamento dos motivos causadores de ruído, descritos em 3.3.1.

- Concepção das redes de forma simples e bastante directa;
- Procurar balizar velocidades de escoamento a 1 m/s e pressões entre 150kPa e 300kPa;
- Instalação com declives e dispositivos (válvulas de purga) que permitam a saída de ar e vapor;
- Instalação de câmaras de amortecimento para combater o ressalto hidráulico;
- Localização de casas de banho e cozinhas próximas umas das outras e afastadas de quartos;
- Separação física das tubagens e paredes através do recurso a isolantes (cortiça ou borracha) nos pontos de apoio e nas zonas de atravessamento (Paiva *et al*, 2006);
- Envolvimento das condutas e tubagens por mangas absorventes acústicas;
- Instalação de juntas de dilatação nas tubagens;
- Uso de diâmetros o mais constantes possível, e sem alterações bruscas, mas progressivas;
- Procura de soluções o mais seca, leve e pré-fabricada possível, como o recurso a casas de banho envolvidas por linóleos e vinílicos, com instalações e entradas para equipamentos e ligações previamente realizadas.

Tendo em conta todos estes critérios de concepção e dimensionamento das instalações, associado ao reforço das condições de isolamento acústico indicados nos tópicos seguintes, as instalações técnicas verão muitos dos seus problemas relativos ao ruído serem diminuídos a valores perfeitamente aceitáveis.

4.5.1.3. Localização das Casas de Banho e das Cozinhas

A relevância dada a estas divisões, no contexto dos desafios originados pelas instalações nas paredes de madeira, é de fácil justificação. Relativamente a quartos, salas, corredores e outros, as casas de banho e cozinhas (onde também estão incluídas as lavandarias nos edifícios antigos), possuem uma maior diversidade e quantidade de canalizações.

O primeiro grupo, salvo situações excepcionais, possui apenas instalações eléctricas e/ou de dados, que são de fácil aplicação nas paredes, não levantando problemas de maior. Já o segundo conjunto de divisões é presenteado com quase todo o tipo de instalações, sendo de realçar as de águas e esgotos que são de um carácter especial no que diz respeito à conservação das paredes.

Segundo (Appleton, 2003), a localização deste tipo de divisões deve ser reunida nos alinhamentos horizontal e no vertical. Com esta imposição, procura-se concentrar as instalações de tubagens,

salvaguardando grande parte do edifício de possíveis anomalias, e criar zonas delimitadas para a sua instalação.

A concentração das instalações de águas, esgotos e também da ventilação, delimita também a zona das habitações que estarão sujeitas à acção do ruído que por elas poderão ser originadas.

As localizações mais indicadas para este agrupamento são normalmente as escadas, pois permitem uma melhor articulação entre os vários pisos, e podem servir como zonas de apoio para a implementação das instalações, através do uso de paredes falsas.

4.5.2. Novas Soluções de Revestimento e Acabamentos

Numa operação de reabilitação de um edifício antigo, em particular no que diz respeito às paredes de madeira, uma das questões a ter em conta é a que diz respeito aos revestimentos e acabamentos.

Tem-se encontrado ao longo da história exemplos de opções que foram muito mal pensadas ou executadas. Muitas vezes se substituíram rebocos em bom estado, apenas com a camada superficial suja ou ligeiramente desgasta, por outros mais recentes com consequências nefastas para as paredes.

Com o passar dos tempos, as argamassas e as paredes tendem a encontra um equilíbrio de forças e higrotérmico entre si. Com a retirada das primeiras, e a colocação de novos revestimentos, todo este equilíbrio desaparece, aliada à entrada de nova humidade proveniente das novas argamassas, e que contribuem para a degradação das paredes.

Para além disso, existe uma tendência para o uso de rebocos com um traço com excessiva proporção de cimento. Estes rebocos são extremamente rígidos, e têm tendência para fendilhar, criando pontos de entrada de água nas paredes. Para além disso, essa rigidez impede-os de acompanhar também as variações dimensionais que as paredes de madeira apresentam.

Por estas razões, é recomendado usar novas soluções, mas com um carácter mais flexível, semelhante ao que se encontra na concepção original. As argamassas bastardas, com uma mistura de cimento, cal aérea e areia, são boas soluções, bem como as de cal hidráulica e areia (Appleton, 2003). O quadro 4.1 apresenta alguns traços sugeridos

Quadro 4.1 – Traços para argamassas usadas em reabilitação.

Argamassas bastardas			
	cimento	cal aérea	areia
Traços	1	1	6
	1	2	9
Nota: areia = 1/2 areia do rio + 1/2 areia argilosa			

Argamassas de cal hidráulica		
	cal	areia
Traços	1	2
	1	3

Adicionalmente, nas argamassas poderão ser incorporados materiais mais actuais, como por exemplo soluções à base de silicones, que permitam uma boa estanquidade à água da chuva. Esta situação deve ser muito bem ponderada porque muitos dos produtos são também impermeáveis ao vapor de água, ou seja, não deixam a parede respirar.

Como as paredes possuem sempre alguma humidade no seu interior, ou no caso de surgirem fendas em alguns locais, a água não conseguirá evaporar e sair da parede. Esta situação levará a uma degradação acentuada das madeiras. Deve-se procurar sempre uma solução impermeável à água líquida, mas bastante permeável ao vapor de água.

Algumas empresas, como a Weber, possuem já algumas soluções actuais de argamassas para rebocos próprias para obras de reabilitação, e que com algum estudo se podem vir a confirmar como uma óptima opção.

Tal como os rebocos, as tintas padecem de problemas semelhantes. As soluções antigas eram bastante porosas, e apesar de a parede normalmente não ficar protegida com ela em relação à água líquida, nas estações quentes elas conseguiam facilmente secar. A solução ideal passa também por uma estanquidade à água, e a garantia simultânea de uma boa permeabilidade ao vapor de água (Appleton, 2003).

Algumas empresas têm apostado em tintas que dizem ser de boas características para as obras de reabilitação, mas nem todas têm funcionado correctamente. As conhecidas tintas texturadas, por exemplo, têm encontrado muitos problemas de aderência ao suporte existente, e muitas delas não têm garantido um correcto comportamento ao vapor de água.

Outras soluções de melhor qualidade são as que se baseiam em micropolímeros elastómeros, por apresentarem as características acima indicadas, bem como uma duração relativamente boa (10 anos). Algumas empresas como a CIN têm apostado também neste sector, com muito bons resultados.

Para além disso têm surgido também soluções de tintas à base de silicatos, e o regresso às caiações (sobretudo em zonas onde o clima lhes é favorável), bem como a aplicação do estanhamento (barramento de cal e cimento indicado no capítulo 2) como forma de acabamento.

Salienta-se no entanto a falta de especificação e ensaios no que diz respeito a este tema, sobretudo no que diz respeito em particular às paredes de madeira. É importante que se comece a procurar validar as soluções existentes em laboratório, bem como procurar novas, em detrimento da espera da validação pela experiência. Esta última apesar de ser infalível, quando corre mal pode acarretar muitos prejuízos à construção.

4.6. MELHORIA SIGNIFICATIVA DO DESEMPENHO – REABILITAÇÃO

4.6.1. CONFORTO TÉRMICO

Como já especificado no capítulo 3, a tipologia de edifícios onde as paredes em estudo se encontram inseridas, apresenta comportamentos deficientes ao nível do conforto térmico.

Nas épocas em que foram construídos, os conceitos de comportamento térmico e eficiência energética eram praticamente desconhecidos. Com o passar das épocas, e com as necessidades das populações a modificarem, estas noções passaram a estar presentes, e tornam-se cada vez mais indispensáveis. Para além disso, e com as crises energéticas recentes, passou a dar-se um papel importante à performance dos edifícios, ao nível das novas construções mas também nas intervenções de reabilitação.

Nestas últimas, que estão em causa na dissertação, a questão da determinação do tipo de solução representa alguma dificuldade. Ao contrário de um edifício novo, onde os sistemas podem ser pensados inicialmente para funcionarem em conjunto, aqui trata-se de uma adaptação ao já existente, pelo que as dificuldades são crescentes. Por norma, as reabilitações energéticas têm como alvo as caixilharias, as coberturas, e as paredes exteriores.

Assim, no âmbito do trabalho, a intervenção focar-se-á nas paredes.

Tendo em conta as limitações da própria estrutura da parede, do estado de conservação dos seus diversos componentes (estrutura, revestimento, acabamento, enchimento), em conjunto com os desafios arquitectónicos, existem no geral três grandes tipos de soluções (Appleton, 2003):

- Isolamento térmico aplicado pelo exterior;
- Isolamento térmico aplicado pelo interior;
- Isolamento térmico na caixa-de-ar (paredes duplas ou tabique simples reforçado).

Dentro dos vários tipos de soluções, existem inúmeras possibilidades técnicas que oferecem uma enorme diversidade. Por isso, a procura da melhor solução terá de ser feita sempre caso a caso.

4.6.1.1. ISOLAMENTO TÉRMICO APLICADO PELO EXTERIOR

A reabilitação das paredes quanto ao comportamento térmico, pelo lado exterior, apresenta um conjunto de características que importa analisar.

Em primeiro lugar, é de realçar que as soluções térmicas pelo exterior são as que apresentam uma melhoria mais significativa do comportamento das paredes do ponto de vista teórico. Devido à ausência de descontinuidades do isolamento, e da mobilização global da inércia térmica da parede, este comportamento fica maximizado. No entanto, esta solução é mais vantajosa, quando os utentes e moradores a aquecem (no Inverno) de forma continuada. Isto porque obriga a que as paredes também aqueçam, apesar de não perderem agora energia para o exterior. Ou seja funciona melhor numa lógica de uso e aquecimento contínuo (Appleton, 2003).

Esta solução protege também melhor a parede no que diz respeito às formações de condensação, no interior da mesma.

Relativamente à questão espacial e arquitectónica, a solução de isolamento exterior apresenta algumas situações contraditórias.

No que diz respeito ao interior, esta solução é a preferencial, porque não implica a diminuição das dimensões dos compartimentos, comparativamente com a solução de isolamento interior que se apresentará em seguida. Este factor tem especial relevância ao ter-se em conta que o trabalho está focado nas tipologias de paredes da zona norte do país, em especial na cidade do Porto. É conhecida a limitação em termos de largura e de áreas interiores que estes edifícios têm.

Ao contrário de Lisboa, onde existem edifícios extensos que chegam a ocupar grandes zonas dos quarteirões, a geografia da cidade do Porto, com o seu relevo acidentado, propiciou a construção de edifícios estreitos, por norma com cotas diferentes dos que o circundam. Esta situação dificulta, e impossibilita muitas vezes, a junção de edifícios de forma a obter-se uma melhor área de construção.

Fig.4.8 – Foto de quarteirão da cidade do Porto – Rua do Almada.

Assim sendo, a questão da disponibilidade espacial faz ainda mais sentido ter-se em conta. A solução de revestimento pelo exterior é assim uma ajuda neste problema.

Já no que diz respeito ao aspecto arquitectónico e construtivo das fachadas, esta solução apresenta problemas. O mesmo factor do tipo de edifícios a intervir, que a favorece na questão das áreas e espaços interiores, é agora um problema. Isto porque os edifícios antigos e dos centros históricos, em especial a baixa Portuense, apresenta limitações legais (mas também sensitivas) no que diz respeito às alterações do aspecto das suas fachadas.

A aplicação do revestimento pelo exterior pode alterar significativamente o aspecto das fachadas, descaracterizando-as e podendo criar conflitos com as soluções previamente existentes, por exemplo no que diz respeito às cantarias. Este é, possivelmente, o maior problema a resolver nas obras de reabilitação em edifícios antigos.

No entanto, no caso das paredes de madeira, muitas delas apresentam o seu exterior revestido por soletos de ardósia, telhas cerâmicas, ou chapas de metal onduladas. Estas soluções são executadas como se de um forro exterior se tratassem, ou seja, possuem um espaço de ar entre a parede propriamente dita, e o seu revestimento exterior. Este espaço pode ser então aproveitado para ser preenchido por elementos isolantes (placas rígidas, elementos semi-rígidos e mantas, espumas, etc.), sendo para isso necessário remover o revestimento e no final da operação voltar a colocá-lo.

A solução final é bastante semelhante ao actualmente conhecido por fachada ventilada. Os soletos são o revestimento exterior e o ripado de madeira serve como estrutura de suporte do revestimento, podendo ainda possuir uma caixa-de-ar, depende da espessura do ripado (Fig.4.9).

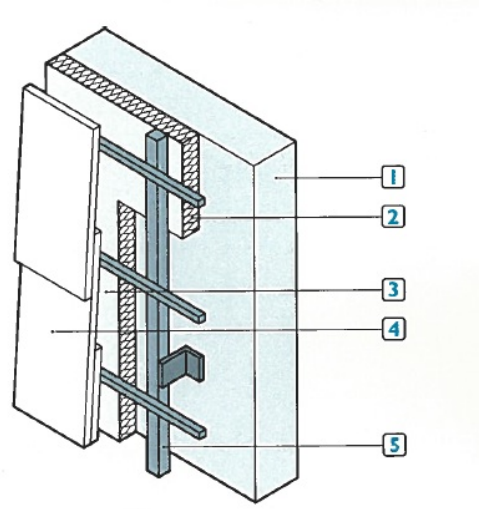


Fig.4.9 – Sistema que pode ser aplicado às paredes de madeira com as necessárias adaptações (Paiva *et al*, 2006).

Esta solução permite maximizar a funcionalidade das paredes de madeira com revestimentos exteriores deste género. Com pouca ou nenhuma alteração do aspecto, e apenas alguma carga introduzida, a parede melhora significativamente o seu comportamento térmico.

Uma outra solução que permite enfrentar os problemas arquitectónicos, enquadrada nos revestimentos exteriores, passa pela aplicação de rebocos leves isolantes. Em primeiro lugar, é necessário esclarecer que esta solução é sobretudo viável quando os rebocos existentes estejam num estado de degradação avançado que obrigue à sua remoção (Appleton, 2003).

Este tipo de rebocos consiste em argamassas que incorporam grânulos de isolante térmico (como por exemplo o poliestireno expandido), de reduzido diâmetro, reduzindo significativamente a condutibilidade térmica em relação às argamassas normais. No entanto, esta solução deve ser vista sobretudo como um complemento ao isolamento térmico (Paiva *et al*, 2006). Isto porque estes rebocos são por norma aplicados em espessuras semelhantes aos rebocos tradicionais (o que é melhor para a arquitectura também), e isso impede que funcione de forma significativa por si só.

Mas, alguns sistemas patenteados, com espessuras já bastante significativas (5cm), conseguem atingir performances bastantes aceitáveis ($U=1,0$ W/m^{2}K). Contudo, volta-se a frisar o facto de para se atingir este comportamento serem necessárias espessuras que muitas vezes podem ser incompatíveis com as exigências arquitectónicas.

A última solução é a aplicação dos sistemas que recorrem ao que actualmente se designa por ETICS.

No entanto, a aplicação desta solução deve ser muito bem ponderada por diversos motivos: a total descaracterização da fachada, a carga adicional introduzida na parede (necessário verificar a sua capacidade de resistir), a dificuldade de resolução de pontos singulares das paredes (cantos, rebaixos, ressaltos, etc.).

Recomenda-se a aplicação apenas em casos extremos, quando se esgotaram as outras opções, ou quando os edifícios e zona envolvente não possuem relevância histórica e arquitectónica.

Este sistema é constituído por placas de isolante térmico, que são fixadas à parede por colagem e/ou fixação mecânica, cobertos por um revestimento ligante armado com uma rede de fibra de vidro ou metálica, protegida contra o ataque dos álcalis (Paiva *et al*, 2006).

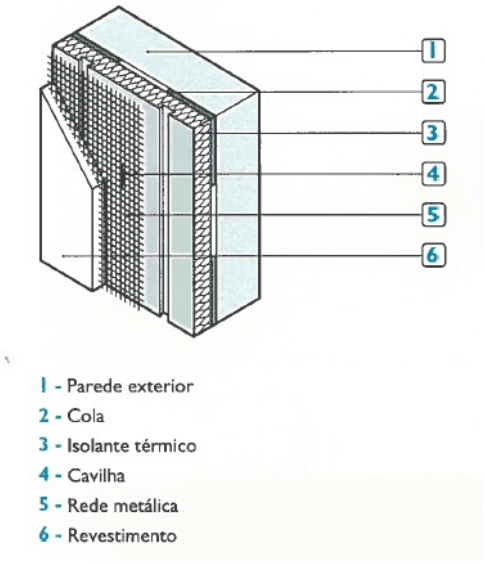


Fig.4.10 – Sistema ETICS (Paiva *et al*, 2006).

Devido aos danos que podem ser causados neste sistema de isolamento, é usual reforçar o sistema em zonas acessíveis às pessoas. Neste caso, aplicar-se-ão três demãos (em vez das duas tradicionais), e incorporar-se-ão duas redes (ao invés da solução normal de uma só).

4.6.1.2. Isolamento Térmico Aplicado pelo Interior

Outra das hipóteses de intervenção, ao nível da reabilitação térmica das paredes de madeira em edifícios antigos, é a aplicação de isolamento térmico pelo interior das mesmas.

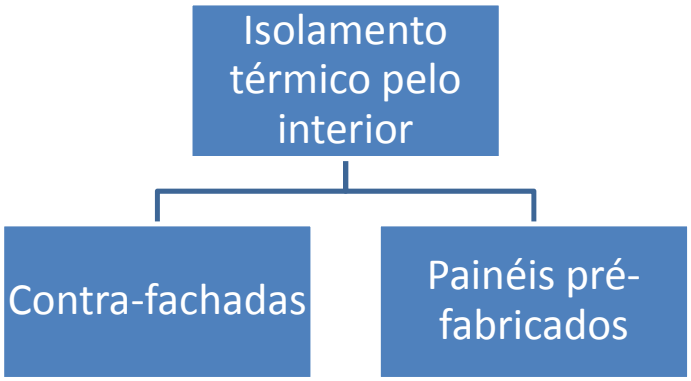
Neste caso, o principal factor a ter em conta é o facto de ser obrigatório ponderar muito bem se a redução de dimensões no espaço livre, provocada pelas soluções de isolamento, não compromete a funcionalidade dos compartimentos.

Este tipo de solução é apropriado quando se tem disponível espaço interior, e sobretudo quando as fachadas não podem ser descaracterizadas. Para além disso, na maioria das construções dos edifícios antigos não existe um sistema de aquecimento centralizado, e os dispositivos funcionam em zonas específicas e pontualmente. Assim, colocando o isolamento pelo interior, impede-se que o calor de aquecimento seja absorvido pela parede, reduzindo bastante o tempo necessário para o aquecimento dos compartimentos (Appleton, 2003).

No entanto, esta situação no Inverno é propícia a gerar condensações intersticiais e na face interior do pano de parede, estando escondido dos olhares dos utentes, o que pode levar à degradação dos elementos estruturais de madeira com o passar do tempo. A madeira terá que ter um tratamento específico que mais à frente se explicará.

Dentro das soluções de isolamento térmico aplicado pelo interior das paredes, salientam-se duas variantes de maior relevância na reabilitação dos edifícios.

Quadro 4.2 – Tipos de isolamento térmico pelo interior.



A opção mais usada passa pela construção de um sistema usualmente designado por contra-fachada, pelo lado interior da parede. Esta solução consiste em criar um novo pano interior, para além da incorporação, ou não, de uma camada de isolamento térmico e/ou caixa-de-ar entre este pano e o pré-existente. A opção pela inclusão de isolamento térmico e caixa-de-ar passa pela análise do espaço disponível associada às necessidades de carácter térmico.

Em zonas com climas moderados, a simples realização de um novo pano, formando uma parede com pano duplo, será suficiente para satisfazer os requisitos mínimos (Appleton, 2003).

Para além disso, existem duas hipóteses mais usadas no sistema de contra-fachada: contra-fachada de alvenaria, e contra-fachada de placas de gesso cartonado.

Na primeira opção, a diminuição de área disponível bem como o peso extra tornam-se factores preponderantes na sua não utilização em reabilitação, especialmente na presença de edifícios antigos, e com áreas diminutas.

As soluções de gesso cartonado, são bastante mais leves, fáceis de executar, ocupam menos área, e têm a vantagem de serem soluções secas, não trazendo humidades extra para o edifício. Para além disso, implicam obras muito mais limpas. No entanto, devido à necessidade de terem uma estrutura de suporte, esta terá que ser tratada de forma a suportar as humidades, sobretudo quando se trata de madeira.

A estrutura e método construtivo das contra-fachadas são os apresentados de seguida (Paiva *et al*, 2006).

Contra-fachada de alvenaria (Fig.4.11):

- Colagem contra a parede existente de placas de isolamento térmico;
- Construção de um pano de alvenaria afastado da face interior do isolamento, criando uma caixa-de-ar (≈30mm) e com uma caleira no fundo (recolha de águas de infiltração e de condensação);
- Aplicação de um revestimento de ligantes hidráulicos, e uma pintura com tinta de emulsão aquosa com base em polímero sintético não texturada (tinta de água).

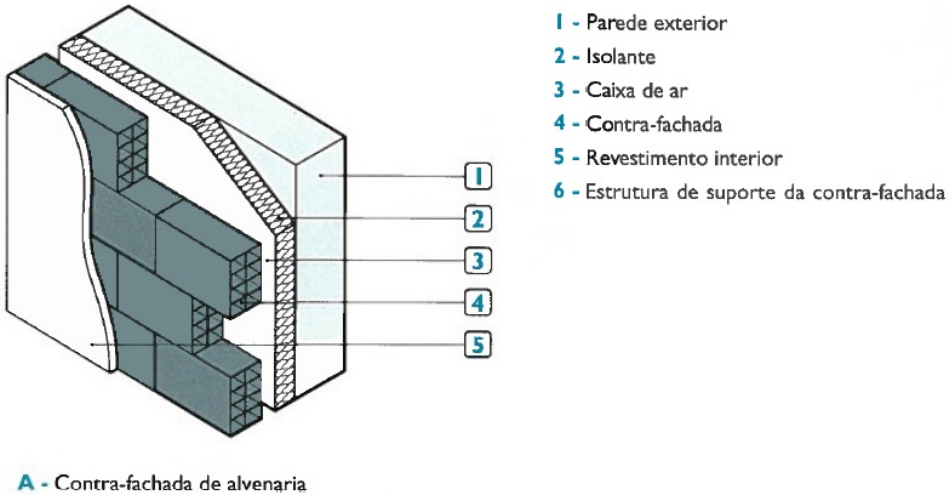


Fig.4.11 – Contra-fachada de alvenaria (Paiva *et al*, 2006).

Contra-fachada de gesso cartonado (Fig.4.12):

- Colagem contra a parede existente de placas de isolamento térmico;
- Construção da estrutura de suporte em madeira, ligada à parede exterior, para suporte das placas, mantendo um afastamento entre estas e o isolamento não inferior a 20mm;
- Fixar as placas de gesso à estrutura de madeira através de ligação por parafusos (solução reversível), e com as juntas coincidentes com a estrutura de suporte;
- Refechamento das juntas com a aplicação de bandas cobre-juntas e aplicação de uma massa especial de gesso, e pintura do paramento interior.

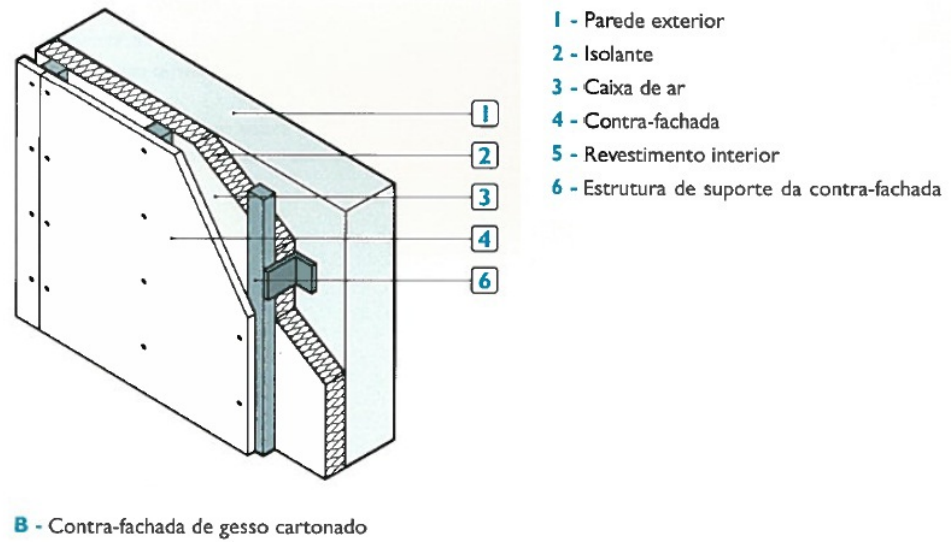


Fig.4.12 – Contra-fachada de gesso cartonado (Paiva *et al*, 2006).

No caso de paredes que apresentem alguma degradação, ou onde sejam bastante prováveis a ocorrência de infiltrações pelas águas da chuva, será conveniente deixar um espaço de ar entre a parede existente e o isolamento térmico (Paiva *et al*, 2006). Com isto pretende-se proteger o mesmo da acção da água. Em alternativa poderá recorrer-se a isolamentos com características hidrófobas.

Em alternativa às soluções de contra-fachada, existe uma solução semelhante mas de cariz algo diferente. Trata-se da aplicação de painéis isolantes pré-fabricados.

Nesta solução, usam-se placas de gesso cartonado que já possuem coladas camadas de isolamento térmico (recorrem-se a isolamentos rígidos como o poliestireno expandido contrariamente às mantas flexíveis). Estes painéis podem ser colados na face interior da parede exterior (Fig.4.13), ou então aplicados recorrendo a uma estrutura de suporte, em madeira, criando uma caixa-de-ar, tal como na solução de contra-fachada. A diferença está agora sobretudo na posição relativa do isolamento.

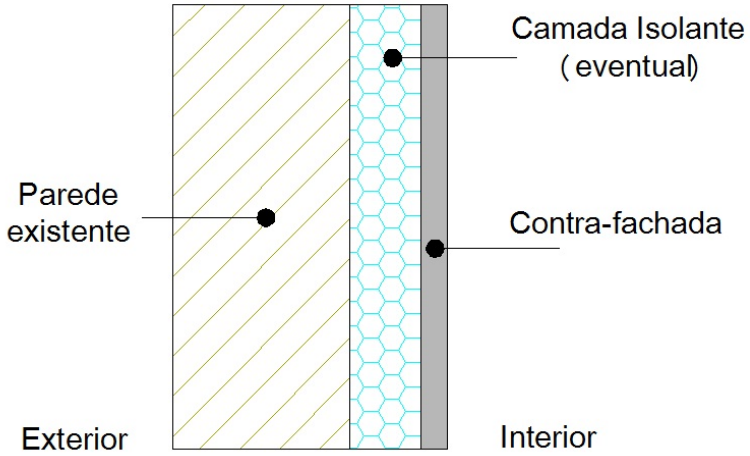


Fig.4.13 – Aplicação de isolamento térmico interior com painéis pré-fabricados.

4.6.1.3. ISOLAMENTO TÉRMICO NA CAIXA-DE-AR

Uma solução muito particular na reabilitação de paredes de madeira, é a que é proporcionada pela tipologia tabique simples reforçado.

Tal como referido anteriormente, as possibilidades e potencialidades desta parede são bastante grandes. Uma delas prende-se com o comportamento térmico da mesma. Devido ao espaço de ar criado entre os dois panos de tabuado, poder-se-ão introduzir elementos isolantes que melhorem o comportamento térmico da parede.

Soluções com mantas flexíveis ou semi-rígidas de fibra de vidro, ou materiais granulosos como esferas de poliestireno expandido (Appleton, 2003), podem ser boas opções para a instalação. É necessário garantir que qualquer que seja o isolamento, este não deve sofrer assentamentos e devem preencher a totalidade da caixa-de-ar, para evitar as pontes térmicas (Paiva *et al*, 2006).

Uma alternativa consiste na introdução de espuma de poliuretano que ao ganhar consistência contribui para a melhoria do comportamento. No entanto, esta solução necessita de um controlo apertado, devido às fugas pelo meio das aberturas da madeira, da possibilidade de aumentar a tensão na mesma, e ao facto da maioria das espumas serem hidrófilas, prejudicando a madeira das paredes.

4.6.2. CONFORTO ACÚSTICO

Outro dos pontos relevantes para uma melhoria significativa do desempenho das paredes em obras de reabilitação, é o que diz respeito ao conforto acústico.

Tal como referido no capítulo 3, as paredes de madeira apresentam problemas sobretudo em três aspectos:

- Mau isolamento aos sons de condução aérea, devido à massa reduzida (em especial nas paredes de compartimentação);
- Mau isolamento dos vãos;
- Ruídos das canalizações (analisado na melhoria ligeira do conjunto).

Quanto ao primeiro aspecto, a intervenção é variada e depende de situação para situação.

Relativamente às paredes de compartimentação, a solução passa pela duplicação das paredes de tabique, através da técnica original, ou por um sistema de duplicação baseado em placas de gesso cartonado. Assim, consegue-se um aumento significativo da espessura, que melhorará o comportamento da parede. Pode-se ainda incorporar, caso seja mesmo necessário, um conjunto de materiais que permitam o isolamento acústico. Por norma, os materiais aplicados serão resilientes, como por exemplo mantas de fibra de vidro.

A mesma técnica pode ser usada no caso de paredes resistentes em madeira, que tenham funções de meação ou de separação de fogos no mesmo edifício. Neste caso, e em condições particulares (tal como separação de habitações e espaços comerciais) pode-se proceder à duplicação da parede de ambos os lados da mesma.

Uma alternativa passa por sacrificar o desempenho acústico das paredes, sempre que não há espaço interior suficiente para o aumento de espessura. O dono de obra deverá ponderar qual a necessidade que coloca em primeiro lugar.

Quanto às paredes exteriores, a solução deste problema está relacionada com a resolução dos deficientes comportamentos térmicos. Normalmente, a solução de incremento de eficiência energética será suficiente para uma melhoria significativa do comportamento da parede ao nível acústico.

Assim, toda a solução de contra-fachadas (preferencialmente) e de painéis pré-fabricados será aplicável também à melhoria do desempenho acústico.

Ressalva-se que as soluções preferenciais, sempre que possível de serem adoptadas, são as que garantem uma separação física entre os panos, eliminando o contacto entre elas. Desta forma, a melhoria do comportamento acústico será maximizada.

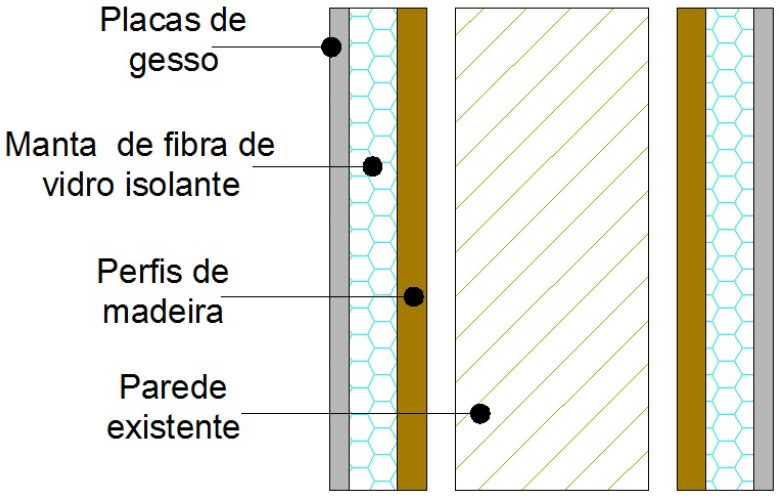


Fig.4.14 – Reforço de isolamento acústico com separação de panos.

O comportamento das caixilharias e janelas foge um pouco ao âmbito da dissertação. No entanto, e devido à sua importância para o funcionamento global da parede de madeira, é abordada de seguida, embora de forma célere.

Para uma efectiva melhoria do seu comportamento podem ser tomadas duas opções (Appleton, 2003):

- Duplicação da janela – sistema de caixilharia dupla;
- Reforço global do isolamento acústico da janela existente.

No primeiro caso, a solução passa pela realização de uma segunda janela, pelo interior ou exterior da existente, criando uma caixa-de-ar entre elas (≈150mm). O principal cuidado a ter-se em conta será a integração da nova caixilharia com a existente e com toda a envolvente arquitectónica. Assim sugere-se uma cuidada escolha do material e desenho, sugerindo-se o uso de madeira de forma a garantir a coerência das soluções. No entanto, a construção desta deve ser bastante cuidada para se aproximar dos sistemas actuais bastante eficientes oferecidos pelo PVC e pelo alumínio.

A segunda opção por norma tem um alcance limitado, podendo até prejudicar outros comportamentos (caso da ventilação natural). Consiste na vedação de frinchas, da fixação dos vidros e melhoria dos fechos. Para além disso, e em situações mais gravosas, pode ainda optar-se pela substituição dos vidros e pela vedação da caixilharia por cordões de PVC (Appleton, 2003).

5

ESTUDO DE CASO – EDIFÍCIO DA BAIXA RIBEIRINHA DO PORTO

5.1. INTRODUÇÃO

Numa perspectiva de proporcionar a esta dissertação um carácter mais abrangente e concreto, procede-se neste capítulo à análise de um caso prático de um edifício antigo da zona histórica do Porto.

Faz-se uma descrição do edifício, envolvendo as suas soluções construtivas originais e ainda presentes, bem como as alterações posteriores visíveis ou que é possível deduzir sem recurso a ensaios e inspecções destrutivas.

Destaca-se também o trabalho de caracterização das paredes existentes, em especial as de madeira, bem como um conjunto de propostas de intervenção no sentido de melhorar o desempenho e durabilidade futuras do edifício.

Procura-se enquadrar os desafios da arquitectura com os problemas de engenharia, tendo como objectivo uma melhor funcionalidade e salubridade do edifício em análise, considerando as paredes internas com um maior nível de detalhe.

Para melhor se perceber e interpretar o edifício foi realizada uma visita ao local, com levantamento fotográfico, e registaram-se os testemunhos de alguns dos seus utentes frequentes.

5.2. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DO EDIFÍCIO

O edifício em causa situa-se na zona histórica da baixa ribeirinha da cidade do Porto. Considerada património da humanidade pela UNESCO, a zona tem associado um conjunto de legislação regulamentadora do património, e que visa a sua protecção.

Localiza-se junto ao rio, na imediação da capela de Nossa Senhora do Ó, bem próximo da antiga muralha Fernandina, no Largo do Terreiro, freguesia de São Nicolau (Fig.5.1).

É um edifício conhecido pela presença de consulados de alguns países nórdicos (Suécia, Islândia e Noruega), que funcionam ao nível do rés-do-chão e do primeiro piso. Para além disso existem outras actividades que se desenrolam nos vários andares e que serão de seguida descritas.

Fig.5.1 – Fotos da fachada do edifício do caso de estudo.

5.3. ARQUITECTURA

As plantas e cortes apresentados nas figuras 5.2, 5.3 e 5.4 apresentam o edifício, em termos gerais, do ponto de vista construtivo.

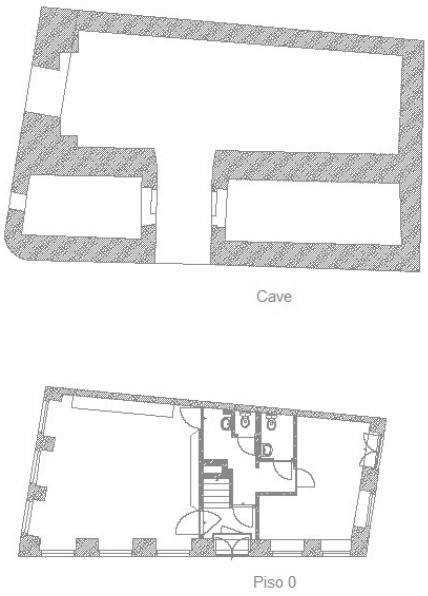


Fig.5.2 – Plantas da cave e do piso 0.

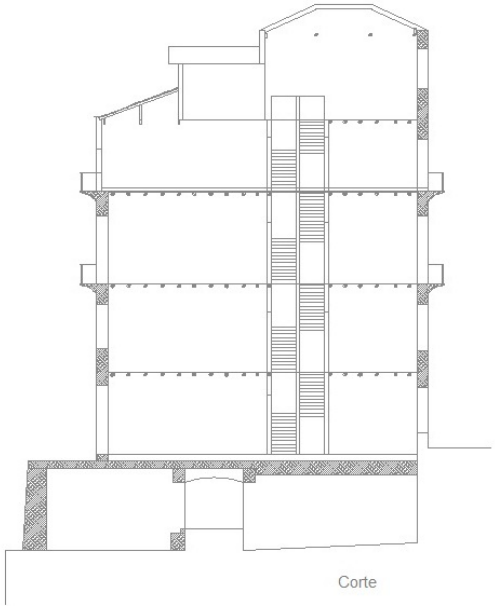


Fig.5.3 – Vista em corte do prédio, sentido longitudinal.

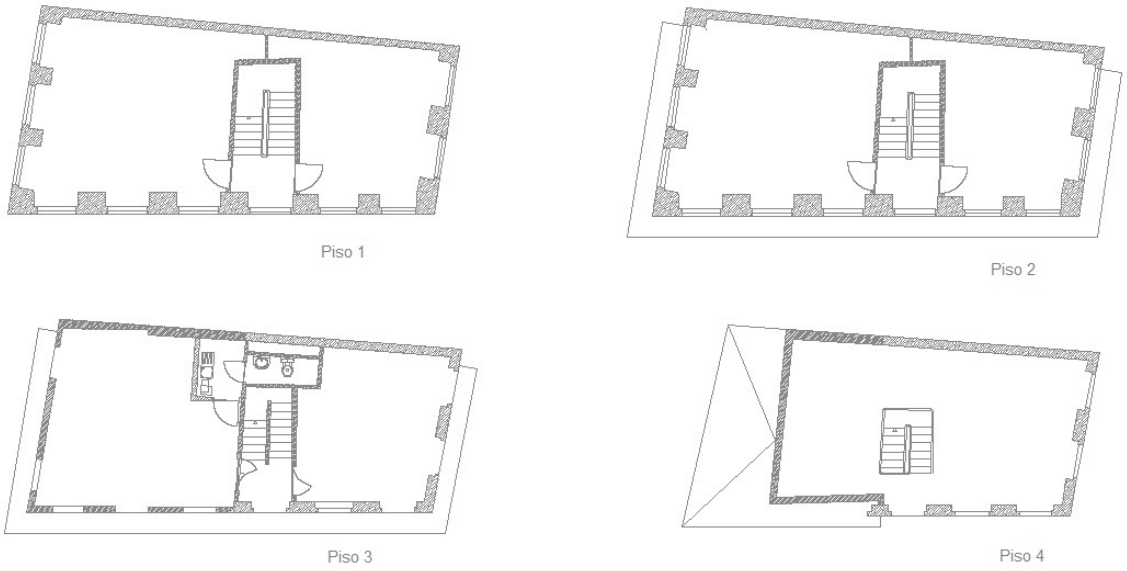


Fig.5.4 – Plantas de vários pisos do edifício em estudo.

O edifício actualmente é composto por uma cave, rés-do-chão, e ainda 3 andares completos e um quarto em formato de recuado, tendo uma área de implantação com aproximadamente 100 m2, e uma cércea de 16,80 m. No entanto, pela análise das técnicas e dos materiais utilizados, é muito provável que apenas os 3 primeiros pisos sejam da construção original.

O edifício foi originalmente concebido com o propósito de funcionar como habitação. No entanto, ao longo dos anos, foi progressivamente ocupado por escritórios. Assim, actualmente encontra-se ocupado pelas já referidas embaixadas, por gabinetes de contabilidade, arquitectura, design de interiores e materiais de construção (ambos com forte cariz experimental).

A cave pode ser dividida em duas zonas:

- Parte ampla que se situa directamente debaixo do edifício;
- Duas galerias em abóbada sob a antiga muralha Fernandina.

A parte superior do edifício apresenta uma configuração bastante regular, com uma escada numa posição relativamente central. Os diferentes pisos diferem entre si apenas pela presença de algumas divisões interiores, e casas de banho (existem no piso 0, piso 3 e piso 4 – esta com um cariz muito particular e experimental).

À excepção do piso 0, onde o espaço parece estar sobrelotado (sobretudo nas proximidades da entrada), todos os outros apresentam divisões com uma amplitude bastante razoável. Podem-se ainda encontrar varandas em pedra nos pisos 2 e 3.

5.4. CARACTERIZAÇÃO CONSTRUTIVA – DESCRIÇÃO GERAL

O edifício analisado foi construído no séc. XVIII, segundo informação prestada pelos arquitectos que trabalham no edifício no piso 2.

Do ponto de vista construtivo é um edifício típico do Porto dessa época, ou seja, pode ser sucintamente definido da seguinte forma:

- Fundações provavelmente directas sobre maciço rochoso;
- Paredes exteriores de fachada e meação em alvenaria de pedra de boa qualidade, nascendo em geral na zona da cave, e sendo completas até à fundação ou apoiando-se em arcos;
- Pavimentos simples em madeira (vigas principais e soalho);
- Escada em madeira apoiada em paredes de madeira tipo taipa de fasquio, nascendo ao nível do piso 0 e apoiadas originalmente neste local em vigas de grande secção em madeira (um dos principais problemas do edifício, senão o principal, como melhor se detalha em 5.6);
- Cobertura em telha sobre estrutura de madeira com forro, ripa, madres e asnas;
- Paredes internas de compartimentação em tabique de madeira;
- Tectos falsos tradicionais em estuque;
- Paredes exteriores parcialmente revestidas a azulejo, vãos originais em madeira, varandas em pedra localizadamente sobre cachorros, guardas externas de varanda em ferro forjado, carpintarias de acabamento pelo interior, incluindo portas, portadas, lambrins e outras;
- Restantes elementos constituintes correntes tais como caleiras, tubos de queda, rufos e outros provavelmente não originais já que o edifício sofreu acrescentos e aumentos em altura ao longo da sua vida.

O edifício sofreu diversas alterações e intervenções de manutenção e requalificação ao longo da sua vida que alteraram significativamente os sistemas construtivos originais e que, pela sua importância, se descrevem em ponto separado.

Considerando o âmbito desta dissertação, apresenta-se em seguida uma descrição mais detalhada das paredes, pavimentos e escadas do edifício.

5.5. CARACTERIZAÇÃO CONSTRUTIVA - DETALHADA

O levantamento preciso de todas as tipologias construtivas e soluções utilizadas não foi possível, em virtude de o local estar a ser utilizado diariamente em muitas das divisões, e do facto de não estar ainda prevista a realização de obras gerais no mesmo, pelo que a abertura de janelas de inspecção e outras análises deste tipo não foram permitidas.

Para além disso, a recolha de informações completas e rigorosas ao nível dos sistemas construtivos, neste tipo de edifícios, é sempre uma tarefa árdua e muitas vezes não exequível, em virtude da idade do mesmo e das inúmeras intervenções não registadas que se vão realizando ao longo dos muitos anos da sua história. No entanto, conseguem-se tirar algumas ilações importantes da simples observação visual e estudo de plantas e cortes de arquitectura, sendo esse o modelo seguido neste caso.

CAVE

O edifício apresenta uma cave situada em parte debaixo do piso 0, e outra parte nas arcadas subterrâneas do caminho situado sob a antiga Muralha Fernandina. Assim, todo o edifício está apoiado em estrutura de pedra de granito, sendo que a parede situada no extremo mais distante paralelo ao rio é dupla. Neste local, apenas a parede de alvenaria interna faz parte do edifício, deduzindo-se que a parede exterior tenha funções associadas ao arruamento ou passadiço de circulação exterior.

Esta zona é marcada pela forte presença de humidade, sobretudo em virtude de estar sob o efeito da humidade causada pela presença muito próxima do Rio Douro. É visível nalgumas zonas a

acumulação de terras provenientes das infiltrações de águas, que arrastam consigo sedimentos (Fig.5.5).

A cave está por isso com um uso limitado, servindo sobretudo como um local de abrigo para alguns pequenos barcos e outros objectos. Possui algumas aberturas para o exterior, tendo duas portas de acesso (Fig.5.6).

Fig.5.5 – Cave do edifício – zona com acumulação de terras.

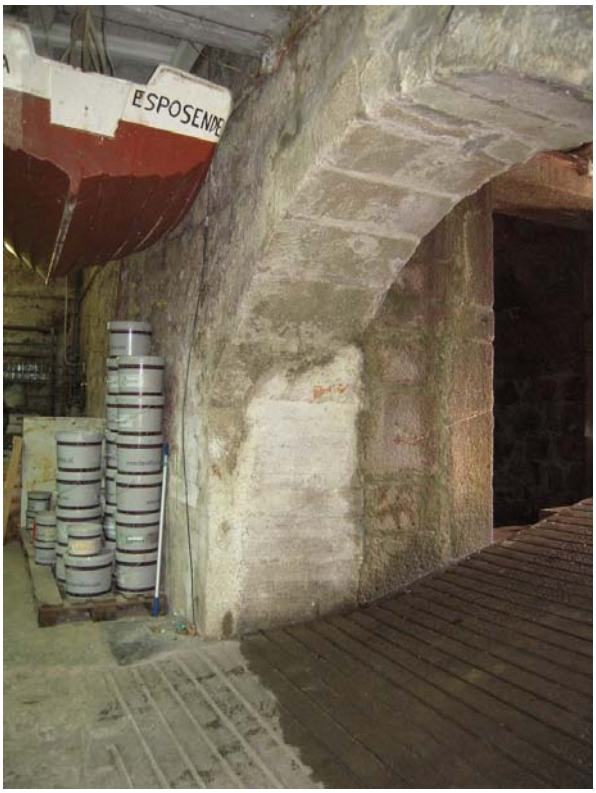


Fig.5.6 – Foto da cave

PAREDES EXTERIORES

As paredes exteriores são semelhantes à tipologia corrente nesta zona do país. São executadas em alvenaria de pedra irregular cobertas com cerâmica, sendo que os vãos e os cunhais da construção apresentam um trabalho de cantaria de maior qualidade, à vista. Tem janelas de madeira dos tipos guilhotina e de batente.

Fig.5.7 – Foto de uma fachada. Pormenor da cantaria em destaque.

Fig.5.8 – Lado interior da parede de meação, no lado oposto ao da figura 5.7.

PAREDES INTERIORES

As paredes interiores originais são todas realizadas em madeira, sobretudo do tipo taipa de fasquio, e também alguns tabiques (Fig.5.9).

Estas paredes estão rebocadas, estucadas, e possuem um acabamento de tinta. Em muitas delas encontram-se também presentes rodapés, e as aberturas dos vãos são muitas vezes realizadas recorrendo a um efeito de arco (Fig.5.10).

Fig.5.9 – Pormenor de parede em taipa de fasquio parcialmente desmontada.

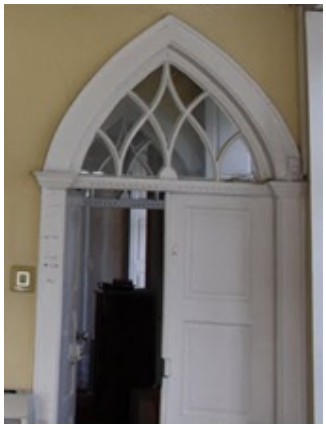


Fig.5.10 – Abertura de vão em arco

ESCADAS

A escada do edifício é toda em madeira, apresentando assim a configuração e técnicas construtivas originais. Apenas se encontram alterações pontuais a essa configuração, e que passam pelo recobrimento de alguns degraus através do recurso a materiais vinílicos, e pela remoção do guarda-corpos em algumas zonas onde se levantaram paredes na bomba da escada.

Os materiais da escada e dos seus acessórios parecem estar em bom estado de conservação. No entanto, as deformações originadas pelos assentamentos dos pisos que lhe servem de apoio (sobretudo no piso 0), criaram condições de esforço na escada e provocaram inclinações nos patamares (principalmente) e também em alguns degraus.

A escada, bem como as paredes que a sustentam, pela sua importância patrimonial e funcional para o edifício (constitui o único acesso vertical), são alvo de particular atenção neste capítulo.

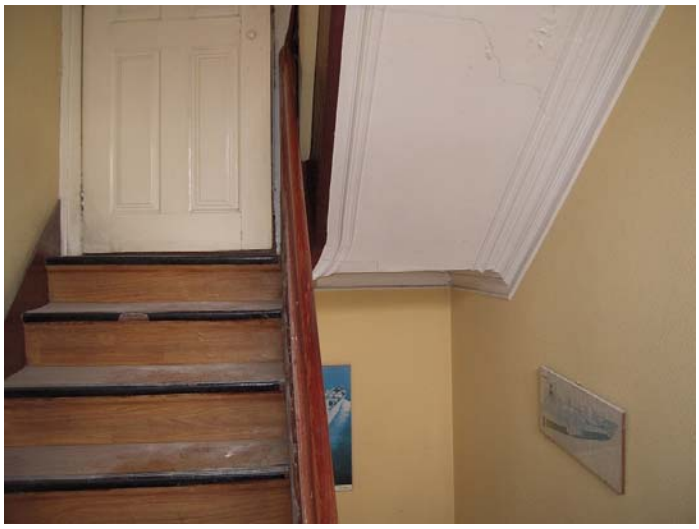


Fig.5.11 – Foto da escada do edifício.

PAVIMENTOS E TECTOS

Os pavimentos do edifício são realizados com estrutura de madeira algo irregular, de paus rolados, sendo que, no do rés-do-chão, é visível ainda uma viga de grandes dimensões por debaixo do mesmo. As vigas de madeira apoiavam, como normalmente nas paredes de pedra, na direcção do menor vão (Fig.5.12)

Na parte superior da estrutura está colocado o soalho, materializado pela aplicação de tábuas corridas em madeira.

Os tectos são executados em estuque, pintados, com a presença de bastante trabalho de ornamentação.

Fig.5.12 – Tecto do piso 2.

5.6. INTERVENÇÕES NÃO ORIGINAIS

Foi possível deduzir a ocorrência de diversas intervenções realizadas durante a vida do edifício, conforme atrás se refere, e que não respeitaram a sua traça original.

Ao nível da cave encontraram-se inúmeros reforços do pavimento do rés-do-chão, materializados pela execução de vigas de betão armado, e pela presença de perfis metálicos que se supõem terem sido executados há relativamente pouco tempo. Para além disso, toda a superfície inferior desse mesmo espaço está rebocada, incluindo a viga de madeira que o percorre no sentido do maior vão, e que apresenta alguma degradação do tipo biológico, aparentemente já inactiva (Fig.5.13).

Fig.5.13 – Aspecto geral do tecto da cave.

Algumas aberturas e vãos foram encerrados, há alguns anos atrás aquando da remodelação do Largo do Terreiro e da alteração das cotas do mesmo, o que provocou um agravamento das condições ambientais interiores resultantes da redução dos caudais de ventilação natural.

Para além disso, detectou-se também a presença de tubagens de saneamento e outras, que concerteza não estariam na construção original.

Ao nível do piso térreo encontra-se também aplicado gradeamento de segurança em todas as janelas externas.

A intervenção mais visível do lado exterior prende-se a com alteração do 3º e 4º piso, que apresentam características diferentes do restante edifício. Esta situação é fácil de verificar na vertente sul da construção (Fig.5.7).

Aqui, numa intervenção anterior, ter-se-á procedido à alteração da tipologia das paredes, passando da solução original para alvenaria de tijolo. Para além disso, toda a cantaria de pedra envolvente dos vãos e cunhais desapareceu ou nunca existiu (corpo sul-poente no 3º piso).

No interior também é possível encontrar evidências de alterações em relação à construção original.

A mais clara é a presença de instalações sanitárias no rés-do-chão, no piso 3 e piso 4, estando localizadas junto à zona central, onde se desenvolvem as escadas (Fig.5.14 e 5.15).

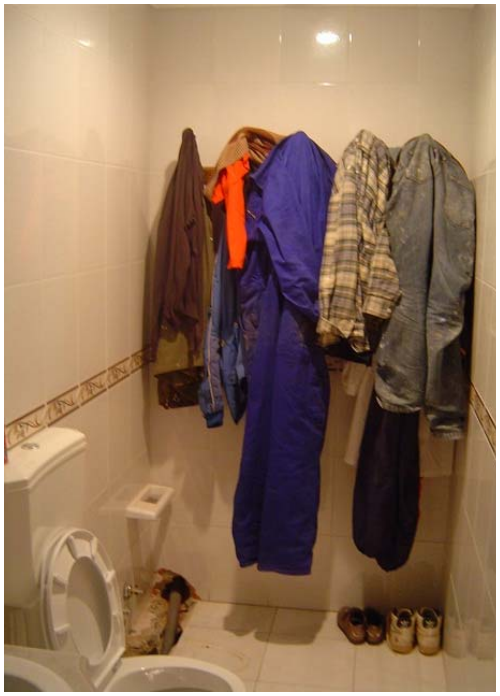


Fig.5.14 – Novas instalações sanitárias.

Fig.5.15 – Localização da canalização.

Acompanhando estas alterações, verifica-se também a mudança de tipologia de algumas paredes interiores, passando de tabiques e taipas para alvenaria de tijolo. Para além disso, no pavimento do 3º piso encontra-se um enchimento de betão, tendo-se algumas dúvidas se este está a funcionar como uma laje de betão armado ou se foi realizado apenas como um enchimento em argamassa (situação mais provável).

Na zona do WC do 3º piso, encontra-se também uma alteração significativa da construção original, resultante da construção desse espaço. Esta foi realizada com alvenaria de tijolo, betão e elementos cerâmicos, em tudo semelhante às construções correntes actuais.

Neste piso foi também remodelada a cobertura, estando agora realizada em barrotes de pinho, com a presença de um forro, apoiados em asnas, provavelmente não originais (Fig.5.16). Para além disso, encontra-se agora coberta com telha do tipo Marselha, também provavelmente não original. Encontram-se também vestígios de paredes, sobretudo taipas, que previamente existiam mas que foram demolidas em parte, ou mesmo de forma total, em alguns locais (3º piso).

Fig.5.16 – Nova cobertura do piso 3.

No último piso, o edifício está alterado sobretudo em virtude do experimentalismo do proprietário. No entanto, do ponto de vista construtivo, é importante ressalvar a alteração dada à cobertura, tendo esta sido reforçada, mantendo parte da estrutura original, e vendo também aumentar o número de prumos que estabelecem a sua ligação aos pisos inferiores. Encontram-se ainda inúmeros elementos horizontais que estão a exercer funções de travamento nos prumos e nas paredes. A cobertura possui também agora um forro de execução recente.

O pavimento foi coberto recorrendo a um padrão irregular, com recurso a madeira previamente usada em vários locais (Fig.5.18).

Fig.5.17 – Pormenor da nova cobertura e do seu forro.

Fig.5.18 – Padrão do soalho actual (4º Piso).

Outra alteração visível à construção original, é a presença de uma rede eléctrica em grande parte do edifício, concerteza de execução relativamente recente.

As caixilharias externas do 2º piso foram todas substituídas por soluções recentes em aço.

Em jeito de síntese, vale a pena referir que as alterações mais significativas ao nível dos sistemas construtivos originais incluem:

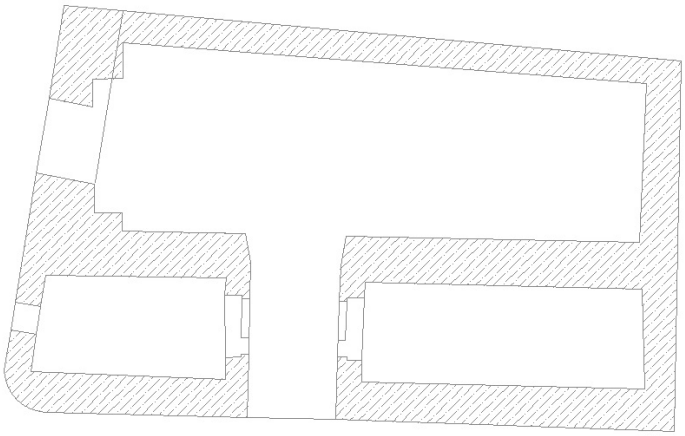
- Novas coberturas, parcialmente recuperadas das originais;
- Novos sistemas de águas pluviais;
- Alteração de soluções construtivas (ex: caixilharia piso 2) mantendo a geometria original;
- Alteração de paredes interiores e exteriores, localizadamente;
- Introdução de infra-estruturas de apoio (águas, saneamento, electricidade e dados) sem critério e sem integração arquitectónica;
- Reforço tardio da estrutura do piso do tecto da cave que provocou deformação (assentamentos) na escada de difícil eliminação no momento presente;
- Enchimentos de pisos, eliminação de paredes ou remoção parcial ou total de tectos falsos sem critério ou (suspeita-se) verificação cuidada de estabilidade.

5.7. IDENTIFICAÇÃO DAS PAREDES

Para melhor se ilustrar o âmbito desta dissertação, considerou-se essencial representar com rigor todas as actuais paredes do edifício. Tal como se refere anteriormente, devido à impossibilidade de fazer ensaios mais profundos, e de visitar algumas das divisões, é possível que existam alguns erros que teriam de ser eliminados com recurso a sondagens localizadas.

Serão também indicadas algumas paredes que foram demolidas em intervenções anteriores, e que pela presença de alguns vestígios, foram detectadas na análise do edifício.

As figuras seguintes ilustram graficamente os diversos tipos de paredes existentes no edifício.

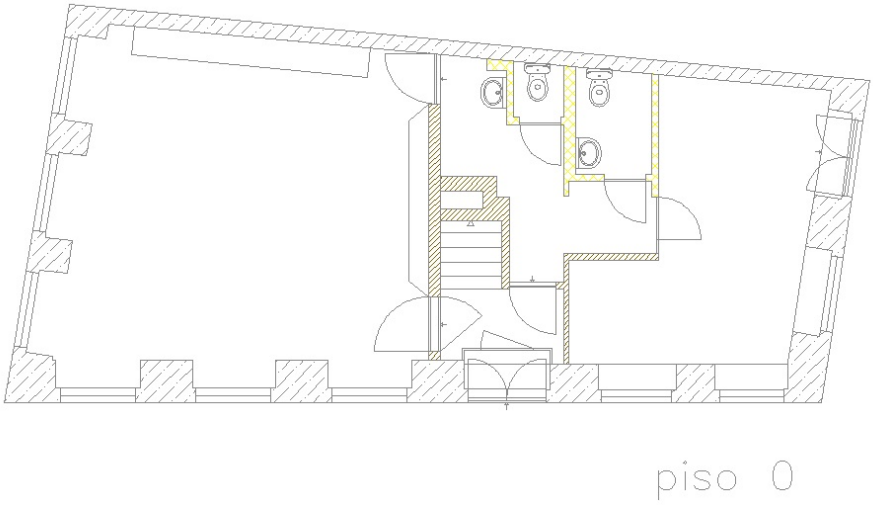


Cave

Legenda:

- Parede de alvenaria de pedra
- Parede de madeira - estrutural
- Parede de madeira - compartimentação
- Parede de alvenaria de tijolo - compartimentação
- Parede de alvenaria de tijolo - estrutural
- Parede de alvenaria de tijolo e tabique numa face
- Parede de características a determinar
- Parede de tabique demolidas total ou parcialmente

Fig.5.19 – Paredes da cave e legenda de figuras.



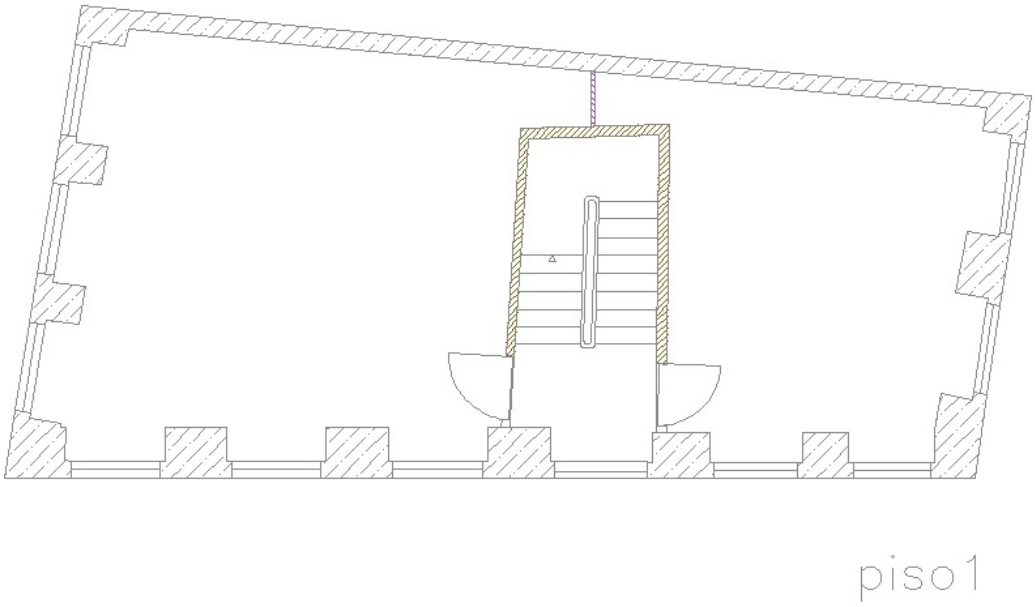
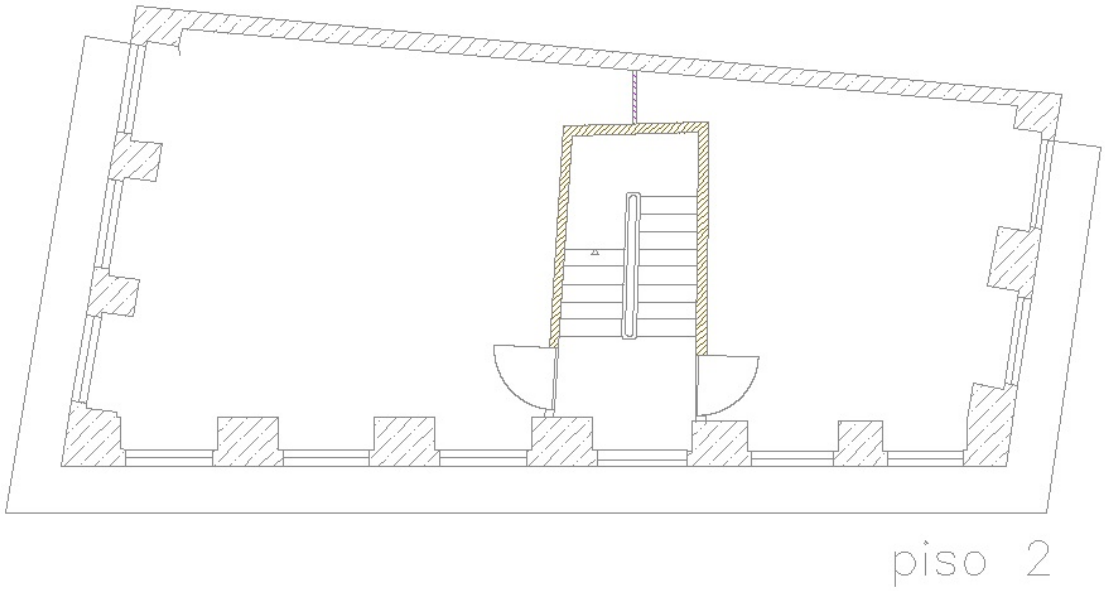


Fig.5.20 – Paredes dos pisos 0 e 1 (para legenda ver figura 5.19).



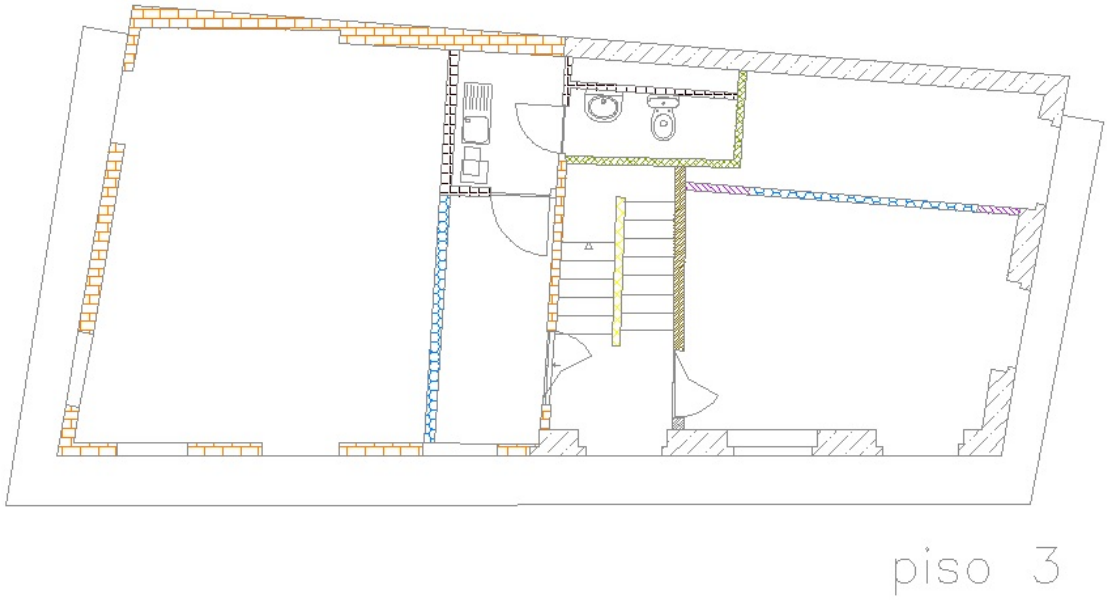


Fig.5.21 – Paredes dos pisos 2 e 3 (para legenda ver figura 5.19).

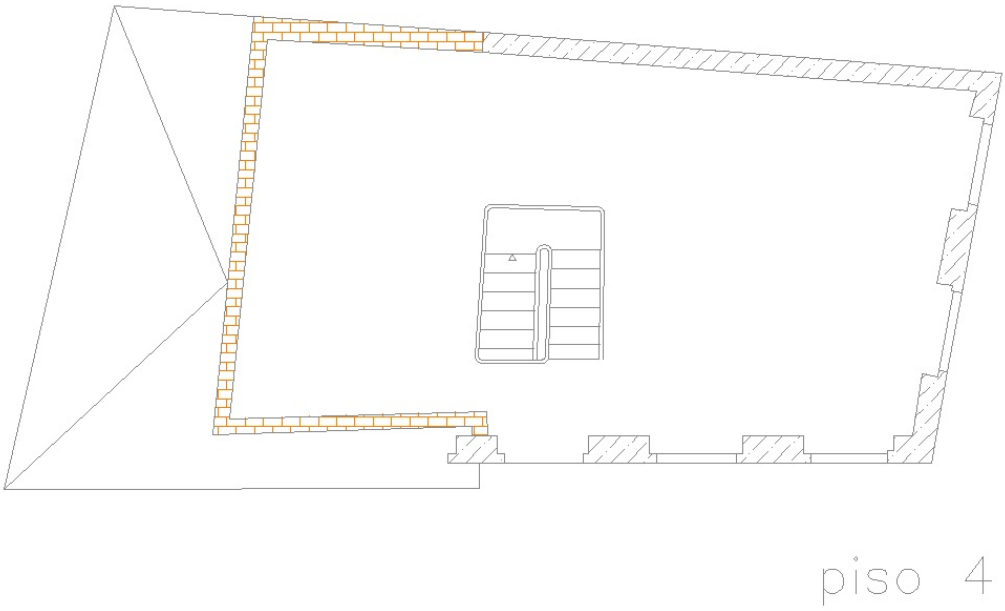


Fig.5.22 – Paredes do piso 4 (para legenda ver figura 5.19).

5.8. DIAGNÓSTICO DAS PAREDES DE MADEIRA

As paredes de madeira presentes no edifício, e indicadas no tópico anterior, apresentam diversos estados de conservação e função.

A situação que parece mais crítica de referir, refere-se às paredes envolventes da caixa de escadas. Estas estão a exercer funções estruturais de suporte à mesma e, derivado ao facto deste acesso apresentar deformações verticais importantes (assentamentos), permite referenciar o facto de algo não estar a funcionar bem, o que pode implicar consequências quer para a escada, quer para a parede. É de referir que, no lanço de escadas para o último piso se encontram visíveis elementos cerâmicos e argamassas de construção recente, o que ilustra o grau de descaracterização que estas têm sofrido ao longo dos anos.

Fig.5.23 – Pormenor da presença de alteração nas paredes que suportam a escada.

A tipologia encontrada nas paredes resistentes é a taipa de fasquio, com fasquiado duplo.

As restantes paredes de madeira presentes no edifício são de funções menos relevantes, pois são prioritariamente de compartimentação. Estão em relativo bom estado (as que se conservam intactas), mas existem algumas que têm vindo a ser completamente desmontadas e suprimidas da construção original.

A maior parte das paredes de compartimentação encontradas estão realizadas ou sob a forma de tabiques, ou sob a forma de taipa de fasquio.

Fig.5.24 – Pormenor da parede de tabique.

5.9. PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

5.9.1 INTRODUÇÃO

Após efectuar a análise dos sistemas construtivos dos sistemas de instalações e das infra-estruturas existentes, bem como das intervenções de requalificação anteriormente concretizadas, procurou-se encontrar uma proposta de intervenção para o edifício.

Esta pretende ser uma operação equilibrada, mantendo o carácter tradicional, mas também experimental dos utentes do edifício, e tem como objectivo central, a resolução dos principais problemas existentes, procurando corrigir e evitar que se voltem a repetir intervenções anteriores menos requalificadoras do comportamento global do edifício. Para além disso também terá atenção a uma melhoria global do comportamento e habitabilidade do edifício, propondo para tal, um conjunto de intervenções de requalificação de infra-estruturas e outros do género.

Assim, a solução passará por uma selecção das paredes que necessitam de intervenção, ou que podem ser até demolidas, procurando restaurar as soluções existentes, bem como aumentar o nível de conforto global proporcionado pelo edifício. Também se procederá a uma proposta de intervenção alternativa, comparativamente à que se realizou no piso 3, de forma a oferecer uma alternativa no caso de existência de obras posteriores que visem a alteração do panorama presente.

No entanto é de realçar que, devido ao carácter histórico do edifício, ao seu razoável estado de conservação e funcionalidade, e à sua permanente e até ampla ocupação por diversas actividades, a intervenção passará preferencialmente por intervenções de reabilitação ligeira, associada a restauros de soluções anteriores. A solução procurada privilegiará não pôr em causa o seu uso por um período elevado de tempo, bem como o uso racional dos recursos financeiros, procurando uma incrementação da qualidade e conforto do mesmo.

O principal problema a resolver será o de enquadrar as necessidades do edifício com a componente de carácter arquitectónico, sendo para isso necessário definir quais as paredes que poderão ser significativamente alteradas e aquelas que são indispensáveis ao edifício. Junta-se ainda o facto da particularidade do edifício e o tipo de obra a realizar não permitirem uma adequação a 100% a regulamentos hoje em vigor (Fogo, mobilidade, outros), sem uma total descaracterização da construção existente. Será necessário bom senso e uma boa dose de criatividade para fazer face aos problemas surgidos.

5.9.2. Sugestões Gerais de intervenção – Paredes e Escadas

No caso concreto das paredes, em particular das de madeira, a intervenção, quer ao nível das paredes estruturais, quer das de compartimentação, poderia passar por 3 hipóteses:

- Demolição da parede existente;
- Recuperação/restauro da parede existente;
- Reabilitação da parede através de novas soluções com aproveitamento da estrutura existente;

No entanto, e considerando o tipo de intervenção em causa, a opção de demolir, no que diz respeito às paredes estruturais será apenas um último recurso. Isto porque estas estão associadas às escadas, e assim, uma intervenção deste género poderia por em causa a segurança e equilíbrio desta, podendo obrigar ao seu desmantelamento. Mesmo que se usassem sistemas de suporte temporários, as escadas deste género podem sofrer demasiado com os ciclos de carga e descarga e as alterações dos equilíbrios provocados pelas adaptações às novas deformações e comportamentos da parede.

Assim sendo, esta opção será apenas tomada no caso das paredes estruturais apresentarem degradações generalizadas e irreversíveis, sem que outra solução seja possível. Em situações de secção insuficiente será preferível o recurso ao reforço através de perfis metálicos ou de madeira ou derivados.

A opção de demolição também poderá ser tomada quando se estiver a falar de paredes de compartimentação sem qualquer relevância estrutural real. Por exemplo, na planta do piso 3 encontram-se indicadas paredes divisórias em madeira (intactas ou parcialmente demolidas), cujo contributo para a estabilidade é extremamente reduzido. No entanto, e de forma a contribuir para um aumento da segurança e comportamento do edifício, estas poderiam ser restauradas e repostas na sua condição original.

Assim, aquando da realização do projecto de arquitectura, recomenda-se que se mantenham as paredes estruturais em madeira que envolvem as escadas (sob pena de se perder o seu valor patrimonial), dando-lhe liberdade para definir o que se pretender para as paredes de compartimentação (total liberdade).

No caso das últimas, a arquitectura terá uma liberdade bastante grande para as organizar como melhor entender, na proposta que apresentará para o edifício. Já no caso das estruturais, deverá ser sensibilizada para evitar alterar a sua configuração, sob pena de ver o orçamento bastante inflacionado,

devido à necessidade de procurar soluções alternativas para o encaminhamento das cargas e estabilidade do edifício.

No piso 3 encontra-se uma alteração feita à estrutura original, durante a qual foram construídas paredes de alvenaria de tijolo (ver figura 5.14), em substituição da solução original em tabiques. Esta solução, associada ao já descrito enchimento com betão do pavimento de madeira, verificou-se ser bastante prejudicial para o edifício, tal como comprova a queda e degradação do tecto falso do piso 2 (ver figura 5.12).

Esta opção, bastante descaracterizadora e pouco abonatória para a conservação e salubridade do edifício, está no entanto agora minimamente estabilizada. Como tal, e no tipo de intervenção pretendida para o edifício, as paredes de tijolo não serão alvo de alteração. No entanto, recomenda-se que, numa futura operação de reabilitação e requalificação do edifício, se promova à demolição destas paredes, optando por uma solução mais leve e seca, complementada pelos sistemas que à frente se descreverão no tópico acerca das instalações e infra-estruturas (Cap.5.9.4.). Esta opção deverá ser levada em conta no caso de existir necessidade de construir novos espaços com características semelhantes (casas de banho, cozinhas e lavandarias).

5.9.3. ESCADAS

Relativamente às escadas, existe um ponto muito importante que é importante referir. Muito provavelmente, a deformação que agora se encontra presente originou-se, não num problema de capacidade resistente das paredes estruturais de madeira, mas sim de deformação do pavimento do piso 0, ao que também não será alheia a intervenção que foi realizada neste mesmo piso e que levou a uma alteração significativa da disposição das paredes estruturais da escada e das paredes divisórias existentes.

Antes de se partir para qualquer intervenção que vise resolver a estabilidade das escadas, será necessário verificar se o pavimento possui capacidade resistente adequada, ou se o problema da deformabilidade cessou de se agravar aquando da intervenção anteriormente descrita de reforço do piso inferior com perfis metálicos colocados no tecto da cave.

Se assim tiver sucedido, é importante consolidar as medidas de reforço, sobretudo no que diz respeito à viga central de madeira que se encontra bastante degradada e coberta de cimento – o que lhe favorece a degradação. Aconselha-se a picagem da camada de cimento que a cobre, bem como a face interior do pavimento, para a estrutura de madeira poder respirar de melhor forma. Para além disso, deverão ser usados perfis metálicos, apoiados nas vigas de betão construídas anteriormente ou nas paredes estruturais de alvenaria de pedra, de forma a garantir a consolidação e o aumento garantido, efectivos, da capacidade resistente do pavimento.

Fig.5.25 – Viga do pavimento do piso 0.

Caso contrário, será necessário proceder à estabilização do mesmo, de forma a impedir que as escadas se continuem a deformar, levando ao seu eventual colapso.

Aqui a opção pode levar vários caminhos, sendo definida pelo especialista em estruturas. As soluções podem passar pelo recurso a perfis metálicos fixos nas paredes de pedra (tal como na situação anterior), ou então procurar estabilizar a escada de forma independente do pavimento. Para tal pode-se usar, por exemplo, um conjunto de vigas metálicas apoiadas directamente nas paredes estruturais de pedra (fachada e meacção), ao longo dos pisos intermédios (podendo estar ou não associadas também aos pavimentos), levando a escada a ser apoiada de uma forma mais ampla e distribuída.

Após solucionar o problema do controlo da deformação poderá passar-se à possibilidade de reposicionar a escada na posição original. Ora, as escadas, apesar de se notar a sua deformação, estão perfeitamente utilizáveis, por isso, se o controlo da deformação estiver garantido, recomenda-se que elas permaneçam na posição actual. As intervenções de compensação são bastante dispendiosas e poderão até causar danos na mesma, não sendo garantida a viabilidade desta opção. A solução final, fica dependente da decisão do dono-de-obra e do projectista de estruturas.

No caso de as paredes estruturais (que assim estão realmente concebidas), não apresentarem capacidade resistente suficiente para lidar com as cargas da escada, a solução passará pela manutenção da situação actual, mas recorrendo ao reforço das paredes. Aqui, a aplicação de perfis metálicos a auxiliar os prumos, será uma solução prática a ter em conta. As cargas circulam preferencialmente entre vigas e prumos, tendo as tábuas um contributo reduzido para a resistência. Por isso, a eliminação de algumas de forma a introduzir os perfis não será problema de maior.

5.9.4. INFRA-ESTRUTURAS – CRITÉRIOS DE INSTALAÇÃO

A incorporação de instalações e infra-estruturas, que satisfaçam os requisitos actuais dos utentes dos edifícios, é fundamental para a sua adequação e reabilitação funcional. No entanto, e tal como vimos nos capítulos anteriores, as intervenções levadas a cabo não são muito simples e têm que ser tomadas precauções para evitar problemas para os edifícios, sobretudo nos elementos em madeira.

Fazendo uma análise de intervenções com objectivos semelhantes realizadas anteriormente no edifício, encontram-se alguns problemas graves, mas também alguns aspectos positivos.

Este edifício em particular possui duas características bastante positivas, e que facilitam este tipo de intervenção. Em primeiro lugar, tem uma cave onde se poderão localizar alguns equipamentos de maior porte, ou servir de caminho preferencial de entrada e saída para as canalizações e instalações. Para além disso, esta está alinhada com a caixa de escadas que é um óptimo local para servir como centro nevrálgico de distribuição de instalações.

Associado a isto, pode referir-se ainda o facto de o piso 0 estar praticamente sobrelotado. Em intervenções anteriores descuidadas, a arquitectura seguida (ou a falta dela), levou a que o local esteja neste momento sem espaço livre e adequado para a instalação dos quadros e caixas necessárias às instalações, em especial no hall de entrada. Este factor leva à opção pelo eventual recurso à cave para a sua instalação.

Assim, e devido à localização e proximidade das infra-estruturas exteriores, elas poderão seguir um caminho junto ao tecto da cave (evitando a humidade do solo, e não comprometendo o uso do espaço), tendo no alinhamento das escadas as suas caixas e derivações.

A caixa de escadas reveste-se da particularidade de possuir um patamar razoavelmente profundo, e que possui uma parede falsa, com espaço livre atrás. Em obras anteriores, o potencial deste espaço já foi descoberto, pois já lá circulam canalizações, e afins. Poderão circular por aqui as instalações de redes de dados, electricidade, águas e saneamento, rede de combate a incêndios, e todos os outros, sem que se tenha que andar a furar ou a criar caminhos nas paredes e pavimentos, sendo um espaço ideal para a instalação das coretes.

Fig.5.26 – Espaço para circulação de infra-estruturas.

A presença da canalização neste espaço, bem como a localização das casas de banho junto à caixa de escadas, e consequentemente com uma diminuta distribuição da canalização pelo edifício, são pontos muito positivos que vale a pena salientar nas intervenções anteriores. Na mesma lógica, em intervenções futuras semelhantes, recomenda-se que as redes de infra-estruturas circulem por este local, e que as zonas com necessidade de instalações, sobretudo as de água e saneamento, se disponham em volta da caixa de escadas.

No entanto, os materiais utilizados nesta operação de reabilitação foram muito pouco adequados. As intervenções com muito betão, ou tijolos, trazem sempre consigo muita humidade a edifícios que já estão em equilíbrio razoável há muitos anos, para além do também indesejável aumento da massa actuante sobre os elementos estruturais. Altera-se esta situação e potencia-se o surgimento de degradação (que se confirmou com a destruição do tecto do piso inferior ao da intervenção). Estes tipos de materiais não são os mais indicados para reabilitações neste tipo de construções.

Ao invés, recomenda-se uma intervenção de carácter bem distinto, uma tecnologia mais “seca”. Recorrendo à tecnologia tradicional, aliada a uma aplicação de materiais modernos, consegue-se um resultado bastante melhor, e que já está em aplicação em países com uma forte tradição de reabilitação, sobretudo do Norte da Europa.

Recomenda-se que se mantenha uma solução de parede em madeira, ou a reconstrução da parede de madeira, optando pela impermeabilização dos espaços destinados a zonas húmidas através de soluções de vinílicos que garantem um comportamento adequado sem aumento de massa. Muitas marcas (ex: Forbo), possuem soluções integradas deste tipo de materiais, próprias para zonas húmidas, e algumas com ligações prévias para os futuros sanitários e outros equipamentos, que garantem uma estanquidade à água bastante elevada, e não tendo a desvantagem da necessidade de recorrer a pesadas e húmidas lajes de betão armado para as concretizar. São soluções modernas, testadas em laboratórios, e que permitem uma melhor adequação das soluções tradicionais às necessidades mais modernas.

Ao nível do acabamento, este mesmos vinílicos permitem uma multiplicidade muito grande de cores, padrões e até texturas, que permitem satisfazer um variado número de gostos, facilitando também o trabalho aos responsáveis pela arquitectura. Na situação actual, parece ser uma solução bastante racional e eficaz para o acabamento de zonas húmidas em edifícios de construção tradicional.

Fig.5.27 – Materiais vinílicos com várias texturas.

Procurando concentrar as casas de banho e as cozinhas (actualmente não existem, mas pensando na necessidade de se realizar uma) na zona em volta das escadas, resolve-se o problema mais difícil das

instalações técnicas. As redes de electricidade e dados são aquelas que poderão ter uma distribuição mais dispersa. No entanto, a facilidade de as embutir na parede, ou fazer circular pelo pavimento, é neste caso bastante simples e não constitui um desafio de maior, atendendo à forma do edifício com reduzida largura e abundantes paredes ao longo do contorno.

5.9.5. MELHORIA DO CONFORTO

As intervenções neste tópico visam sobretudo as melhorias do conforto térmico e acústico. As beneficiações de ambos andam normalmente de braço dado devido às semelhanças e coincidência das soluções.

Numa intervenção do género da que se propôs fazer neste tópico, a possibilidade de actuação neste tema não é a maior. Isto sucede também porque o edifício apresenta características que eliminam logo algumas das hipóteses. As soluções de revestimento pelo exterior (devido ao facto da fachada necessitar de se manter inalterada mas sobretudo porque as paredes de madeira se situam apenas no interior), e de enchimento no meio dos panos de parede (ausência de panos duplos), ficam logo mo início eliminadas.

As necessidades reais neste capítulo prendem-se sobretudo com as paredes das caixas de escadas, pois elas (dentro das paredes de madeira) estão em contacto com uma zona comum de circulação.

As possibilidades de intervenção serão sempre analisadas tendo em conta a arquitectura definida e a área disponível. Tendo em conta que em princípio se deverá procurar diminuir ao máximo a perda de área, a solução poderá passar pela construção de uma contra-fachada de gesso cartonado pelo interior dos espaços, podendo incluir ou não isolamento térmico.

Esta solução apresenta algumas vantagens e alguns aspectos que merecem ser analisados. A opção pela incorporação do isolamento térmico, ou pela sua ausência passa sobretudo pela análise do espaço disponível. A caixa de escadas deste edifício não é particularmente volumosa, nem apresenta uma ventilação muito intensa, no entanto é de acesso a várias actividades que poderão ter movimentações elevadas, pelo que as trocas térmicas e o ruído poderão ter alguma importância.

Uma solução com parede de madeira, com uma caixa-de-ar e a parede interior em gesso cartonado (preferencialmente com separação física da de madeira), pode ser uma solução suficiente, sobretudo em virtude do bom comportamento da madeira ao nível térmico.

Este tipo de soluções de gesso cartonado, embora com as variantes de poderem ter ou não isolamento, com ou sem separação física, são bastante ligeiras, secas e eficazes. Apresentam-se como bastante adequadas para as intervenções em edifícios antigos.

A aplicação do isolamento térmico, ou a separação física entre os panos permitem por si só um bom incremento no comportamento acústico das paredes (efeito de parede dupla).

O conforto visual também não deve ser desprezado, pelo que algumas alterações também deverão ser realizadas nesse aspecto. Como referido no capítulo 4, existem já algumas marcas que apresentam soluções com provas dadas na área da reabilitação, sobretudo no que diz respeito a argamassas e tintas. Têm-se desenvolvido tecnologias que permitem oferecer materiais que permitem uma boa impermeabilidade à água em conjugação com uma boa permeabilidade ao vapor de água. O recurso a estas técnicas é claramente favorável quando comparado com as soluções correntes de argamassas ricas em cimento e tintas plásticas bastante impermeáveis ao vapor.

Fig.5.28 – Materiais comerciais indicados para reabilitação.

Em alternativa, pode-se usar a própria placa de gesso cartonado pintado como acabamento, quando se tenha optado pela sua introdução, bem como as já referidas soluções de vinílicos, que apresentam uma variedade de texturas, cores e padrões capazes de satisfazer muitos e variados gostos (zonas húmidas).

É importante que a opção seguida seja capaz de satisfazer as condições de aplicação e utilidade também nas paredes de pedra, de forma a se conseguir obter um espaço mais homogéneo do ponto de vista estético e funcional.

5.9.6 Resumo da Intervenção Proposta

As intervenções propostas para o edifício em causa pautam-se então por uma ligeira alteração da situação actual, procurando apenas dotar o edifício de redes de infra-estruturas actuais, e corrigindo algumas situações de desconforto ou de degradação. Para além disso procurou-se solucionar o principal problema do edifício, estrutural e não só, que se prende com a deformação das escadas.

Em jeito de resumo, apresentam-se de seguida os critérios e opções base para a intervenção pretendida para o edifício:

- Estabilização da deformação das escadas – não recuperar posição original;
- Reforço das paredes estruturais de madeira caso necessário;
- Definição, em conjunto com a arquitectura, das paredes de compartimentação a demolir e a construir;

- Opção por tecnologias secas, ligeiras e leves nas intervenções a realizar de carácter reabilitador, mantendo opção por estrutura de madeira das paredes ou eventual introdução de perfis metálicos ligeiros ou pesados;
- Correcção, se possível, de intervenções anteriores nefastas e descaracterizadoras;
- Localização das zonas húmidas junto à caixa de escadas; Aplicação de tecnologias secas impermeabilizantes associadas às paredes de madeira nestas mesmas áreas;
- Uso do espaço traseiro da caixa de escadas como caminho central das instalações técnicas e rede de combate a incêndios;
- Circulação das redes de electricidade e de dados pelo pavimento e nas paredes (rodapés técnicos);
- Opção pela duplicação das paredes de madeira da caixa de escadas e entre fogos, através de placas de gesso cartonado, para a melhoria térmica e acústica, não sendo indispensável o uso de isolamento;
- Acabamentos com tintas e argamassas adequadas a operações de reabilitação, acabadas com vinílicos, ou aplicadas sobre placas de gesso cartonado para pintar.

Para além de todas as intervenções descritas acima, existem ainda várias das quais o edifício está necessitado. No entanto, estas fogem ao âmbito da dissertação, pelo que apenas se deixam aqui algumas referências a ter em conta numa análise global do edifício:

- Avaliação cuidada da segurança estrutural nomeadamente da cobertura e dos pavimentos com destaque para o tecto da cave e o pavimento do piso 3, revestido com argamassa de cimento;
- Análise do estado de conservação e comportamento de pavimentos e coberturas;
- Necessidades de ventilação, no edifício e na cave;
- Correcção das condições térmicas do edifício (caixilharias a manter ou a substituir, portas e outros vãos, necessidade de cortinas e/ou portadas de madeira, comportamento das paredes e coberturas – a verificar);
- Análise do comportamento acústico do edifício (caixilharias, pavimentos e outros);
- Análise do estado global de argamassas, rebocos, azulejos e outros acabamentos;
- Verificação do estado dos acabamentos em madeira;
- Outros.

6
CONCLUSÃO

6.1. PRINCIPAIS CONCLUSÕES

Após todo o trabalho de levantamento das tipologias construtivas, das patologias, anomalias e desafios que as paredes de madeira enfrentam, da proposta das soluções e intervenções para as mesmas, existem um conjunto de conclusões de maior importância que importa agora sintetizar.

Em primeiro lugar é importante destacar toda a variedade de técnicas construtivas e materiais presentes neste tipo de paredes, que só por si remetem para um património histórico e construtivo, que deve ser salvaguardado.

Encontraram-se várias técnicas específicas e variações distintas dentro de cada um dos grupos inicialmente esperados, designados neste trabalho por taipas de fasquio e taipas de rodízio. Isto leva a perceber o carácter adaptável e útil das paredes de madeira, e que ao longo dos séculos foram dando provas da sua funcionalidade, sobretudo quando a sua degradação natural é tão desfasada no tempo, sendo, isso sim, agravada pela total ausência de manutenção ou por intervenções descuidadas e desastrosas para as construções antigas (factor humano).

Algumas tipologias construtivas surpreenderam pelas suas qualidades próprias e particulares, como a capacidade resistente e carácter estético da taipa de rodízio tipo tabique misto, ou da utilidade, facilidade e capacidade de adaptação às exigências modernas da taipa de fasquio tipo tabique simples reforçado.

Para além disso, as paredes de madeira apresentam um potencial que deve ser explorado na reabilitação e restauro, sobretudo devido ao seu bom comportamento em várias áreas, e também ao reduzido peso quando comparadas com as soluções de alvenaria de tijolo. Numa lógica de reabilitação que pretenda preservar as estruturas resistentes principais (coberturas, escadas, pavimentos – sobretudo estes últimos), a opção pela manutenção das paredes de madeira originais recomenda-se.

A sua eventual supressão implica a sua substituição por paredes leves, sendo as mais recomendadas as paredes à base de placas de gesso cartonado. Quando as paredes existentes realizam funções estruturais, em geral, justifica-se o restauro para não introduzir deformações indesejáveis em pavimentos e em escadas suportadas por essas paredes. A eliminação e substituição por outras soluções estruturais em madeira, implica cuidados especiais no controlo das deformações de pavimentos e escadas, justificando-se o seu escoramento seguro e abundante.

Os problemas funcionais a resolver são variados e necessitam ser resolvidos, de forma a garantir uma boa compatibilidade com as paredes. Os principais desafios estão centrados na adaptação e incorporação de redes de infra-estruturas, em particular as que transportam águas e saneamento. Como era expectável, a degradação provocada por fugas e roturas na canalização é sempre bastante problemática e danosa. É necessário enquadrar estas instalações de forma a que encontrem um equilíbrio com as paredes, sobretudo nos problemas originados pelas deformações e assentamentos destas últimas.

Ora, essas deformações, e o apoio incorrecto em paredes não estruturais, tal como verificado no caso prático, são os problemas mais complexos que as paredes de madeira enfrentam. Sobretudo porque normalmente estão associadas a outros elementos construtivos, como pavimentos, enfrentando desafios globais que não se resolvem apenas intervindo nas paredes. Problemas como o apoio de escadas em paredes de tabique, deformações de pavimentos ou coberturas, põem em carga paredes não concebidas para tal, ou sem capacidade, e agravam as tensões inicialmente previstas, causando degradação e deformação excessivas de elementos originalmente sem funções estruturais.

De uma forma global, as intervenções podem ser efectuadas de um ponto de vista do restauro, ou da reabilitação e requalificação. A opção seguida definirá o tipo de actuação nas paredes, e será tomada através de uma análise que envolve diversos factores, tais como valor patrimonial e/ou histórico, questões económicas e financeiras, orientação e necessidade espacial e vontade do dono de obra e promotores.

As intervenções de carácter restaurador procuram manter uma fidelidade ao património existente através da opção por soluções tradicionais, de preferência iguais ou equivalentes às existentes no edifício, ou através de pequenas readaptações que contribuam para uma melhor durabilidade e qualidade do edifício, sem por em causa o seu valor histórico (ex: usar ligadores modernos mais duráveis e/ou resistentes, uso de materiais térmicos compatíveis mas de melhor qualidade, etc.). As intervenções pautam-se pelo menor invasão possível da integridade e carácter originais do edifício.

Ao nível das intervenções de reabilitação, as opções são diferentes. Podem-se pautar por uma intervenção que permita uma melhoria ligeira do comportamento global do edifício, através da instalação de redes de infra-estruturas, da intervenção nos acabamentos e outros do género.

Uma lógica de intervenção diferente é aquela que permite um maior salto qualitativo na funcionalidade e dimensão do uso do edifício. Neste caso, as melhorias podem focar-se sobretudo no conforto, quer térmico quer acústico. Uma solução multi-facetada e recomendada é a que passa pelo uso de tecnologias secas e limpas, adoptando nas paredes placas de gesso cartonado.

Como será de fácil previsão, estas duas opções podem ser efectuadas e tidas em conta numa lógica de conjunto.

De forma a se conseguir uma interpretação do que sucede na realidade, foi estudado um edifício da zona história do Porto, através de uma interpretação global dos seus sistemas construtivos, partindo depois para uma análise mais focada na reabilitação e/ou restauro, considerando a necessidade de melhorar o conforto e de inserir infra-estruturas no edifício.

Destaca-se a sensibilização para os problemas que diferem de edifício para edifício, não permitindo definir um conjunto de soluções standard, mas sim um conjunto geral de indicações e de formas de raciocinar e interpretar a construção.

Procurou-se aproveitar ao máximo as potencialidades oferecidas pelo próprio edifício, tal como o espaço disponível nas escadas para as instalações técnicas, e racionalizar os recursos a aplicar numa intervenção futura, de acordo com o (bom) estado actual de conservação.

Soluções como a localização das zonas húmidas em volta de um eixo central e localizado (que permite uma concentração e delimitação das zonas possivelmente afectadas pelas fugas e roturas de canalização), a opção pelo reforço das paredes em carga mas em razoável estado de conservação, são recomendadas e aplicáveis em muitos edifícios, salvaguardando recursos financeiros. O uso de tecnologias secas, referidas anteriormente, apresenta um potencial tremendo porque, para além de serem leves, não acrescentam humidade ao edifício, não contribuindo para um acentuar da sua degradação.

É importante referir que toda e qualquer intervenção deste género necessitará de um estudo e acompanhamento por um especialista em estruturas, de forma a interligar as opções construtivas e as necessidades de adaptação arquitectónica. Por não ser do âmbito da tese, optou-se pela não inclusão desta análise no estudo efectuado.

6.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

É importante referir que esta dissertação procurou dar continuidade a um conjunto de estudos e dissertações já elaboradas anteriormente, e que dizem respeito a elementos de construção de madeira em edifícios antigos. Trabalhos como o de Miguel Lopes em 2007 acerca de coberturas, e de Luís Costa em 2009, foram tidos em conta na elaboração, e procurou-se seguir uma lógica de elaboração que permita uma continuidade de análise deste tipo de construções.

Neste grupo de trabalhos fica assim apenas por realizar o estudo das escadas, elemento estrutural fundamental dos edifícios do Porto, construídos entre 1850 e 1950.

Para o futuro fica também em aberto a análise dos elementos não estruturais ainda não tratados, tal como as portas, as caixilharias, os apainelados, os tectos falsos, os tectos estucados, os armários e outros, todos na lógica da reabilitação, ou restauro, de elementos em madeira em edifícios antigos.

Também se justifica a realização de estudos similares numa vertente mais estrutural, nomeadamente no que se refere à definição de soluções de reforço de paredes, pavimentos ou coberturas, tendo em conta anomalias concretas.

Finalmente, salienta-se o elevado interesse que o estudo sistemático de casos concretos de reabilitação, integrando as vertentes arquitectónica, estrutural e construtiva e considerando as necessidades mais actuais de introdução de infra-estruturas (água, saneamento, instalações eléctricas, instalações mecânicas, instalações de gás, redes de extinção de incêndio) e de melhoria do conforto, pode vir a ter no sentido da melhor, mais eficiente e mais económica intervenção no património edificado existente, construído à base de sistemas construtivos tradicionais anteriores à introdução do betão armado.

BIBLIOGRAFIA

[1] ARRIAGA, Francisco; PERAZA, Fernando; ESTEBAN, Miguel; et al. *Intervención en Estructuras de Madera*. AITIM, Madrid, 2002.

[2] BARBOSA, Inês; PEIXOTO, Maria. *Paredes tradicionais de madeira.* Trabalho da cadeira de Tecnologias de Sistemas Construtivos. Porto, 2006

[3] BENOIT, Y.. *Le guide des essences de bois*. CTBA, Paris, 1997.

[4] BOTELHO, Jerónimo. *Avaliação não Destrutiva da Capacidade Resistente de Estruturas de Madeira de Edifícios Antigos*. Dissertação de Mestrado em Reabilitação do Património Edificado. FEUP, Porto, 2006.

[5] CACHIM, Paulo Barreto. *Construções em Madeira - A madeira como material de construção*. Publindústria, Porto, 2007.

[6] CARVALHO, Albino. *Madeiras Portuguesas - Estrutura anatómica. Propriedades. Utilizações.* Volume 1, Instituto Florestal, Lisboa, 1996.

[7] COSTA, Luís F. Sampaio da. *Tipificação de soluções de reabilitação de pavimentos estruturais em madeira em edifícios antigos.* Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil. FEUP, Porto, 2009.

[8] COUTINHO, Joana de Sousa. *Sebenta de Materiais de Construção 1 – Madeiras.* FEUP, Porto, 1999.

[9] CRUZ, H. (1993); MACHADO, J. Saporiti. *Proposta para o estabelecimento de classes de qualidade para a madeira de pinheiro bravo para estruturas e respectivos valores característicos de resistência mecânica.* ICT, Informação Técnica Estruturas – ITES 9. LNEC, Lisboa, 1993.

[10] CRUZ, H. (2001). *Patologia, Avaliação e Conservação de Estruturas de Madeira* - II Curso Livre Internacional de Património. Associação Portuguesa dos Municípios com centro histórico, Fórum UNESCO Portugal, Santarém, 2001.

[11] Especificações E31:1954, *Terminologia de madeiras.* Série B, Secção 1. LNEC, Lisboa, 1955.

[12] Especificações E326:1979, *Edifícios. Recomendações para a elaboração de especificações de comportamento.* LNEC, Lisboa, 1979.

[13] FARIA, J. Amorim (2009); NEGRÃO, João. *Projecto de Estruturas de Madeira*. Publindústria Edições Técnicas, 2009.

[14] FREITAS, Vasco Peixoto; PINTO, Paulo da Silva. *Permeabilidade ao Vapor de Materiais de Construção – Condensações Internas*. 2ª Edição, Nota de Informação Técnica - NIT, Laboratório de Física das Construções - LFC, 1998.

[15] MACHADO, J. Saporiti (1996). *Madeiras de Folhosas e Resinosas – Nomenclatura Comercial.* ICT, ITES 11. LNEC, Lisboa, 1996.

[16] MACHADO, J. Saporiti (2000); CRUZ, Helena; NUNES, Lina. *Inspecção de elementos estruturais de madeira. Selecção das técnicas não destrutivas a aplicar in situ.* REPAR 2000, Encontro Nacional sobre Conservação e Reabilitação de Estruturas, Lisboa, 2000.

[17] MASCARENHAS, Jorge. O edifício de rendimento da baixa pombalina em Lisboa. In *Sistemas de Construção – V*. Livros Horizonte, Lisboa, 2004.

[18] MASCARENHAS, Jorge. *Sistemas de Construção – Paredes: Paredes exteriores (1ª parte)*, Lisboa, 2007.

[19] PERICÃO, M.; AMARANTE, M.; ANTUNES, R.; REGO, S.. *Estudo Diagnóstico e Proposta de Intervenção: Rua dos Bragas nº 318. Construções em Madeira*. FEUP, Estudos Avançados em Reabilitação do Património Edificado, 2009.

[20] PIRES, Juliana Lopes. *Metodologia de reabilitação de clarabóias antigas no centro histórico do Porto*. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil – Especialidade de Construções Civis. FEUP, Porto, 2009.

[21] REIS, A. Correia; FARINHA, J. S. Brazão. *Tabelas Técnicas*. Edições Técnicas E.T.L., 1998.

[22] RODRIGUES, Romana. *Construções Antigas de Madeira: Experiência de obra e reforço estrutural*. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil. UM, Braga, 2004.

[23] SANTOS, Carlos A. Pina dos; MATIAS, Luís. *Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios – ITE 50*. LNEC, Lisboa, 2006.

[24] SILVA, João. Especificações de tratamento de preservação para elementos de madeira. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil – Especialidade de Construções Civis. FEUP, Porto, 2008.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[25] APPLETON, J. *Reabilitação de Edifícios Antigos. Patologias e tecnologias de intervenção.* Edições Orion, 2003.

[26] CATALÃO, João Pedro. *Avaliação da qualidade técnica das operações de reabilitação em edifícios com estrutura de alvenaria e madeira – contribuição para a elaboração de um manual técnico.* Dissertação de Mestrado em Reabilitação do Património Edificado. FEUP, Porto, 2008.

[27] COSTA, F. Pereira. *Enciclopédia Prática da Construção Civil*. 3ªEdição, Portugália Editora, Lisboa, 1955.

[28] DIAS, Tiago Ilharco. *Pavimentos de Madeira em Edifícios Antigos. Diagnóstico e Intervenção Estrutural.* Dissertação de Mestrado em Reabilitação do Património Edificado. FEUP, Porto, 2008.

[29] FARIA, J. Amorim (2002a). *Reabilitação de estruturas de madeira em edifícios históricos. Património Estudos – nº 3, Ciências e técnicas aplicadas ao Património.* IPPAR, Lisboa, 2002.

[30] FARIA, J. Amorim (2002b). *MADEIRA NA CONSTRUÇÃO – O FUTURO PROMETE*. Conferência: " Semana das Engenharias", 16 de Abril de 2002, Escola Superior de Tecnologia e Gestão do IPB, Bragança.

[31] FARIA, J. Amorim. *Reabilitação de estruturas de madeira em edifícios antigos.* 1ªs Jornadas de Eng. Civil, Aveiro, 2003.

[32] LOPES, Miguel. *Tipificação de soluções de reabilitação de estruturas de cobertura em madeira de edifícios antigos.* Dissertação de Mestrado em Reabilitação do Património Edificado. FEUP, Porto, 2007.

[33] PAIVA, José; AGUIAR, José; PINHO, Ana. *Guia técnico de reabilitação habitacional – Volumes 1 e 2*. INH, LNEC, Lisboa, 2006.

[34] PINHO, Fernando. *Paredes de edifícios antigos em Portugal.* LNEC, Lisboa, 2000.

[35] TAMPONE, G.; Mannucci, M.; Macchtioni, N. *Strutture di legno*. De letrera editore, 2002.

[36] TEIXEIRA, Gabriela de Barbosa; BELÉM, M. da Cunha. *Diálogos de edificação – Técnicas tradicionais de construção.* CRAT, Porto, 1998.

[37] TEIXEIRA, Joaquim Lopes; *Descrição do sistema construtivo das Casas Burguesas do Porto entre os séculos XVII e XIX – Contributo para uma história da construção arquitectónica em Portugal*. Trabalho de síntese elaborado no âmbito das provas de aptidão pedagógica e capacidade científica. FAUP, Porto, 2004.

[38] VEIGA, Maria do Rosário; AGUIAR, J.; SILVA, A. Santos; CARVALHO, F. *Conservação e renovação de revestimentos de paredes de edifícios antigos.* LNEC, Lisboa, 2004.