

JANELAS E PORTADAS HISTÓRICAS

História, Desempenho, Reparação e Conservação

António Manuel Vilela Pereira Gomes



Tese de Mestrado em Engenharia Civil

Orientador : Maria Eunice da Costa Salavessa

Co-orientador : Alfredo da Silva Ribeiro

UTAD

Outubro 2009

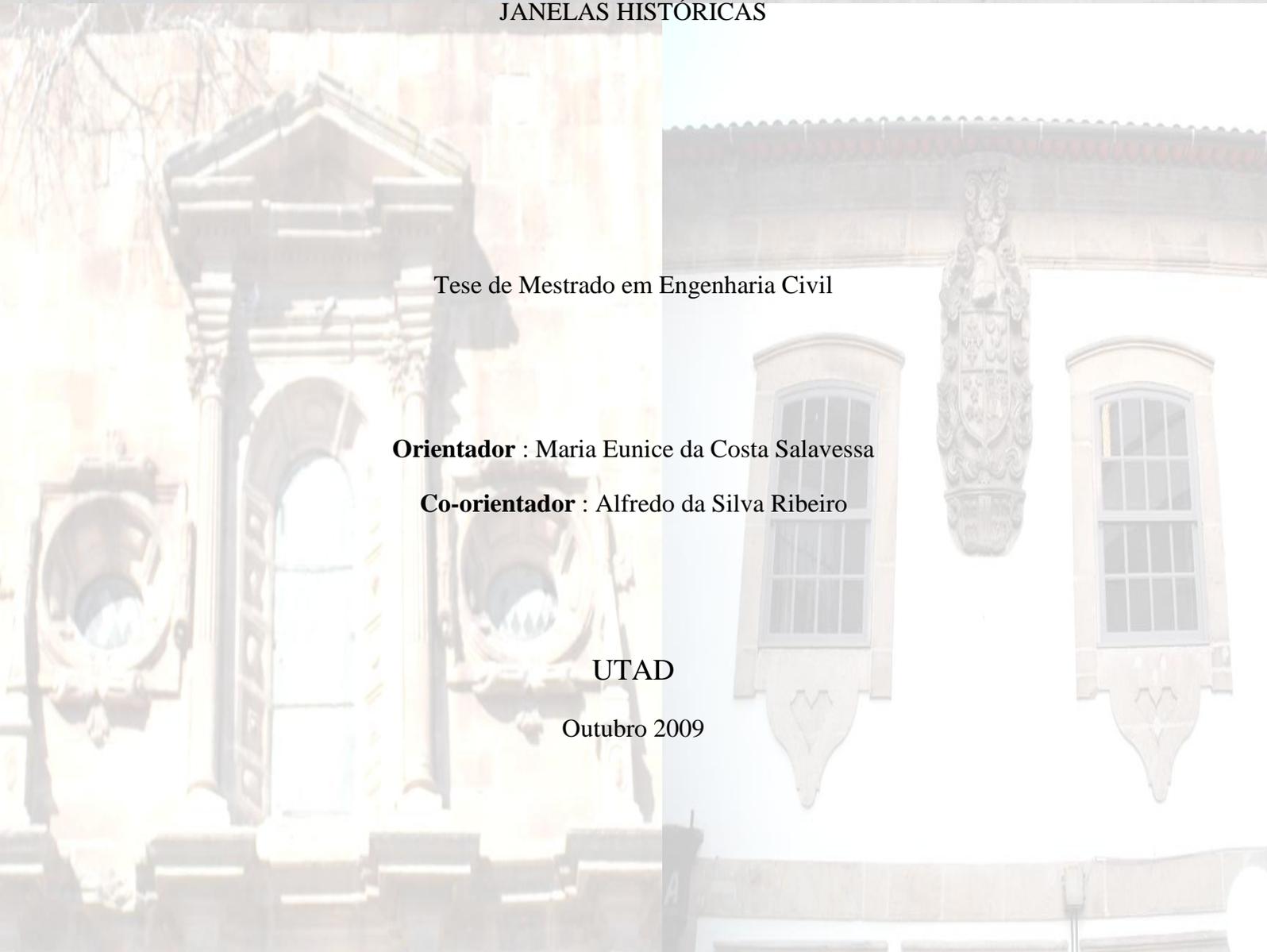


JANELAS E PORTADAS HISTÓRICAS

História, Desempenho, Reparação e Conservação

António Manuel Vilela Pereira Gomes

CONSERVAÇÃO E RESTAURO DE EDIFÍCIOS HISTÓRICOS;
JANELAS HISTÓRICAS



Tese de Mestrado em Engenharia Civil

Orientador : Maria Eunice da Costa Salavessa

Co-orientador : Alfredo da Silva Ribeiro

UTAD

Outubro 2009

ÍNDICE

	pp
Índice.....	i
Índice de Figuras.....	viii
Índice de Tabelas.....	xi
Resumo do Trabalho.....	xii
Abstract.....	xiii
Dedicatória.....	xiv
Agradecimentos.....	xv
Simbologia.....	xvi
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objectivos.....	1
1.2. Metodologia.....	2
1.3. Situação do estudo do tema.....	2
1.3.1. Conservação e restauro de monumentos e os critérios de intervenção.....	2
1.3.2. Reversibilidade, compatibilidade e autenticidade.....	3
1.3.3. Técnicas, regulamentos da construção de janelas e situação dos conhecimentos técnicos e metodológicos aplicados no restauro de janelas históricas.....	3
1.4. Referências bibliográficas do capítulo 1.....	4
2. HISTÓRIA E DESENVOLVIMENTO DA JANELA E DA PORTADA.....	4
2.1. Desenvolvimento da janela e da portada.....	5
2.1.1. Forma e função.....	5
2.1.2. Correntes estilísticas.....	8
2.1.3. Princípios e disposições gerais.....	9
2.1.4. Evolução da veneziana.....	10

2.2. Caixilharia e batentes envidraçados da janela.....	12
2.2.1. Caixilharia.....	12
2.2.2. Folhas e batentes.....	13
2.2.3. Portadas.....	14
2.3. Desenvolvimento do vidro.....	14
2.3.1. Tecnologia.....	14
2.3.2. O fabrico do vidro.....	15
2.3.3. Os instrumentos do vidraceiro.....	16
2.3.4. Tipos de vidro.....	16
2.4. Referências bibliográficas do capítulo 2.....	17
3. LEGISLAÇÃO E PRINCIPIOS DA CONSERVAÇÃO DA JANELA HISTÓRICA.....	18
3.1. Legislação, convenções e princípios de protecção.....	18
3.1.1. Normas europeias.....	18
3.1.2. Normas portuguesas.....	18
3.1.3. Condicionamentos de protecção a nível concelhio.....	19
3.1.4. Intervenções em zonas históricas.....	20
3.1.5. Regulamento Geral da Edificação.....	20
3.1.6. O futuro da janela histórica.....	20
3.2. Inspeção de janelas.....	21
3.2.1. Requisitos técnicos de segurança.....	21
3.2.2. Acessibilidade.....	21
3.2.3. Tipos de inspeção.....	22
3.2.4. Investigação não destrutiva.....	23
3.2.5. Monitorização.....	24
3.2.6. Levantamentos.....	24
3.3. Análise estrutural da janela.....	25

3.3.1. Aspecto estrutural.....	25
3.3.2. Deterioração da janela.....	25
3.3.3. Reparação estrutural da envolvente e da janela.....	26
3.3.4. Conservação e reparação.....	27
3.4. Desempenho e sustentabilidade da janela.....	28
3.4.1. Materiais e processos industriais de janelas de caixilharia de elevado desempenho.....	28
3.4.2. Instalação e manutenção de caixilharia de elevado desempenho.....	29
3.4.3. Normalização e qualidade de caixilharia de elevado desempenho.....	29
3.4.4. Física dos sistemas e requisitos técnicos da caixilharia de elevado desempenho.....	29
3.4.5. Melhoria da eficiência energética de uma janela histórica.....	30
3.4.6. Melhoria da conservação de energia de uma janela histórica.....	30
3.4.7. Sustentabilidade da janela histórica.....	31
3.5. Referências bibliográficas do capítulo 3.....	31
4. MATERIAIS E INTERVENÇÕES DE CONSERVAÇÃO E REPARAÇÃO...33	
4.1. Madeira.....	32
4.1.1. Madeiras utilizadas na construção de janelas tradicionais.....	32
4.1.2. Carpintaria e marcenaria.....	33
4.1.3. Tipos de janelas de caixilharia de madeira.....	36
4.1.4. Folhas e batentes.....	46
4.1.5. Reparação e conservação de janelas tradicionais de madeira.....	46
4.1.6. Princípios gerais de conservação e reparação.....	59
4.1.7. Medidas preventivas de manutenção.....	64
4.1.8. Cola e consolidantes.....	64
4.1.9. Argamassas resinosas.....	68
4.1.10. Selecção das madeiras para a conservação e reparação.....	69
4.1.11. Diagnóstico e reparação de caixilharia de madeira deteriorada.....	70

4.1.11.1. Causas para a deterioração de caixilharia de madeira.....	70
4.1.11.2. Tipos de deterioração.....	79
4.1.11.3. Técnicas não destrutivas de inspeção.....	83
4.1.11.4. Tratamento curativo.....	87
4.1.11.5. Monitorização da envolvente.....	88
4.2. Metal.....	88
4.2.1. Fichas de levantamento.....	88
4.2.2. Plano de trabalho.....	89
4.2.3. Inspeção das peças metálicas.....	89
4.2.4. Amostras e análise de pinturas.....	89
4.2.5. Trabalhos de remoção ou “in situ”.....	90
4.2.6. Limpeza e remoção de manchas.....	90
4.2.7. Realinhamento e restauro da funcionalidade.....	91
4.2.8. Reparação.....	91
4.2.9. Acabamentos.....	91
4.2.10. Reinstalação.....	92
4.2.11. Manutenção.....	92
4.2.12. Janelas de ferro forjado.....	93
4.2.13. Janelas de ferro laminado.....	94
4.2.14. Janelas de aço.....	95
4.1.15. Janelas de bronze.....	96
4.1.16. Janelas de zinco.....	97
4.1.17. Janelas de alumínio.....	97
4.3. Pedra.....	98
4.3.1. Construção do vão e da janela.....	98
4.3.2. Mecanismos de decaimento da pedra.....	98
4.3.3. Medidas de conservação e reparação.....	100

4.3.4. Limpeza e remoção de pintura.....	100
4.3.5. Acabamento superficial e decorativo.....	109
4.3.6. Trabalho da pedra.....	111
4.4. Vidro e vitral.....	112
4.4.1. Fabrico do vidro e do vitral.....	112
4.4.2. Conservação e manutenção.....	113
4.5. Acabamentos e pinturas.....	113
4.5.1. Caracterização dos filmes.....	113
4.5.2. Falhas da pintura.....	114
4.5.3. Conservação e restauro.....	114
4.6. Referências bibliográficas do capítulo 4.....	115
5. CASOS DE ESTUDO.....	116
5.1. Centro histórico de Vila Real.....	116
5.1.1. Localização geográfica.....	116
5.1.2. História local.....	117
5.1.3. Geologia.....	118
5.1.4. Clima.....	119
5.1.5. Rede hidrográfica.....	120
5.1.6. Economia.....	120
5.1.7. Relevo.....	121
5.1.8. Diagnóstico de anomalias construtivas de janelas e portadas do Centro Histórico de Vila Real.....	121
5.2. Centro histórico de Torre de Moncorvo.....	142
5.2.1. Localização geográfica.....	142
5.2.2. História local.....	142
5.2.3. Geologia.....	143
5.2.4. Clima.....	143

5.2.5. Rede hidrográfica.....	143
5.2.6. Economia.....	144
5.2.7. Relevo.....	144
5.2.8. Diagnóstico de anomalias construtivas de janelas e portadas de Centro Histórico de Torre de Moncorvo.....	144
5.3. Referências bibliográficas do capítulo 5.....	153
6. ENSAIOS LABORATORIAIS.....	153
6.1. Introdução.....	153
6.1.1. Funções da janela.....	153
6.1.2. Componentes da janela.....	153
6.1.3. Estrutura da janela.....	154
6.2. Processos de transferência de calor.....	154
6.3. Ganho de calor.....	156
6.4. Dispositivos de sombreamento.....	157
6.4.1. Persianas.....	157
6.4.2. Sistemas de condicionamento ambiental.....	157
6.4.3. Atmosfera terrestre.....	157
6.5. Material de mudança de fase.....	158
6.5.1. Selecção do material.....	158
6.5.2. Características do <i>pcm</i>	158
6.5.3. Transferência de calor em janelas com <i>pcm</i>	159
6.5.4. Propriedades ópticas da janela.....	159
6.6. Modelo matemático.....	159
6.7. Discretização das equações matemáticas.....	166
6.7.1. Vidro exterior.....	166
6.7.2. Vidro interior.....	168
6.8. Estudo numérico.....	169

6.8.1. Vidro simples.....	170
6.8.2. Vidro duplo.....	176
6.9. Conclusões.....	181
6.10. Referências bibliográficas do capítulo 6.....	181
7. PROPOSTA DE RESTAURO DE JANELA HISTÓRICA.....	182
7.1. Referências bibliográficas do capítulo 7.....	188
8. CONCLUSÃO FINAL E DESENVOLVIMENTO FUTURO.....	189
9. BIBLIOGRAFIA.....	190

ÍNDICE DE FIGURAS

	pp.
Fig. 1 Grande casa ensolarada.....	4
Fig. 2 A porta e a janela.....	5
Fig. 3 Mudança de estilo e de sensibilidade.....	6
Fig. 4 Janelas da casa Diogo Cão.....	6
Fig. 5 Casa dos Marqueses.....	6
Fig. 6 Janela de guilhotina.....	7
Fig. 7 Nas aldeias e burgos de leste de França.....	8
Fig. 8 Veneziana.....	10
Fig. 9 Veneziana 2.....	10
Fig. 10 Projecto de fachada para um palácio não identificado.....	11
Fig. 11 Caixilho.....	12
Fig. 12 Tipos de batentes.....	13
Fig. 13 Portadas exteriores de madeira.....	14
Fig. 14 Instrumentos do vidraceiro.....	16
Fig. 15 Comportamento de janelas inteligentes.....	28
Fig. 16 Carpintaria.....	33
Fig. 17 Marcenaria.....	34
Fig. 18 Definição dos elementos da janela.....	36
Fig. 19 Janela fixa.....	37
Fig. 20 Janela de uma folha.....	38
Fig. 21 Janela de duas folhas.....	38
Fig. 22 Janela de duas folhas em arco.....	38
Fig. 23 Janela de duas folhas com bandeira.....	38
Fig. 24 Janela de três folhas com bandeira.....	38
Fig. 25 Janela de duas folhas com portadas.....	38
Fig. 26 Janela de duas folhas em arco com portadas.....	39
Fig. 27 Janela de eixo superior de abrir para dentro.....	39
Fig. 28 Janela de eixo inferior de abrir para dentro.....	39
Fig. 29 Janela de eixo superior de abrir para fora.....	39
Fig. 30 Janela de eixo inferior de abrir para fora.....	39
Fig. 31 Janela basculante sobre eixo médio.....	40
Fig. 32 Janela basculante sobre eixo superior.....	40
Fig. 33 Janela basculante sobre eixo inferior.....	40
Fig. 34 Janela pivotante sobre eixo lateral.....	41
Fig. 35 Janela pivotante sobre eixo médio.....	41
Fig. 36 Janela gelosia de réguas verticais.....	41
Fig. 37 Janela gelosia de réguas horizontais.....	41
Fig. 38 Janela de correr.....	42
Fig. 39 Janela de correr com portadas.....	42
Fig. 40 Janela de guilhotina.....	42
Fig. 41 Janela de guilhotina com portadas.....	42
Fig. 42 Janela de viseira simples.....	43
Fig. 43 Janela de viseira múltipla.....	43
Fig. 44 Janela de ventilação simples.....	44
Fig. 45 Janela de ventilação múltipla.....	44
Fig. 46 Janela de duas folhas equilibradas com eixos horizontais deslizantes.....	44

Fig. 47	Janela de eixo central deslizante.....	45
Fig. 48	Janela com eixo lateral deslizante.....	45
Fig. 49	Janela com eixo lateral deslizante e portadas.....	45
Fig. 50	Madeira severamente atacada pelo caruncho.....	73
Fig. 51	Podridão humida num corrimão.....	74
Fig. 52	Trave de eucalipto destruída pelas térmitas.....	75
Fig. 53	Janela de ferro forjado.....	93
Fig. 54	Ferro laminado.....	94
Fig. 55	Janela de aço.....	95
Fig. 56	Janela de bronze.....	96
Fig. 57	Vitral.....	112
Fig. 58	Zona histórica de Vila Real.....	116
Fig. 59	Carta geológica de Vila Real.....	118
Fig. 60	Carta geológica de Torre de Moncorvo.....	143
Fig. 61	Diagrama esquemático de uma secção da janela preenchida com ar e exposta à radiação solar.....	160
Fig. 62	Esquema de malha fixa para a região do vidro externo e interno.....	167
Fig. 63	Aplicação em <i>excel</i> , para a realização do cálculo térmico.....	169
Fig. 64	Cálculos discretizados para cada posição em função do tempo.....	169
Fig. 65	Gráfico da variação da temperatura ao longo do vidro.....	170
Fig. 66	Temperatura ao longo do vidro de 3mm para as várias horas do dia.....	171
Fig. 67	Temperatura na superfície exterior e interior do vidro de 3mm.....	171
Fig. 68	Temperatura ao longo do vidro de 4mm para as várias horas do dia.....	172
Fig. 69	Temperatura na superfície exterior e interior do vidro de 4mm.....	172
Fig. 70	Temperatura ao longo do vidro de 5mm para as várias horas do dia.....	173
Fig. 71	Temperatura na superfície exterior e interior do vidro de 5mm.....	173
Fig. 72	Temperatura ao longo do vidro de 6mm para as várias horas do dia.....	174
Fig. 73	Temperatura na superfície exterior e interior do vidro de 6mm.....	174
Fig. 74	Temperatura ao longo do vidro de 8mm para as várias horas do dia.....	175
Fig. 75	Temperatura na superfície exterior e interior do vidro de 8mm.....	175
Fig. 76	Temperatura ao longo do vidro duplo de 3mm para as várias horas do dia... ..	176
Fig. 77	Temperatura na superfície exterior e interior do vidro duplo de 3mm.....	176
Fig. 78	Temperatura ao longo do vidro duplo de 4mm para as várias horas do dia... ..	177
Fig. 79	Temperatura na superfície exterior e interior do vidro duplo de 4mm.....	177
Fig. 80	Temperatura ao longo do vidro duplo de 5mm para as várias horas do dia... ..	178
Fig. 81	Temperatura na superfície exterior e interior do vidro duplo de 5mm.....	178
Fig. 82	Temperatura ao longo do vidro duplo de 6mm para as várias horas do dia... ..	179
Fig. 83	Temperatura na superfície exterior e interior do vidro duplo de 6mm.....	179
Fig. 84	Temperatura ao longo do vidro duplo de 8mm para as várias horas do dia... ..	180
Fig. 85	Temperatura na superfície exterior e interior do vidro duplo de 8mm.....	180
Fig. 86	Janela alvo de reparação.....	182
Fig. 87	Janela antes de ser reparada.....	183
Fig. 88	Dobradiças e parafusos.....	184
Fig. 89	Parafuso e dobradiça.....	184
Fig. 90	Remoção da massa de vidraceiro.....	184
Fig. 91	Remoção dos pontos de vidraceiro.....	184
Fig. 92	Raspagem da superfície.....	185
Fig. 92 a)	Lixagem da madeira.....	185
Fig. 93	Moldura empenada.....	185
Fig. 94	Folgas nas sambladuras.....	185

Fig. 95	Aplicação de cunha de reforço.....	185
Fig. 96	Aplicação de massa reparadora.....	185
Fig. 97	Verniz e diluente a utilizar.....	186
Fig. 98	Aplicação de verniz.....	186
Fig. 99	Aplicação de massa de vidraceiro.....	186
Fig. 100	Remoção de excessos de massa de vidraceiro.....	186
Fig. 101	Aplicação do fecho.....	187
Fig. 102	Aplicação das dobradiças.....	187
Fig. 103	Janela antes de ser reparada.....	187
Fig. 104	Janela depois de ser reparada.....	187
Fig. 105	Janela antes de ser retirada.....	188
Fig. 106	Janela depois de re-instalada.....	188

ÍNDICE DE TABELAS

		pp.
Tabela 1	Valores da temperatura do ar, Vila Real.....	119
Tabela 2	Valores da humidade, nebulosidade, insolação, precipitação, evaporação, Vila Real.....	120

RESUMO DO TRABALHO

A janela tem uma história longa e fascinante. Foi desenvolvida em resposta à disponibilidade de recursos, a evolução do design e da tecnologia, e às exigências e necessidades de quem as utiliza. Ao mesmo tempo funcional e estética, a janela deve assegurar a ventilação, entrada de luz e evitar que intrusos e ruído excessivo alcancem o interior de nossas casas. As janelas também são essenciais para a identidade dos edifícios, refletindo a prática e o gosto de determinadas regiões ou períodos. A janela não pode ser vista de forma isolada da estrutura do edifício em que está inserida.

Todos os aspectos da janela histórica, dentro das suas configurações arquitectónicas, são tratados em detalhe, incluindo a história, a tecnologia e a preservação. Há também uma revisão da legislação sobre a forma e o desempenho da janela, das exigências que reflectem a preocupação moderna de eficiência energética para a preservação de janelas históricas, designadas áreas de conservação. Além destes aspectos, também são abordados os vários tipos de materiais constituintes das janelas, os ensaios a realizar para garantir a estabilidade da estrutura, ou até mesmo os métodos de limpeza a aplicar em determinadas situações. Os tratamentos a serem administrados, em acções de conservação, bem como as técnicas de monitorização, também se encontram patentes nesta dissertação.

Foi, ainda, elaborado um estudo numérico sobre vidros térmicos. Com a ajuda de uma aplicação em ambiente *excel*, concebida especialmente para este trabalho, foi possível determinar, numericamente, o comportamento térmico de vidros com variadas espessuras.

De uma forma sucinta, também foram abordadas as técnicas de reparação de uma janela antiga. Os métodos e técnicas, que vão desde a remoção de vidros, até à raspagem e ao envernizamento, estão patentes neste estudo com as respectivas explicações.

ABSTRACT

The window has a long and fascinating history. It was developed in response to availability of resources, developments of the design and technology, and demands of who use them. At the same time functional and aesthetical, the window should ensure the ventilation, the entry of light and prevent that intrusions and excessive noise reach the interior of our homes. The windows also are essentials to the identity of the buildings, reflecting the practice and taste of certain regions or periods. The window shouldn't be seen in isolation form from the structure of the building in which it is inserted.

All aspects of historic window, within their architectonic sets, are treaties in detail, including the history, technology and preservation. Also, there are a review of legislation about the form and performance of the window, the demands that reflecting the modern concern of energetic efficiency to preserve the historic windows, designated preserved areas. Others aspects, like the materials types of windows, the tests carried out to ensure the stability of the structure, or even cleaning to apply under particular situations. The treatments to be administered in conserving actions, as well as the techniques of monitoring, always are presented in this dissertation.

Also, it was elaborated a numerical study about thermal glasses. With the help of one *excel* application, especially designed for this work, it was possible to determine, numerically, the performance of thermal glasses with various thicknesses.

In brief, the technical reparation of historic windows was boarded. The methods and techniques like removing glasses, scraping and varnishing are patents in this study with their respectively explanations.

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais,
especialmente ao meu pai (in memoriam) e
à minha mãe, pelo apoio e incentivo que
sempre me deram ao longo destes anos.*

AGRADECIMENTOS

- À Professora Maria Eunice da Costa Salavessa, pelo acompanhamento, orientação, conhecimento e interesse manifestados no desenvolvimento desta tese.
- Ao Professor Alfredo da Silva Ribeiro, pelo apoio concedido.
- Ao Professor Amadeu Borges, pela disponibilidade manifestada.
- Ao Professor Madeira, pela cedência da carpintaria.
- Ao Sr. Armindo, carpinteiro, pela prontidão demonstrada.

SIMBOLOGIA

C – Calor específico, KJ/Kg K

T_i – Temperatura na região i, °C

t – Tempo, s

k – Condutividade térmica, W/m K

α – Difusidade térmica, m²/s

I – Fluxo de calor radiativo, W/m²

h_C – Coeficiente convectivo, W/m² K

h_R – Coeficiente de radiação, W/m² K

ε – emissividade, adimensional

σ – Constante de Stefan-Boltzman, W/m² K⁴

I_0 – Constante solar, W/m²

ρ – Densidade, Kg/m³

A_S – área superficial, m²

H – Calor latente, KJ/ Kg

A – Absortância óptica, adimensional

R – Reflectância óptica, adimensional

T – Transmitância óptica, adimensional

“Aquele que, com corpo robusto ao serviço da mente, dedica os seus poderes mortais ao trabalho honesto, sem buscar lucros, esse é um homem respeitável.”

in "Bhagavad-Gita"

1. INTRODUÇÃO ⁽¹⁾

1.1. Objectivos

As acções de manutenção e as intervenções de restauro e reabilitação de um edifício histórico, pressupõe a realização de um diagnóstico rigoroso, baseado em estudos e análises, que permitem definir a importância da função e do valor histórico do edifício, o seu estado de conservação, e o impacto das patologias identificadas nas suas condições de segurança.

Neste trabalho de investigação, todos os aspectos da janela histórica, desde a fachada em que se integra, serão tratados em pormenor, incluindo a história, tecnologia e conservação destes complexos sistemas. Será objecto de estudo, legislação antiga e actual sobre a forma e desempenho da janela, no sentido da preservação da janela histórica inserida em zonas urbanas ou conjuntos históricos ou de interesse complementar. A conservação de janelas históricas obriga ao levantamento de anomalias cuja causa tem origem nos agentes climáticos, desgaste e assentamentos, falha tecnológica, falta de manutenção, vandalismo, reparação inadequada, musgos e infestações de insectos que podem contribuir para a redução da sua eficiência. Serão estudadas informações de supervisores de construções, engenheiros estruturalistas, artesãos e conservadores, sobre a avaliação, manutenção e reparação de janelas, como peças unitárias, assim como dos materiais de que são constituídas, como a pedra, a madeira, o metal, o vidro e a pintura, necessárias para o desenvolvimento da sua manutenção e reparação. Serão colocados em discussão os princípios da conservação aplicados à janela, no sentido de procurar soluções e intervenções sustentáveis de reparação baseadas num conhecimento pormenorizado e cuidadoso.

Tem como objectivo o estudo da adequada utilização de técnicas de conservação e restauro, repondo as janelas históricas ou janelas de um edifício histórico nas suas condições originais, de acordo com os princípios de Cartas e Convenções Internacionais e Nacionais da Salvaguarda do Património Arquitectónico. Estabelecem-se como metas: a definição, dimensionamento e avaliação de soluções pouco intrusivas de reparação de janelas históricas, e a melhoria do comportamento global dos vãos de construções históricas; e o desenvolvimento do estudo relacionado com a sua reabilitação.

1.2. Metodologia

O trabalho a desenvolver, incluirá:

- evolução do tema: história da construção da janela (tipologias, materiais e tecnologias); análises de janelas históricas; exemplo de estudos de diagnóstico; legislação internacional e nacional aplicável ao restauro de janelas históricas e reabilitação estrutural e não estrutural dos vãos de edifícios de interesse histórico e arquitectónico, onde essas janelas estão incluídas;
- recolha de informação bibliográfica e local, estudos de natureza teóricas e trabalhos de campo como levantamento fotográfico das janelas históricas de Trás-os-Montes e Alto Douro, e pormenores construtivos;
- levantamento fotográfico das anomalias encontradas;
- técnicas de inspecção não destrutivas “in situ” das janelas; análises laboratoriais de amostras recolhidas da janela – objecto de estudo;
- diagnóstico e sugestão de medidas de reparação, consolidação, reforço e controlo;

Para a realização do estudo experimental, foi removida e utilizada uma janela antiga que foi submetida às diferentes etapas de reconstrução e reparação para posteriormente, voltar a ser colocada no sítio de onde tinha sido retirada. Foram realizados cálculos sobre a simulação do seu comportamento térmico para vidros de diferentes espessuras, através da elaboração de um programa específico para este caso de estudo.

1.3. Situação do estudo do tema

1.3.1. Conservação e restauro de monumentos e os critérios de intervenção

Os monumentos portugueses, têm sido alvo de várias intervenções de modo a dignificar o património cultural português. As intervenções em edifícios antigos, de conservação e de reabilitação, devem subordinar-se à identidade e características do edifício.

1.3.2. Reversibilidade, compatibilidade e autenticidade

As intervenções devem ser aplicadas com o intuito de valorizar o património, mas não devem pôr em causa a autenticidade do edifício histórico, e devem garantir os princípios de reversibilidade e compatibilidade. Um exemplo de intervenção reversível é o recurso a elementos de caixilharia exterior com “design” e materiais diferentes dos originais que consiste numa operação em que é fácil reverter a situação inicial, repondo a caixilharia original ou semelhante, no caso de se verificar que esta solução é a melhor. Face à dificuldade em garantir a compatibilidade de soluções, devem tronar-se as medidas que permitam minimizar as incompatibilidades.

1.3.3. Técnicas e regulamentos da construção de janelas e situação dos conhecimentos técnicos e metodológicos aplicados no restauro de janelas históricas

Para a construção de janelas é necessário executar-se uma boa sambladura. Para ligar duas peças de madeira por mero contacto podemos recorrer à respiga e mecha. Mais forte que este tipo de ligação, só a respiga dupla.

Quanto às características de comportamento térmico, o projecto de reabilitação de um edifício antigo, tem em conta a necessidade de integrar soluções que garantam o reforço do isolamento térmico de vãos exteriores. Esta condição pode levar à substituição de vidros simples por vidros duplos, dos caixilhos e da vedação, o que implica uma alteração substancial da fachada; podem ser adoptadas outras soluções, como a duplicação de caixilharias, mantendo a imagem exterior original, construindo um novo caixilho interior.

O mau desempenho acústico dos edifícios históricos, com as suas caixilharias de madeira ou ferro, deve-se às folgas e frestas que apresentam, embora possibilitem a ventilação natural.

Em Portugal rareiam as empresas especializadas em efectuar reparações de janelas históricas.

1.4. Referências bibliográficas do capítulo 1

(1) TUTTON, Michael; HIRST, Elizabeth – “Windows – history, repair and conservation”; Donhead, 2007; pp. 1 a 4.

2. HISTÓRIA E DESENVOLVIMENTO DA JANELA E DA PORTADA ^{(1) (2) (3) (4) (5)}



Fig. 1 – Grande sala ensolarada, a vida quotidiana de uma família flamenga
KOEDICK, “Oficina de um tecelão”, Lille, Museu das Belas-Artes
Séc. XVII, pág. 288

2.1. Desenvolvimento da janela e da portada

2.1.1. Forma e função



Fig. 2 – A porta e a janela, locais privilegiados de observação, marcam a fronteira do espaço reservado ao interior familiar, mas no entanto aberto para a rua, domínio intermédio, meio privatizado, para as necessidades das tarefas quotidianas.
(Jacobus Vrel – “Canto da cidade”, Amesterdão, séc.XVII) pag. 412

A janela tem como principais funções: a entrada de ar, a entrada de luz e permitir a visão para o exterior. De acordo com a história, a janela, nem sempre preencheu estes três requisitos simultaneamente. Só foi possível estabelecer estas propriedades, num nível mais avançado da concepção da janela, nomeadamente, com o aparecimento da janela de guilhotina em meados da época gregoriana até meio da época em que vivemos.

Inicialmente, a ventilação, foi a principal preocupação na concepção da janela nos locais de habitação, mas foi o seu potencial para a iluminação que abriu portas ao seu desenvolvimento arquitectónico.



Fig. 3 – Mudança de estilo e de sensibilidade; o traje romano convém perfeitamente a uma conversa que se mostra pura e desinteressada, e goza a calma e o silêncio campestres do ambiente: as virtudes estóicas são próprias das almas belas. (François Chauveau, *As Delícias do espírito*. Paris, Biblioteca Nacional) séc. XVI



Fig. 4 – Janelas da casa Diogo Cão, V.Real (GOMES, A.M.; 2009)



Fig. 5 – Casa dos Marqueses (Manuelina) (GOMES,AM.;2009)

As janelas, sobretudo as das casas menos abastadas, estavam sempre abertas para deixar entrar a luz exterior, enquanto que, as dos muito ricos estavam equipadas com vidros. No Renascimento, além da necessidade de entrada de luz para o interior das habitações, houve a preocupação de produzir janelas com decoração exuberante e com cores vivas, para que alguns, pudessem exibir a sua riqueza.

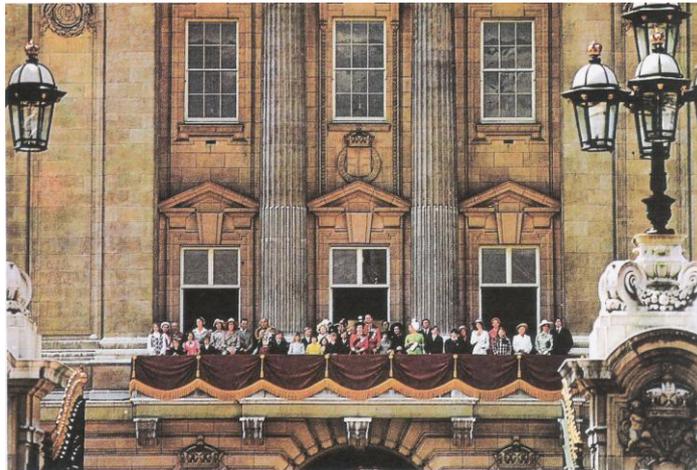


Fig. 6 – Janela de guilhotina
 RESTALL, Eric-“[All London](#)”; FISA(Great Britain)Ltd.
 London, 1985; PP. 26

Em meados do século XVIII, houve a necessidade construir uma janela mais eficaz para um mundo pós-medieval e a solução foi a janela de guilhotina. Esta, foi a chave de um instrumento moderno e eficiente, capaz de proporcionar a ventilação de pequenos e médios espaços.

Em termos de vista para o exterior, os primeiros vidros a serem adoptados, eram um pouco opacos e davam uma imagem muito distorcida do exterior.

As portadas, tinham a função contrária à das janelas, que era de impedir que as intempéries e a luz chegassem ao interior dos edifícios, bem como, por razões de segurança.

2.1.2. Correntes estilísticas



Fig. 7 – Nas aldeias e burgos do leste da França, como nas de certas regiões meridionais onde a habitação abre directamente para a rua, as casas dos mais abastados oferecem entradas ricamente decoradas, séc. XVIII. HISTÓRIA DA VIDA PRIVADA, Vol.3-“Do Renascimento ao Século das luzes”, Vol. Dirigido por Roger Chartier; obra sob a Direcção de Philippe Ariès e de Georges Duby; Tradução portuguesa de Armando Luís de Carvalho Homem; Edições Afrontamento, Lisboa, 1990.

Tradicionalmente, a janela conferia ao edifício o seu carácter. A entrada de luz e a possibilidade de ver para o exterior, originou o aparecimento de correntes estilísticas que permitiram a articulação do projecto através da forma e decoração. Esta expressão estilística, passou a ser um instrumento de detecção de gostos e de certas comunidades ao longo do tempo.

As janelas clássicas, eram as janelas renascentistas, as quais apresentavam conceitos de simetria, harmonia, proporção e decoração. As suas dimensões foram adequadas a cada país, estando estas de acordo com as várias condições climatéricas locais.

O gótico, o rococó e o oriental, eram três estilos perfeitamente compatíveis, uma vez que, apresentavam qualidades artísticas comuns a ambos. A variedade, a assimetria, o movimento e a espontaneidade, eram pontos fundamentais de concordância entre eles.

Básicamente, pode-se afirmar que estes três movimentos, apresentavam-se como uma contra-cultura de oposição aos ideais clássicos.

No período modernista, houve a necessidade de transformar a janela num dispositivo padrão idealizado para admitir quantidades controladas de luz e ar. Ostensivamente, surge uma campanha para a necessidade de proporcionar um ambiente saudável e a máxima quantidade de luz, o que leva à obrigação de projectar janelas com outras características.

A forma da janela tem vindo a sofrer alterações ao longo dos tempos. Inicialmente haviam apenas janelas fixas, mas mais tarde, com as necessidades de ventilar o espaço interior, criaram-se janelas de abrir. A janela veneziana persiste ao longo de vários séculos, até aos tempos actuais. Entretanto, surgiram janelas com outras formas, de modo a cativar o maior número de consumidores.

2.1.3. Princípios e disposições gerais

A necessidade de ventilação no interior das habitações, foi a necessidade básica na concepção da janela. Embora a luz e o ar possam ser tratados individualmente, estes devem ser associados por razões de estabilidade e segurança.

A janela de guilhotina, aquando da sua invenção, caracteriza-se essencialmente pelo seu dispositivo de contrabalançar. A sua aceitação, foi um pouco demorada, muito por culpa das janelas de caixilhos, que estavam muito enraizadas na cultura das pessoas.

As janelas de rotação num eixo vertical, também foram muito utilizadas, devido ao seu bom comportamento de ventilação, em condições de chuva. Os seus formatos eram regulares, em forma circular, rectangular ou oval, e de espessura fina.

2.1.4. Evolução da veneziana

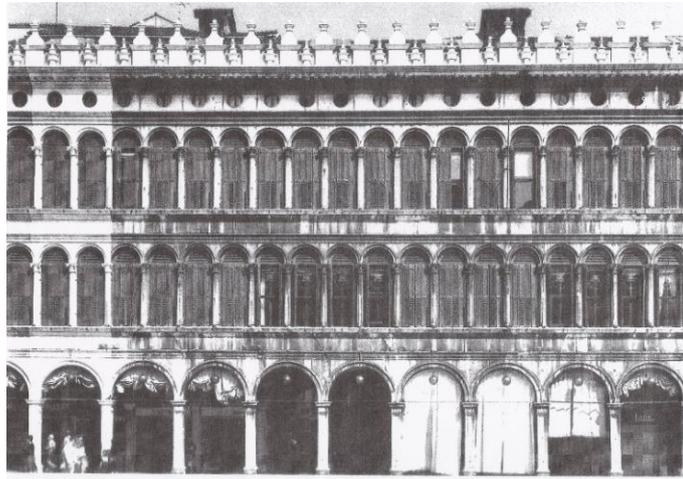


Fig. 8 – Veneziana – LIEBERMAN, Ralph – “Rainassance Architecture in Venice 1450”; Frederick Muller Limited, London, 1982; “Plate 97” – Praça de S.Marcos, 1514



Fig. 9 – Veneziana – PIJOAN, J. – “História da Arte”, Publicações Alfa, Vol. 6; Editado por publicações Europa-América, Barcelona, 1972; tradução de J. A. Ferreira de Almeida e M. T. Viana.

Ao longo da história, houve a necessidade de se obter uma janela que fosse dotada de sistemas mecânicos, que resolvessem os problemas relacionados com a

abertura e fecho da mesma. Respondendo imaginativamente à circunstância material, e explorando avanços tecnológicos pertinentes, uma herança rica de formas de janela foi condicionando o seu desenvolvimento futuro. Na realidade este processo não era unicamente afectado de preocupações funcionais. As preferências sociais e estéticas desempenharam papéis significantes na determinação do resultado final do tipo de solução que, durante o período em questão, era largamente condicionado por precedentes históricos. Em termos estilísticos, também, não há uma gama infinita de formas disponível: a forma externa de uma janela alcança um equilíbrio delicado entre as exigências funcionais, gosto decorativo e capacidade material (condições que são perenes). A disposição das janelas exteriores sobre a fachada de um edifício cumpria igualmente estas exigências, formando padrões reconhecíveis associados à linguagem arquitectónica de um determinado período ou escola de pensamento.

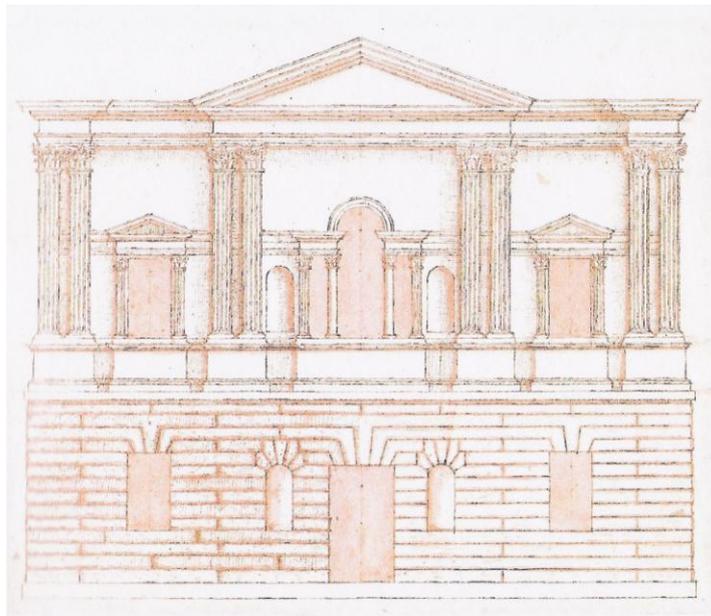


Fig. 10 - Projecto de fachada para um palácio não identificado, 1540 de Palladio.
 Vê-se a janela central “Serliana” ou “Paladiana”
 BOUCHER, Bruce – “Andrea Palladio – The architect in his time”;
 Edição Abbeville Press, New York, London, Paris, 1998

A origem da janela Serliana que também é chamada de venezianas ou Paladiana, teve origem em Roma. Foi reinventada pelo Renascimento italiano, como uma janela que inclui um vasto arco central flanqueado por vãos rectos e colunas e decorada segundo ordens clássicas.

No século XVII, Inigo Jones usou janelas venezianas em vários de seus edifícios, mas, após a sua morte, para além da obra do seu seguidor, John Webb, o puro formato da janela veneziana italiana caiu em desuso.

Mais tarde, na segunda década do século XVIII, quando a influência italiana se tornou dominante, o estilo Serliano foi retomado e seguido pelas escolas paladianas e barrocas. De acordo com escritores contemporâneos, a janela veneziana foi popularizada devido a três fatores básicos: a sua visualização, iluminação e potencialidade na decoração dos edifícios. Estas janelas foram consideradas janelas de qualidade muito elevada e de extrema elegância. O desenvolvimento mais significativo neste tipo de janelas, foi a sua elaboração segundo um arco e a janela de sacada. A janela veneziana concebida segundo um hemicírculo, ou em um segmento de um círculo menor, torna-se o que é comumente chamado de janela de proa. O estilo gótico estava pouco implantado na época, mas o triunfo do movimento pitoresco no virar do século, com a busca de transparência e de contacto com a natureza garantiu à janela veneziana um lugar no início do século XIX. Até ao início do século XIX, as janelas venezianas eram a única opção a utilizar nos edifícios, o que levou à sua enorme popularidade.

2.2. Caixilharia e batentes envidraçados da janela

2.2.1. Caixilharia

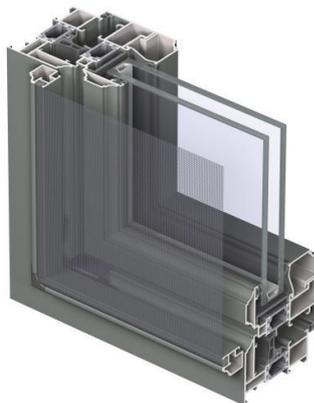


Fig. 11 – Caixilho

Fonte: http://images02.olx.pt/ui/2/67/72/35036572_1.jpg

O caixilho é um conjunto de elementos que compõem a janela, móveis ou fixos. Estes não têm preenchimento e inserem-se no aro. Geralmente, o caixilho é constituído por couceiras, travessas e pinázios.

Algumas janelas, possuíam quadrantes que tinham como finalidade, a decoração da janela e de evitar que os vidros, bastante caros na época, se partissem no caso da janela cair ao chão.

Para que fosse assegurada a ventilação, dentro dos edifícios, alguns serralheiros, soldavam tiras finas de chumbo na caixilharia. Esta medida tornou-se pouco eficaz, pela simples razão de que, a ventilação era efectuada continuamente, tornando-se um incómodo, essencialmente, nos dias mais frios.

No final do século XVIII, foram introduzidas as armações de ferro fundido, mas deixaram de ter uso, devido ao aparecimento das janelas de estilo francês. Estas últimas, eram usadas em varandas e em portas viradas para o jardim.

2.2.2. Folhas e batentes

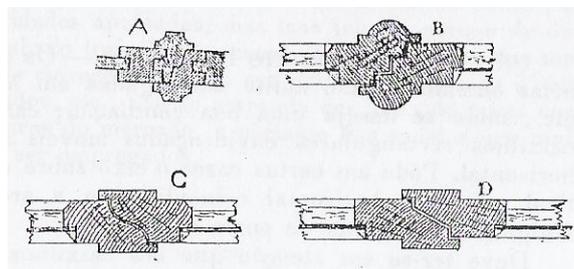


Fig. 12 – Tipos de batentes (SEGURADO, J.; 1908)

As folhas e os batentes são as partes móveis de uma janela, podendo mesmo dizer-se que se trata de um caixilho móvel com preenchimento. Os batentes são os responsáveis pelo fecho adequado da janela, evitando que as folhas se movimentem num ângulo superior a noventa graus.

No mercado, é possível encontrar os mais variados tipos e formas de folhas e batentes, sendo as mais vulgares, as de folha simples e dupla, embora existam também, as de folha tripla e quádrupla.

2.2.3. Portadas



Fig. 13 – Portadas exteriores de madeira

Fonte: <http://www.maximainterores.xl.pt/decor/interiores/0605/casas/i/p75b.jpg>

As portadas das casas do século XVIII, possuíam um encaixe quase perfeito, de modo a facilitar a produção em série destes elementos e desempenhavam um papel primordial na segurança das habitações. Estas, são totalmente ou parcialmente opacas, não possuindo qualquer elemento de vidro na sua constituição.

2.3. Desenvolvimento do vidro

2.3.1. Tecnologia

A produção do vidro em Portugal iniciou-se a partir do século V, nos fornos de Palmela. No século XV já existiam fornos em Lisboa, Almeirim, Santarém e Marinha Grande. No começo do século XVII foi fundado o forno vidreiro da Moita, no Ribatejo, junto à quinta de D. Henrique Pereira, filho de João Gorrón.

O primeiro forno em Portugal, com tecnologia italiana, situa-se em Vila Viçosa. Este forno foi construído entre 1601 e 1607 com o objectivo de funcionar vinte e quatro horas por dia. Este forno era orientado, inicialmente, pelo italiano Pero Paulo, mestre e formador dos primeiros artífices e oficiais portugueses.

Passados alguns anos, o estado português decide fundar a Real Fábrica de Vidros de Coima, ainda com tecnologia italiana. Mais tarde surge a da Marinha Grande, também a laborar com alguma mão de obra italiana.

As matérias primas utilizadas para a fabricação do vidro, eram as cinzas de vegetação queimada e areia de sílica. Os diferentes tipos de areia, contêm quantidades de ferro distintas, o que, por sua vez, vai influenciar a cor do vidro. As areias brancas possuem baixas quantidades deste contaminante, o que possibilita a produção de vidro mais claro, enquanto que as areias ricas em ferro dão origem a vidros de cor verde.

A evolução da produção de vidro pode dividir-se em quatro fases:

- Artesanal
- Manufacturado
- Industrial
- Automatizado

2.3.2. O fabrico do vidro

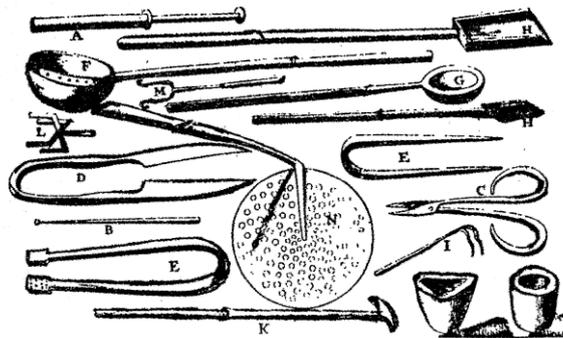
Na produção do vidro são observadas diferentes fases de trabalho, que vão desde a fusão das matérias-primas, passando pela extracção e afinação da massa de vidro, até à construção das peças projectadas.

O principal método de produção, inventado pelos romanos, era o de sopro. Através de um tubo de ferro, soprava o vidro e com a acção de rotação, era possível obter uma esfera oca. Este processo, foi o responsável pelo fabrico de objectos com forma cilíndrica. Para o fabrico de vidros para janelas, este método (de sopro) não é aconselhável, pelo facto de ser impossível produzir folhas de vidro planas. O processo de fabrico deste tipo de vidro, foi efectuado com o auxílio de um cilindro, que proporcionava a obtenção de folhas planas e de baixa espessura.

O vidro é um composto químico, na maioria das vezes obtido pela fusão de uma mistura de areia sílica (sílica), de soda e calcário. Utilizam-se, como materiais fundentes, a potassa, a barita, o boro e o chumbo. Algumas vezes e para poupar energia,

misturam-se restos de vidro à composição. Assim, a temperatura de fusão consegue baixar para 1450°C a 1500°C.

2.3.3. Os instrumentos do vidraceiro



A – Cana; B – Pontel; C – Tesoura; D – Ferro de abrir; E – Pinça de ornato e pinça de ponta; F – Colher para transferir vidro; G – Colher pequena para rapazes; H – Grande e pequena pá para desperdício de vidro, frita e outras operações; I – Pinça de ponta recurvada; L – Escápula; K – Rodo; M – Forquilha para a obra; N – Escumadeira para sais alcalinos; P – Potes.

Fig. 14 – Instrumentos do vidraceiro (CUSTÓDIO, J.; 2002)

Os instrumentos de fabrico do vidro, são muito semelhantes aos utilizados pelos vidraceiros medievais. São utilizados vários utensílios, tais como, bancos, canas, tenazes, moldes, potes, pantógrafos, prensas, máquinas de corte, roças e forno.

2.3.4. Tipos de vidro

Existem vários tipos de vidro tais como:

Vidros planos

São fabricados em chapas e são empregues principalmente pela construção civil, na produção de espelhos e na indústria automóvel;

Vidro float

É produzido por meio de escoamento do vidro sobre uma base de estanho líquida em ambiente controlado;

Vidro U-glass

É um vidro perfilado autoportante em forma de U. A secção resistente das suas barras é a sua principal prerrogativa. Também é denominado por vidro estrutural;

Vidro de segurança

É produzido por meio de tecnologia que permite minimizar os riscos de acidentes por choques, por incêndio ou por deformação;

Vidro temperado

São vidros que são submetidos a um processo de aquecimento seguido de arrefecimento rápido com o objectivo de os tornar mais resistentes ao impacto;

Vidro laminado

É formado por uma ou mais placas de vidro intercaladas por uma película de Polivinil Butiral.

2.4. Referências bibliográficas do capítulo 2

(1) TUTTON, Michael; HIRST, Elizabeth – “Windows – history, repair and conservation”; Donhead, 2007; pp. 7 a 155.

(2) CUSTÓDIO, Jorge – “A Real Fábrica de Vidros de Coima [1719-1747] e o vidro em Portugal nos séculos XVII e XVIII”; Instituto Português do Património Arquitectónico, Lisboa, 2002; pp. 43 a 57.

(3) SEGURADO, J. – “Trabalhos de carpintaria civil”; Biblioteca de Instrução Profissional, Lisboa, 1909; pp. 174 a 188.

(4) <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/vidros/tipos-de-vidros.php>

(5) APPLETON, João – “Reabilitação de Edifícios Antigos – Patologias e tecnologias de intervenção”; Edições Orion, 2003; pp. 74 a 77.

3. Legislação e princípios da conservação da janela histórica⁽¹⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾

3.1. Legislação, Convenções e princípios de protecção

3.1.1. Normas europeias

Na presente data, as normas europeias em vigor, são as seguintes:

NORMA EUROPEIA EN 1935:2002

Building hardware – Single axis hinges – Requirements and test methods.

NORMA EUROPEIA EN 12209:2003

Building hardware – Locks and latches – Mechanical operated locks, latches and locking plates – Requirements and test methods.

Acessórios e ferragens – Fechos e testas mecânicos – Requisitos e métodos de ensaio.

NORMA EUROPEIA EN 14351-1:2006

Windows and doors – Product standard, performance characteristics – Part 1: Windows and external pedestrian doorsets without resistance to fire and/or smoke leakage characteristics.

3.1.2. Normas portuguesas

As normas portuguesas são as mesmas que as europeias, apenas varia o ano de entrada em vigor:

NORMA PORTUGUESA NP EN 14351-1:2008

Janelas e portas. Norma de produto, características de desempenho. Parte 1: Janelas e portas pedonais exteriores sem características de resistência aofogo e/ou de estanquidade ao fumo.

NORMA PORTUGUESA NP EN 1935:2009

Ferragens para construção civil – Dobradiças de eixo simples – Requisitos e métodos de ensaio.

3.1.3. Condicionamentos de protecção a nível concelhio

Nas zonas históricas das cidades em estudo, Vila Real e Torre de Moncorvo, existem condicionantes relativamente ao tipo de janelas a utilizar.

Em Vila Real, o regulamento do plano de salvaguarda do centro histórico, diz o seguinte:

Artigo 19.º

Elementos construtivos

“4 - Caixilharias — o material a utilizar nas caixilharias, que contarão sempre com aro, será a madeira, o alumínio lacado e o PVC, exceptuando-se desta regra geral os edifícios sujeitos a intervenções do grau 1, onde só é admitida a madeira.”

Artigo 16.º

Tipos de intervenção

“Para além de obras correntes de manutenção que poderão ser executadas em todo o tipo de edifícios existentes na área do Plano, as intervenções mais profundas sobre o parque edificado estão obrigadas a cumprir as seguintes prescrições:

a) Intervenções do grau 1 — conservação ou manutenção da estrutura construída e da imagem dos edifícios, preservando-se e repondo-se os elementos construtivos e decorativos embrionários quando as suas condições o permitirem ou intervindo-se sobre o sistema construtivo, sem o descaracterizar, por forma a garantir uma recuperação física e funcional do imóvel.”

Em Torre de Moncorvo, é obrigatório manter as características da fachada e as janelas deverão ser de madeira ou de ferro. Estas disposições, abrangem todos edifícios que se situem num raio de até cinquenta metros de edifícios históricos.

Estas disposições, nem sempre foram verificadas no terreno. A Câmara Municipal, atribui a culpa aos proprietários que realizam este tipo de obras, clandestinamente, em período pós-laboral.

3.1.4. Intervenções em zonas históricas

Quer na zona histórica de Vila Real, quer na zona histórica de Torre de Moncorvo, são visíveis as intervenções em edifícios históricos. Em regra, as fachadas são preservadas e remodeladas, embora em alguns casos, o edifício esteja a ser totalmente reconstruído. Relativamente, ao tipo de janela instalada, é visível a substituição das janelas antigas por janelas mais modernas, em alumínio ou PVC.

3.1.5. Regulamento geral das edificações

No Regulamento Geral das Edificações Urbanas, existem alguns artigos relacionados com janelas, tais como:

Art. 72.º

“Deverá ficar assegurada a ventilação transversal do conjunto de cada habitação, em regra por meio de janelas dispostas em duas fachadas opostas.”

Art. 73.º

“As janelas dos compartimentos das habitações deverão ser sempre dispostas de forma que o seu afastamento de qualquer muro ou fachada fronteiros, medido perpendicularmente ao plano da janela e atendendo ao disposto no artigo 75.º, não seja inferior a metade da altura desse muro ou fachada acima do nível do pavimento do compartimento, com o mínimo de 3 metros. Além disso não deverá haver a um e outro lado do eixo vertical da janela qualquer obstáculo à iluminação a distância inferior a 2 metros, devendo garantir-se, em toda esta largura, o afastamento mínimo de 3 metros acima fixado.”

3.1.6. O futuro da janela histórica

A crescente preocupação com os gastos energéticos e com as mudanças climáticas, levam alguns proprietários, à tentação de substituírem as janelas tradicionais por janelas mais eficientes. O direito a medidas de conservação energética não deve ser

recusado, mas sim, à alteração total da janela, que ponha em causa a originalidade do próprio edifício.

O comércio de janelas com bom desempenho térmico, deverá ser acompanhada de um certificado, que ateste o sua eficiência energética. De qualquer maneira, o uso deste tipo de janelas, vai provocar, a médio prazo, um impacto visual negativo. Deverá ser assegurado que, nos edifícios históricos, não será permitida a substituição das janelas históricas por janelas actuais. Apenas, deverão ser permitidas alterações, que sejam bem geridas e autorizadas.

3.2. Inspeção de janelas

3.2.1. Requisitos técnicos de segurança

A segurança e a saúde, são considerações fundamentais em qualquer lugar a ser alvo de investigação. Em nenhuma construção, poderão ser omitidas as exigências de segurança, quer por parte dos operários e técnicos, quer por parte dos clientes.

Alguns edifícios históricos, quando vazios e abandonados, tornam-se perigosos, sendo por isso, necessária a avaliação do risco de ruir. Pode, em alguns casos, implicar o reconhecimento prévio, do local a ser inspeccionado.

É aconselhável a realização de um estudo, para nos ajudar a perceber o seu significado histórico e como foi concebida a parte estrutural do edifício.

3.2.2. Acessibilidade

Poucos, são os edifícios históricos, que podem ser alcançados sem a ajuda de equipamento especial. Com a ajuda de uma escada, podemos efectuar a inspeção a uma janela, mas é necessário que a escada seja apoiada numa base adequada. Os andaimes, são os mais aconselhados, porque permite-nos averiguar se existem pisos em mau estado de conservação, que seriam fatais para o uso de escadas.

O acesso por meio de andaimes, não é muito utilizado, devido ao seu custo-eficácia e pelo facto de haverem no mercado, plataformas móveis que proporcionam um trabalho mais rápido e eficaz.

A equipe de trabalho, juntamente com o cliente, devem assumir a responsabilidade por: avaliar os efeitos do andaime; recomendar fornecedores de sistemas adequados ao acesso; verificação de que a estrutura se encontra devidamente segura.

3.2.3. Tipos de inspecção

Todos os projectos, são susceptíveis de envolver inspecções para uma variedade de finalidades.

Os detalhes da inspecção deverão conter: a natureza da janela; o seu significado histórico; a condição do material; as suas dimensões; os ensaios e análises dos materiais e investigação dos detalhes ocultos.

Numa primeira abordagem, o primeiro passo a efectuar é o levantamento dimensional que, servirá de base a outros especialistas para desenvolverem posteriores estudos ou reparações. O tempo e as restrições económicas, poderão, eventualmente, condicionar a obtenção do tipo de informação relativa a janelas, mas, é recomendável, que sejam conseguidas todas as informações adicionais porque poderão ser preponderantes nas opções de reparação a utilizar.

O objectivo da inspecção, consiste em: compreender melhor a história, a natureza e a tecnologia da janela e a sua importância; registar o estado actual utilizando meios fotográficos ou escritos; investigar intervenções anteriores; identificar as causas de deterioração da madeira; fornecer recomendações de custo e conservação, se necessário.

A razão principal das inspecções é identificar as causas e a natureza da deterioração da janela, e alertar para conservação a longo prazo.

Os resultados da inspecção podem levar a recomendações para: sondagens, incluindo a análise de tintas e materiais; uma estratégia de manutenção; ensaios a realizar para instituir técnicas e matérias adequados para tratamento; recomendações para a preservação estética e estrutural da janela.

3.2.4. Investigação não destrutiva

Deve-se efectuar um diagnóstico, por pessoal especializado, de modo a avaliar as patologias da janela. Esta análise, não deverá pôr em causa a estrutura do elemento, sendo para isso, necessária a utilização de equipamento de ensaios não destrutivos.

O boroscópio é capaz de detectar anomalias internas, ou seja, irregularidades não perceptíveis à vista desarmada.

Existem outros detectores que possibilitam a detecção desse tipo de patologias. Estes, podem ser ferramentas de bricolage que identificam o tipo de ligações da janela e as fixações em metal. Nas janelas históricas, por vezes, é necessário localizar elementos de aço ou ferro, que serviam para corrigir defeitos.

A humidade é outra das patologias mais usuais em edifícios antigos. Por vezes, é difícil determinar se a humidade é proveniente: do solo, atingindo a janela por ascensão capilar; da própria parede; do telhado.

Para a medição eficaz do teor de humidade, devem-se utilizar aparelhos em que seja possível efectuar a calibração para cada material. Quando se trata de madeira, a determinação da sua espécie é relevante para o ensaio, uma vez que, estas possuem características diferentes.

Outros ensaios podem ser realizados, tais como: ensaios de estanquidade (permeabilidade ao ar e estanquidade à água); ensaios de comportamento sob variações térmicas (condições de verão e inverno); ensaios mecânicos.

3.2.5. Monitorização

É de salientar que a monitorização apenas fornece dados relativos a um determinado momento. As monitorizações de longo prazo, são as ideais porque fornecem dados mais precisos. Por vezes, as cavidades na argamassa ou até mesmo as marcas deixadas de prospecções anteriores, poderão ser mais úteis e esclarecedoras que a dita monitorização. Em certos casos, há a necessidade de avaliar a progressão de determinadas patologias, o que torna imprescindível a monitorização da janela ao longo de um ano, mês, semana ou até mesmo um único dia.

Quando se pretendem efectuar obras de reparação é indispensável o estudo das fundações e do tipo de solo em que o edifício se insere. Os movimentos verticais e horizontais do edifício, deverão ser medidos com a finalidade de avaliar a segurança do edifício histórico.

Para a avaliação das perdas térmicas em janelas, utilizam-se termopares no interior e exterior da fachada, sendo estes ligados a um computador que registará todas as transferências de calor.

3.2.6. Levantamentos

Os levantamentos, devem fornecer: detalhadamente, os reparos efectuados nesse edifício; eventuais reparos anteriores à obra; o âmbito da reparação.

O registo é parte integrante de vários documentos, onde é incluído o relatório detalhado de manutenção, conservação e segurança. Por vezes, há a tendência para omitir registos relacionados com a história passada do edifício, o que torna necessário a elaboração de estudos preliminares, antes de ser iniciada a obra de reparação.

3.3. Análise estrutural da janela

3.3.1. Aspecto estrutural

O significado estrutural da janela está normalmente associado ao seu tamanho. As janelas de menores dimensões são as melhores, pelo facto de não contribuírem para a encurvadura da padieira, devido ás reduzidas dimensões do vão.

Quando as dimensões das janelas são superiores a dois metros, há que avaliar a sua resistência ao vento. O vento institui forças de pressão e sucção que podem originar o colapso da janela. Em locais especiais, com acesso ao público, há que levar em conta todo o tipo de cargas.

Os elementos principais de uma janela, sob o ponto de vista dos requisitos para a transferência de carga e integridade estrutural, são: o arco sobre a janela, que transfere a carga vertical em torno da janela para os batentes e apoios laterais; a verga que também contribui na transferência de carga vertical para os apoios laterais; os linteis.

3.3.2. Deterioração da janela

A deterioração da janela, está por vezes relacionada com patologias da envolvente, as condições climáticas ou mesmo a presença de térmitas.

A reparação da janela, só poderá ser efectuada após a realização do diagnóstico das causas. Por vezes, a simples quebra de um vidro é pronuncio de um problema estrutural.

Os problemas relacionados com uma janela, poderão ter um impacto generalizado em toda a fachada, tais como: deformação ou deterioração da padieira; fixações e moldura da janela enferrujadas.

Uma simples fenda, pode ter sido criada propositadamente ou por propagação de outra anomalia. Normalmente, os defeitos múltiplos, estão associados à parte estrutural entre as fundações, tecto e paredes. Os danos, começam geralmente com ligeiros movimentos nas fundações, que posteriormente originam fissuras nas paredes, levando à desintegração do reboco interior e exterior e conseqüentemente ao colapso da janela.

Ensaio, diagnóstico e monitorização, são aconselhados para que seja determinada a gravidade do problema e para que seja elaborada uma avaliação fundamentada das obras necessárias de correcção.

As causas mais comuns, associadas à deterioração da janela, são: consolidação, que pode estar relacionada com um movimento cíclico associado à alteração do teor de humidade da argila; liquidação, normalmente associada ao vazamento de esgotos; vibrações, devido ao tráfego rodoviário; movimentação das coberturas, devido à idade avançada; falhas de colagem, quando as folhas interiores e exteriores de uma parede se começam a mover de forma independente. A argamassa de cal também pode deteriorar-se devido a vibrações ou penetração de água; humidade, provocando expansão ou encolhimento da parede; movimentos térmicos, originadas pela falta de juntas em edifícios de grandes dimensões; impacto de objectos; forças expansivas, devido à oxidação do ferro; causas desconhecidas (existem aspectos construtivos, que não são evidentes sem que se faça uma inspecção inicial).

3.3.3. Reparação estrutural de envolvente e da janela

As janelas em arco são as mais bem sucedidas, uma vez que, conseguem acomodar grandes movimentos na estrutura circundante, havendo mesmo indícios de que as paredes com arco têm um bom comportamento de resistência a sismos.

As recentes técnicas de reparação de arcos de alvenaria, muitas vezes, consistem na introdução de barras de aço inoxidável em qualquer lugar, radialmente ou paralelamente ao redor do arco.

Os reparos estruturais nos linteis de alvenaria, podem ter como objectivo: aumentar a capacidade de flexão do elemento; garantir que as paredes circundantes aguentem as forças de compressão.

Para se efectuar a preservação de linteis históricos, há a tendência para cavilhar ou ancorar os linteis rachados.

Os elementos de madeira, têm uma resistência idêntica, quer em compressão ou em tracção. Geralmente as suas limitações estão relacionadas com o excesso de presença de humidade, e quando os vãos são excessivamente grandes.

3.3.4. Conservação e reparação

Por vezes, surgem dificuldades em termos de avaliação da janela existente, provocadas pela alteração da concepção do edifício ou pela falta de experiência do técnico responsável pela avaliação. As questões mais pertinentes, que surgem aquando da elaboração de estudos de avaliação, são as seguintes:

- Será que a estrutura pode entrar em colapso em qualquer dia ?
- Podem os cálculos ou os modelos numéricos reflectir a realidade da situação?
- Se forem necessários reforços, que abordagens devem ser tomadas?
- As normas existentes são adequadas a este tipo de situação?

A incerteza da integridade do elemento, deverá ser, a principal regra a ter em conta quando se procede a obras de conservação ou reparação.

Existe uma série de dicotomias na conservação e filosofia da reparação que são sobretudo relevantes neste tipo de intervenção, tais como:

- a intervenção mínima deve prevalecer. Por vezes, poderá ser necessária uma intervenção a longo prazo devido à falta de verbas;
- as características devem ser equacionadas, de modo a não causar problemas no futuro. Todas as alterações devem ser reversíveis. Deve-se assumir que as soluções propostas para hoje poderão ser o problema de amanhã;
- as obras de carácter estrutural devem ser ocultas, de modo a não afectar a imagem característica do edifício;
- a utilização de vidros duplos, não deverá provocar alterações significativas no aspecto geral da janela;

- as técnicas e os materiais a utilizar devem coincidir com os originais. No caso da impossibilidade de tais procedimentos, deverão ser equacionados e ponderados os novos métodos a utilizar.

Na prática, os responsáveis pelo projecto, devem encontrar a solução mais correcta para que se possa intervir com segurança e eficácia. Em caso de dúvida, as questões deverão ser discutidas entre todos os especialistas nesta área, para que se possa chegar a uma solução de intervenção.

3.4. Desempenho e sustentabilidade da janela

3.4.1. Materiais e processos industriais de janelas de caixilharia de elevado desempenho



Fig. 15 – Comportamento de janelas inteligentes
 Fonte: <http://static.hsw.com.br/gif/smart-window-intro.jpg>

As janelas de elevado desempenho, contribuem para a redução dos consumos energéticos em cerca de 40%. Janelas em PVC são a alternativa mais vantajosa do ponto de vista ambiental uma vez que são 100% recicláveis e apresentam uma menor contribuição para as emissões de CO₂. Os seus caixilhos apresentam uma reduzida condutibilidade térmica. Todas as peças que constituem a janela (pingadeiras, pinázios,

batentes, etc.) foram pensadas e desenhadas de modo a criar uma harmonia estética entre todos os elementos.

Com a introdução das janelas inteligentes no mercado, embora ainda muito caras, poderemos manter a temperatura fresca do ambiente durante o verão e aquecida durante o inverno gastando pouquíssima energia eléctrica e, além disso, contribuir para melhorar o meio ambiente. A técnica poderá reduzir o consumo de energia com iluminação, ar-condicionado, aquecedores e ventiladores, em casa ou no trabalho. Quando ligada à energia eléctrica, a janela controla a luminosidade e impede que algumas frequências do espectro eletromagnético, como os raios infravermelhos, entrem no local. O produto foi criado aplicando-se conhecimentos relacionados com o electrocromismo, caracterizado pela mudança reversível de cor de alguns materiais quando submetidos a uma tensão eléctrica.

3.4.2. Instalação e manutenção de caixilharia de elevado desempenho

A sua instalação deverá ser efectuada por profissionais especializados e a sua manutenção é mínima, uma vez que se trata de material altamente sofisticado. O uso deste tipo de janelas, neste momento, ainda está pouco divulgado devido às empresas se encontrarem em fase de testes e ao facto das existentes no mercado ainda serem muito dispendiosas.

3.4.3. Normalização e qualidade de caixilharia de elevado desempenho

Actualmente, ainda não está em vigor nenhuma norma específica para caixilharia de elevado desempenho.

3.4.4. Física dos sistemas e requisitos técnicos da caixilharia de elevado desempenho

Este tipo de caixilharia, é um pouco mais complexo que os tradicionais. São sistemas inteligentes que proporcionam vários tipos de iluminação ao longo do dia.

De seguida, são enumeradas algumas das suas características: não fissura; não empena nem parte; duradoura; não necessita de manutenção; robusta e resistente; montagem com sistema de uniões invisíveis; anti-derrapante; não contém vernizes nocivos ao meio ambiente; resistente à água.

3.4.5. Melhoria da eficiência energética de uma janela histórica

A maioria das janelas históricas não tem a capacidade de dar cumprimento a valores de resistências térmicas tão baixas. A ventilação dos edifícios, também tem vindo a decrescer ao longo da história, as janelas permanecem cada vez mais fechadas por razões de segurança. A ventilação para a maioria das habitações domésticas é dividida em três tipos: utilização periódica de ventiladores mecânicos; aberturas de orifícios; abertura de janelas ou portas.

Também é de evitar a deterioração do edifício provocada pela humidade excessiva, bem como pela superlotação, também ela originária de altos níveis de humidade.

3.4.6. Melhoria da conservação de energia de uma janela histórica

No passado, fechar as cortinas era um excelente método de conservação de calor dentro de um edifício e, de facto, deve sempre ser recomendado para atenuar a perda de calor excessivo através de janelas históricas.

A substituição das ferragens por outras idênticas, mas com baixos índices de transmissão térmica é uma boa solução. A aplicação de vidros coloridos, vidros duplos, ou janelas duplas, poderão resolver alguns problemas térmicos,

3.4.7. Sustentabilidade da janela histórica

O segredo para a preservação de edifícios antigos é a manutenção regular. Será fácil de prever que os edifícios históricos têm um tempo de vida útil, quando, na verdade, as construções antigas podem durar por tempo indefinido.

A reparação de janelas, por vezes, torna-se difícil, pelo simples facto de alguns materiais recentes serem incompatíveis com os anteriores. No caso da madeira e da pedra, a sua substituição é simples.

Devem ser efectuadas inspecções periódicas, de modo a detectar as patologias na sua fase inicial, evitando assim, a sua substituição. Normalmente, os estragos são provocados pela humidade ou pela consequência ou sintoma de outros defeitos a que o edifício está sujeito.

A maioria dos materiais de edifícios antigos, podem ser reciclados. O chumbo pode ser derretido, enquanto que, o vidro ser re-utilizado. As telhas podem ser armazenadas, recuperadas e utilizadas posteriormente. As vigas de madeira, propiciam uma solução altamente sustentável na reparação de janelas danificadas.

A melhor contribuição para a sustentabilidade parte da educação, sensibilização e formação dos profissionais nas técnicas e processos de preservação, bem como a compreensão patológica e holística dos processos de investigação.

O desempenho a longo prazo das janelas, depende da sua estanqueidade. A escolha imprópria e aplicação de pintura, poderá proporcionar a entrada de água e ataques ultravioletas. As janelas viradas a sul, devido á sua exposição, são as que apresentam maior deterioração nos quadros e caixilhos. A negligência, a falta de verbas, a mão de obra inadequada e o uso de materiais impróprios são, muitas vezes, a razão para a deterioração antecipada.

Existem várias medidas que podem ser consideradas, com a finalidade de se minimizarem as perdas térmicas em edifícios antigos, tais como: instalação de persianas acopladas de isolante térmico; manutenção da madeira e das partes metálicas; aplicação de vidros secundários que permitam manter a integridade da janela original; aplicação

no vidro de películas de protecção térmica; manutenção regular e controlo da humidade na janela; calafetagem discreta; colocar isolante no pavimento.

Vale a pena salientar que a introdução de vidros secundários, pode reduzir quase para metade o valor do U. A colocação de persianas pode reduzir o valor de U para um terço. Também é importante, não esquecer que, é mais sustentável e eficiente energeticamente manter os edifícios históricos do que construir de novo.

3.5. Referências bibliográficas do capítulo 3

- (1) TUTTON, Michael; HIRST, Elizabeth – “Windows – history, repair and conservation”; Donhead, 2007; pp. 179 a 242.
- (6) LOPES, F.; CORREIA, M.B. – “Património Arquitectónico e Arqueológico – Cartas, Recomendações e Convenções Internacionais”; Livros Horizonte, 2004; pp. 41 a 297.
- (7) USDA Wood Handbook, United States Department of Agriculture; March 1999; Chapter 8.
- (8) <http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/standardization/harmstds/reflist/construct.html>
- (9) Câmara Municipal de Vila Real
- (10) Câmara Municipal de Torre de Moncorvo
- (11) Regulamento Geral das Edificações Urbanas

4. MATERIAIS E INTERVENÇÕES DE CONSERVAÇÃO E REPARAÇÃO⁽¹⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾

4.1. Madeira

4.1.1. Madeiras utilizadas na construção de janelas tradicionais

Nos tempos que correm, pode-se encontrar na maioria das serrações, todo o tipo de madeiras, quer sejam elas de origem nacional ou internacional. As madeiras mais

utilizadas na construção de janelas tradicionais são o pinho, o carvalho, o castanho, o mogno, a kambla e a casquinha.

4.1.2. Carpintaria e marcenaria

A arte de trabalhar a madeira é tão antiga quanto a existência humana. O aparecimento da energia eléctrica constitui um importante factor de progresso. O emprego de serras eléctricas, circulares e transversas, tornos, prensas, assim como máquinas de precisão para serrar, aplainar e perfurar grandes superfícies, veio impulsionar e reduzir o tempo de fabrico destes artefactos. A carpintaria e marcenaria são termos usados para definir um conjunto de técnicas com as quais, desde a antiguidade, o homem trabalhou na modificação da madeira. Os primeiros objectos a serem fabricados com este material foram, móveis, ferramentas, utensílios e outros objectos.

Carpintaria –

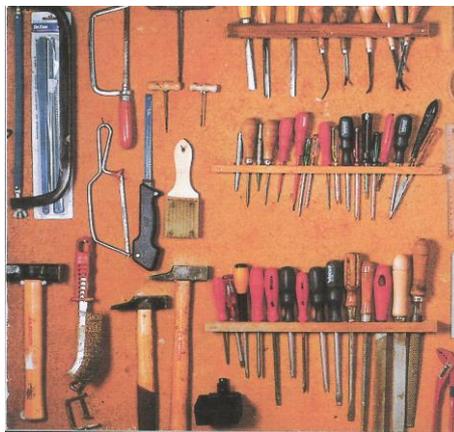


Fig. 16 - Carpintaria (GOMES, A.M.; 2009)

A carpintaria é uma oficina onde é trabalhada a madeira. Esta pode ser dividida em carpintaria de armar e de oficina, onde são incluídos sobretudo as intervenções de corte, moldagem, entalhe e junção. Chamamos carpintaria de armar, aos trabalhos de construção de estruturas, vigamentos, escadarias e outros elementos que intervêm na

edificação. A carpintaria de oficina, é aquela que é especializada na fabricação de portas, janelas e outras peças que exijam acabamentos cuidadosos.

O carpinteiro deve ter conhecimentos básicos no que respeita a aritmética, ter noções de geometria e desenho arquitectónico para realizar cortes e encaixes, imperiosos à obra. Deve estar apto a fazer diversos tipos de articulação, entalhe, junção e união, usados de acordo com o tipo de obra e com a espécie e resistência da madeira empregada. As principais ferramentas de carpintaria foram fabricadas em aço, chumbo ou ligas especiais, e com múltiplas aplicações, tais como, martelos, talhadeiras, formões, torqueses, alicates, grosas, plainas, puas, chaves de fenda, esquadros, régua, graminhos, enxós, serras mecânicas, serrotes, trados, tornos, verrumas, limas, e machados e banco de carpinteiro.

As primeiras ferramentas utilizadas na produção de objectos de madeira, datam das idades do bronze e do ferro, pois os cortes e entalhes feitos na madeira com a ajuda de instrumentos de pedra não podem ser qualificados como trabalhos de carpintaria. À medida que o homem começou a produzir peças mais elaboradas, as suas ferramentas passaram a sofrer um processo contínuo de transformação e tornaram-se cada vez mais especializadas e eficazes.

Marcenaria –



Fig. 17 – Marcenaria (GOMES, A.M.; 2009)

A marcenaria é arte de transformar a madeira num objecto útil ou decorativo. Esta, surgiu da carpintaria e resultou do aperfeiçoamento tecnológico e estético,

compreendendo o conjunto de técnicas empregadas no tratamento e ornamentação da madeira para a fabricação de móveis, lambris, painéis, objectos de decoração ou de uso pessoal. A diferença entre as duas actividades reflete-se mesmo numa significativa diferença de status social entre o marceneiro e o carpinteiro. Este último, quer trabalhe como auxiliar do primeiro, quer de maneira autónoma, ocupa-se dos aspectos mais rudes de preparação ou fabricação de peças de madeira, tanto na área do mobiliário quanto na da construção civil.

Este ofício, desenvolveu-se sobretudo a partir do século XVI, em países como a França e a Itália, com a fabricação de móveis e objectos decorativos de madeira. O seu auge corresponde ao período do rococó francês, quando o desenvolvimento dos elementos decorativos alcançou grande importância. O termo, inicialmente, foi empregado apenas para designar os trabalhos de móveis fabricados com madeira de alta qualidade.

A evolução deste sector, porém, acabou por fazer com que este termo passasse a ser utilizado para designar todos os processos de fabrico, acabamento, restauro e decoração de peças de mobiliário. A produção em série acabou por determinar uma grande mudança nas atribuições do marceneiro: de um modo geral, só continuou a ser reconhecido como artista no sector do restauro de móveis antigos.

4.1.3. Tipos de janelas de caixilharia de madeira

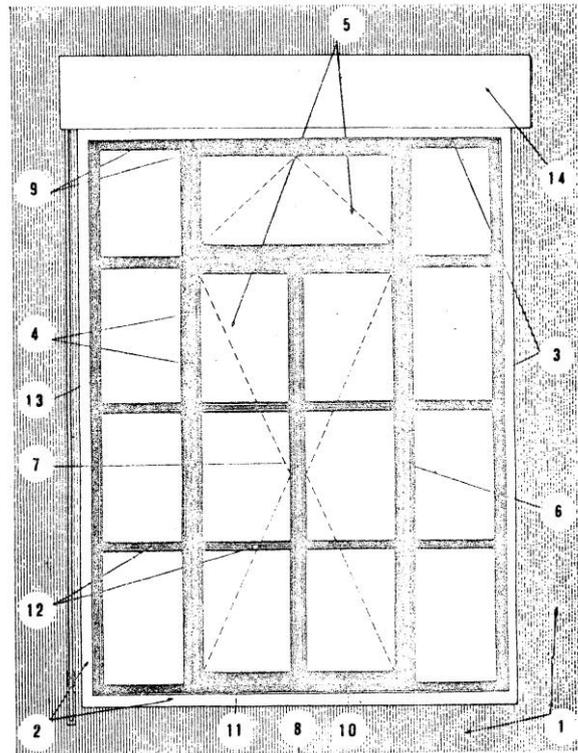


Fig. 18 – Definição dos elementos da janela (LNEC, 1976)

1 – Enquadramento do vão	6 – Preenchimento	11 – Borracha
2 – Guarnecimento do vão	7 – Couceira de batente	12 – Pinázio
3 – Aro, marco	8 – Mainel, montante	13 – Bite
4 – Caixilho fixo ou móvel	9 – Travessas	14 – Caixa
5 – Folha, batente	10 – Tábua de peito	

No mercado nacional, existem várias empresas especializadas neste domínio. Todas elas comercializam vários tipos de janelas e caixilharias, podendo estas, ser fabricadas de acordo com os gostos do cliente. As janelas têm como função, permitir a entrada de luz e/ou ventilação adequada ao compartimento em questão. Estas são formadas pelo caixilho e pelo aro de pedraria; o primeiro costuma ser móvel e o segundo fixo á cantaria. O caixilho, quando se destina unicamente a dar luz, é fixo, como é o caso das janelas das fábricas, das oficinas e portas e janelas de bandeira. O mesmo, geralmente, é formado por couceiras, travessas e pinázios horizontais. O vão, também costuma ser dividido em duas partes, em que a travessa de bandeira é a

responsável por essa separação e a moldura anterior deverá ter acoplado um pingadouro ou lacrimal. Também existem caixilhos de balanço, geralmente usados em escolas e hospitais, etc., devido ao seu bom desempenho em termos de ventilação. Apresentam formato rectangular e giram segundo o seu eixo horizontal ou vertical.

Relativamente ao tipo de janelas, podemos classificá-las em janelas fixas, janelas de movimento simples e janelas de movimento composto, no que diz respeito ao movimento das folhas. Por outro lado, também é possível classificá-las em termos do seu preenchimento, ou seja, em função do seu isolamento acústico ou térmico.

De seguida, poderemos observar alguns desses modelos de janelas:

Janelas fixas

- Tipo 0

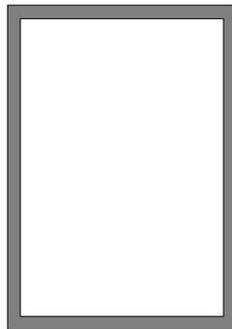


Fig. 19 – Janela fixa (GOMES, A.M.; 2009)

Este tipo de janelas não possui partes móveis, pelo que a sua função se limita, quase que exclusivamente, à iluminação. A sua utilização é muitas vezes complementada por janelas móveis.

Janelas de movimento simples

- Tipo I

- Janelas giratórias de eixo vertical

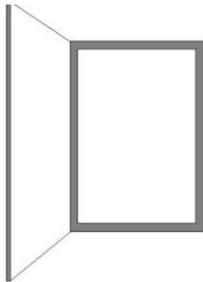


Fig. 20 – Janela de uma folha
(GOMES,A.M.; 2009)

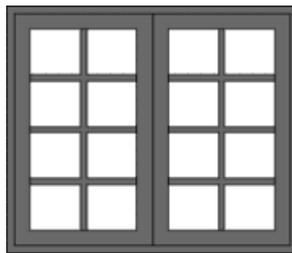


Fig. 21 – Janela de duas folhas
(GOMES,A.M. ; 2009)



Fig. 22 – Janela de duas folhas
em arco (GOMES,A.M.;2009)

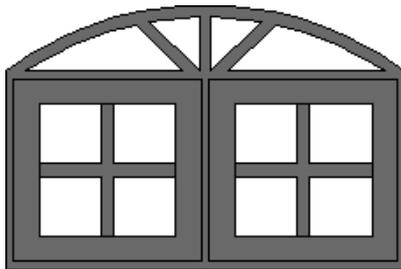


Fig. 23 – Janela de duas folhas com bandeira
(GOMES,A.M. ; 2009)

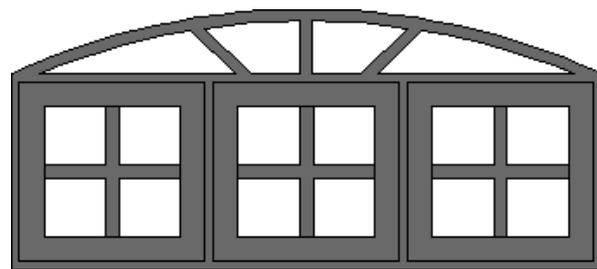


Fig. 24 – Janela de três folhas com bandeira
(GOMES,A.M. ; 2009)

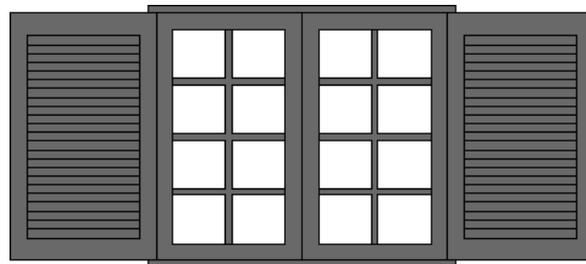


Fig. 25 – Janela de duas folhas com portadas
(GOMES,A.M. ; 2009)

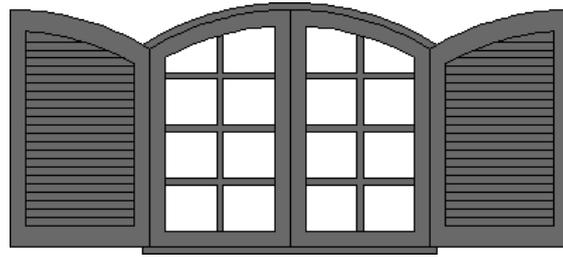


Fig. 26 – Janela de duas folhas em arco com portadas (GOMES,A.M. ; 2009)

As janelas giratórias de eixo vertical, podem ser de uma ou duas folhas. As folhas são móveis por rotação em torno de um eixo vertical fixo, que fica situado ao longo de uma das couceiras. A sua abertura tanto pode ser para dentro (à francesa) como para fora (à inglesa).

- Janelas giratórias de eixo horizontal



Fig. 27 – Janela de eixo superior de abrir para dentro (GOMES,A.M. ; 2009)

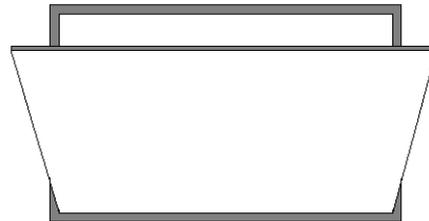


Fig. 28 – Janela de eixo inferior de abrir para dentro (GOMES,A.M. ; 2009)



Fig. 29 – Janela de eixo superior de abrir para fora (GOMES,A.M. ; 2009)

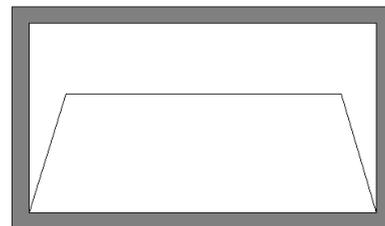


Fig. 30 – Janela de eixo inferior de abrir para fora (GOMES,A.M. ; 2009)

No que diz respeito a este tipo de janelas, podemos dizer que são em tudo semelhantes às anteriores, excepto no eixo de rotação, que neste caso se situa na horizontal. Tanto podem abrir para fora como para dentro; as que abrem para dentro e têm eixo inferior chamam-se “*janelas de ventilação*” e as que abrem para fora e têm eixo superior chamam-se “*janelas de viseira*”.

Tipo II

- *Janelas basculantes*

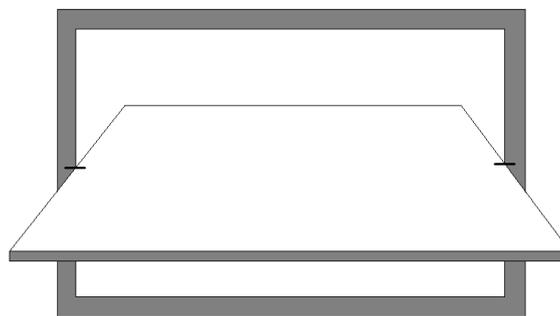


Fig. 31 – Sobre eixo médio (GOMES,A.M. ; 2009)



Fig. 32 – Sobre eixo superior
(GOMES,A.M. ; 2009)

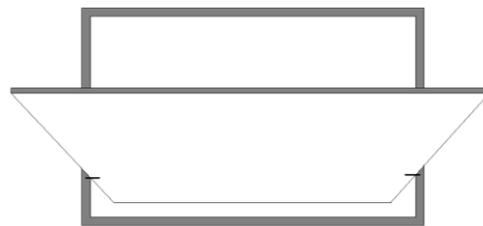


Fig. 33 – Sobre eixo inferior
(GOMES,A.M. ; 2009)

As janelas basculantes, normalmente têm uma folha e abrem por rotação em torno de um eixo horizontal qualquer, não devendo este estar situado nas extremidades das folhas.

- *Janelas pivotantes*

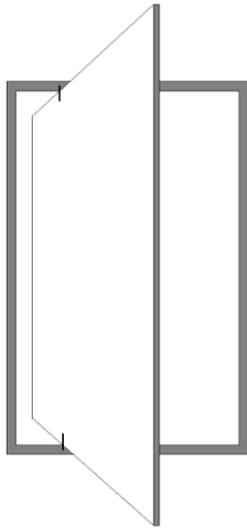


Fig. 34 – Sobre eixo lateral
(GOMES,A.M. ; 2009)

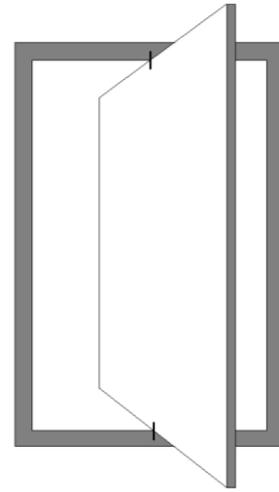


Fig. 35 – Sobre eixo médio
(GOMES,A.M. ; 2009)

As janelas pivotantes abrem por rotação em torno de um eixo vertical qualquer, não situado nas extremidades das folhas e são quase sempre constituídas por uma folha.

- *Janelas gelosia (de lâminas orientáveis)*

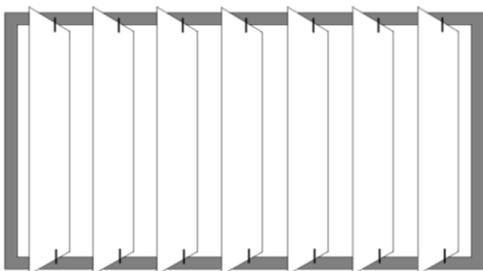


Fig. 36 – de réguas verticais (GOMES,A.M. ; 2009)

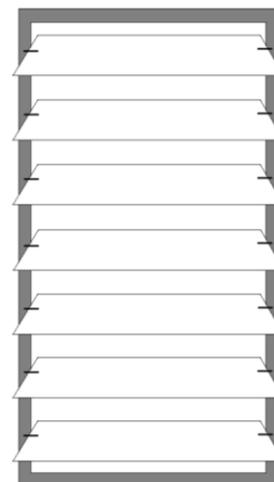


Fig. 37 – de réguas horizontais
(GOMES,A.M. ; 2009)

São constituídas por lâminas orientáveis, dispostas horizontal ou verticalmente e justapõem-se umas sobre as outras.

- Tipo III

- Janelas de correr

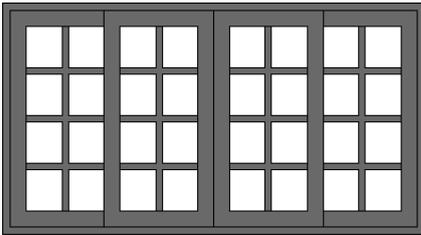


Fig. 38 – Janela de correr
(GOMES,A.M. ; 2009)

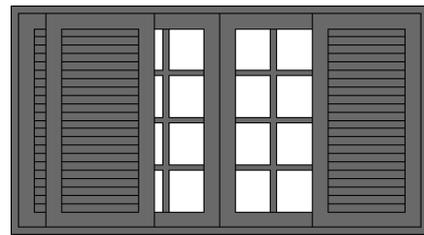


Fig. 39 – Janela de correr com portadas
(GOMES,A.M. ; 2009)

As janelas de correr são constituídas por uma ou mais folhas móveis através de translação horizontal no seu próprio plano.

- Tipo IV

- Janelas de guilhotina

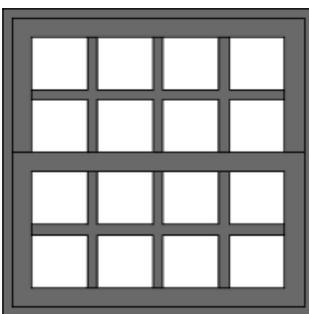


Fig. 40 – Janela de guilhotina
(GOMES,A.M. ; 2009)

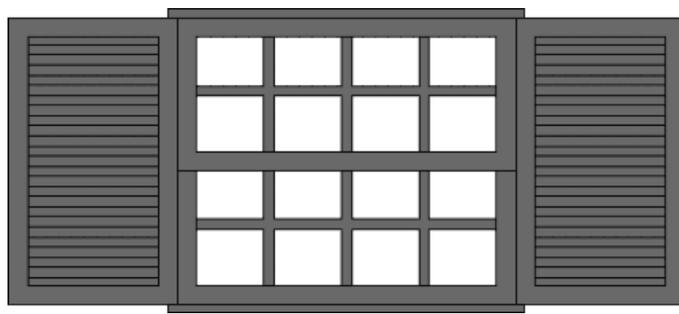


Fig. 41 – Janela de guilhotina com portadas
(GOMES,A.M. ; 2009)

São janelas com uma ou mais folhas (sobrepostas) móveis que funcionam através de translação vertical no seu próprio plano.

Para que sejam possíveis os trabalhos de limpeza, é possível rodar as folhas de modo a que as faces exteriores fiquem acessíveis do interior.

Janelas de movimento composto

- Tipo V

- Janelas de viseira com eixo deslizante



Fig. 42 – Janela de viseira simples
(GOMES,A.M. ; 2009)

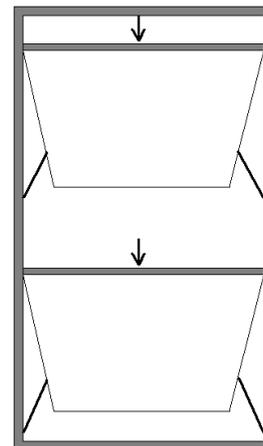


Fig. 43 – Janela de viseira múltipla
(GOMES,A.M. ; 2009)

Normalmente, têm uma ou mais folhas sobrepostas (viseira múltipla) e abrem para o exterior (eventualmente para o interior), por meio de rotação em torno de um eixo horizontal localizado ao nível da travessa alta da folha, e simultâneamente móvel por translação deste mesmo eixo no plano vertical.

- *Janelas de ventilação com eixo deslizante*



Fig. 44 – Janela de ventilação simples
(GOMES,A.M. ; 2009)

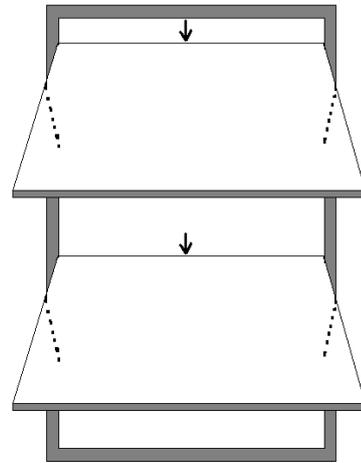


Fig. 45 – Janela de ventilação múltipla
(GOMES,A.M. ; 2009)

Têm uma ou mais folhas sobrepostas (ventilação múltipla) e abrem para o interior (ou para o exterior), por rotação em torno de um eixo horizontal que se situa ao nível da travessa baixa da folha, e é em simultâneo móvel por translação deste eixo no plano vertical.

- *Janelas de folhas equilibradas com eixos horizontais deslizantes*

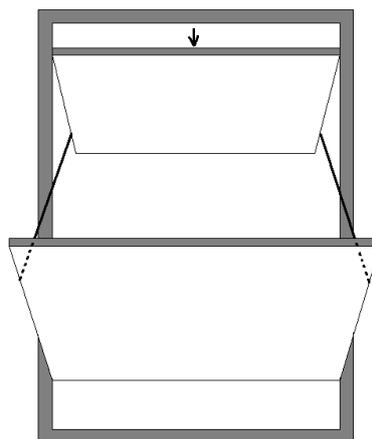


Fig. 46 – Janela de folhas equilibradas com eixos horizontais deslizantes
(GOMES,A.M. ; 2009)

É janela que tem duas folhas, sendo uma de cada um dos tipos anteriormente referidos (janela de viseira com eixo deslizante e janela de ventilação com eixo deslizante) e são equilibradas entre si.

- *Janela de fole (acordeão)*

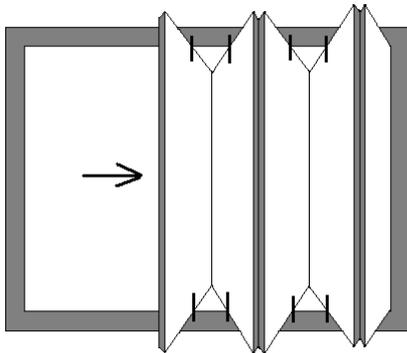


Fig. 47 – Janela com eixo central deslizante
(GOMES,A.M. ; 2009)

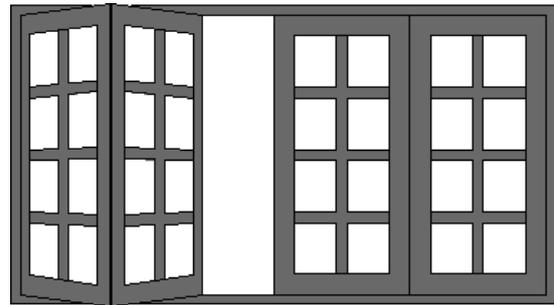


Fig. 48 – Janela com eixo lateral deslizante
(GOMES,A.M. ; 2009)

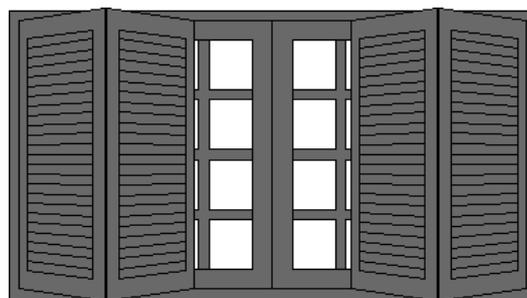


Fig. 49 – Janela com eixo lateral deslizante e portadas
(GOMES,A.M. ; 2009)

Trata-se de uma janela que é composta por duas ou mais folhas que ao abrir se dobram umas sobre as outras através de deslizamento sobre os seus eixos de rotação. Os eixos tanto podem estar situados no centro como nas couceiras das folhas.

- Tipo V

- Janelas especiais

As janelas com este nome são constituídas por combinação de duas ou mais janelas dos tipos atrás mencionados.

Também recebem esta designação as janelas que, pelas mesmas características, não pertençam a qualquer dos tipos já referenciados.

4.1.4. Folhas e batentes

As folhas e os batentes são as partes móveis de uma janela, pode-se mesmo dizer que se trata de um caixilho móvel com preenchimento.

No mercado, é possível encontrar os mais variados tipos e formas de folhas e batentes, sendo as mais vulgares, as de folha simples e dupla, embora existam também, as de folha tripla e quádrupla.

4.1.5. Reparação e conservação de janelas tradicionais de madeira

O *design* das janelas de alguns edifícios históricos, são um factor preponderante na avaliação do carácter arquitectónico desses mesmos edifícios. A sua construção, o seu desenho ou mesmo outras das suas qualidades, podem fazer com que elas sejam merecedoras de preservação. Este cenário, tanto pode ser evidente para as janelas ornamentais, como também pode ser verdade para armazéns ou fábricas em que as janelas sejam o elemento visual dominante desse edifício que, de outra forma, não seria alvo de atenção. A avaliação do significado dessas janelas e o planeamento da sua reparação podem ser um procedimento complexo envolvendo considerações objectivas e subjectivas.

A avaliação do significado histórico ou arquitectónico das janelas é o primeiro passo no planeamento da reparação dessas mesmas janelas, e é essencial existir uma compressão geral da função e da história das janelas para se poder fazer a sua adequada

avaliação. Como complemento desta avaliação, devemos considerar as quatro funções básicas das janelas, que são : a admissão de luz nos espaços interiores, o fornecimento de ar fresco e de ventilação ao interior, o estabelecimento de uma ligação visual com o mundo exterior, e a valorização da aparência do edifício. Nenhum factor unitário pode ser ignorado quando se planeia o tratamento de janelas. Se por exemplo, tentarmos conservar energia, com o fecho ou através da redução dos vãos das janelas, pode resultar no aumento dos consumos eléctricos com a iluminação e pela diminuição dos ganhos solares passivos no aquecimento. De acordo com a história, as primeiras janelas nas casas Americanas primitivas eram janelas de abrir para fora, ou seja, elas tinham dobradiças num dos lados e rodavam para o exterior. Nos princípios do século XVIII surgiram as primeiras janelas suspensas simples e duplas. Mais tarde, vários estilos destas janelas de guilhotina tornaram-se associados a períodos específicos de estilos arquitectónicos, e isto é uma consideração muito importante para a definição do significado das janelas, especialmente sob um ponto de vista regional e local.

Deverão ser efectuadas comparações arquitectónicas específicas, a nível regional, para se determinar o significado das janelas em questão. Embora estas comparações se dirigiram aos tipos específicos de janelas e seus pormenores, a determinação decisiva do significado deve ser feita dentro do contexto do conjunto do edifício, do qual as janelas são apenas um dos elementos arquitectónicos.

Após todos os factores terem sido avaliados, as janelas devem ser consideradas como significativas para um edifício, se elas : forem originais; reflectirem o projecto originalmente pretendido para o edifício; reflectirem um determinado período, ou um estilo regional, ou práticas construtivas; reflectirem alterações ao edifício resultantes de períodos ou de acontecimentos significativos; forem exemplos de uma excepcional boa execução ou projecto.

Uma vez completada esta avaliação de significado, avança-se para o planeamento de tratamentos adequados, começando-se por uma investigação às condições físicas da janela.

A chave de um planeamento de sucesso para o tratamento de uma janela é uma avaliação meticulosa das condições físicas existentes. Pode-se utilizar um sistema gráfico ou fotográfico para se registarem as condições existentes e para realçar o objecto das reparações necessárias a realizar. Outro método eficaz é realização de uma ficha por

janela onde são registadas todas as partes componentes de cada janela. Quando uma ficha destas está bem elaborada, ela indica exactamente as tarefas que se devem executar na reparação de cada unidade. Em qualquer avaliação, devemos anotar, pelo menos : a localização da janela; a condição da pintura; a condição da moldura e do peitoril; a condição da folha de janela (calhas, couceiras e travessas); problemas com os vidros; ferragens; a condição global da janela (excelente, boa, fraca, e outras).

Existem vários factores, tais como um mau projecto, actos de vandalismo, a humidade, o ataque efectuado por insectos, e a falta de manutenção, que podem contribuir para a degradação de uma janela, mas a humidade é o factor principal que contribui para a degradação da madeira de uma janela. Deve-se inspeccionar todas as janelas para se averiguar se está a entrar água pelo contorno da moldura e, se for esse o caso, as juntas ou uniões devem ser reparadas com uma massa própria para o efeito, de modo a eliminar esse risco. Devemos analisar a massa de vidraceiro, com o intuito de detectar secções estaladas, soltas ou em falta, que permitem à água saturar a madeira, especialmente nas juntas. A massa preta do lado interior do vão também deve ser inspeccionada, porque ela cria uma selagem que evita que a condensação escorra para baixo até à marcenaria. Também devemos garantir que a tábua de peito ou peitoril está inclinado para o lado de fora do edifício e que deixa a água drenar para o exterior. Além disso, pode ser aconselhável recortar-se uma pingadeira ao longo da face inferior do peitoril. Este tratamento, quase invisível, vai garantir um adequado escoamento da água, particularmente, se o fundo do peitoril for plano. Devem ser corrigidas todas as anomalias, inclusivamente um projecto original fraco, que permitam que a água entre em contacto com a madeira ou empoce o peitoril, já que contribuem para a degradação da janela.

Uma pista para a localização de áreas com humidade excessiva é o estado de conservação da pintura. Portanto, devem-se examinar todas as janelas com o objectivo de detectarem áreas com falhas na pintura. A deterioração da pintura não deve ser, no entanto, erradamente interpretada como sinal de que a madeira está em má condição e que, por isso, é irreparável. A madeira está, frequentemente, em condição física saudável, mesmo por baixo de uma pintura deteriorada. Depois de termos registado as áreas com falhas na pintura, o próximo passo é inspeccionarmos a condição da madeira, particularmente nos pontos identificados durante o exame à pintura.

Devem ser examinadas todas as janelas para determinação da boa saúde operacional, começando pelas partes inferiores da moldura e do aro. A água da chuva e de condensação pode escorrer para baixo ao longo da janela, entrando e acumulando-se em pontos onde o seu curso seja obstruído. O peitoril, as juntas entre o peitoril e a ombreira, os cantos das calhas e as juntas das travessas são os pontos típicos onde a água se acumula e onde a degradação começa. A operação da janela (a abertura e o fecho contínuos ao longo dos anos) e as alterações sazonais de temperatura enfraquecem as juntas, provocando movimentos e ligeiras separações. Este processo faz com que as juntas fiquem mais vulneráveis à água, a qual é prontamente absorvida pela madeira. Se existir uma degradação excessiva nestas áreas, ela é facilmente detectável por inspecção visual, mas podem ser encontradas outras áreas da madeira menos severamente degradadas por dois métodos tradicionais que usam um pequeno picador de gelo.

Podemos usar um picador de gelo ou um furador para se examinar a saúde da madeira. A técnica consiste, unicamente, em espetar-se o picador, em ângulo inclinado, numa superfície da madeira molhada e tentar-se destacar uma pequena porção de madeira. A madeira saudável vai separar-se em lascas fibrosas e compridas, mas a madeira degradada vai-se levantar em pequenas porções irregulares, consequentes da perda de resistência das suas fibras.

Outro método para se avaliar a sanidade de uma madeira consiste em forçar-se um objecto aguçado contra a madeira, perpendicularmente à superfície. Se a degradação tiver começado pelo lado oculto de uma peça de madeira mas o seu coração estiver gravemente degradado, a superfície visível pode parecer que é de madeira saudável. Se pressionarmos o objecto de ensaio através dessa pele aparentemente saudável, ele vai penetrar profundamente na madeira degradada. Esta técnica é particularmente útil para se experimentarem tábuas de peito em que seja restrito o acesso à sua superfície inferior.

Após esta inspecção e análise dos seus resultados, torna-se evidente o objectivo das reparações necessárias e pode ser formulado um plano para a reabilitação. Na maioria das vezes, as acções necessárias para se reverter uma janela a uma condição de “como nova” vão cair dentro de três amplas categorias :

1) procedimentos de manutenção de rotina – Classe de reparação I;

- 2) estabilização estrutural - Classe de reparação II;
- 3) substituição de partes – Classe de reparação III.

Reparação de Classe I : Manutenção de Rotina - As reparações de janelas em madeira são, normalmente, muito consumidoras de mão-de-obra mas relativamente pouco complicadas. Em obras de pequena escala, para se economizar dinheiro, o proprietário poderá efectuar a sua reparação. Nas obras com maior dimensão isto representa uma justificação para se gastarem em reparações, tempo e dinheiro que, de outra forma, poderiam ser gastos na remoção e na substituição das janelas existentes, consequentemente poupando-se assim a totalidade ou parte dos custos com os materiais associados a janelas novas. Independentemente dos custos reais, ou de quem executa o trabalho, o método de avaliação exposto anteriormente proporciona o conhecimento a partir do qual se especifica um adequado programa de trabalho, se estabelecem as prioridades elementares do trabalho e se identifica o nível de aptidões necessárias para a mão-de-obra.

A manutenção de rotina necessária para repor as condições originais de uma janela inclui, geralmente, os seguintes passos :

- 1) algum grau de remoção da tinta interior e exterior;
- 2) a remoção e a reparação da folha de janela (incluindo a substituição de vidros, onde necessário);
- 3) reparações do aro;
- 4) a vedação de juntas e a reinstalação da folha de janela;
- 5) a repintura.

Estas operações são empregues na janela de dupla guilhotina típica, em madeira, mas podem ser adaptadas como aplicáveis a outros tipos e estilos de janelas.

As janelas históricas, usualmente, vão adquirindo muitas camadas de tinta ao longo do tempo. A remoção das camadas em excesso e da tinta descamada ou esfarelada vai facilitar o funcionamento da janela e vai restituir a clareza da pormenorização original. Também é necessário um certo grau de remoção de tinta como primeiro passo da preparação de uma superfície para receber o novo acabamento seguinte (se for

desejada uma análise à cor da tinta, ela deve ser executada antes do início da remoção dessa tinta). Existem diversas técnicas seguras para a remoção da tinta da madeira, conforme a quantidade de tinta que se vai retirar.

A remoção da tinta deve começar pelos aros interiores, removendo-se muito delicadamente a tinta do batente interior e do perfil de vedação. Isto pode ser obtido fazendo-se correr uma faca ao longo do perfil de vedação, para se cortar a colagem feita pela tinta. Depois vai ser muito mais fácil remover-se o batente, o perfil de vedação e a folha da janela. O batente interior pode ser solto da folha de janela, logo no princípio, para se evitar riscar-se a madeira, e depois é retirado pouco a pouco usando-se um par de betumadeiras e forçando-se o batente, para baixo e para cima, em pequenos avanços. Depois de extraís o batente, a folha de janela interior ou móvel também pode ser retirada. Os cabos de suspensão da janela devem ser destacados dos lados da folha de janela e os seus extremos devem ser fixados com um prego ou atados com um nó para se evitar que caiam no alojamento do contrapeso.

A remoção da folha de janela superior, nas janelas de movimento duplo, é análoga, mas o perfil de separação que as mantém fechadas está montado num rasgo no centro da ombreira e é mais fino e mais delicado que o batente interior. Depois de se remover toda a tinta do perfil de vedação, o perfil de separação deve ser cuidadosamente removido e trabalhado já livre, da mesma forma que foi feito para o batente interior. De seguida, pode ser removida a folha de janela superior, da mesma forma que a inferior, e são levadas as duas para uma área de trabalho cómoda (para se retirar a folha inferior, o batente interior e o perfil de separação só têm que ser retirados num dos lados da janela). Os vãos das janelas podem ser tapados com folhas de plástico ou com contraplacado enquanto as folhas dessas janelas estão a ser reparadas.

A folha de janela pode ser decapada da tinta usando-se técnicas adequadas, mas se for usado algum tratamento a quente, o vidro deve ser retirado ou protegido contra as alterações bruscas de temperatura que podem provocar quebras. Uma cobertura em folha de alumínio, em gesso cartonado ou em amianto podem proteger os vidro contra estas alterações rápidas de temperatura. É muito importante que se proteja o vidro porque ele pode ser histórico e, frequentemente, acrescenta carácter à janela. A massa degradada deve ser removida manualmente, os suportes metálicos que suportam os vidros devem ser extraídos e os vidros são numerados e removidos para limpeza e

posterior reutilização nas mesmas aberturas. Com os vidros extraídos, a massa sobranete deve ser retirada e a folha de janela pode ser lixada, remendada e receber um primário de preparação e imunização. A massa endurecida nos rebaixos da madeira deve ser amolecida com um ferro de soldar, até chegar ao ponto em que pode ser removida. A massa que ficar empregnada nos vidros pode ser amolecida lavando-se esses vidros com óleo de linhaça, sendo depois removida com menos risco de se partir algum vidro. Antes de se re-instalarem os vidros, deve ser aplicada uma camada de massa de vidraceiro ou de massa de óleo de linhaça em redor do rebaixo da madeira para almofadar e selarem esses vidros. A massa de vidraceiro apenas deve ser aplicada sobre madeira que já tenha sido pincelada com óleo de linhaça e que recebeu um primário à base de óleo, ou que já foi pintada anteriormente. O vidro é, depois, comprimido no seu alojamento e os suportes metálicos são cravados na madeira em redor do perímetro desse vidro.

Para concluir a selagem, a massa de vidraceiro, ou de óleo, é aplicada em chanfro. A janela pode ser acabada conforme desejado pelo interior, e pintada pelo exterior, logo que se forme uma “pele” sobre a massa, normalmente passados 2 ou 3 dias. Para se obter uma selagem perfeita contra os elementos climatéricos, a pintura exterior deve recobrir a massa chanfrada de vidraceiro ou de óleo e sobrepor ligeiramente o vidro. Posteriormente ao tempo de cura apropriado para a tinta e para a massa, a janela fica pronta para ser reinstalada.

Desde que a janela esteja fora da moldura, pode-se avaliar a condição da madeira das ombreiras e do peitoril. O acabamento e a reparação da moldura podem ser feitos em simultâneo com as reparações da folha de janela, retirando-se vantagem dos tempos de cura da tinta e da massa usadas na janela. Uma dos trabalhos mais habituais é a substituição dos cabos de suspensão por novos cabos em corda ou por correntes. A instalação de contrapesos é, frequentemente, acessível por uma porta que fica na face da moldura, por baixo do peitoril, mas se não existir nenhuma porta, pode ser retirada a ornamentação da face inferior para se ter esse acesso. O peso dos contrapesos pode ser alterado para se ter uma movimentação da janela mais fácil para as pessoas idosas ou deficientes. Entre as reparações adicionais da moldura e da folha de janela podem estar incluídas a consolidação ou a substituição da madeira degradada. As operações que acabamos de enunciar, são aquelas que são necessárias para se restaurar uma janela que

tenha presente uma ligeira degradação até à condição de “como nova”. Estas técnicas podem ser aplicadas por qualquer pessoa não qualificada, com um mínimo de treino e de experiência.

Reparação de Classe II : Estabilização - A descrição anterior de um trabalho de reparação de uma janela era dirigida a uma unidade que se apresentava operacional. Mas muitas janelas vão apresentar algum grau adicional de degradação física, especialmente nas áreas vulneráveis mencionadas anteriormente. No entanto, mesmo as janelas seriamente danificadas podem ser reparadas usando-se processos simples. A madeira parcialmente danificada pode ser reconstruída, remendada, impermeabilizada, ou consolidada e, depois, pintada para se conseguir uma condição saudável, uma boa aparência, e uma vida substancialmente prolongada. São discutidas, nesta secção, três técnicas para a reparação da madeira parcialmente degradada ou agredida pelos elementos climáticos, e todas as três podem ser executadas usando-se produtos à venda na maioria das lojas de materiais de construção.

Uma técnica comprovada para a reparação da madeira que está lascada, rachada ou que apresenta sinais de podridão é :

- 1) secar a madeira;
- 2) tratar as áreas degradadas;
- 3) impermeabilizar com duas ou três aplicações de óleo de linhaça fervido (aplicações espaçadas de 24 horas);
- 4) preencher as fendas ou os buracos com massa;
- 5) depois de ser formada uma “pele” sobre a massa, pintar a superfície.

Devemos ser cautelosos relativamente ao uso de fungicidas porque são tóxicos. Devem-se adoptar as recomendações do fabricante e aplicar os fungicidas apenas nas áreas que vão ser pintadas. Sempre que se emprega uma qualquer técnica de remendo ou de preenchimento numa superfície plana, essa superfície, depois de acabada, deve ficar ligeiramente inclinada para escorrer a água para fora da janela e não permitir que ela se acumule. As juntas entre as ombreiras e o peitoril devem ser preenchidas para se reduzirem as futuras penetrações de água.

Sempre que os peitoris e outras peças exibam sinais de agressão pelos elementos climáticos, também podem ser reconstruídos usando-se massas para reconstituição de madeira ou misturas caseiras, tais como de serradura misturada com cola para madeira, ou de cré com verniz. Estas misturas podem ir sendo sobrepostas em camadas sucessivas, depois lixadas, recebem o primário e depois são pintadas. Aplica-se a esta técnica as mesmas precauções sobre a inclinação adequada das superfícies planas.

A madeira também pode ser fortalecida ou estabilizada por consolidação, usando-se epóxis semirígidos que vão saturar os poros da madeira degradada, endurecendo a seguir. Depois a superfície da madeira consolidada pode ser preenchida com um composto epóxico semirígido de remendar, lixada e pintada. Estes compostos epóxicos de remendar podem ser usados para se reconstituírem as secções em falta ou os topos degradados das peças. Os perfis podem ser duplicados usando-se moldes manuais que se criam pressionando-se uma bola, feita com composto de remendar, sobre uma secção saudável do perfil que foi previamente esfregada com sebo. Esta pode ser uma técnica muito eficiente quando existirem muitas reparações repetitivas para serem executadas. Apesar dos materiais epoxídicos serem comparativamente caros, são os materiais mais duradouros à venda para a reparação da madeira.

Qualquer destas três técnicas pode estabilizar e restaurar a aparência das unidades de janela. Por vezes, surgem situações em que o grau de degradação é tão avançado que a estabilização é pouco praticável e em que a única maneira de se reter parte da obra original é a substituição das peças danificadas.

Reparação de Classe III : Entalhes e Substituição de Peças – Sempre que algumas peças da folha da janela ou da moldura estiverem gravemente degradadas, que não possam ser estabilizadas, existem procedimentos que permitem a retenção de parte da fábrica original existente. Estes processos passam pela substituição das peças degradadas por novas peças a condizer, ou entalhando-se troços ou próteses de madeira nova nas partes existentes. Estas técnicas requerem mais competências e são mais caras do que qualquer uma das que foram anteriormente discutidas. É necessário retirar-se a folha de janela e/ou as partes afectadas da moldura e dispor-se de um carpinteiro e de uma carpintaria para que seja possível a reprodução das partes degradadas ou em falta. A maioria das carpintarias podem reproduzir peças tais como travessas, calhas de fundo

ou tábuas de peito, que podem depois ser incorporados na janela existente. Algumas carpintarias não gostam de reparar as janelas antigas porque os pregos, ou outros objectos metálicos esquecidos na janela, podem danificar as ferramentas de corte que são bastante caras; outras não têm ferros de corte para reproduzirem os perfis das travessas. Algumas empresas preferem realizar os trabalhos de maior dimensão, onde os lucros são maiores, e muitas não têm operários capazes de reproduzir determinado tipo de peças. É difícil localizar uma empresa que faça o trabalho, e a um preço razoável.

As reparações discutidas nesta secção envolvem molduras de janela que podem estar numa condição muito degradada, possivelmente solicitando renovação; assim, a precaução deve prevalecer nas intervenções de restauro de janelas históricas. A construção real das molduras e das janelas em madeira não é complicada. As junções aparafusadas e os malhetes podem ser desconjuntados facilmente, se as janelas forem levadas para fora do edifício. A instalação ou a ligação de tais molduras à estrutura circundante, especialmente em paredes de alvenaria, pode complicar imensamente o trabalho, e pode mesmo exigir o desmantelamento da parede. Portanto, pode ser útil adoptar-se a seguinte abordagem à reparação da moldura :

- 1) conduzir uma manutenção regular nas molduras saudáveis para se conseguir a maior durabilidade possível;
- 2) fazer a maioria das reparações no local, sempre que possível, usando-se técnicas de estabilização e de entalhe;
- 3) se a remoção for mesmo necessária, deve-se fazer uma sondagem aprofundada dos pormenores estruturais e procurar-se um apoio profissional adequado.

Se for necessária a substituição de muitas peças, pode ser considerada outra alternativa, que é a substituição de toda a folha de janela. Se for necessária uma substituição extensiva de peças e se o trabalho se tornar proibitivamente caro, pode ser mais prático comprar-se uma folha de janela nova que possa ser instalada na moldura existente. Estas janelas estão à venda sob a forma de reproduções exactas feitas à medida, de réplicas razoáveis (janelas feitas à medida e com perfis semelhantes) e de janelas de madeira contemporâneas de aparência semelhante. Existem empresas que

ainda fabricam janelas em madeira de elevada qualidade e que conseguem reproduzir a maioria das janelas históricas.

Se uma obra de reabilitação envolver um número elevado de janelas a serem reparadas, por exemplo um edifício comercial ou um complexo industrial, chegar-se a uma solução é quase sempre um problema menor. Uma vez completada a avaliação das janelas, e conhecido o objectivo do trabalho, existe um certo potencial para economias de escala. Geralmente, as carpintarias ficam interessadas por obras em grande escala; as janelas novas em grande número podem ser consideravelmente menos caras do que a reparação das existentes; e algumas reparações extensivas podem ser absorvidas (sem um encarecimento excessivo) num orçamento total que inclua um grande número de janelas mais eficazes.

A maioria das janelas não costuma exigir as reparações extensivas discutidas nesta secção. Aquelas que realmente precisam de uma intervenção estão, habitualmente, em edifícios que foram abandonados durante largos períodos, ou que ficaram totalmente sem manutenção durante anos. É necessário investigarem-se profundamente as alternativas para as janelas que requerem reparações extensivas até se chegar a uma solução que mantenha o seu significado histórico mas que também seja economicamente viável. Mesmo para as obras que requeiram as reparações identificadas nesta secção, se a percentagem de partes a substituir por janela for baixa, ou se o número de janelas que requerem esta reparação for pequeno, a reparação pode ainda ser uma solução aceitável em termos de custos.

Os agentes climatéricos também são os grandes responsáveis pela degradação das janelas. Esta, uma vez reparada deve ficar tão energeticamente eficiente quanto seja possível, aplicando-se os vedantes apropriados para se reduzirem as infiltrações de ar. Existe à venda uma larga variedade de produtos para ajudar nesta tarefa. Pode ser fixado um feltro no cimo, na base e nas calhas de encosto, mas o feltro pode ter a desvantagem de absorver e de reter a humidade, especialmente nas calhas de baixo. Também podem ser colocados rolos em vinílico, nas localizações adequadas, para se reduzirem as infiltrações. Podem ser usadas barras de deslizamento, metálicas ou em plástico, nas calhas e, se o espaço permitir, nos canais entre a janela e a ombreira. Os perfis de vedação são um tratamento histórico, mas é provável que os perfis de vedação antigos (em feltro) não se comportem muito satisfatoriamente. Devem ser considerados perfis

de vedação modernos adequados como sendo uma parte integrante de qualquer processo de reparação de janelas. O emprego de fechos para janelas de guilhotina, montados na calha de encontro, garante que a folha de janela fique hermeticamente fechada e a funcionar mais eficazmente, no que respeita à redução de infiltrações. Apesar de estes fechos nem sempre serem historicamente correctos, eles são, habitualmente, encarados como uma modificação contemporânea aceitável, feita com o intuito de se melhorar o desempenho térmico.

Existem no mercado vários estilos de janelas à prova de temporal que melhoram o desempenho térmico das janelas existentes. Deve ser pesquisado o uso de janelas exteriores à prova de temporal, sempre que viáveis, porque elas são térmicamente eficientes, são reversíveis e permitem a retenção das janelas antigas. As molduras das janelas à prova de temporal podem ser feitas em madeira, alumínio, PVC; no entanto, deve ser evitado o emprego de janelas à prova de temporal em alumínio sem acabamento. O impacto visual destas janelas pode ser minimizado pela selecção de cores que condigam com a cor da decoração existente. Existem janelas à prova de temporal com verga em arco, destinadas a janelas com formas especiais.

Embora pareça que as janelas interiores à prova de temporal oferecem uma alternativa atractiva para se conseguir uma janela dupla com um impacto mínimo, tem que ser bem ponderado o potencial para aparecimento de danos provocados pela condensação. A humidade que fica retida no espaçamento entre os vidros pode condensar-se sobre o vidro que se encontrar a temperatura mais baixa, normalmente o da janela exterior, conduzindo potencialmente ao aparecimento de degradação. A abordagem correcta da utilização de janelas à prova de temporal é aplicar-se-se uma selagem na janela interior, ao mesmo tempo que se permite uma certa ventilação em redor da janela primária. Na realidade, é difícil a concepção de uma selagem que seja durável e estanque ao ar.

Embora seja sempre desejável conservar as janelas originais ou existentes e de esta Nota Técnica ser destinada a encorajar este objectivo, há circunstâncias em que o mau estado de conservação de uma janela pode conduzir claramente a sua substituição. O metodologia de decisão para a selecção de janelas de substituição não deve começar pela procura de janelas actuais, que estejam à venda como substitutos, mas deve

começar pela observação das janelas que vão ser substituídas. Deve-se tentar entender qual a contribuição das janelas para a aparência da fachada, incluindo-se : o padrão dos vãos e as suas dimensões; as proporções da folha e da folha de janela; a configuração dos envidraçados; o tipo da madeira; os perfis das travessas; a cor da tinta; as características do vidro; os pormenores associados, tais como vergas em arco, beirados e outros elementos decorativos.

Deve-se desenvolver uma compreensão sobre como a janela reflecte o período, o estilo, ou as características regionais do edifício, ou se representa um desenvolvimento tecnológico.

Depois de conhecido o significado da janela existente, começa-se a procurar um substituto que retenha o máximo possível do carácter da janela histórica. Existem alguns fabricantes de janelas adequadas. Devemos obter informações sobre estes artigos nas empresas especializadas em materiais de construção, nas carpintarias, junto dos carpinteiros, nos catálogos e revistas orientadas para a conservação, ou nos fornecedores de materiais para edifícios antigos. As associações históricas locais e os gabinetes oficiais de conservação podem ser boas fontes de informações sobre os produtos que têm sido usados com sucesso em obras de conservação.

A eficiência energética pode ser entendida como um dos factores decisivos na substituição de janelas, mas não a devemos deixar dominar esta questão. A conservação da energia não é desculpa para a destruição colectiva de janelas históricas que podem ser melhoradas na sua eficiência térmica por meios historicamente e esteticamente admissíveis. De facto, uma janela histórica em madeira comparada com uma janela à prova de temporal de alta qualidade acrescentada, costuma comportar-se melhor do que uma janela nova, metálica, com vidro duplo e que não tenha barreiras térmicas (isolamento entre as molduras interior e exterior, destinado a interromper a passagem do calor). Isto é assim porque a madeira proporciona, de longe, melhor isolamento do que o metal, e além disso, muitas janelas históricas têm elevadas relações entre a madeira e o vidro, que reduzem a área de maior transferência de calor. A medida desta transferência de calor é o valor-U, ou seja o número de BTU's por hora transferidos através da unidade de área do material. Quando se compara o desempenho térmico, quanto mais baixo for o valor-U melhor será esse desempenho.

Como complemento a estas técnicas, devemos utilizar cuprinol anti-caruncho para eliminar insectos activos, betumes coloridos, decapantes para madeira, endurecedor para madeiras ou renovadores de madeiras.

Para concluir este sub-capítulo, podemos dizer que é recomendável a manutenção e a reparação das janelas originais, sempre que isso seja possível. A reparação e a melhoria da vedação das janelas em madeira existentes é mais prática do que muitas pessoas pensam. Muitas janelas são substituídas, infelizmente, por falta de conhecimentos sobre as técnicas necessárias para a avaliação, reparação e vedação contra os agentes climatéricos. As janelas em madeira que são reparadas e adequadamente mantidas vão ter vidas úteis muitíssimo prolongadas, ao mesmo tempo que contribuem para o carácter histórico do edifício. Assim, fica preservado para o futuro um importante elemento do significado do edifício.

4.1.6. Princípios gerais de conservação e reparação

O objectivo deste documento é definir princípios e práticas básicos e universalmente aplicáveis para a protecção e para a preservação das estruturas históricas em madeira, com o devido respeito pelo seu significado cultural. A expressão “estruturas históricas em madeira” refere-se aqui a todos os tipos de edifícios, ou de construções, totalmente, ou parcialmente, construídos em madeira, que tenham significado cultural, ou que façam parte de uma área histórica.

Para efeitos da preservação de tais estruturas, os princípios são :

- reconhecer a importância das estruturas em madeira, de todos os períodos, como parte do património cultural mundial;
- ter em consideração a grande diversidade existente de estruturas históricas em madeira;
- ter em consideração as várias espécies e qualidades de madeira usadas para as construir;
- reconhecer a vulnerabilidade das estruturas totalmente, ou parcialmente, construídas em madeira, conseqüente da degradação própria do material e da degradação por

condições ambientais e climáticas variáveis, provocada pelas flutuações da humidade, pela luz, pelos ataques por fungos e por insectos, pelas cargas e pelas acções mecânicas, pelo fogo ou por outros desastres;

- reconhecer a crescente escassez de estruturas históricas em madeira, em consequência da sua vulnerabilidade, da sua má utilização e da perda das competências e de conhecimentos sobre o projecto e sobre a tecnologia de construção tradicionais;
- ter em consideração a grande variedade de acções e de tratamentos necessários para a preservação destes recursos de património;
- respeitar a Carta de Veneza, a Carta de Burra e a doutrina afim da UNESCO e do ICOMOS, e procurar aplicar estes princípios gerais na protecção e na preservação das estruturas históricas em madeira;

E fazer as seguintes recomendações:

- INSPECÇÃO, REGISTO E DOCUMENTAÇÃO

1. Deve ser cuidadosamente registado o estado da estrutura e dos seus componentes antes de qualquer intervenção, assim como devem ser registados todos os materiais usados nos tratamentos, de acordo com o Artigo 16 da Carta de Veneza e dos Princípios do ICOMOS para o Registo de Monumentos, Grupos de Edifícios e Sítios. Deve ser catalogada, coleccionada, armazenada em segurança e tornada acessível, conforme for apropriado, toda a documentação importante, incluindo amostras características de materiais redundantes ou de membros removidos da estrutura, e informação sobre competências e tecnologias tradicionais relevantes. A documentação também deve incluir as razões específicas para a escolha dos materiais e dos métodos usados nos trabalhos de preservação.

2. Antes de qualquer intervenção deve-se fazer um diagnóstico profundo e apurado da condição e das causas da degradação e da ruína estrutural. Este diagnóstico deve ser baseado em inspecções físicas e análises, evidências documentais e análises, e, se

necessário, medições das condições físicas e métodos não destrutivos. Isto não impede a realização de intervenções menores e a tomada de medidas de emergência.

- MONITORIZAÇÃO E MANUTENÇÃO

3. É crucial a adopção de uma estratégia coerente e regular de monitorização e de manutenção para a protecção das estruturas históricas em madeira e do seu significado cultural.

- INTERVENÇÕES

4. O objectivo principal da conservação e preservação é a manutenção da autenticidade histórica e da integridade do património cultural. Cada intervenção deve, portanto, ser baseada em avaliações e estudos adequados. Os problemas devem ser resolvidos de acordo com as necessidades e condições relevantes, com o devido respeito pelos valores estético e histórico, e pela integridade física da estrutura ou do sítio histórico.

5. Qualquer intervenção proposta deve, de preferência : usar meios tradicionais; ser reversível, se for tecnicamente possível ou; pelo menos não prejudicar, ou impedir, futuros trabalhos de preservação quando estes se tornarem necessários; não inviabilizar a possibilidade de acesso futuro às evidências incorporadas na estrutura.

6. O ideal será uma intervenção mínima na obra de uma estrutura histórica em madeira. Em certas circunstâncias, intervenção mínima pode significar que a preservação e a conservação podem exigir o desmantelamento completo, ou parcial, dessa estrutura e a sua subsequente remontagem, por forma a ser possível a respectiva reparação.

7. No caso de intervenções, a estrutura histórica deve ser considerada como um todo; todos os materiais, incluindo membros estruturais, painéis de enchimento, revestimentos contra a intempérie, telhados, pavimentos, portas e janelas, etc., devem receber igual atenção. Em princípio, deve ser retido tanto quanto possível do material existente. A protecção também deve incluir os acabamentos superficiais, tais como estuques,

pinturas, revestimentos, papel de parede, etc. Se for necessário renovarem-se ou repararem-se os acabamentos superficiais, devem ser duplicados, tanto quanto possível, os materiais, as técnicas e as texturas originais.

8. O objectivo do restauro é conservar a estrutura histórica e as suas funções resistentes, bem como revelar os seus valores culturais pelo melhoramento da legibilidade da sua integridade histórica, do seu estado e do seu projecto inicial, dentro dos limites das evidências materiais históricas existentes, conforme indicado nos artigos 9 a 13 da Carta de Veneza. Os membros e os outros componentes removidos da estrutura histórica devem ser catalogados, e, como parte da documentação, devem ser conservadas amostras características em armazenamento permanente.

- REPARAÇÃO E SUBSTITUIÇÃO

9. Na reparação de uma janela histórica, pode ser usada uma madeira de substituição com o devido respeito pelos valores históricos e estéticos relevantes, e quando for a resposta apropriada para a necessidade de substituição de membros degradados ou danificados, ou de partes destes, ou por requisitos do restauro.

Os novos membros, ou as novas partes, devem ser feitos com as mesmas espécies de madeira, com a mesma ou, se for apropriado, com ainda melhor qualidade do que os membros que estão a ser substituídos. Sempre que possível, isto também deve abranger características naturais semelhantes. O teor em humidade e as outras características físicas da madeira de substituição devem ser compatíveis com a estrutura existente.

A tecnologia de mão-de-obra e de construção, incluindo o uso de ferramentas ou de maquinaria de aparelhamento, devem, sempre que possível, corresponder às que foram originalmente usadas. Os pregos e os outros materiais secundários devem, sempre que for apropriado, duplicar os originais.

Se for substituída uma parte de um membro, devem ser usadas juntas de carpintaria tradicionais, se forem apropriadas e compatíveis com os requisitos estruturais, para unir as partes novas e existentes.

10. Pode-se aceitar que novos membros, ou partes de membros, sejam distinguíveis dos existentes. Não é desejável copiar-se a deformação natural ou a degradação, dos membros ou das partes substituídas. Podem ser usados métodos apropriados, modernos ou tradicionais, mas bem experimentados, para se acertar a cor do antigo e do novo, tendo em atenção que isto não vá prejudicar ou degradar a superfície do membro de madeira.

11. Os membros novos, ou as partes novas, devem ser discretamente marcados, por gravação, ou com marcas queimadas na madeira, ou por outros métodos, para que possam ser identificados mais tarde.

- RESERVAS FLORESTAIS HISTÓRICAS

12. O estabelecimento e a protecção de florestas, ou de plantações de madeira deve ser encorajada, para que possa ser obtida a madeira apropriada para a preservação e para a reparação das estruturas históricas em madeira.

As instituições responsáveis pela preservação e pela conservação das estruturas e dos sítios históricos devem estabelecer, ou encorajar o estabelecimento, de armazéns de madeira apropriada para tais trabalhos.

- MATERIAIS E TECNOLOGIAS CONTEMPORÂNEAS

13. Os materiais contemporâneos, tais como as resinas epóxi, e as técnicas contemporâneas, tais como o reforço estrutural com aço, devem ser escolhidos e usados com prudência, e só em casos onde a durabilidade e o comportamento estrutural desses materiais e dessas técnicas de construção já tenham demonstrado serem satisfatórios, durante um período de tempo suficientemente longo. As instalações técnicas, tais como o aquecimento e os sistemas de prevenção e detecção de incêndios, devem ser instalados com o devido reconhecimento pelo significado histórico e estético da estrutura ou do sítio.

14. O emprego de imunizadores químicos deve ser cuidadosamente controlado e monitorizado, e só deve ser usado quando existirem garantias de benefício, quando a segurança pública e ambiental não forem afectadas, e quando a probabilidade de sucesso a longo prazo for significativa.

- EDUCAÇÃO E FORMAÇÃO

15. A regeneração dos valores relacionados com o significado histórico das estruturas em madeira, através de programas educativos, é um requisito essencial para uma política sustentável de preservação e de desenvolvimento. Deve ser encorajado o estabelecimento e o posterior desenvolvimento de programas de formação sobre a protecção, preservação e conservação das estruturas históricas em madeira. Essa formação deve ser baseada numa estratégia abrangente integrada com as necessidades sustentadas de produção e de consumo, e devem incluir programas a nível local, regional e internacional. Esses programas devem ser dirigidos a todas as profissões e ofícios relevantes envolvidos em tal trabalho, e, em particular, a arquitectos, a conservadores, a engenheiros, a artesãos e a gestores de sítio.

4.1.7. Medidas preventivas de manutenção

Devido ao aparecimento de diversas patologias, originadas por factos adversos, devemos usar os seguintes produtos para colmatar as deficiências apresentadas na madeira : cuprinol anti-caruncho; cuprinol anti-caruncho sem cheiro; decapante para madeira; endurecedor para madeira; renovador de madeiras acinzentadas; betumes coloridos para madeira.

4.1.8. Colas e consolidantes

As resinas sintéticas são largamente usadas pelos conservadores. Estas resinas são polímeros construídos por uma cadeia ou por uma rede de unidades simples repetidas, chamadas de monómeros, que se combinam entre si, ou com outras moléculas semelhantes, ou com outros compostos, para formarem polímeros. As resinas podem ser

divididas em dois tipos de polímeros : resinas termoplásticas e resinas de endurecimento térmico, que serão ambas discutidas em seguida. As resinas termoplásticas são polímeros nos quais as unidades monoméricas estão ligadas entre si para formarem cadeias lineares bidimensionais, solúveis numa larga gama de solventes. Elas são permanentemente fusíveis e solúveis; no entanto, algumas resinas termoplásticas podem originar resinas infusíveis após uma longa exposição à luz ou ao calor. Essa exposição pode provocar o aparecimento de ligações ou uniões químicas, referidas como ligações cruzadas, as quais se estabelecem entre cadeias lineares para formarem as redes tridimensionais características das resinas de endurecimento térmico.

As resinas de endurecimento térmico são caracterizadas por unidades monoméricas, que estão ligadas entre si por ligações químicas, para formarem redes tridimensionais, as quais são infusíveis e insolúveis em quaisquer solventes. Esta rede tridimensional não vai permitir que os solventes fluam entre as cadeias, pelo que as resinas de endurecimento térmico são permanentemente insolúveis. No entanto, alguns solventes conseguem fazer com que estas resinas empolem, formando um gel. O seu nome deve-se ao facto das resinas de endurecimento térmico serem endurecidas pela aplicação de calor. Hoje em dia, existem muitas resinas de solidificação a frio, por ex., o poliuretano e o estireno, que congelam à temperatura ambiente quando lhes é adicionado um catalisador.

Existem inumeráveis colas / consolidantes que se usam em conservação e estão a ser regularmente desenvolvidos muitos mais. Os mais vulgarmente usados em conservação são : acetato polivinílico (PVA), em solvente orgânico; acetato polivinílico (PVA) em emulsões; *Acryloid B-72*; nitrato de celulose, também chamado de nitrocelulósido; butiral polivinílico; diversos polimetacrilatos em solvente orgânico; emulsões de polimetacrilato; álcool polivinílico; *Elmer's Glue All*.

Acetato polivinílico (PVA) - O acetato polivinílico (PVA) é a resina termoplástica mais vulgarmente usada nos materiais orgânicos recuperados em escavações arqueológicas. O PVA é usado quer como consolidante, quer como cola. Quanto mais baixa a viscosidade, menor o peso molecular ; quanto menor o peso molecular, maior a capacidade de penetração do consolidante. Os PVAs de menor viscosidade, no entanto, têm menor resistência de colagem do que os que são mais viscosos.

O Acryloid B-72 (referido como *Paraloid B-72* na Europa) é uma resina acrílica termoplástica, fabricada por Rohm & Hass, que tem substituído o PVA em muitas aplicações, e que é preferida por muitos conservadores em vez do PVA. É um copolímero de metil acrilato / etil metacrilato, e é uma excelente resina para usos gerais. Durável e sem se tornar amarelo, o *Acryloid B-72* seca numa transparência clara, com menos brilho do que o PVA, e é resistente à descoloração, mesmo sob temperaturas elevadas. É muito durável e tem uma excelente resistência à água, álcool, ácidos, alcalis, óleos minerais, óleos vegetais e gorduras, mantendo sempre a sua excelente flexibilidade.

Nitrato de celulose - O nitrato de celulose, antigamente chamado de nitrocelulóide, tem uma longa história de utilização na conservação. Recentemente foi, em larga escala, substituído por outras resinas sintéticas. O nitrato de celulose ainda é usado, especialmente como cola. Tem muitas características do PVA, mas não é internamente plasticizado, como são a maioria dos PVAs. Portanto, o nitrato de celulose tem uma tendência muito maior para ficar frágil, para fissurar e para descamar do que o PVA. O nitrato de celulose é solúvel em acetona, metil etil cetona e ésteres, tais como o acetato de amilo e o acetato n-butílico. Como não é solúvel em álcoois, por ex., etanol ou metanol, torna-se útil em objectos complexos que necessitem de diferentes resinas de consolidação com diferentes solventes. É necessário um plasticizante para se evitar que essa resina fique muito frágil.

Polimetilmetacrilato - Existe um largo número de resinas de polimetilmetacrilato que são fáceis de adquirir, em todo o Mundo, sob diferentes marcas comerciais, tais como *Perspex* e *Lucite* (antigamente chamadas de *Plexiglass*). Existem diferentes formulações para colas de resina de PMM, as quais são geralmente feitas a partir de folhas de *Lucite*, embora também se consigam bons resultados com *Elvacite 20/3*. Até mesmo as viseiras de segurança e os óculos para motociclistas podem ser dissolvidos com solventes. A toxicidade dos solventes, necessários para a dissolução das resinas de PMM, restringe a amplitude da sua utilização pelos conservadores.

Álcool polivinílico (PVAI) - O álcool polivinílico (PVAI), em certas circunstâncias é uma resina muito útil em certas circunstâncias, porque o seu único solvente adequado é a água. As resinas de PVAI são usadas como consolidantes e como colas. São vendidas sob a forma de um pó branco, com teores baixo, médio e elevado de acetato, e têm viscosidades que variam desde 1,3 até 60. Os teores baixo e médio de acetato, com viscosidades entre 2 e 6, são os mais usados em conservação. São usadas concentrações entre 10 a 25 %, conforme a viscosidade e a penetração desejadas. Em geral (conforme a marca), o PVAI seca mais transparente do que o PVA. É mais flexível e retrai menos ; portanto, exerce menos forças de contração do que o PVA, durante a secagem. Por esta razão, ele é frequentemente usado para o tratamento de ossos e de têxteis frágeis, e para a colagem de têxteis frágeis aos seus suportes. Tem sido usado para a conservação de papel e de têxteis com tintas resistentes à água, mas solúveis em álcool. O PVAI não é recomendado para a madeira.

Elmer's Glue all - Pensa-se geralmente que a *Elmer's Glue All* é uma emulsão de PVA. Na sua formulação original, era uma cola de caseína, mas há cerca de 20 anos, a Borden Co. alterou a sua fórmula para uma emulsão de PVA. Recentemente, houve mais outra alteração. Actualmente, ao contrário das outras emulsões de PVA, que são solúveis apenas em solventes para PVA, depois de terem secado, o único solvente recomendado para a *Elmer's Glue All*, pela Borden Co., é a água.

Resinas Epóxi - Existem inúmeras resinas epóxi de endurecimento térmico no mercado, com muito variadas propriedades e características especiais. Cada conservador, através da sua experiência, tem as suas preferidas. As resinas epóxi fazem excelentes colas, consolidantes e betumes. Existem resinas de endurecimento térmico a frio, que endurecem pela adição de um catalisador. A sua característica mais apetecível, para além da resistência, é que elas não retraem quando endurecem. Isto contrasta com todas as resinas termoplásticas que endurecem pela evaporação de um solvente, sofrendo, portanto, um certo grau de retracção. As principais desvantagens das epóxis é que elas são essencialmente irreversíveis e mudam de cor com a idade.

Estes são apenas alguns dos mais vulgares colas/consolidantes usados em conservação. Têm um longo e bem sucedido currículo registado e são, portanto, largamente usados para uma grande quantidade de finalidades. As suas aplicações específicas são discutidas nos ficheiros adequados.

4.1.9. Argamassas resinosas

As argamassas epóxis têm como aglomerante a resina epóxi, possuem elevadas resistências química e mecânica, além de apresentarem excepcional aderência ao aço e ao betão. São aconselhadas para pistas e rodovias em betão, canais e bordas de juntas de dilatação e elementos expostos a agentes agressivos.

Também são utilizadas para casos em que haja necessidade de conclusão da estrutura em poucas horas após a execução do serviço, possuem excelente resistência a ácidos não oxidantes e a alguns solventes orgânicos. O coeficiente de dilatação térmica da argamassa epóxi é superior ao do betão normal, daí o cuidado na variação da temperatura e na escolha do local de utilização. As argamassas epóxis resistem mal a altas temperaturas, são em geral satisfatórias até temperaturas em torno de 70 °C, e acima de 300 °C volatilizam-se ou carbonizam-se.

O termo epóxi refere-se a um grupo constituído por um átomo de oxigénio ligado a dois átomos de carbono. O grupo epóxi mais simples é aquele que é formado por um anel de três elementos como o óxido de etileno.

Existem atualmente quatro tipos principais de resinas epóxi comercializados, que são:

- resinas à base de Bisfenol A, que são as mais utilizadas, pois são versáteis e de menor custo; podem ser líquidas, semi-sólidas ou sólidas, dependendo do peso molecular;
- resinas à base de Bisfenol F e/ou Novolac, onde a troca do Bisfenol A pelo Bisfenol F, propiciam às resinas maior encadeamento cruzado e melhor desempenho mecânico, químico e térmico, principalmente quando curado com aminas aromáticas ou anidridos;

- resinas bromadas, que são resinas a base de Epicloridrina, Bisfenol A e Tetrabromobisfenol A; quatro moléculas adicionais de bromo conferem às resinas a característica de auto-extinguível;
- resinas flexíveis, que possuem longas cadeias lineares substituindo os bisfenóis por poliglicóis pouco ramificados; são resinas de baixa reatividade que, normalmente, são utilizadas como flexibilizantes reativos em outras resinas, melhorando com isto a resistência ao impacto.

A viscosidade das resinas pode ser classificada de acordo a seu peso equivalente em epóxi, *EEW (equivalent epoxy weight)*, cujo valor é obtido pela divisão do peso molecular da resina pelo número de anéis epóxicos. A grosso modo, as resinas líquidas têm um *EEW* até 229, as semi-sólidas de 230 a 459 e as sólidas acima de 460, podendo mesmo atingir os 5000. O peso equivalente em epóxi, também é utilizado para o cálculo estequiométrico de proporção entre o endurecedor e a resina.

Os endurecedores são agentes de cura para as resinas epóxis. São constituídos por adutos de aminas, de aminas alifáticas, poliamidas, aminas cicloalifáticas e anidridos, poliamidoaminas, polioxipropilaminas, polimercaptanas, aminas aromáticas, polissulfetos, dicianidamida e trifluoreto de boro.

4.1.10. Selecção das madeiras para a conservação e reparação

As madeiras a utilizar na reparação da janela, devem apresentar as mesmas características que as da original. A textura, a cor, e até mesmo, a dureza, deverão ser elementos preponderantes na escolha da madeira de substituição. No caso de estas permissas não se verificarem, a originalidade e história da janela, ficarão seriamente comprometidas.

Os segmentos de madeira, que se apresentem com a condição de irreparável, deverão ser substituídos por outros semelhantes; enquanto que, os que sejam passíveis de reparação, deverão sê-lo, mas com produtos apropriados para o efeito.

4.1.11. Diagnóstico e reparação de caixilharia de madeira deteriorada

4.1.11.1. Causas para a deterioração de caixilharia de madeira

FACTORES DE DEGRADAÇÃO DA MADEIRA

O factor tempo, por si só, não provoca depreciações nas características da madeira. Mesmo sendo comum encontrar peças de madeira em serviço com maior ou menor grau de deterioração, são também conhecidos vários exemplos de estruturas ou artefactos de madeira em bom estado, apesar de contarem várias centenas ou mesmo milhares de anos, em consequência de uma exposição a condições ambientais particulares que não favoreceram a sua deterioração.

A degradação de elementos de madeira surge como resultado da acção de agentes físicos, químicos, mecânicos ou biológicos aos quais este material é sujeito ao longo da sua vida.

Os agentes atmosféricos (sobretudo a conjugação da luz solar e da chuva) provocam alterações de cor e textura, que se traduzem na tonalidade acinzentada da madeira “velha”.

Estas alterações, incidem numa decomposição química dos compostos da madeira por acção da radiação ultra-violeta, eventualmente alternada por deslavagem da camada degradada por efeito da chuva, correspondem, no entanto, a uma deterioração meramente superficial, sem outras consequências além das estéticas.

Uma habitual fonte de problemas para a madeira reside no contacto com a água ou humidade ambiente elevada. Importa no entanto reter que a humidade, por si só, não degrada a madeira mas potencia o risco de degradação deste material por determinados agentes biológicos, no sentido em que estes só atacam a madeira quando o seu teor em água atinge determinados valores. Especificamente, quando a madeira permanece em condições de humidade elevada por períodos longos, pode ser atacada por fungos ou por térmitas subterrâneas que dela se alimentam.

Refira-se ainda que, apesar das variações de humidade ambiente, e a consequente alteração do teor em água da madeira, provocarem variações dimensionais e de resistência mecânica das peças (as dimensões aumentam e a resistência diminui

para um acréscimo de teor em água), trata-se de um efeito reversível. Ou seja, embora os ciclos de secagem e humedecimento poderem conduzir ao desenvolvimento de fendas e empenos, geralmente sem implicações para a resistência mecânica, a madeira recupera as dimensões e a resistência inicial quando o seu teor em água volta ao valor inicial.

Também as condições de carga afectam a estrutura. É sabido que elementos estruturais que tenham estado sujeitos a esforços muito elevados (próximos da respectiva tensão de rotura), poderão ter sofrido danos internos capazes de reduzir a sua capacidade de carga. A introdução de esforços inadequados devidos a modificações intencionais (adaptações, alteração de áreas) ou acidentais (cedência de apoios, etc) do funcionamento estrutural tem sido uma frequente causa de danos.

Sem pôr em causa o que foi anteriormente dito relativamente aos efeitos da humidade sobre a resistência e a estabilidade dimensional, é sabido que a humidade elevada também amplia os fenómenos de fluência da madeira, provocando grandes deformações sob a acção de cargas, pelo que uma história de carga severa associada a níveis elevados de humidade pode ser particularmente gravosa.

Importa, no entanto, salientar que são os agentes biológicos a causa mais frequente de deterioração das estruturas de madeira, sendo mesmo os responsáveis pela maioria das situações de rotura parcial ou total das estruturas. Destacam-se, pela sua importância (em meio terrestre), os seguintes: fungos de podridão, térmitas e carunchos sobretudo o caruncho grande.

Devido às diferentes condições de desenvolvimento e características da deterioração causada, os problemas causados pelos referidos agentes revestem-se de aspectos também distintos. Enquanto uma infestação por caruncho, independentemente da sua intensidade, afecta frequentemente zonas extensas da construção, podendo constituir um problema generalizado de toda a madeira susceptível aplicada no edifício, uma infestação por térmitas ou o desenvolvimento de podridão afectam normalmente zonas circunscritas da construção (junto de fontes de humedecimento), mas por causarem uma destruição intensa da madeira nesses pontos, podem ocasionar sérios danos estruturais.

DEGRADAÇÃO DA MADEIRA POR AGENTES BIOLÓGICOS

Risco de ataque e susceptibilidade

A susceptibilidade de uma madeira ao ataque provocado por agentes biológicos é uma característica intrínseca da espécie de madeira em causa. A informação referente às características de tratabilidade e durabilidade natural de algumas espécies com interesse comercial na Europa pode ser encontrada na norma NP EN 350-2.

Por outro lado, ainda que uma espécie seja susceptível de ataque por determinado agente, esse ataque só se verifica se existirem condições favoráveis ao seu desenvolvimento, como sejam temperatura ambiente, ar e humidade em quantidades adequadas a cada um deles. Por essa razão, foram definidas as seguintes Classes de risco biológico, em função das condições de aplicação da madeira:

- 1 – sem contacto com o solo, sob coberto e seco (com teor em água $h \leq 20\%$);
- 2 – sem contacto com o solo, sob coberto mas com risco de humedificação (ocasionalmente $h > 20\%$);
- 3 – sem contacto com o solo, não coberto (frequentemente $h > 20\%$);
- 4 – em contacto com o solo ou a água doce (permanentemente $h > 20\%$);
- 5 – na água salgada (permanentemente $h > 20\%$).

As diferentes classes de risco determinam exigências específicas quanto à durabilidade natural das madeiras a utilizar ou quanto ao eventual tratamento preservador a aplicar. Informação sobre este assunto pode ser encontrada nas normas europeias EN335-2 e EN460.

Carunchos

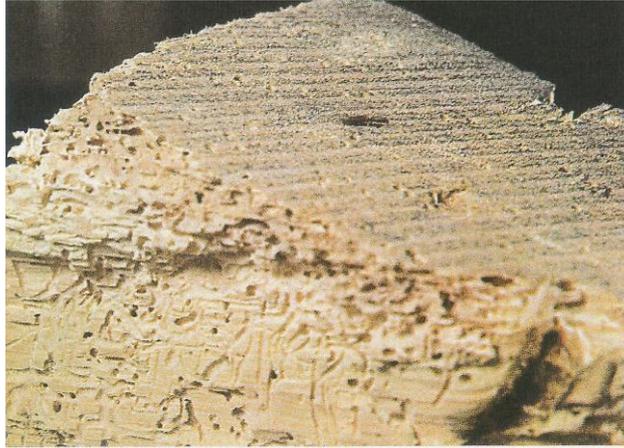


Fig. 50 – Madeira severamente atacada pelo caruncho (ROBBIALAC; 2009)

Os carunchos são insectos, que atacam a madeira quando se encontra seca, embora possam ter razoável tolerância em relação a valores humidade elevada. A eclosão dos ovos postos pela fêmea adulta em fendas ou nos poros da madeira dá origem a larvas que penetram na madeira abrindo galerias. Quando o período larvar se aproxima do termo, a larva imobiliza-se próximo da superfície da madeira, transforma-se em pupa e finalmente em insecto adulto, que sai para o exterior dando origem ao orifício de saída com dimensões e forma (circular ou elíptica) características.

É frequente em Portugal o *Hylotrupes bajulus* (caruncho grande) que ataca apenas madeira de resinosas, normalmente só o borne. O insecto adulto mede geralmente 10-30mm e a duração do ciclo de vida é em média de 5 anos, podendo atingir muito maior longevidade dependendo das disponibilidades alimentares e condições ambientes. De entre os carunchos pequenos destaca-se o *Anobium*, que ataca indiferentemente o borne de folhosas e de resinosas. O insecto adulto mede geralmente 2-4mm e a duração do ciclo de vida é de cerca de 2 anos, dependendo das disponibilidades alimentares, da humidade e temperatura ambientes.

A identificação de um ataque por carunchos é feita normalmente pela existência de orifícios de saída dos insectos adultos e pela presença de “serrim” sobre a superfície da madeira atacada ou por baixo dos elementos infestados; no caso do caruncho grande é ainda corrente o empolamento da superfície das peças pelo efeito da pressão do serrim

compactado no interior das galerias ou ainda pelo ruído (roer) característico da actividade da larva no interior da madeira.

Na medida em que a perda de resistência de um elemento atacado por carunchos é função da perda de secção correspondente à abertura de galerias, geralmente localizadas na camada exterior de borne, mantendo-se o restante material inalterado, a gravidade do ataque depende em primeiro lugar do tipo de caruncho em causa, já que a quantidade de alimento ingerido (dimensão das galerias) varia consoante o insecto específico.

Além disso, a disponibilidade de alimento (borne de madeira susceptível de ataque) acessível determina igualmente as possibilidades de progressão do ataque, sendo que, em alguns casos, a infestação poderá auto extinguir-se quando toda a madeira susceptível de ataque foi consumida.

Face à dificuldade inerente à realização de tratamentos curativos à madeira aplicada em edifícios (que consistem geralmente no tratamento superficial dos elementos, eventualmente complementados com a injeção de produto preservador no seu interior, esta de resultados mais falíveis), uma vez mais o tipo de caruncho presente é determinante para a eficácia da intervenção. Com efeito, no caso de carunchos pequenos, com ciclos de vida relativamente curtos, é de esperar que a deterioração cesse após a emergência de todos os insectos, que não poderão reinfestar a madeira devido ao tratamento preservador aplicado.

Fungos de podridão



Fig. 51 - Podridão humida num corrimão (ROBBIALAC; 2009)

Os fungos de podridão desenvolvem-se em madeiras que apresentam teores em água superior a 20%, estando o limite máximo tolerado de teor em água relacionado com as necessidades de oxigénio livre de cada um dos fungos em causa (sempre madeira não saturada).

O borne de todas as espécies é não durável, variando a durabilidade do cerne da madeira consoante a espécie florestal.

Estes fungos alimentam-se directamente da parede celular da madeira, destruindo-a, sendo a podridão facilmente identificada pela perda de peso e de resistência da madeira, acompanhada por alterações típicas de coloração e de aspecto.

Uma vez que o desenvolvimento de fungos está fortemente dependente da humidade, normalmente o apodrecimento da madeira ocorre somente em zonas críticas da construção, nomeadamente nas entregas de vigamentos nas paredes exteriores, junto de canalizações ou sob pontos singulares das coberturas.

Embora seja prudente desprezar completamente a contribuição da madeira afectada, em termos de resistência mecânica, o que implica a necessidade da sua substituição ou reforço dos elementos afectados, os problemas são frequentemente circunscritos no edifício e a eliminação definitiva das fontes de humidificação (quando tal é possível) poderá ser suficiente para promover a secagem da madeira e a certa altura suster a progressão do ataque pelos fungos.

Térmitas



Fig. 52 - Trave de eucalipto destruída pelas térmitas (ROBBIALAC; 2009)

As térmitas subterrâneas (*Reticulitermes lucifugos*) são insectos sociais que vivem geralmente no solo, em colónias numerosas compostas por soldados, reprodutores e obreiras. Normalmente atacam a madeira húmida (humidade geralmente acima de 20%) e preferencialmente em contacto com o solo ou na sua proximidade (pisos térreos), utilizando-a como alimento e como abrigo.

A identificação de um ataque por térmitas subterrâneas é frequentemente feita apenas numa fase adiantada da infestação, pela detecção de galerias ou “tubos” característicos no exterior dos elementos atacados, que fazem com terra e no interior dos quais se deslocam ao abrigo da luz e num ambiente húmido que lhes é essencial. Um outro sinal frequente da presença de térmitas é a ocorrência de enxameações, durante as quais centenas de insectos adultos alados saem por frinchas ou juntas da madeira e voam para a luz, perdendo as asas e acasalando, podendo assim infestar outras madeiras que apresentem condições propícias.

Na consideração da secção residual para efeitos de verificação da resistência, deve ser contabilizada uma eventual progressão do ataque, dependente da viabilidade de erradicação rápida do problema. As medidas a adoptar nesse sentido devem ser cuidadosamente ponderadas caso a caso, podendo envolver o tratamento das madeiras aplicadas no local, ou a sua substituição por madeiras duráveis, a introdução de barreiras físicas ou químicas, ou procedimentos alternativos, como sejam por exemplo técnicas de armadilhagem.

INSPECÇÕES PERIÓDICAS

É fundamental prever a realização de campanhas de inspecção periódicas para avaliar o estado de conservação da madeira aplicada, com função estrutural ou não estrutural, e levar a cabo prontamente as acções de manutenção necessárias.

Devem ser procurados indícios de má conservação dos elementos de madeira, frequentemente traduzidos por deformações acentuadas ou sintomas diversos associados a humificação frequente ou continuada dos materiais da construção.

O aspecto exterior do edifício é muitas vezes eloquente, permitindo um primeiro levantamento das anomalias evidentes e das zonas potencialmente problemáticas: deformações (telhado, etc.); madeira exposta em mau estado; telhas partidas / em falta;

algerozes e caleiras danificados / entupidos; telhado pouco saliente; remates ineficazes; crescimento de vegetação; manchas de humidade; fendas em paredes; rebocos desagregados ou fissurados; caixilharia deteriorada; falta de faixa impermeabilizante; canteiros adjacentes; aberturas de ventilação obstruídas

Estas situações, bem como outras potencialmente “perigosas”, como por exemplo a proximidade de redes de água ou esgotos, devem seguidamente ser analisadas a partir do interior do edifício, mediante a realização de prospecções e o acesso directo sistemático aos elementos de madeira, sempre que possível.

Só após a identificação dos agentes de degradação, a avaliação da degradação ocorrida e a identificação da espécie e qualidade da madeira empregue em cada caso, será possível estimar a resistência das estruturas e estabelecer medidas correctivas adequadas de tratamento e eventual reforço.

DELINEAMENTO DAS INTERVENÇÕES – Tratamento e Consolidação

Aspectos gerais

Além da avaliação global e sistemática do edifício, deve reunir-se a informação disponível sobre a idade e a história do edifício (construção, ocupação, alterações, manutenção, reparações, tratamentos) que ajudará a esclarecer eventuais incoerências e alertar para possíveis situações transitórias que possam ter introduzido danos de qualquer tipo na estrutura.

Embora o ataque biológico esteja na origem da maioria das situações de deterioração e frequente rotura dos elementos de madeira aplicados em edifícios, ocorrem muitas vezes deficiências estruturais relacionadas apenas com os esforços a que estão sujeitos, que requerem igualmente medidas correctivas adequadas.

São relativamente frequentes: a rotura de elementos ou de ligações, por carga excessiva (modificação do uso dado ao edifício) ou por alteração do funcionamento da estrutura (por reforço local de ligações ou alteração dos apoios, por exemplo), deformações excessivas (podendo corresponder a fluência do material ou resultar apenas do empeno da madeira colocada verde em obra e seca em serviço), rotação nos apoios, ou

escorregamento nas ligações. Anomalias deste tipo terão que ser resolvidas de forma apropriada.

Aspectos particulares, como sejam o eventual interesse histórico do edifício ou parte dele poderão impor restrições ao trabalho de prospecção e à subsequente intervenção a realizar, devendo naturalmente ser consideradas caso a caso. Refira-se a este propósito que são mais frequentes do que se possa pensar os erros básicos de concepção estrutural e o mau dimensionamento das estruturas originais, julgando-se imprescindível nestes casos corrigir as deficiências, mesmo em intervenções que se pretendem pouco intrusivas e fiéis ao original.

Avaliação da resistência dos elementos de madeira

A verificação da segurança dos elementos estruturais deve ser feita mediante a contabilização da secção residual (útil) dos elementos com ataque por insectos, e a adopção de valores para as tensões resistentes da madeira adequados à espécie florestal em causa, à qualidade da madeira empregue (atribuída por classificação visual dos elementos individuais para avaliação de defeitos, especialmente nós e inclinação do fio) e ao teor em água da madeira.

Poderá ser relevante considerar, não só o teor em água previsto para as condições de funcionamento futuras, mas também o teor em água da madeira durante a fase de construção ou o período subsequente de secagem até à estabilização da estrutura, em casos em que a madeira apresenta teor em água elevado, à data do início da intervenção. O teor em água de equilíbrio a prever será função das condições ambientais. O teor em água actual poderá ser avaliado no local de forma expedita mediante a utilização de humidímetros.

No que se refere à quantificação da secção útil, além dos critérios gerais anteriormente referidos a propósito dos agentes de degradação biológica, pode ainda recorrer-se a um conjunto de meios auxiliares de diagnóstico, para esclarecer dúvidas específicas suscitadas pela observação atenta dos elementos aplicados, com base no conhecimento da espécie de madeira em causa e das suas particularidades.

Referem-se as seguintes técnicas consideradas não destrutivas: “Perfurador” (perfil de densidade, detecção de “ocos” ou fendas anelares), Pylodin (dureza na

direcção transversal), Raios Gama (perfil de densidade), Ultra-sons - Sylvatest/Pundit (estimação do módulo de elasticidade a partir da velocidade de propagação da onda sonora), Vibrações (estimação do módulo de elasticidade a partir da frequência própria de vibração).

Tratamento preventivo e curativo da madeira

Face ao ataque da madeira por agentes biológicos, é necessário sustentar a progressão da degradação (acção curativa) e impedir a recorrência dos problemas (acção preventiva). Em termos gerais, devem ser implementadas as seguintes acções:

- secagem da madeira (baixando o teor em água pelo menos para valores abaixo de 20%);
- limpeza (da madeira podre ou seriamente atacada por insectos - pulverulenta ou facilmente desagregável);
- tratamento preservador insecticida e/ou fungicida da madeira que permanece no local;
- tratamento preservador da madeira susceptível de ataque que venha a ser introduzida na obra.

Além disso, a escolha e a especificação de características das madeiras a introduzir no edifício (resistência, durabilidade/tratabilidade, tratamento preservador, teor em água e estabilidade dimensional) devem ter em conta as normas relevantes [9] e as condições de aplicação específicas.

Resta referir que só após a identificação e a resolução dos problemas, incluindo a secagem dos materiais e o eventual tratamento preservador das madeiras, é que as reparações e substituições deverão ser realizadas.

4.1.11.2. Tipos de deterioração

A madeira é considerada um dos recursos naturais renováveis estratégicos. Devido a sua versatilidade e propriedades mecânicas é utilizada em diversos sectores importantes visando o conforto e facilidades ao homem. Este material pode sofrer a acção de diversos agentes degradadores que causam danos severos à madeira e seus

produtos. Dentre os agentes causais destacam-se os microrganismos fúngicos, cujo início de ataque pode dar-se na árvore ainda antes do abate e nas diversas fases posteriores: corte, transporte, desdobramento, armazenamento e utilização final. A adoção de medidas visando a sua preservação é altamente necessária, garantindo uma maior durabilidade e economicidade na utilização desses recursos. O presente trabalho destina-se a disponibilizar conhecimentos básicos sobre os principais grupos de fungos degradadores de madeira, seu modo de ação e as medidas de manejo visando a preservação e controle dos mesmos.

TIPOS DE DETERIORAÇÃO DA MADEIRA

A deterioração da madeira pode ocorrer devido à acção de agentes químicos, físicos e biológicos.

Deve-se ter mais atenção com os agentes biológicos, uma vez que são os causadores de maiores prejuízos à utilização da madeira. E dentre os factores biológicos destaca-se a ação de microrganismos fúngicos, cujo início de ataque pode dar-se na árvore ainda antes do abate e nas diversas fases posteriores ao abate: transporte, corte, desdobramento, armazenamento e utilização final da madeira.

O ataque pode-se dar por diferentes grupos de agentes fúngicos, na forma de manchamentos superficiais, podridões e manchamentos internos. No presente trabalho serão tratados apenas os dois primeiros grupos.

Manchamento superficial

Os fungos causadores deste tipo de dano são apelidados de fungos emboloradores, que se alimentam a partir de substâncias de reserva do lúmen celular, não afetando a parede celular, portanto, não comprometendo a resistência mecânica da madeira. O ataque é superficial, comprometendo apenas o aspecto visual, pois há um crescimento acentuado de hifas sobre a superfície, deixando-as com aspecto algodado, cuja coloração varia com a espécie de fungo a que pertence, sendo removíveis.

Estes fungos crescem nutrindo-se de substâncias solúveis, como: aminoácidos, açúcares e ácidos orgânicos que extravasam das células parenquimatosas danificadas pelo corte.

Estes agentes microbianos não são capazes de atacar a superfície da madeira numa umidade abaixo do ponto de saturação das fibras, sendo por isso, o seu ataque comum em toras recém-cortadas, peças recém-serradas ou madeiras expostas em ambiente com alta saturação de humidade (Galvão e Jankowsky, 1985). Os mofos só crescem superficialmente em ambientes quentes, úmidos e abafados. Os mesmos podem permanecer na madeira em estado latente, não se proliferam até que a madeira humedeça novamente, quando voltam a crescer e multiplicar-se.

Dentre os agentes causadores do manchamento superficial estão os fungos mitosporicos do gênero *Penicillium*, *Aspergillus* e *Trichoderma*, da classe-forma Hyphomycetes, que são saprófitas de esporulação abundante, com os conídios muito pequenos, unicelulares e são facilmente disseminados pelo ar. Constituindo os contaminantes aéreos de diversos ambientes, no mundo todo, por serem cosmopolitas. A coloração do bolor varia conforme a espécie do fungo, variando de cinza a verde e amarelo. A passagem das hifas dos fungos de uma célula para outra dá-se através das pontuações, com o conseqüente rompimento da membrana da pontuação ou do torus.

Além de alterarem o aspecto visual, os dois primeiros gêneros citados, podem produzir toxinas como: citrinas, patulinas, ocratoxinas, aflatoxinas, que são tóxicas ao homem e animais, além de serem aplicáveis aos mesmos em infecções respiratórias, quando estes se encontram imunodeficientes. As condições para a produção de toxinas variam de acordo com o substrato e espécie do fungo presente, o que torna estes fungos potencialmente perigosos quando a madeira contaminada é utilizada para compor embalagens de produtos alimentícios ou de produtos que servirão para embalar alimentos.

Como prejuízos mecânicos, as madeiras atacadas apresentam redução na resistência ao impacto e aumento na permeabilidade, que pode prejudicar a absorção de preservativos, além de permitir que a madeira reumidecida favoreça o apodrecimento.

O controle destes fungos é efetuado através da secagem da madeira, armazenamento em condições adequadas de temperatura e humidade e aplicação de preservativos.

Manchamento interno

Assim como os anteriores, estes fungos não têm a capacidade de decompor a parede celular. Normalmente crescem nas células parenquimatosas do alburno, onde produzem as suas hifas escuras, que se nutrem a partir de carboidratos contidos no citoplasma das células, produzindo manchas acinzentadas a azuladas, conhecidas como azulamento da madeira, ou mesmo azulão ou mancha azul. Estas manchas são devidas ao crescimento, no interior da madeira, de hifas pigmentadas deste grupo de fungos.

Da mesma forma que os fungos manchadores externos, os internos ocorrem, frequentemente, em toras recém-cortadas e em peças de madeira serrada, durante a secagem. Em árvores vivas e saudáveis não são muito comuns, mas em árvores senescentes pode ocorrer ainda no campo, em árvores não abatidas. Como exemplo, as madeiras atacadas pela vespa da madeira (*Sirex noctilio*), cujas fêmeas carregam no seu corpo estruturas do fungo do gênero *Amylostereum*, que são depositadas junto aos ovos, para a alimentação inicial das larvas. Este fungo, uma vez em contacto com a parte interna da madeira, cresce nas galerias escavadas pelas larvas, causando o manchamento ou azulamento da mesma.

Dentre os principais degradadores deste tipo estão os gêneros de fungos mitospóricos, da Classeforma Coelomycetes: *Lassiodiplodia*, *Ophiostoma*, *Graphium*, *Diplodia*.

A maioria destes organismos não são capazes de perfurar as paredes das células e dependem de aberturas naturais entre as células para penetrarem na madeira e do rompimento mecânico das membranas das pontuações. Alguns manchadores são capazes de atravessar a parede celular, graças à formação de apressórios, o que sugere um mecanismo de penetração mecânica, não envolvendo ataque químico.

A hifas penetram profundamente no alburno e absorvem as substâncias de reserva existentes no lúmen das células. Nas coníferas, as hifas colonizam exclusivamente as células do parênquima radial e raramente são observadas nos traqueídeos. Estes, também, não alteram a densidade ou resistência da madeira, apenas a estética é comprometida.

Dentre os principais degradadores deste tipo estão os gêneros de fungos mitospóricos, da Classeforma Coelomycetes: *Lassiodiplodia*, *Graphium*, *Ophiostoma*, *Diplodia*.

A maioria destes organismos não são capazes de perfurar as paredes das células e dependem de aberturas naturais entre as células para penetrarem na madeira e do rompimento mecânico das membranas das pontuações. Alguns manchadores são capazes de atravessar a parede celular, graças à formação de apressórios, o que sugere um mecanismo de penetração mecânica, não envolvendo ataque químico.

A hifas penetram profundamente no alburno e absorvem as substâncias de reserva existentes no lúmen das células. Nas coníferas, as hifas colonizam exclusivamente as células do parênquima radial e raramente são observadas nos traqueídeos.

Devido à alta velocidade de penetração das hifas no material lenhoso, quanto mais rápido a madeira for processada, secada e preservada com aplicação de agentes químicos em melhor estado ficará.

4.1.11.3. Técnicas não destrutivas de inspeção

INSPECÇÃO E DIAGNÓSTICO: RECURSO A TÉCNICAS DE ENSAIOS NÃO DESTRUTIVAS (NDT)

Depois de feito o diagnóstico, importa avaliar a extensão da zona afectada e estimar os danos causados, no sentido de determinar a estratégia de reabilitação a adoptar. Deve-se ter em linha de conta que as técnicas e ensaios que utilizam equipamentos mais ou menos sofisticados podem ser utilizadas em função de dois objectivos distintos:

– defeitos ocultos – detecção de defeitos, alterações ou danos na madeira, em partes não visíveis ou inacessíveis da estrutura, utilizando-se os equipamentos como extensão “tecnológica” dos cinco sentidos do operador;

– determinação das características físico-mecânicas – determinação não destrutiva de grandezas físico-mecânicas correlacionadas com a resistência e/ou deformabilidade do elemento em estudo, com o objectivo de atribuir um nível de prestação tão próxima da realidade quanto possível, nos casos já citados, em que a inspecção visual se revela insuficiente.

Deste modo existe um conjunto de técnicas, umas expeditas outras mais complexas, que permite em muitos casos avaliar a extensão do ataque: avaliação da resistência à penetração, apreciação do som obtido por percussão de martelo sobre os elementos, resistógrafo, esclerómetro para madeiras (Pilodyn), raios-X, análise termográfica da superfície, análise da velocidade de propagação e a amplitude da onda sonora ou ultra-sónica, etc. No entanto, é de realçar que a eficiência e eficácia deste tipo de ensaios podem ser aumentadas se forem usados conjuntamente ensaios laboratoriais destrutivos para estudar a variabilidade das características mecânicas dos elementos de madeira.

Os ensaios não destrutivos (NDT) podem ser divididos em 2 grandes grupos: métodos globais de ensaio (GTM) e métodos locais de ensaio (LTM). Os primeiros incluem os ultra-sons e outros métodos de propagação de ondas. Os últimos são os que mais directamente auxiliam a inspecção visual, nomeadamente o Pilodyn e o resistógrafo.

Usualmente os LTM estão relacionados com a avaliação da secção residual resistente através da análise de variações da densidade, geralmente associadas a perdas de massa que podem estar relacionadas com degradação biológica. Outros NDT podem ser aplicados a estruturas de madeira: termografia, ondas sónicas, raios-X, método dos isótopos e uso de endoscópios.

O desenvolvimento destes e outros métodos está em pleno progresso, no entanto e tendo em contas questões de segurança, custos envolvidos, questões técnicas, etc., a sua utilização na avaliação de estruturas de madeira tem sido limitada.

A carotagem ou extracção de carotes tem também sido utilizada na análise dendrocronológica de estruturas e elementos de madeira, sobretudo na determinação da densidade. Esta técnica é também usada na determinação da resistência característica dos carotes, que será *à posteriori* comparada com a de provetes standard. Teoricamente,

a relação entre ambas as resistências deve ser próxima da unidade, sendo que na prática se verifica que esta relação é bem menor que 1 ($\approx 70-75\%$), devido a questões relativas com o condicionamento e confinamento dos carotes.

MÉTODOS GLOBAIS DE ENSAIO (GTM)

Densidade – a densidade é um critério de classificação da madeira, e as correlações entre as propriedades mecânicas e a densidade foram relatadas por diversos autores para diferentes espécies, ainda que as correlações encontradas sejam apenas moderadas. A determinação da densidade pode ser realizada laboratorialmente, em pequenos provetes extraídos dos elementos, ou pode ser realizada *in situ* usando métodos não destrutivos, que são condicionados por vários factores: em primeiro lugar, o custo em termos de mão de obra e de equipamento, porque envolvem a extração de carotes, e em segundo lugar porque, em muitas situações, a determinação da densidade tem que ser restringida a poucas amostras, devido aos testes “semi-destrutivos” usados para obter as amostras, afectando a representatividade da amostra.

Raios-X – um dos primeiros métodos a ser estudado e aplicado, é baseado no facto de que a penetração deste tipo de radiação depende, entre outros factores, da densidade e espessura do material. O ataque por agentes biológicos, ao provocar perda de massa, origina zonas de menor densidade, o que é revelado pelos raios-X. No caso do ataque permanecer activo, este método poderá permitir a identificação do agente em causa.

Ultra-sons – acompanhada de um exame visual prévio, esta técnica pode ser uma mais valia no processo de diagnóstico, pois pode fornecer informações sobre as condições internas dos elementos de madeira e sobre a sua capacidade resistente residual. Estes estudos não mostram uma relação efectiva entre o método ultra-sónico e a resistência residual dos elementos de madeira, devido ao comprimento de onda que é geralmente superior às dimensões dos defeitos locais (nós, inclinação do fio, etc.). No entanto, este método pode ser usado, com uma precisão extraordinária, para determinar defeitos locais e podem permitir uma boa interpretação das propriedades locais dos elementos *in situ*. É sabido que a velocidade dos ultra-sons pode ser directamente relacionada com as propriedades elásticas da madeira. A velocidade de propagação das ondas longitudinais nos meios elásticos depende essencialmente da sua rigidez e densidade, sendo possível

medir o tempo de propagação de um conjunto de ondas elásticas, no sentido axial dos elementos de madeira ou nos sentidos perpendiculares. A avaliação do processo de transmissão e propagação das ondas ultra-sónicas é uma tarefa difícil.

MÉTODOS LOCAIS DE ENSAIO (LTM)

Resistógrafo – o resistógrafo é um aparelho com acção semelhante a um berbequim, com uma agulha de cerca de máx. = \varnothing 3mm, determinando a resistência oferecida pela madeira à rotação e à progressiva penetração da agulha. O perfil da peça assim obtido, permite detectar zonas da madeira com variações anormais de densidade devidas a discontinuidades físicas, tais como fendas, ou como resultado de degradação biológica, por exemplo pela acção de fungos. Salienta-se que a utilização deste aparelho é considerada não destrutiva, na medida em que somente provoca furos de pequeno diâmetro, facilmente tapados com uma cola do epoxídica e não reduzindo a resistência dos elementos de madeira inspeccionados. A geometria da broca elimina o efeito de atrito: o diâmetro do eixo é de 1-1.5mm e o comprimento máximo é de 1500mm. A resistência da broca concentra-se na ponta porque a sua largura é o dobro da largura do eixo (2 a 3mm). O dispositivo contém dois motores: um para a alimentação constante e um para a rotação da agulha.

Por outro lado, este método fornece informação sobre a conservação dos elementos estruturais e (indirectamente) sobre a sua capacidade estrutural, tal como a secção transversal (quando não é possível medir directamente as dimensões), a secção transversal residual (a madeira deteriorada está associada a baixa resistência à penetração), o padrão de distribuição dos anéis de crescimento, a presença de defeitos naturais e a madeira deteriorada não visível externamente (importante em detalhes construtivos tais como os topos das vigas). Algumas vantagens do método são a fácil interpretação gráfica, a simplicidade de armazenar dados, de transportar o equipamento e de executar os testes.

Salienta-se que o teor de humidade da madeira tem uma grande influência nos valores de densidade, tendo observado que a resistência à penetração diminui com o aumento do teor de humidade.

Pilodyn – este método foi proposto originalmente para determinar a densidade e a resistência de elementos de madeira degradados e sãos. Diversos tipos de defeitos podem ser detectados rápida e objectivamente através de um simples ensaio não destrutivo, utilizando este equipamento, associando a redução de resistência à penetração da ponteira. Em casos concretos como a análise da resistência residual de postes de electricidade em madeira, este pode ser um ensaio vital. Outras situações em que este aparelho pode ser utilizado é na determinação prévia do aparecimento de doenças através de uma medição periódica, estabelecimento de parâmetros de produtividade no que diz respeito à densidade da madeira entre diversas espécies ou para estabelecer classes e categorias de resistência entre diversos tipos de madeira. O efeito do teste é tão ligeiro que os elementos ou provetes ensaiados continuam sem danos relevantes, sendo o teste considerado não destrutivo. No entanto, somente a dureza ou a resistência superficial são medidas, o que representa uma desvantagem.

Um campo de aplicação possível para o Pilodyn é a classificação de toros em classes de densidade, fazendo com que os preços dos toros sejam baseados não somente no tamanho dos toros e na classificação visual mas também em características da densidade. Outras aplicações passam pelo controle genético das espécies, existindo porém a necessidade de monitorizar e acompanhar experiências por períodos longos, de forma a confirmar os resultados.

4.1.11.4. Tratamento curativo

Os agentes biológicos e atmosféricos são os principais responsáveis pela alteração da resistência das madeiras. Para evitar que isto aconteça devem ser tratadas com produtos adequados que lhe permitam aumentar a sua resistência e durabilidade.

O WOCOSSEN 12 OL é um produto que se destina à conservação da madeira que pode ser aplicado em tratamentos curativos e preventivos, com características insecticidas e fungicidas. Tem uma excelente actividade contra os fungos destruidores da madeira (podridão branca e cinzenta) contra o azulamento e contra

os insectos perfuradores: carunchos, capricórnios e térmitas. É um produto pronto a ser utilizado, incolor, permitindo a aplicação posterior de acabamentos: vernizes, tintas, etc.

4.1.11.5. Monitorização da envolvente

O ambiente interno é influenciado por vários factores. Antes de ser efectuada qualquer intervenção, é aconselhável que se proceda à elaboração minuciosa do microclima e dos factores ecológicos, como é o caso da humidade. O acompanhamento constante das condições ambientais proporcionam a estabilidade e a preservação da janela a longo prazo.

A monitorização inclui o registo dos dados tais como a humidade ou a temperatura, utilizando para isso termopares e uma estação meteorológica automática. Estes dados permitem determinar, com exactidão, as zonas onde existe penetração de água e o estado de secagem dos materiais.

4.4.2. Metal

4.4.2.1. Fichas de Levantamento

A elaboração das fichas de levantamento, deverá conter a identificação de todos os elementos, bem como, as suas características e os seus materiais constituintes. Nesta ficha, também deverão estar mencionadas as possíveis intervenções de reparação a que o edifício tenha sido sujeito, anteriormente. Os materiais e as técnicas de reparação, utilizados anteriormente, poderão fornecer informações essenciais para posteriores intervenções.

4.2.2. Plano de Trabalho

O elemento principal, para o sucesso das obras de conservação e restauração é o planeamento. Por vezes, obras que parecem de simples e rápida execução, podem levar mais tempo do que aquele que, inicialmente estava previsto. Um plano de trabalhos deverá ser realizado, com o intuito de evitar eventuais conflitos nos processos de conservação. Cada tipo de intervenção, deverá ser inicialmente agendado e deverão ser estipuladas as horas de inicio e termino de cada trabalho, para que não haja conflito entre equipas multidisciplinares.

4.2.3. Inspeção das peças metálicas

A primeira etapa, consiste em decidir se o material necessita de restauração total, conservação ou apenas de manutenção. O restauro e a conservação, são aconselhados quando os revestimentos de superfície apresentam deficiências extremas ou quando os materiais se encontram em ruptura. As intervenções de manutenção, são apropriadas aos metais que apresentam ligeiras deteriorações superficiais. Para a avaliação do estado dos materiais em questão, deverá ser nomeado um especialista qualificado, de modo a que, o tipo de intervenção seja o adequado.

4.2.4. Amostras e análises de pinturas

A maior parte das janelas de metal, possuem revestimentos protectores, para as preservar da corrosão. Antes que qualquer trabalho de limpeza, devem-se retirar amostras de pintura de diversos pontos da janela, por um especialista na matéria que fará a apreciação e análise das mesmas. Os resultados das análises deverão ser registados, para facilitar eventuais intervenções de restauro ou manutenção. Os testes realizados, devem especificar se a tinta é ou não, à base de chumbo. Se for constituída por chumbo, o relatório terá que mencionar o tipo de precauções, em termos de saúde, são mais aconselháveis. Também é importante saber se o elemento pintado, é ou não galvanizado; em caso afirmativo, a pintura deverá ser mantida e possivelmente renovada.

4.2.5. Trabalhos de remoção ou “*in situ*”

Os trabalhos de remoção são mais caros, pelo facto do elemento ter que ser transportado para a serralharia, e de ser necessária a produção de uma janela de substituição. Na serralharia, existem recursos impossíveis de ser aplicados “*in situ*” e, também, não prejudicam os edifícios vizinhos.

Os trabalhos “*in situ*”, são pouco dispendiosos porque as intervenções são mínimas e de fácil execução. Também, não há a necessidade de obter uma janela de substituição e de pagar o seu transporte para a serralharia.

4.2.6. Limpeza e remoção de manchas

A limpeza tem, como principais objectivos, a remoção de sujidade e outros depósitos que se formam na superfície metálica, para os proteger de danos maiores. Nos materiais mais delicados, tais como o alumínio, o zinco e o bronze, pode ser necessário a remoção da corrosão activa, de modo a evitar a sua deterioração precoce. Quando estamos na presença de pátinas, devemos mantê-las e supor que estas são parte integrante do detalhe arquitectónico.

As técnicas de limpeza, devem ser selectivas e controladas para não desfigurar os detalhes da superfície original. A lavagem com água, sempre que possível, deve ser adoptada como meio de combate à sujidade e ao crescimento biológico.

Quando estamos na presença de superfícies galvanizadas, devemos ter muita atenção na escolha do método de limpeza, porque este tipo de superfícies é sensível à maioria destes métodos.

Como métodos de limpeza, para superfícies metálicas, temos as seguintes: limpeza a jacto com abrasivo húmido; limpeza a jacto com abrasivo seco; limpeza com chama; limpeza a vapor; limpeza com produtos químicos.

Para trabalhos “*in situ*”, um método igualmente útil e eficaz é o de raspar e escovar as superfícies metálicas com ferramentas de manuais.

4.2.7. Realinhamento e restauro da funcionalidade

As perdas de alinhamento podem dever-se a vários factores, tais como, falta de manutenção, pressão excessiva sobre a janela, dobradiças não conservadas e expansão dos metais devido a factores térmicos ou de oxidação.

A janela, uma vez desprovida de tinta e de ferrugem pode-se proceder à seu realinhamento original, tendo o cuidado de remover o vidro para não se partir. As esquadrias, podem ser puxadas por meio de calor ou apertadas, consoante o desejo do serralheiro.

4.2.8. Reparação

Sempre que possível, as técnicas e os materiais utilizados na reparação de qualquer elemento metálico histórico devem ser as mesmas que foram utilizadas no seu fabrico inicial.

A escolha das técnicas e materiais a utilizar, podem ser restritas. Estes casos, são muito frequentes, nomeadamente, quando o projecto apresenta limitações de ordem técnica, como é o caso de se decidir que as janelas não podem ser removidas.

No caso das dobradiças e os fechos apresentarem deterioração extrema, deve-se proceder à sua substituição, por elementos semelhantes, de modo a garantir a sua integridade estrutural e funcional. Quando os elementos a substituir, forem de elevado significado histórico, devem ser elaboradas reproduções ou, se possível, recuperá-las com partes de outros elementos, ainda em bom estado de conservação. Em termos de segurança, podem ser adicionados fechos de segurança, desde que, discretos e permitidos na zona onde o edifício de insere.

4.2.9. Acabamentos

A pintura, como processo de acabamento, deverá ser semelhante, ou com as mesmas características que as originais. Esta pretensão, tem como principal função, evitar que surjam incompatibilidades entre os materiais e, conseqüentemente, a sua

deterioração precoce. As tintas à base de chumbo eram, frequentemente, utilizadas em metais não ferrosos, pelo que, devem ser tomadas medidas preventivas de saúde, aquando da sua conservação. Antes de executada a pintura, a superfície deve ser limpa com produtos de limpeza, como é o caso do ácido ortofosfórico e, só depois, pintada.

A galvanização é um processo que teve grande popularidade no século XIX e consiste na introdução de um elemento de ferro ou aço, numa emulsão à base de zinco, formando assim, uma camada exterior em zinco como protecção do metal interior.

As patinas artificiais, em bronze, cobre ou latão, são produzidas através da aplicação de produtos químicos, para realçar a cor do bronze. O fabrico destes elementos, devem ser elaborados de forma a assumirem uma imagem esteticamente agradável.

O processo de anodização, consiste na criação de um filme de óxido através da imersão do metal num banho electrolítico. Este método, evita que a superfície metálica oxide e confere-lhe a propriedade de isolante eléctrico.

4.2.10 Reinstalação

As técnicas de reinstalação aplicadas, deverão ser as mesmas que foram usadas originalmente. O posicionamento, bem como o alinhamento, devem ser historicamente correctos, de modo a não descaracterizar a fachada. Os elementos de fixação, como os parafusos e as dobradiças, podem ser substituídos por outros semelhantes, desde que não causem impacto visual. As argamassas, se necessárias para efectuar as selagens, devem ser semelhantes às existentes na restante fachada.

4.2.11. Manutenção

A manutenção deve ser efectuada periodicamente, de modo a evitar a deterioração do elemento. Estes trabalhos regulares, ajudam a preservar a integridade estrutural e o aspecto estético da janela, evitando assim o uso de métodos caros e evasivos de conservação.

As janelas metálicas são vulneráveis à corrosão, devido ao seu uso frequente, ao colapso dos revestimentos e aos actos de vandalismo ou acidente. Por isso, as inspecções periódicas são necessárias e servem de base a uma manutenção eficaz. Os intervalos de inspecção têm que ser efectuados de acordo com a natureza das janelas, o serviço que lhe é exigido, a sua durabilidade e as condições climáticas a que está sujeita.

Os trabalhos de manutenção, devem ser planeados para períodos de tempo seco e todas as intervenções a realizar, devem ser documentadas.

De seguida, são apresentadas as medidas a efectuar anualmente, ou antes, se imprescindíveis: reparação da pintura; registo de eventuais elementos soltos; remoção de poeiras ou materiais biológicos; limpeza e lubrificação das ferragens; inspecção de locais propícios à deterioração.

A cada dois anos, é aconselhado que se faça: reparação de pintura e de betumes tradicionais; reparação das juntas de vedação; realização de reparações nas ferragens.

As janelas de latão, bronze e cobre devem ser limpas com água e detergente não iónico em pequenas proporções.

4.2.12. Janelas de ferro forjado

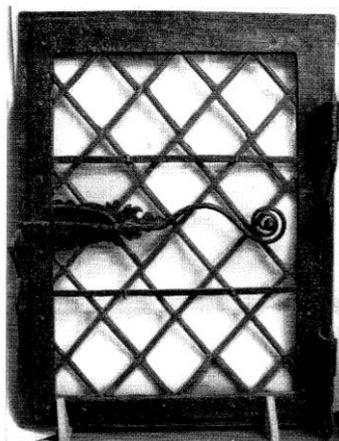


Fig. 53 – Janela de ferro forjado (TUTTON, M.; HIRST, E.; 2007)

No início da idade média, 2000 a.c., foram desenvolvidas técnicas de fundição de ferro. O ferro era aquecido e martelado de seguida. Este processo era repetido novamente, até se chegar a este tipo de material, de difícil execução e muito caro. Com o desenvolvimento dos fornos, no século XIV, este material começou a ser empregue em edifícios banais, devido à sua produção em larga escala. No início de século XX, o ferro forjado regressou em força, devido ao aparecimento de movimentos pró-góticos e arquitectónicos. Com o aparecimento do aço, este material entrou em desuso, chegando mesmo a ser cessada a sua produção em 1973.

O ferro forjado é constituído por uma pequena percentagem de carbono, cerca de 0,01% e escória que varia dos 1% a 4%. A escoria, confere ao ferro forjado uma estrutura fibrosa e laminada, que por sua vez, dita as suas propriedades físicas.

Quanto à vulnerabilidade, podemos afirmar que é vulnerável à corrosão, ao impacto e ao fogo. O fogo confere-lhe um estado plástico e distorção provocando o seu colapso.

O desmantelamento, deve ser efectuado por meio de aquecimento do metal e a pintura é o tratamento mais usual para combater a corrosão.

4.2.13. Janelas de ferro laminado



Fig. 54 – Ferro laminado (TUTTON, M.; HIRST, E.; 2007)

A produção de ferro laminado iniciou-se no século XV, mas com o avanço das técnicas de fabrico na metade do século XVIII, a sua aplicação foi generalizada, especialmente nas estruturas de aço.

É constituído por carbono (2% - 5%), por pequenas quantidades de silício (1%-3%) e também pode composto por manganés, enxofre e fósforo. O nome, pelo qual é vulgarmente conhecido é por ferro fundido.

Este metal tem maior resistência à corrosão que o ferro forjado, uma vez que tem uma camada fina de sílica que lhe confere essa protecção. No entanto, o ferro fundido é susceptível à corrosão, quando a humidade for superior a 65%.

4.2.14. Janelas de aço



Fig. 55 – Janela de aço (TUTTON, M.; HIRST, E.; 2007)

O aço é um metal 50% mais forte que o ferro forjado. Técnicas desenvolvidas no século XIX, permitiram a produção de secções em série. Entre 1918 e 1920, as janelas tiveram um auge de popularidade, também devido à construção de edifícios tecnologicamente avançados.

É constituído por baixas a média quantidades de carbono, que variam entre 0,25% a 1,7%. Quando aquecido, fica maleável, pode ser forjado e tem propriedades de trabalho semelhantes às do ferro forjado.

Este material, quando não protegido, é o mais susceptível à corrosão. A maioria das janelas construídas com este material, não eram galvanizadas, o que provocou a sua oxidação prematuramente. A melhor forma de proteger este metal é através de pintura e da galvanização.

4.2.15. Janelas de bronze

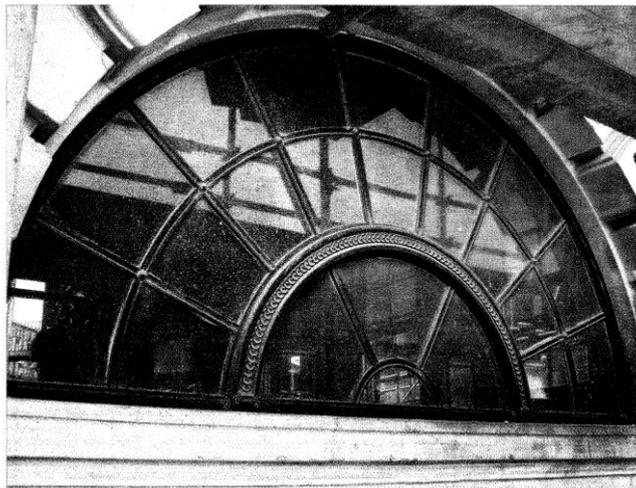


Fig. 56 – Janela de bronze (TUTTON, M.; HIRST, E.; 2007)

O bronze foi usado em edifícios imponentes, tais como igrejas ou museus, para lhes conferir grandiosidade e segurança. No período entre as duas guerras mundiais, as janelas de bronze substituíram as de aço.

Este metal é constituído por 86% a 89% de cobre, 9% a 11% de estanho e menos de 1% de chumbo ou zinco.

Em termos de vulnerabilidade, o bronze apresenta boa resistência à corrosão comparado com os metais ferrosos, mas mesmo assim, é necessário efectuar manutenção periódica.

Os métodos de limpeza, devem ser cuidadosamente administrados e seleccionados, para não provocar danos na superfície do metal. A limpeza, se possível, deve ser aplicada em áreas localizadas, de modo a não sujeitar toda a janela a este tipo de processo.

4.2.16. Janelas de zinco

O zinco é, normalmente, utilizado em conjunto com outros materiais, como é o caso dos metais galvanizados. Este metal tem cor cinzenta e é fabricado em folhas, para facilitar a sua utilização nas coberturas das habitações.

Apresenta características excelentes de resistência à corrosão. No caso da sua superfície estar completamente exposta ao meio ambiente, irá desenvolver-se uma camada protectora de sulfato ou carbonato básico.

O seu manuseamento requer especial cuidado, uma vez que, se trata de um material frágil como o alumínio.

Podem ser utilizados métodos de limpeza à base de água ou abrasivos, consoante a necessidade ou imposição. A sua manutenção é reduzida, devido às suas características anti-corrosivas.

4.2.17. Janelas de alumínio

O alumínio é o terceiro elemento mais abundante no globo terrestre. É de difícil extracção, pelo que, só foi utilizado na arquitectura no final do século XIX. O uso do alumínio em janelas, foi uma boa alternativa às janelas de aço, que eram mais pesadas e de difícil fabricação.

O alumínio é, no seu estado puro, leve, macio e de cor cinzenta. É um elemento decorativo, pesa cerca de um terço do aço e não é tóxico. Pode ser reciclado e fabricado com variadas formas e secções.

No que respeita à sua vulnerabilidade, pode-se afirmar que é altamente resistente às mais variadas formas de corrosão. Este, ao reagir com o oxigênio, forma uma camada de protecção microscópica de óxido que previne a corrosão.

O seu manuseamento deve ser cuidado e o seu tratamento de superfície mais usual é a anodização.

4.3. Pedra

4.3.1. Construção do vão e da janela

Deve-se começar por assentar a soleira sobre o elegimento, nivelamo-la com pequenas cunhas de madeira, depois gateiam-se pelos seus extremos e se estiverem aprumadas, são cobertas com telha ou ardósia.

4.3.2. Mecanismos de decaimento da pedra

Existem vários tipos de decaimento. Pode ser físico, químico ou biológico. Os efeitos somam-se, convergem, as causas inter cruzam-se. Os fenómenos de índole química têm efeitos físicos, uma transformação física desencadeia reacções químicas, as acções biológicas repercutem-se em modificações físicas e químicas.

Decaimento físico

O decaimento físico é causado pelo quebrar das ligações físicas inter cristalina e intracristalinas, causado pela perda de coesão, pelo desmoronamento da rocha. Este fenómenos poderão estar relacionados com a :

- Expansão por hidratação de minerais argilosos expansivos;
- Expansão devido ao gelo da água de embebição das rochas;
- Acção da força de cristalização de sais minerais;

- Acção da tensão superficial da água no decurso de fenómenos naturais de secagem-molhagem;
- Dilatação diferencial dos minerais das rochas submetidas a variação de temperatura;
- Choques quer vibracionais (tráfego, sinos, concertos musicais), quer de origem sísmica, quer mecânicos;
- Acções de vegetais e animais.

Para percebermos melhor o comportamento das rochas e podermos caracterizar o seu estado físico-estrutural das rochas, devemos efectuar ensaios que nos dêem a conhecer a porosidade do ar, permeabilidade do ar, massa volúmica (real, aparente), capilaridade, coeficiente de saturação, porometria, sucção, superfície específica.

Todos estes ensaios permitem, não só caracterizar os materiais pétreos, como prever e explicar fenómenos ligados à absorção e circulação da água e do ar e suas consequências.

Decaimento biológico

As pedras dos monumentos são “habitadas” por organismos de várias categorias, tais como bactérias, protoctistas – algas e protozoários, fungos e líquenes, plantas, animais.

As rochas sãs estão relativamente isentas de bactérias, mas a actividade fúngica inicia o decaimento da rocha onde a actividade bacteriana se pode tornar relevante. As bactérias podem provocar o decaimento de minerais silicatados, tal como fazem os fungos.

Decaimento químico

A atmosfera é a esfera geoquímica externa da Terra, sendo constituída por uma mistura de gases e vapores nos primeiros 1000 Km. Actualmente, a atmosfera terrestre está contaminada por substâncias que alteram a qualidade, provocando um risco grave para as pessoas, animais ou plantas e para os bens imóveis de qualquer natureza.

Para os monumentos, a deposição e acumulação destes materiais poluentes pode ser fatal. Algumas das manifestações mais evidenciadas nos monumentos são as crostas negras, as pátinas e oxalatos de cálcio.

Também são exemplos de mecanismos de decaimento, a sulfatação nas rochas carbonatadas e fenómenos de hidrólise nas rochas granitóides.

4.3.3. Medidas de conservação e reparação

Deverão ser efectuadas regularmente operações de limpeza. Na medida do possível, a reparação deve seguir os princípios estabelecidos de conservação. Os reparos devem ser baseados em estudos e compreensão dos detalhes originais e não em especulações. Os trabalhos de reparação e substituição devem manter os perfis e o aspecto original dos elementos.

4.3.4. Limpeza e remoção de pintura

Os critérios utilizados nas operações de limpeza da pedra são os seguintes:

- 1º O processo de limpeza deve poder ser controlável em todas as suas fases; deve ser gradativo e selectivo.
- 2º O processo de limpeza não deve originar agentes ou produtos perigosos para a conservação da pedra (v.g., sais solúveis).
- 3º O processo de limpeza não deve originar modificações nas superfícies limpas (v.g., microfissuras e abrasões) que possam acelerar o processo degradativo.

Nas operações de limpeza, o método a utilizar, deverá ser escolhido em função do interesse histórico do edifício, uma vez que, se tratam de operações um tanto ao quanto dispendiosas. Independentemente da técnica que seja aplicada, deveremos, por norma, ensaiar esse método numa pequena porção do monumento para evitar situações desagradáveis.

Quando se realizam este tipo de intervenções, estas devem ser acompanhadas por um historiador de arte que melhor conhece o monumento e as mensagens que ele transporta no tempo, bem como por um técnico e cientista especializado em ciências dos materiais.

Este tipo de intervenções, nem sempre é realizado com o apoio unânime de todos os especialistas. Há sempre quem defenda a sua realização, bem como os que se opõem à mesma.

Argumentos a favor da limpeza dos monumentos

A camada escura de sujidade que recobre a pedra é ela própria considerada nefasta porque:

- acentua o efeito de variação térmica e ao deformar-se arranca fragmentos de rocha;
- actua como uma cataplasma que mantém *in situ* os poluentes e os produtos de alteração (ácidos, sais, etc.) que sob o efeito de variações higrométricas, aceleram o processo de alteração.

Argumentos contra a limpeza dos monumentos

- as sujidades constituem uma protecção;
- a pátina tem algum “passado” a preservar, sendo de evitar o aspecto “demasiado novo” dos monumentos limpos;
- nos locais muito poluídos, as sujidades reaparecem rapidamente pelo que as operações de limpeza terão de se repetir;
- consequências das operações de limpeza como a absorção de excesso de água pela rocha (depende do método usado) modificando as condições nanoclimáticas de locais abrigados, eventuais infiltrações pelas juntas, etc.

Em termos muito gerais pode dizer-se que, na limpeza das matérias vegetais vivas, se deve preceder esta operação de um tratamento biocida. No caso da existência de sais em quantidade, devem evitar-se as lavagens com água. Quanto às partículas sólidas é normal tentar-se uma acção mecânica mais ou menos acentuada de acordo com

o estado de conservação da pedra e com o valor do objecto de arte. Muitas vezes, à acção mecânica associa-se a de outros agentes à base de água ou de soluções de produtos tensio-activos adequados para a diminuição das forças de adesão e de coesão das sujidades e concreções.

Técnicas físicas e mecânicas:

Limpeza pela lavagem por escoamento superficial de água

As superfícies a limpar são submetidas a um escoamento de água durante o tempo necessário ao amolecimento das sujidades. Em seguida usa-se uma escovagem e lavagem mais ou menos vigorosa de modo a remover os materiais “descolados”. Se a acção da água de escoamento actua durante muito tempo há o perigo de que, face às enormes quantidades de água usadas, haja infiltrações e outros prejuízos que podem levar ao abandono desta técnica.

Limpeza por pulverização de água

A água é pulverizada a uma pressão que varia entre os 5 e os 10 Kg/cm². Mesmo com a pressão mínima, a quantidade de água manipulada é importante. Deve pulverizar-se a água sobre os locais com sujidades, evitando a projecção directa que pode ser pernicioso. As operações de limpeza devem fazer-se de cima para baixo para beneficiar da acção amolecedora das sujidades da água que vai escorrendo. A prática recomenda que se façam períodos curtos repetidos de pulverização com análise dos resultados entre estes períodos e não se usem poucos e longos períodos de pulverização.

A remoção das sujidades deve fazer-se por escovagem, usando escovas ou brochas macias (nunca escovas metálicas).

Este método de limpeza é desaconselhado para rochas brandas e alteradas.

Limpeza por jacto de vapor sob pressão

O vapor de água é direccionado para a superfície a ser limpa, a uma pressão de impacto de cerca de $0,5 \text{ Kg/cm}^2$. A quantidade de água empregada é pequena. A despeito do aquecimento produzido, método utilizável em pedras compactas e mesmo em calcários porosos são. Não é aconselhável em grés brandos, principalmente em partes ornamentais.

Cuidado especial merecem as juntas com argamassas antigas à base de cal.

Limpeza com partículas abrasivas a seco

As partículas abrasivas de natureza diversa são projectadas, sob pressão, sobre a superfície a limpar. Este método é perigoso não só para a pedra do monumento como também para o operador. Acresce que é um método cujos efeitos são difíceis de controlar, podendo perder-se, para além das sujidades, partes relevantes da superfície tratada. É um método com difícil aplicação.

Limpeza com partículas abrasivas com água

Este método consiste em projectar em simultâneo água e abrasivo (normalmente areia) com a pressão a variar de $0,5$ a 3 Kg/cm^2 . Vários parâmetros devem ser devidamente controlados, tais como: mistura água-abrasivo, granulometria e dureza do abrasivo, pressão de ar comprimido, distância a que é feita a projecção do abrasivo. Embora seja método preferível à limpeza com abrasivo a seco, é técnica só utilizável em condições muito favoráveis, como seja em rochas coesas e não lavradas.

Limpeza executada com ferramentas manuais

São técnicas que não utilizadas na limpeza de monumentos, salvo como subsidiárias (escovagens com escovas adequadas, não metálicas), após prévias operações de reparação das superfícies (v.g., amolecimento das sujidades).

Limpeza com microjacto de precisão de partículas abrasivas

As ferramentas utilizadas nesta técnica limitam-se a um compressor a ar associado a um reservatório contendo um abrasivo fino. Usam-se, geralmente, pós finos de alumina ou bolas de vidro. A superfície da rocha atingida pela mistura ar-abrasivo é muito limitada (alguns mm²) e a pressão constantemente controlada. Deste modo, pode operar-se delicadamente e obter bons resultados, mesmo em rochas brandas e alteradas. É um método caro e moroso que só deve ser usado em partes de monumentos de alto valor artístico, sempre seguido por controlo estreito dos resultados. Podem, inclusivamente, limpar-se esculturas gravemente alteradas a serem depois consolidadas. Com cuidados adequados podem remover-se sujidades sem prejudicar as policromias ou dourados subjacentes.

Limpeza com ultra sons

Estas operações de limpeza fazem-se com instrumentos semelhantes aos usados em estomatologia, que transmitem pequenas vibrações às crostas negras a partir de um emissor em forma de espátula e através de um filme de água. A água, além de transmitir as vibrações, faz cair a crosta negra.

É um dispositivo que permite operações minuciosas e precisas na remoção de sujidades e incrustações atacando o substrato.

Limpeza com laser

O laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) produz radiações luminosas muito energéticas que podem reagir de maneiras diferentes com os materiais. A principal vantagem deste método reside na grande selectividade que se pode obter e na segurança do tipo de limpeza que não é obtido por acção química ou mecânica. Actualmente, está em uso um sistema laser portátil Nd YAG – laser de granada rica de neodímio, ítrio e alumínio.

O sistema de laser empregue em trabalhos de limpeza usa fluxos intensos instantâneos de 10 a 1000MW/cm² obtidos por laser com sólidos (laser Nd YAG) em que a duração do impulso é apenas de alguns nanosegundos. De modo geral, os processos físicos de interação, para estes tipos de laser, classificam-se em função do fluxo absorvido pela matéria.

Técnicas químicas e biológicas de limpeza:

Não abundam os produtos químicos que se podem usar na limpeza das rochas dos monumentos sem contra-indicações.

Limpeza utilizando produtos tensioactivos e emulsões

Normalmente, utilizam-se sabões neutros líquidos de uso industrial que podem adicionar-se, em pequena quantidade, à água de lavagem (nebulizadores ou aerossóis) para aumentar o seu poder molhante e emoliente. São usados na limpeza de rochas calcárias reagentes como o formiato de amónio (HCOONH₄) e o hexametáfosfato de sódio (NaPO₃)₆. Estes dois sais têm a propriedade de dissolver o gesso sem atacar o carbonato de cálcio.

Limpeza utilizando produtos básicos e sais com reacção alcalina

Os sais usados são os bicarbonatos de amónio e de sódio e os complexantes (sais bi e tetrassódicos do ácido etilodiamina tetra-acética – EDTA) e os bifluoretos de sódio e de amónio. Estes produtos podem ser dissolvidos na água ou misturados com pós inertes e serem aplicados como pastas, cataplastas ou lamas que aderem facilmente às superfícies a tratar.

Limpeza utilizando solventes orgânicos

A extração de ceras e produtos afins é, normalmente, feita com a ajuda de solventes como a acetona e o cloreto de metileno, etc., associado à água. Muitas vezes usa-se aplicar esta pré-limpeza antes do uso das “lamas” e “pastas” referidas anteriormente.

Limpeza utilizando produtos ácidos e sais com reacção ácida

Esta técnica deve ser evitada, devido a este tipo de produtos (v.g., ácido clorídrico, ácido nítrico, bifluoreto de amônio, ácido fluorídrico, etc.). São produtos perigosos para os materiais e para os técnicos que os empregam. Inclusivamente, os dois últimos produtos podem atacar de modo irreversível os vitrais existentes, além de serem contraindicados para rochas siliciosas.

Limpeza de “graffiti”

Embora comum a existência de *graffiti* históricos, alguns até relevantes (v.g., Mosteiro Batalha), assiste-se a uma explosão de inscrições, por vezes vândalas, sobre os monumentos. A limpeza destas inscrições pintadas exige que se conheça o tipo de tintas usadas (*spray*, tintas de lata, canetas de feltro, simples esferográficas, etc.), bem como o tipo de rocha e o tipo de superfície.

Parece prudente começar por uma lavagem com água e um detergente.

Nas rochas calcárias pode seguir-se (consoante os resultados daquela lavagem) com o uso de *white spirit* xileno, diluentes celulósicos, cloreto de metileno, eventualmente seguidos de escovagem.

Existem no mercado vários produtos decapantes das tintas das inscrições que podem ser usados com êxito.

Casos gerais a resolver pelas operações de limpeza:*Limpeza de superfícies fortemente alteradas exibindo esfoliações e escamações*

Antes de tudo, tem que se estabilizar devidamente as partes a limpar. Só depois será efectuada a limpeza. Devemos fazer uso de lasers e microjactos de precisão de partículas abrasivas. Estas técnicas permitem que a precisão das operações se adequem à delicadeza da situação.

Limpeza de superfície em pedra polícroma

Estamos na presença de uma situação bastante delicada. Devemos aprender com as técnicas aplicadas em casos semelhantes (Basílica de São Marcos, Catedral de Lausanne ou Ferrara, etc.). Podemos dizer que este método, segue o esquema mencionado para a limpeza das superfícies de rocha muito alteradas.

Limpeza de manchas de ferrugem

Quando são usados, na construção civil, gatos, grampos, etc., é muito comum encontrarmos manchas acastanhadas devidas aos óxidos e hidróxidos de ferro férrico resultantes da alteração daqueles elementos metálicos de ligação.

Deve-se usar uma solução saturada de fosfato de amónio – $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ – com um pH ajustado a 6 pela adição de ácido fosfórico. Contudo, para evitar a corrosão das rochas calcárias será melhor ajustar o pH a 7 – 8.

Outro método, consiste na redução do $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ usando o tiosulfato de sódio – $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ – ou uma solução de H_2SO_3 . Uma vez reduzido o ferro, reoxida-se por meio de água oxigenada. E assim se produzem hidróxidos de ferro férrico e outros sais hidratados que são facilmente solubilizáveis por produtos como ácido cítrico, tartárico e ainda pela EDTA em solução amoniacal.

Limpeza de manchas de sais de cobre

Normalmente, aparecem manchas verdes nas rochas, resultantes, da presença de estátuas ou outros objectos de bronze. Estas manchas são a consequência da impregnação na rocha de sais provenientes da corrosão das peças em bronze de que resultam cloretos e sulfatos de cobre que formam incrustações de carbonatos (malaquite) e de sulfatos (brochantite).

A técnica mais frequente é o uso de produtos como a EDTA ou ácido sulfanico ($\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$) a 10% na água ou ainda o carbonato de amónio – $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ – a 20% na água.

Limpeza de manchas de substâncias orgânicas

Ao longo dos tempos, têm-se usado de graxas, óleos e ceras de tipos diversos como forma de proteger as rochas dos monumentos. Este tipo de tratamentos, a despeito de se terem revelado, eventualmente, adequados à protecção pretendida, têm prejudicado a estética dos monumentos. Em especial, o óleo de linhaça, de noz e de castanha, bem como sebos animais, usados ao longo dos tempos, devem ser removidos, pela sua modificação cromática, manchando as rochas e as suas partes lavradas.

A remoção destas substâncias orgânicas tem sido tentada usando solventes ligeiramente básicos como a butilamina e o trietanol. Para as manchas betuminosas os solventes alifáticos como acetonas são adequados.

Desinfestação de plantas superiores

As raízes das plantas superiores, e os produtos que segregam, podem ter efeitos mecânicos (alargamento de juntas, levantamento de lajes) e atacar quimicamente azulejos e mosaicos. A remoção, por intermédio de meios mecânicos, não só é onerosa e demorada, como pode ser inoperativa se for impossível a remoção total das raízes. Os

produtos utilizados neste tipo de desinfestação, são os herbicidas e compostos neutros da triazina com baixa solubilidade na água. Os primeiros são usados em criptas e grutas e os segundos em cantarias, uma vez que têm um maior espectro de aplicação.

Desinfestação de algas, musgos e líquenes

Estes organismos possuem efeitos deletéricos que são bem conhecidos, o que demonstra um grande interesse em removê-los. Os produtos utilizados, são os biocidas (sais de amónio ou compostos de cobre). Estes, devem ser dissolvidos em água em solução de 1 a 3%. Este método pode ser utilizado tantas vezes, quantas aquelas que acharmos necessário.

No caso de musgos e líquenes, muitas vezes é necessário fazer uma remoção prévia por meios mecânicos (espátulas ou pincéis) seguida do uso de biocidas.

4.3.5. Acabamento superficial e decorativo

Os profissionais da pedra natural, têm desenvolvido ao longo dos tempos, diferentes tipos de acabamento de superfície, com funções distintas, como o embelezamento ou a anti-derrapagem, entre outros.

Tipos de acabamento

Polido – Apresenta uma superfície brilhante que destaca a coloração completa dos materiais, bem como as suas características específicas (o grão, os veios, etc). Totalmente plano e liso, este acabamento transporta sentimentos de nobreza e requinte e revela toda a beleza e força da pedra natural.

Amaciado – Tem uma superfície suave, totalmente plana e lisa, que mostra a verdadeira coloração dos materiais sem o brilho e a pormenorização do acabamento polido. Muito em voga, este acabamento é considerado muito acolhedor e confortável.

Escovado – Possui uma superfície anti-derrapante, o acabamento rústico não é liso ao toque sendo porém totalmente adequado para pavimentação plana.

De superfície semi-rugosa e comparativamente mais suave do que o acabamento a jacto de areia, o material com acabamento rústico tem tido grande aceitação junto de prescritores de todo o mundo. Na verdade, esta superfície deixa transparecer mais a coloração original do material ao mesmo tempo que o torna anti-derrapante.

Jacto de areia - O acabamento com jacto de areia é semi-rugoso e anti-derrapante, suficientemente plano e muito indicado para pavimentação.

Comparativamente, este acabamento é menos rugoso que o bujardado e mais irregular ao toque do que o escovado. Da mesma forma, deixa transparecer mais a coloração do material do que o bujardado mas menos do que o escovado.

Bujardado - O acabamento bujardado é anti-derrapante e principalmente apropriado para revestimentos e pavimentos exteriores. De superfície rugosa, o material bujardado é suficientemente plano e muito utilizado para pavimentação. É de notar que este acabamento esbate a coloração dos materiais, esbranquiçando-os ligeiramente.

Serrado – Depois da extracção dos blocos nas pedreiras, estes são cortados em chapas com, tipicamente, 1cm, 2cm ou 3cm de espessura, salvo projectos de revestimento exterior ou outros casos em que a espessura deva ser maior. A superfície deste acabamento não é lisa ao toque sendo, porém, mais do que suficientemente plana e adequada à pavimentação. Apesar de não ser totalmente anti-derrapante, o material serrado cria comparativamente mais atrito do que o polido ou o material com acabamento amaciado. Este acabamento não realça a cor dos materiais nem tão pouco a esbate. É o acabamento mais económico pois todos os outros são realizados sobre o material serrado. A sua prescrição é ideal para projectos de orçamento reduzido, em espaços exteriores com grande afluência pública, onde um acabamento polido rapidamente perderia o brilho característico, um acabamento amaciado não seria suficientemente anti-derrapante, e onde um acabamento anti-derrapante seria, com toda a certeza, mais dispendioso.

Flamejado - Produzido por meio da exposição da pedra a altas temperaturas, é de notar que nem todos os materiais brilham. O acabamento flamejado é suficientemente plano para pavimentação, embora admita variações no relevo da sua superfície e aparente uma face composta por “lascas” ou camadas. Único nos efeitos que produz, o acabamento flamejado torna as superfícies anti-derrapantes ao mesmo tempo que esbate a coloração original do material e lhe dá as variações próprias de uma “face com diferentes cotas de relevo”.

Riscado - O acabamento riscado é uma das alternativas mais custosas a nível de acabamentos. Única no efeito que dá à pedra, esta solução exige uma fresa específica e relativamente mais tempo para produção.

Escacilhado - Este acabamento não se adequa à pavimentação, devido à sua superfície irregular, mas aim a revestimentos que se pretendam belos e duradouros. Para superfícies escacilhadas deve-se considerar material a partir dos 5cm de espessura, uma vez que parte desta espessura será quebrada com as ferramentas próprias até ficar com aproximadamente 3cm de espessura base.

4.3.6. Trabalho da pedra

O trabalho da pedra é feito desde os primórdios da humanidade e inclui as operações realizadas fora das pedreiras de serragem dos blocos extraídos, corte em diferentes dimensões, polimento, acabamento, selecção e embalagem. Abrange os artigos com base nas rochas ornamentais (mármore e granito), outras rochas e pedras e em ardósia, com origem nos recursos geológicos não metálicos extraídos nas pedreiras, muitas das quais situadas em Portugal, onde existem boas reservas.

O trabalho deste inerte integra 3 principais famílias de produtos: pedra de cantaria/construção; pedra para calcetar; ardósia natural trabalhada.

4.4. Vidro e Vitral

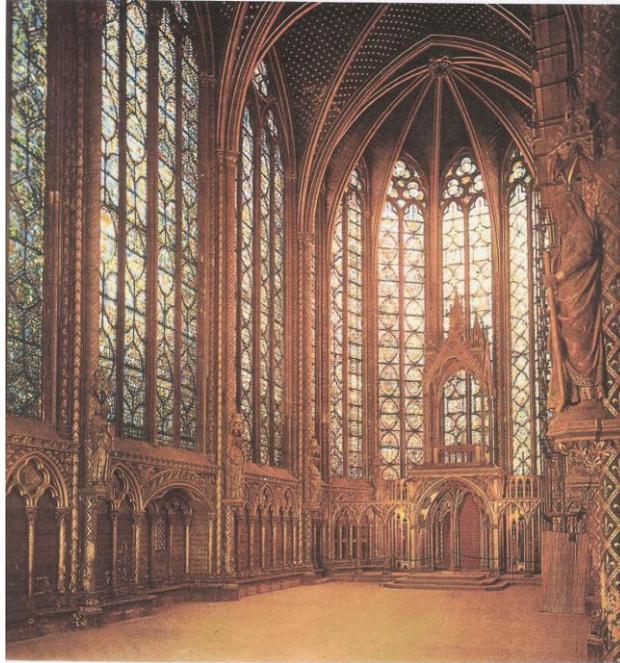


Fig. 57 - Vitral (HISTÓRIA DA ARTE; 1972)

4.4.1. Fabrico do vidro e do vitral

O vitral teve origem no Oriente no século X, tendo florescido na Europa na Idade Média. É muito utilizado em catedrais, igrejas conferindo-lhes uma maior imponência.

A fabricação clássica do vitral utilizava chumbo nas junções e soldaduras. A cor era obtida com a adição de bismuto, cádmio, cobalto, ouro e cobre.

Normalmente, os vitrais são embelezados com figuras decorativas, sendo estas, aplicadas na superfície do vidro. Como forma de bloquear a entrada de luz, utiliza-se a pintura de vidro. Esta apresenta cor preta ou castanho neutro e é feita de vidro em pó, misturada com óxido de ferro.

No século XIV, para se obterem vitrais com cor amarela ou limão era utilizado o nitrato de prata, cloreto de prata, ou mesmo, o sulfato de prata.

4.4.2. Conservação e manutenção

Devem ser removidos os vidros, depois é necessário lavá-los e remover toda a pintura. Depois são novamente pintados e colocados nos caixilhos.

4.5. Acabamentos e pinturas

4.5.1. Caracterização dos filmes

A decoração da janela, não tem que ser necessariamente igual para a face externa e interna. A parte exterior, normalmente, está de acordo com a tradição local, a cor dos edifícios vizinhos, as preferências do proprietário, o estilo arquitectónico dominante, os materiais mais usuais, ou, até mesmo, com a capacidade financeira do dono do edifício; a sua cor é a expressão da impressão que o proprietário deseja dar ao público, tendo um impacto positivo ou negativo na paisagem urbana. A parte interior, por norma, está em conformidade com a decoração do espaço interior.

Com a substituição das janelas de madeira pelas de ferro fundido no século XVIII, foi essencial a aplicação de tinta, como meio de protecção. A análise microscópica da secção transversal do filme de tinta, poderá levar-nos a identificar anteriores acções de reparação, como é o caso da presença de poieras entre camadas de tinta.

Os materiais que mais se utilizaram na decoração de janelas, permaneceram intactos até ao final do século XIX e início do século XX. O óleo de chumbo, foi o material que ofereceu maior garantias de protecção, sendo este fabricado a partir de óleo de linhaça e carbonatos de chumbo.

As janelas e caixilhos de madeira macia, no início de século XVIII, pintadas de cor branca ou com cores que fossem semelhantes às da pedra. Outras cores, mais escuras, também foram utilizadas, como o verde, o preto ou o castanho, em casas mais

modestas. As cores e os efeitos pintados, estavam relacionados com a riqueza do proprietário e ocupantes. Como símbolo de status social, as janelas desenhadas por conceituados arquitectos, eram as mais cobiçadas, para embelezar a casas das famílias mais abastadas.

Infelizmente, tem havido um movimento para o uso da cor branca nas janelas de madeira ou PVC. A cor branca, que hoje se produz, é pigmentada com dióxido de titânio e muito brilhante, o que contrasta com o branco suave da pintura a óleo de chumbo. Este tipo de inovações, na maioria dos casos, descaracterizam os edifícios históricos.

4.5.2. Falhas da pintura

A pintura é a principal responsável pela protecção dos elementos de ferro e de madeira, das flutuações térmicas ao longo do ano. Há vários factores, responsáveis pela deterioração da tinta e deverão ser rapidamente corrigidos, de modo a evitar a rápida deterioração dos elementos de metal e de madeira.

As falhas de pintura, normalmente, são causados por diversos factores, tais como: deficiente aplicação de pintura; degradação da tinta; incompatibilidades de tintas; aplicação de tinta em quantidades reduzidas; tintas de baixa porosidade; manutenções frequentes.

4.5.3. Conservação e restauro

Muitos proprietários, não têm disponibilidade financeira para contratar especialistas que, elaborem um estudo exaustivo à cerca do estado da pintura. Por isso, frequentemente, o marceneiro é que vai definir a estratégia a aplicar e decidir se é ou não necessário proceder-se à remoção total da pintura.

Por norma, a simples limpeza da superfície é suficiente para tornar o elemento mais agradável. Quando as falhas de pintura são extensas é necessário proceder-se à remoção total da pintura, quando essas falhas são parciais, apenas se fazem reparações

localizadas, sem esquecer o cumprimento das normas de segurança no que respeita ao materiais e técnicas a utilizar.

A opção a ser tomada, na escolha dos materiais a serem utilizados nas obras de reparação, dependem de vários factores: o custo dos materiais; o impacto ambiental originado pela tinta escolhida; a disponibilidade dos materiais; a vontade de usar materiais modernos equivalentes ou tradicionais; a compatibilidade com materiais existentes; as implicações em futuras acções de manutenção e reabilitação.

Os produtos para conservação e reparação, mais usados nos elementos de madeira, são o cuprinol anti-caruncho e o cuprinol anti-caruncho sem cheiro.

As cores a serem utilizadas, devem ser escolhidas correctamente. Deve ser evitado o uso de corantes sintéticos e titânio branco em pinturas modernas e as restrições para esses locais, se existirem, deverão ser tidas em conta.

A melhor forma de manter os edifícios bem conservados, a longo prazo, é serem alvo de obras de manutenção regular, com o objectivo de eliminar as falhas de pintura, nos seus momentos iniciais.

4.6. Referências bibliográficas do capítulo 4

(1) TUTTON, Michael; HIRST, Elizabeth – “Windows – history, repair and conservation”; Donhead, 2007; pp. 253 a 409.

(12) AIRES-BARROS, L. “As rochas dos monumentos portugueses – tipologias e patologias”; Instituto Português do Património Arquitectónico.

(13) SEGURADO, J. – “Alvenaria e Capintaria”; Biblioteca de Instrução Profissional; pp. 180 a 212.

(14) “Tradução 641- Directivas comuns UEAtc para homologação de janelas”; LNEC, Lisboa, 1976.

(15) SALAVESSA, Eunice – “Rochas de construção (análises, técnicas laboratoriais e técnicas de inspecção)” – Série didáctica 274; UTAD, Vila Real, 2005.

(16) SALAVESSA, Eunice – “Métodos e produtos para tratamento do granito e de outra pedras” – Série didáctica 87; UTAD, Vila Real, 2005.

5. CASOS DE ESTUDO ⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾

5.1. Centro histórico de Vila Real



Fig. 58 - Zona histórica de Vila Real (JORGE, Filipe; 2004)

5.1.1. Localização geográfica

Vila Real é a cidade capital do distrito com o mesmo nome, com aproximadamente vinte e cinco mil habitantes. É a sede do município com 377,08 km² de área e aproximadamente 50 000 habitantes (2006), subdividido em 30 freguesias. O município é limitado a sul pelo Peso da Régua, a norte pelos municípios de Ribeira de Pena e de Vila Pouca de Aguiar, a leste por Sabrosa, a sudoeste por Santa Marta de Penaguião, a noroeste por Mondim de Basto e a oeste por Amarante.

Esta cidade, desenvolve-se num planalto situado na confluência dos rios Cabril e Corgo. Vila Real está enquadrada numa bela paisagem natural, tendo como pano de fundo as serras do Marão e do Alvão. Ao longo de mais de setecentos anos de existência, Vila Real ganhou os contornos que tem hoje, uma cidade de belos monumentos, onde se destacam as casas nobres e os templos e as casas nobres, com os

seus brasões bem à vista, algo que levou a que, antigamente, fosse conhecida como a Corte de Trás-os-Montes.

5.1.2. História local

A cidade de Vila Real possui vestígios de ter sido habitada desde o período paleolítico. Os vestígios de povoamentos posteriores, como é o caso do Santuário Rupestre de Panóias, revelam a presença dos romanos. Contudo, com as invasões muçulmanas e bárbaras verifica-se um despovoamento gradual.

Nos finais do século XI, em 1096, o conde D. Henrique atribuiu o foral a Constantim de Panóias, como o intuito de promover o povoamento desta região. Em 1272, como novo incentivo ao povoamento, atribuiu D. Afonso III foral para a fundação — sem sucesso — de uma *Vila Real de Panoias*, que alguns autores defendem ter sido prevista para um local diferente do actual (possivelmente para Ponte, na freguesia de Mouços). Sómente em 1289, por foral do rei D. Dinis, é fundada efectivamente a *Vila Real de Panóias*, que se veio a tornar na cidade actual. Contudo, ao que parece, já em 1139 se chamava «Vila Rial» ao promontório onde nasceu a Vila Real actual, na altura pertencente à freguesia de Vila Marim.

A localização excepcional, no cruzamento das estradas Viseu-Chaves e Porto-Bragança, permite um crescimento sustentado. A presença, a partir do século XVII, da Casa dos Marqueses, faz com que muitos nobres da corte também aqui se fixassem. Facto comprovado pelas inúmeras pedras-de-armas com os títulos de nobreza dos seus proprietários que ainda hoje se vêem na cidade.

Devido ao aumento da população, Vila Real adquiriu, no século XIX, o estatuto de capital de distrito e, já no século XX, o de capital de província. Em 1922 foi criada a diocese de Vila Real, territorialmente coincidente com o respectivo distrito, por desanexação das de Lamego, Braga e Bragança-Miranda, e em 1925 a localidade foi elevada a cidade.

Com a construção da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, em 1986, a cidade adquiriu uma nova dinâmica, que contribuiu para o aumento demográfico e revitalização da população.

Presentemente, Vila Real vive uma fase de crescente desenvolvimento, a nível comercial, industrial e dos serviços, com relevo para o ensino, saúde, o turismo, etc, apresentando-se como local de eleição para o investimento externo.

5.1.3. Geologia

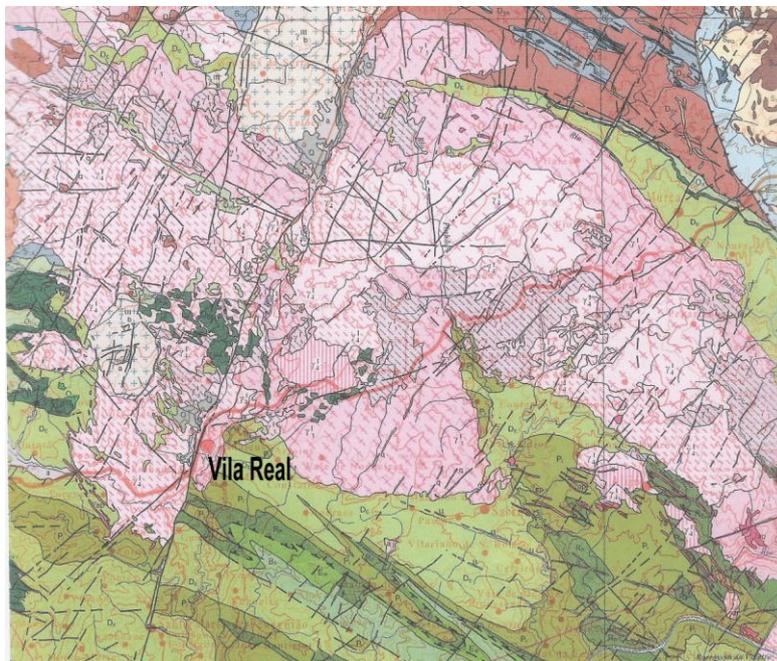


Fig. 59 - Carta geológica de Vila Real
(INSTITUTO GEOLOGICO E MINEIRO; 2000)

Vila Real insere-se na zona Centro-Ibérica, constituído pelo domínio central orógeno hercínico, responsável pela formação cadeias montanhosas do Maciço Hespérico, como é o caso das serras do Alvão e Marão. As rochas foram formadas durante a Orogenia Hercínica por granitóides que integram o arco magmático Moncorvo-Vila Real-Monção e são formadas por duas micas.

Em termos tectónicos, Vila Real localiza-se sobre uma falha, de direcção NNE-SSW, que em conjunto com com o sistema de fracturas ENE-WSW forma a fracturação

dominante, com preenchimento de aplito, quartzo, pegmatito, riolitos, filões, lamprófiros e doleritos.

5.1.4. Clima

Devido à sua situação geográfica (as Serras do Marão e Alvão actuam como barreiras naturais), Vila Real caracteriza-se pela existência de dois períodos distintos, um de Outubro a Maio com características de clima frio e chuvoso e outro, quente e seco, que geralmente abrange os meses de Julho e Agosto. Os meses de Setembro e Junho apresentam características variáveis, incluídos no período quente e chuvoso.

Vila Real

(Lat : 41°19'N Long : 07°44'W Alt : 481 m)

Período : 1961 - 1990

Quadro 1 - Valores da temperatura do ar, Vila Real (INMG, 2009)

Mês	Pressão Atmosférica		Temperatura do ar (°C)							
	Média (hPa)		Valores médios						Extremos	
	Local	Nv. Mar	06h	12h	18h	Mês	Max.	Min.	Max.	Min.
JAN	963,5	1021,6	3,9	7,3	7,3	6,2	9,7	2,6	17,8	-6,5
FEV	961,0	1018,6	3,9	9,0	9,4	7,7	11,7	3,7	22,0	-6,3
MAR	961,3	1018,6	5,6	11,5	12,2	9,6	14,4	4,8	26,1	-3,6
ABR	958,7	1015,4	7,0	13,6	14,1	11,4	16,5	6,4	28,1	-2,0
MAI	959,6	1015,7	9,5	17,3	17,7	14,5	20,1	8,9	34,6	0,0
JUN	960,9	1016,3	13,0	21,8	22,4	18,7	25,0	12,4	37,6	4,0
JUL	961,7	1016,6	14,9	25,2	26,0	21,6	28,8	14,3	39,8	7,5
AGO	961,4	1016,3	14,2	25,1	25,7	21,3	28,7	13,8	39,0	6,2
SET	961,9	1017,3	13,2	22,4	22,4	19,2	25,7	12,6	38,3	2,4
OUT	961,7	1018,0	10,1	16,9	16,2	14,4	19,5	9,4	30,9	-0,8
NOV	961,8	1019,2	6,5	11,4	10,4	9,5	13,5	5,4	26,0	-3,4
DEZ	963,1	1021,2	4,5	7,8	7,4	6,7	10,0	3,3	19,5	-6,8
ANO	961,4	1017,9	8,9	15,8	15,9	13,4	18,6	8,1	39,8	-6,8

Quadro 2 - Valores da Humidade, Nebulosidade, Insolação, Precipitação, Evaporação, Vila Real (INMG; 2009)

Mês	Húmidade relativa			Nebulosidade total			Insolação		Precipitação		Evaporação Piche Média Total (mm)
	Média (%)			Média (0-10)			Média Total		Média Total (mm)	Máxima Diário (mm)	
	06h	12h	18h	06h	12h	18h	(h)	(%)			
JAN	91	79	82	6	6	6	100,2	34	160,2	78,1	35,9
FEV	88	73	73	5	6	6	116,8	40	169,6	80,0	49,4
MAR	85	64	63	5	6	6	175,9	48	96,8	70,4	84,4
ABR	85	62	62	5	6	6	190,1	48	89,8	61,7	93,4
MAI	86	59	59	5	5	5	239,9	54	69,7	40,5	110,8
JUN	84	55	54	4	4	5	281,9	63	53,3	94,4	133,0
JUL	81	47	47	2	3	3	341,6	75	14,6	46,0	175,3
AGO	82	46	46	2	2	3	323,5	76	15,8	46,5	174,2
SET	84	53	54	4	4	4	224,7	60	49,0	65,7	128,5
OUT	89	66	70	4	5	5	174,7	51	108,2	84,9	75,0
NOV	90	73	79	5	6	5	126,4	43	124,7	74,2	47,3
DEZ	90	80	84	6	6	6	96,3	34	159,8	69,2	35,2
ANO	86	63	64	4	5	5	2392,0	52	1111,5	94,4	1142,4

5.1.5. Rede hidrográfica

A rede hidrográfica da cidade de Vila Real inclui o Rio Corgo e o Rio Cabril.

5.1.6. Economia

No concelho de Vila Real, a agricultura continua a ocupar um lugar de destaque na economia local. A zona Sudeste encontra-se integrada na Zona Demarcada do Douro, tendo no vinho generoso a sua principal produção. A par da agricultura, a floresta e os baldios representam também importantes recursos económicos para a população deste concelho. Actualmente, Vila Real vive uma fase de crescente desenvolvimento quer a nível industrial como comercial.

5.1.7. Relevo

A cidade de Vila Real situa-se num planalto. O terreno predominante nesta região é montanhoso.

5.1.8. Diagnóstico de anomalias construtivas de janelas e portadas do Centro Histórico de Vila Real

DIAGNÓSTICO DE ANOMALIAS CONSTRUTIVAS DO ENVELOPE DO EDIFÍCIO

PORTAS E JANELAS

Ficha #1-1

ELEMENTO CONSTRUTIVO

Moldura envolvente – vão, taipa caiada, beirado, guarda em ferro forjado, caixilharia

DESIGNAÇÃO DAS ANOMALIAS

Vão : apodrecimento de elementos de madeira; deterioração de pinturas; empenos e deficiências de funcionamento; elementos em ferro forjado pintado, com deterioração de pinturas e oxidação dos elementos de ferro.

Taipa caiada : apodrecimento do ripado de madeira; empenos dos elementos de madeira; deterioração de pinturas; empolamento; destacamentos; manchas de sujidade em zonas preferenciais; sujidade de pinturas.

Beirado : deterioração de pinturas ; apodrecimento; deformações permanentes.

Janelas : deterioração de vedações de vidro; fissuração e fractura de vidros; insuficiência de isolamento térmico.

LOCALIZAÇÃO DAS ANOMALIAS E SUA IDENTIFICAÇÃO

		<p>Vila Real Rua: Rua Camilo Castelo Branco Nº de Polícia : 31 Lat:41º17'42.51''N Long:7º44'44.96W</p>
---	--	--

DESCRIÇÃO DAS ANOMALIAS

Os elementos de madeira encontram-se em péssimo estado de conservação, apresentando deficiências de funcionamento bem como o mau estado de conservação da sua pintura, dos elementos de madeira e dos elementos em ferro forjado.

CAUSA APARENTE

Orientação do edifício, falta de manutenção, exposição solar, clima

EXAME

Inspecção visual

SUGESTÕES DE REPARAÇÃO

Reparação quase total da janela de sacada (lixar, polir, envernizar, pintar); repintura dos elementos metálicos. Instalação de vidros novos.

DIAGNÓSTICO DE ANOMALIAS CONSTRUTIVAS DO ENVELOPE DO EDIFÍCIO

PORTAS E JANELAS

Ficha #2-1

ELEMENTO CONSTRUTIVO

Moldura envolvente – vão, alvenaria, beirado, guarda em ferro forjado, caixilharia

DESIGNAÇÃO DAS ANOMALIAS

Vão : apodrecimento de elementos de madeira; deterioração de pinturas; empenos e deficiências de funcionamento; quebra de vidros.

Alvenaria e cantarias : deterioração de pinturas e reboco; empolamento; destacamentos; manchas de sujidade em zonas preferenciais; sujidade de pinturas.

Beirado : fendilhação; deformações permanentes; perda de estanqueidade.

Elementos de madeira : apodrecimento; deterioração de pinturas; empenos e deficiências de funcionamento.

Elementos de ferro forjado ou pintado : corrosão; deterioração de pinturas.

Janelas : deterioração de vedações de vidro; fissuração e fractura de vidros; insuficiência de isolamento térmico.

LOCALIZAÇÃO DAS ANOMALIAS E SUA IDENTIFICAÇÃO



Vila Real

Rua: Rua Marechal
Teixeira Rebelo

Nº de Polícia: 29

Lat:41º17'46.39"N

Long:7º44'49.60"W

DESCRIÇÃO DAS ANOMALIAS

Os elementos de pedra encontram-se em mau estado de conservação. Alguns vidros apresentam-se partidos.

CAUSA APARENTE

Falta de manutenção, orientação do edifício, exposição solar, clima. Actos de vandalismo estão na origem da quebra de vidros, devido ao abandono do edifício.

EXAME

Inspeção visual

SUGESTÕES DE REPARAÇÃO

Limpeza da pedra e repintura da fachada. Substituição de vidros. Reparação dos elementos de madeira. Repintura dos elementos metálicos e de madeira.

DIAGNÓSTICO DE ANOMALIAS CONSTRUTIVAS DO ENVELOPE DO EDIFÍCIO

PORTAS E JANELAS

Ficha #3-1

ELEMENTO CONSTRUTIVO

Moldura envolvente – vão, taipa caiada, beirado, caixilharia

DESIGNAÇÃO DAS ANOMALIAS

Vão : empenos e deficiências de funcionamento.

Taipa caiada : manchas de sujidade em zonas preferenciais; sujidade de pinturas.

Beirado : deterioração de pinturas; apodrecimento; deformações permanentes.

Elementos de madeira : empenos e deficiências de funcionamento.

Janelas : insuficiência de isolamento térmico.

LOCALIZAÇÃO DAS ANOMALIAS E SUA IDENTIFICAÇÃO



DESCRIÇÃO DAS ANOMALIAS

Os elementos de madeira encontram-se em razoável estado de conservação, apenas necessita de intervenções pontuais.

CAUSA APARENTE

Falta de manutenção, exposição solar.

EXAME

Inspecção visual

SUGESTÕES DE REPARAÇÃO

Repintura.

DIAGNÓSTICO DE ANOMALIAS CONSTRUTIVAS DO ENVELOPE DO EDIFÍCIO

PORTAS E JANELAS

Ficha #4-1

ELEMENTO CONSTRUTIVO

Moldura envolvente – vão, cantaria, beirado, guarda em ferro forjado, caixilharia

DESIGNAÇÃO DAS ANOMALIAS

Vão : deterioração de pinturas; empenos e deficiências de funcionamento.

Paramentos de cantaria de granito : vegetação parasitária; florescências e criptoflorescências; manchas de sujidade em zonas preferenciais.

Beirado : eflorescências; vegetação parasita.

Elementos de madeira : deterioração de pinturas; empenos e deficiências de funcionamento.

Elementos de ferro forjado ou pintado : corrosão; deterioração de pinturas.

Janelas : deterioração de vedações de vidro.

LOCALIZAÇÃO DAS ANOMALIAS E SUA IDENTIFICAÇÃO



DESCRIÇÃO DAS ANOMALIAS

Os elementos de madeira encontram-se em razoável estado de conservação bem como os elementos de pedra.

CAUSA APARENTE

Falta de manutenção, poluição.

EXAME

Inspecção visual

SUGESTÕES DE REPARAÇÃO

Limpeza da pedra e repintura dos elementos de madeira

DIAGNÓSTICO DE ANOMALIAS CONSTRUTIVAS DO ENVELOPE DO EDIFÍCIO

PORTAS E JANELAS

Ficha #5-1

ELEMENTO CONSTRUTIVO

Moldura envolvente – vão, frontal revestido com soletos ardósia, beirado, guarda em ferro forjado, caixilharia

DESIGNAÇÃO DAS ANOMALIAS

Vão : apodrecimento de elementos de madeira; deterioração de pinturas; empenos e deficiências de funcionamento

Frontal revestido com soletos de ardósia : empenos dos elementos de madeira; deterioração de pinturas; empolamento; pintura inacabada dos soletos de ardósia; manchas de sujidade em zonas preferenciais.

Beirado : deterioração de pinturas; apodrecimento; deformações permanentes.

Elementos de madeira : apodrecimento; deterioração de pinturas; empenos e deficiências de funcionamento.

Elementos de ferro forjado ou pintado : corrosão.

LOCALIZAÇÃO DAS ANOMALIAS E SUA IDENTIFICAÇÃO



DESCRIÇÃO DAS ANOMALIAS

A fachada apresenta a desagregação de alguns elementos. Os elementos de madeira encontram-se em péssimo estado de conservação bem como a sua pintura.

CAUSA APARENTE

Falta de manutenção, orientação do edifício.

EXAME

Inspecção visual

SUGESTÕES DE REPARAÇÃO

Colocação dos elementos em falta e repintura dos caixilhos.

DIAGNÓSTICO DE ANOMALIAS CONSTRUTIVAS DO ENVELOPE DO EDIFÍCIO

PORTAS E JANELAS

Ficha #6-1

ELEMENTO CONSTRUTIVO

Moldura envolvente – vão, silharia e cantaria, beirado, caixilharia

DESIGNAÇÃO DAS ANOMALIAS

Vão : deterioração de pinturas; empenos e deficiências de funcionamento; quebra de vidros.

Paramentos de alvenaria de pedra à vista : eflorescência e criptoflorescência; manchas de sujidade em zonas preferenciais.

Beirado : vegetação parasitária.

Elementos de madeira : deterioração de pinturas; empenos e deficiências de funcionamento.

Janelas : deterioração de vedações de vidro; fissuração e fractura de vidros; insuficiência de isolamento térmico.

LOCALIZAÇÃO DAS ANOMALIAS E SUA IDENTIFICAÇÃO



DESCRIÇÃO DAS ANOMALIAS

A pintura dos vãos apresenta deficiências e a fachada encontra-se suja, junto ao pavimento. Os vidros estão partidos.

CAUSA APARENTE

Falta de manutenção. Actos de vandalismo.

EXAME

Inspecção visual

SUGESTÕES DE REPARAÇÃO

Repintura e limpeza da pedra. Substituição de vidros.

DIAGNÓSTICO DE ANOMALIAS CONSTRUTIVAS DO ENVELOPE DO EDIFÍCIO

PORTAS E JANELAS

Ficha #7-1

ELEMENTO CONSTRUTIVO

Moldura envolvente – vão, cantaria, beirado, caixilharia

DESIGNAÇÃO DAS ANOMALIAS

Vão : deterioração de pinturas; empenos e deficiências de funcionamento; apodrecimento de elementos de madeira.

Paramentos de cantaria de granito : vegetação parasitária; eflorescências e criptoflorescências; manchas de sujidade em zonas preferenciais.

Beirado : eflorescências; vegetação parasitária.

Elementos de madeira : deterioração de pinturas; empenos e deficiências de funcionamento.

Janelas : deterioração de vedações de vidro.

LOCALIZAÇÃO DAS ANOMALIAS E SUA IDENTIFICAÇÃO



DESCRIÇÃO DAS ANOMALIAS

A pintura dos vãos apresenta ligeiras deficiências. A fachada encontra-se com manchas e vegetação parasitária. Os vidros estão partidos.

CAUSA APARENTE

Falta de manutenção, orientação.

EXAME

Inspecção visual

SUGESTÕES DE REPARAÇÃO

Limpeza da pedra e repintura. Substituição de vidros.

DIAGNÓSTICO DE ANOMALIAS CONSTRUTIVAS DO ENVELOPE DO EDIFÍCIO

PORTAS E JANELAS

Ficha #8-1

ELEMENTO CONSTRUTIVO

Moldura envolvente – vão, taipa caiada, beirado

DESIGNAÇÃO DAS ANOMALIAS

Vão : deterioração de pinturas.

Paramentos de cantaria de granito : manchas de sujidade em zonas preferenciais.

Beirado : eflorescências.

Elementos de madeira : deterioração de pinturas.

Elementos de ferro forjado ou pintado : deterioração de pinturas.

Janelas : deterioração de vedações de vidro.

LOCALIZAÇÃO DAS ANOMALIAS E SUA IDENTIFICAÇÃO



DESCRIÇÃO DAS ANOMALIAS

Ligeiras anomalias a nível de pintura e beirado.

CAUSA APARENTE

Falta de manutenção e orientação do edifício.

EXAME

Inspecção visual

SUGESTÕES DE REPARAÇÃO

Repintura e limpeza de sujidade.

DIAGNÓSTICO DE ANOMALIAS CONSTRUTIVAS DO ENVELOPE DO EDIFÍCIO

PORTAS E JANELAS

Ficha #9-1

ELEMENTO CONSTRUTIVO

Moldura envolvente – vão, alvenaria, beirado, caixilharia

DESIGNAÇÃO DAS ANOMALIAS

Vão : deterioração de pinturas; empenos e deficiências de funcionamento; apodrecimento de elementos de madeira.

Paramentos de alvenaria de pedra à vista : eflorescências e criptoflorescências; manchas de sujidade em zonas preferenciais.

Beirado : vegetação parasitária.

Elementos de madeira : apodrecimento; deterioração de pinturas; empenos e deficiências de funcionamento.

Janelas : deterioração de vedações de vidro; insuficiência de isolamento térmico.

LOCALIZAÇÃO DAS ANOMALIAS E SUA IDENTIFICAÇÃO



DESCRIÇÃO DAS ANOMALIAS

Elementos do vão com deterioração de pinturas e apodrecimento. A fachada apresenta-se ligeiramente suja.

CAUSA APARENTE

Falta de manutenção; envelhecimento dos materiais.

EXAME

Inspecção visual

SUGESTÕES DE REPARAÇÃO

Limpeza da pedra e repintura dos caixilhos.

DIAGNÓSTICO DE ANOMALIAS CONSTRUTIVAS DO ENVELOPE DO EDIFÍCIO

PORTAS E JANELAS

Ficha #10-1

ELEMENTO CONSTRUTIVO

Moldura envolvente – vão, taipa caiada, beirado, caixilharia

DESIGNAÇÃO DAS ANOMALIAS

Vão : apodrecimento de elementos de madeira; deterioração de pinturas; empenos e deficiências de funcionamento; guarda de ferro forjado com sinais de oxidação.

Taipa caiada : empenos dos elementos de madeira; deterioração de pinturas; empolamento; manchas de sujidade em zonas preferenciais; sujidade de pinturas.

Beirado : deterioração de pinturas; apodrecimento; deformações permanentes.

Elementos de madeira : apodrecimento; deterioração de pinturas; empenos e deficiências de funcionamento.

Elementos de ferro forjado ou pintado : corrosão; deterioração de pinturas.

Janelas : deterioração de vedações de vidro; insuficiência de isolamento térmico.

LOCALIZAÇÃO DAS ANOMALIAS E SUA IDENTIFICAÇÃO

		<p>Vila Real</p> <p>Rua: Travessa da rua nova</p> <p>Nº de Polícia : 16</p> <p>Lat: 41°17'42.00"N</p> <p>Long: 7°44'43.62"W</p>
---	--	---

DESCRIÇÃO DAS ANOMALIAS

Deficiências a nível de pintura e apodrecimentos dos elementos de madeira.

CAUSA APARENTE

Falta de manutenção, clima.

EXAME

Inspeção visual

SUGESTÕES DE REPARAÇÃO

Reparação dos elementos de madeira e repintura. Picagem e remoção do reboco antigo e sua substituição por reboco novo, semelhante ao tradicional; tratamento e pintura dos elementos de ferro forjado.

5.2. Centro histórico de Torre de Moncorvo

5.2.1. Localização geográfica

A vila de Torre de Moncorvo, pertence ao Distrito de Bragança, Região Norte e subregião do Douro, com cerca de 3 000 habitantes.

É sede de um município com 9 919 habitantes (2001) e 532,77 km² de área e está subdividida em 17 freguesias. O município é limitado a norte pelos municípios de Vila Flor, Alfândega da Fé e Mogadouro, a oeste por Carrazeda de Ansiães, a sueste por Freixo de Espada à Cinta e a sudoeste por Vila Nova de Foz Côa.

5.2.2. História local

É provável que Torre de Moncorvo tenha nascido de uma Vila remota da Alta Idade Média, designada como Vila Velha de Santa Cruz da Vilarça, situada nas proximidades do núcleo de vida pré-histórica do Baldoeiro e no topo da margem direita do Rio Sabor. Segundo a tradição, os habitantes desta povoação, devido à insalubridade do local muito sujeito às emanações palustres e, talvez, também, em consequência dos estragos sofridos com as Razias Mouriscas tão frequentes na época abandonaram-na deslocando-se para o ponto mais arejado no sopé da Serra do Roboredo. De qualquer forma, a ser dado como certo o abandono da Vila de Santa Cruz da Vilarça, este ter-se-ia processado nos fins do séc. XIII. No princípio desse século, devido à carta foral concedida por D. Sanco II, a Vila de Santa Cruz da Vilarça dava sinais de relativa vitalidade; pois essa carta concedia importantes isenções e regalias fiscais e penais. Quanto à origem do topónimo de Torre de Moncorvo, segundo as Memórias Paroquiais de 1978, ” hé tradição que se mudava da Villa de Santa Cruz pela multidão de formigas, que não só faziam dano considerável em todos os viveres, mas aos mesmos viventes lhe causavão notável opressão, e resolvendo-se a evitar estes incomodos forão para o pé do Monte Reboredo aonde havia uns cazaes de que era senhor um homem chamado Mendo, o qual dizem que na sua casa tinha uma torre e domesticando nela um corvo. Crescendo depois a povoação e tendo o foral de Villa lhe chamarão de Villa de Mendo do Corvo, que com fácil corrupção se continuou a chamar a Villa de Moncorvo”. Seja

como for, o certo é que só a partir do tempo de D. Dinis, no pensar do erudito padre Francisco Manuel Alves, Moncorvo adquire “o seu incremento”. Este Rei concede-lhe foral em 12 de Abril de 1285 passando então o concelho a ter nova sede e nova designação que seria o Concelho de Torre de Moncorvo.

5.2.3. Geologia

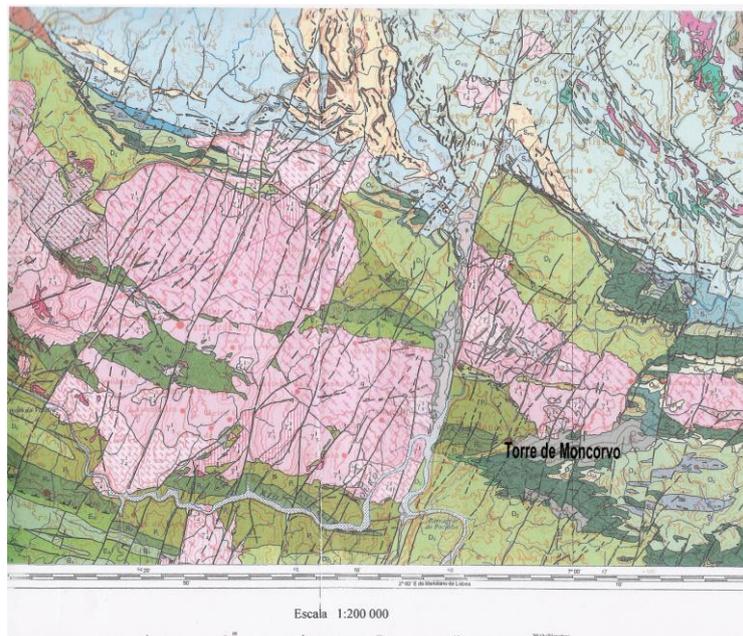


Fig. 60 - Carta geológica de Torre de Moncorvo (INSTITUTO GEOLÓGICO E MINEIRO; 2000)

A região de Torre de Moncorvo é essencialmente constituída por rochas graníticas e xistosas.

5.2.4. Clima

O clima da vila de Torre de Moncorvo é de extremos. No Verão, as temperaturas atingem valores muito elevados, enquanto que no Inverno as temperaturas são muito baixas.

5.2.5. Rede hidrográfica

A rede hidrográfica de Torre de Moncorvo é constituída pelo rio Sabor.

5.2.6. Economia

Em Torre de Moncorvo, a agricultura continua a ocupar um lugar de destaque na economia local. Actualmente, Torre de Moncorvo vive uma fase de crescente desenvolvimento quer a nível industrial como comercial.

5.2.7. Relevo

Esta vila situa-se numa zona, onde o terreno acidentado é uma constante. Essencialmente, este local é constituído por zonas montanhosas.

5.2.8. Diagnóstico de anomalias construtivas de janelas e portadas do Centro Histórico de Torre de Moncorvo

DIAGNÓSTICO DE ANOMALIAS CONSTRUTIVAS DO ENVELOPE DO EDIFÍCIO

PORTAS E JANELAS

Ficha #1-1

ELEMENTO CONSTRUTIVO

Moldura envolvente – vão, taipa caiada, beirado, caixilharia

DESIGNAÇÃO DAS ANOMALIAS

Vão : apodrecimento de elementos de madeira; deterioração de pinturas; empenos e deficiências de funcionamento;

Taipa caiada : empenos dos elementos de madeira; deterioração de pinturas; empolamento; manchas de sujidade em zonas preferenciais;

Beirado : deterioração de pinturas; apodrecimento; deformações permanentes.

Elementos de ferro forjado ou pintado : corrosão; deterioração de pinturas.

Janelas : deterioração de vedações de vidro; insuficiência de isolamento térmico.

LOCALIZAÇÃO DAS ANOMALIAS E SUA IDENTIFICAÇÃO



Torre de Moncorvo
Rua de S. Tiago
Nº Polícia: 7
Lat.: 41°10'20.71"N
Long.: 7° 3'12.47"W

DESCRIÇÃO DAS ANOMALIAS

Deficiências a nível de pintura e apodrecimentos dos elementos de metal.

CAUSA APARENTE

Falta de manutenção, clima.

EXAME

Inspecção visual

SUGESTÕES DE REPARAÇÃO

Reparação da fachada e repintura; tratamento e pintura dos elementos de ferro forjado.

DIAGNÓSTICO DE ANOMALIAS CONSTRUTIVAS DO ENVOLVELOPE DO EDIFÍCIO

PORTAS E JANELAS

Ficha #2-1

ELEMENTO CONSTRUTIVO

Moldura envolvente – vão, alvenaria, beirado, guarda em ferro forjado, caixilharia

DESIGNAÇÃO DAS ANOMALIAS

Vão : apodrecimento de elementos de madeira.

Beirado : fendilhação.

Elementos de madeira : apodrecimento; deterioração de pinturas; empenos e deficiências de funcionamento.

Janelas : deterioração de vedações de vidro;

LOCALIZAÇÃO DAS ANOMALIAS E SUA IDENTIFICAÇÃO



Torre de Moncorvo
Avenida Engº
Duarte Pacheco
Nº Polícia: nº51
Lat.: 41°10'19.28"N
Long.: 7° 3'12.01"W

DESCRIÇÃO DAS ANOMALIAS

Os elementos de pedra encontram-se razoável estado de conservação. Os elementos de madeira necessitam de repintura.

CAUSA APARENTE

Falta de manutenção, orientação do edifício, exposição solar, clima.

EXAME

Inspecção visual

SUGESTÕES DE REPARAÇÃO

Limpeza da pedra e repintura da fachada. Repintura dos elementos de madeira.

DIAGNÓSTICO DE ANOMALIAS CONSTRUTIVAS DO ENVELOPE DO EDIFÍCIO

PORTAS E JANELAS

Ficha #3-1

ELEMENTO CONSTRUTIVO

Moldura envolvente – vão, taipa caiada, beirado, caixilharia

DESIGNAÇÃO DAS ANOMALIAS

Vão : apodrecimento de elementos de madeira; deterioração de pinturas; empenos e deficiências de funcionamento; guarda de ferro forjado com sinais de oxidação.

Taipa caiada : empenos dos elementos de madeira; deterioração de pinturas; empolamento; manchas de sujidade em zonas preferenciais; sujidade de pinturas.

Beirado : deterioração de pinturas; apodrecimento; deformações permanentes.

Elementos de madeira : apodrecimento; deterioração de pinturas; empenos e deficiências de funcionamento.

Elementos de ferro forjado ou pintado : corrosão; deterioração de pinturas.

Janelas : deterioração de vedações de vidro; insuficiência de isolamento térmico.

LOCALIZAÇÃO DAS ANOMALIAS E SUA IDENTIFICAÇÃO



Torre de Moncorvo

Avenida Luiz de Camões

Nº Polícia: nº 2

Lat.: 41°10'19.60"N

Long.: 7° 3'5.47"W

DESCRIÇÃO DAS ANOMALIAS

Deficiências a nível de pintura e apodrecimentos dos elementos de madeira. Os elementos de metal apresentam sinais visíveis de oxidação.

CAUSA APARENTE

Falta de manutenção, clima.

EXAME

Inspeção visual

SUGESTÕES DE REPARAÇÃO

Reparação dos elementos de madeira e repintura. Os elementos de metal também necessitam de ser reparados a nível de pintura.

DIAGNÓSTICO DE ANOMALIAS CONSTRUTIVAS DO ENVOLVELOPE DO EDIFÍCIO

PORTAS E JANELAS

Ficha #4-1

ELEMENTO CONSTRUTIVO

Moldura envolvente – vão, beirado, caixilharia

DESIGNAÇÃO DAS ANOMALIAS

Vão : apodrecimento de elementos de madeira; deterioração de pinturas; empenos e deficiências de funcionamento; guarda de ferro forjado com sinais de oxidação.

Beirado : deterioração de pinturas; apodrecimento; deformações permanentes.

Elementos de madeira : apodrecimento; deterioração de pinturas; empenos e deficiências de funcionamento.

Janelas : deterioração de vedações de vidro; insuficiência de isolamento térmico.

LOCALIZAÇÃO DAS ANOMALIAS E SUA IDENTIFICAÇÃO



DESCRIÇÃO DAS ANOMALIAS

Deficiências a nível de pintura e apodrecimentos pontuais em alguns dos elementos de madeira.

CAUSA APARENTE

Falta de manutenção, clima.

EXAME

Inspecção visual

SUGESTÕES DE REPARAÇÃO

Reparação dos elementos de madeira e repintura. Reparação da pintura da fachada.

5.3. Referência bibliográficas do capítulo 5

(17) SALAVESSA, Eunice – “A construção vernácula do Alvão”; Tese de Doutoramento, UTAD, 2001.

(18) www.cm-vilareal.pt

(19) www.cm-moncorvo.pt

(20) <http://pt.wikipedia.org>

6. ENSAIOS LABORATORIAIS ^{(21) (22) (23) (24)}

6.1. Introdução

6.1.1. Funções da janela

As janelas são elementos fundamentais à estética de um edifício. Têm várias funções que vão desde a permissão de entrada de luz até à renovação de ar. Por essa razão, a escolha deste elemento arquitectónico deve obdecer não só a um “design” visualmente agradável, mas também, à concepção de um elemento com um bom desempenho térmico, de modo a diminuir as transferências térmicas e ao mesmo tempo, os gastos energéticos. Na maioria dos casos, este tipo de abordagem nunca é realizado, o que pode levar, a médio prazo, a excessivos gastos energéticos com aparelhos de climatização. Uma janela energeticamente eficaz, deverá proporcionar iluminação natural suficiente durante o dia, sem que hajam excessivas perdas térmicas durante a noite.

6.1.2. Componentes da janela

Os componentes da janela, incluem a moldura, o vidro, o plástico, as dobradiças, os fechos, as persianas, as cortinas e os toldos. Os vidros podem ser simples, duplos ou triplos, em que cada unidade é constituída por múltiplas camadas de vidro. No caso de vidro duplo ou triplo, estes estão separados por espaçadores e hermeticamente fechados por um selante. O vidro pode ser de várias cores, sendo o transparente o que transmite

mais de 85% da luz visível e mais de 75% da radiação solar incidente. Também é possível a aplicação de revestimentos na superfície do vidro, podendo eles ser de baixa ou alta reflexividade, consoante o fim a que se destinam. Os vidros escurecidos são muito usados em locais onde se pretenda maior privacidade e, devido à sua baixa emissividade, permitem reduzir o calor solar ganho através da janela. Existem dois tipos de revestimentos que podem ser aplicados nos vidros, os que reduzem o ganho solar (bloqueiam a entrada de infravermelhos) e os que reduzem a condução de calor, através do sistema de vidros que se destina a climas frios. Para minimizar o fluxo de calor, alguns fabricantes estão a adoptar espaçadores de baixa condutividade térmica na periferia dos vidros. Nos vidros duplos, o primeiro selante é feito de polisulfeto de comprimido (PIB) e o selante secundário poderá ser de poliuretano, de polissulfeto ou de silicone. Aquando da montagem da janela é muito usual a utilização de dessecantes, como forma de absorver a humidade existente no vidro ou a humidade que, posteriormente poderá surgir devido à ineficácia do selante.

6.1.3. Estrutura da janela

A estrutura da janela é constituída, essencialmente, por três materiais: a madeira, o metal e os polímeros. À madeira é-lhe confinada a integridade estrutural e é um bom isolante térmico, mas apresenta baixa resistência à humidade, ao tempo e ao empeno. O metal tem excelentes características estruturais, mas apresenta um baixo desempenho térmico, uma vez que o alumínio (a maioria das janelas) tem uma condutividade térmica de cerca de cem vezes o dos polímeros ou das madeiras. Os polímeros são muito usados na construção da moldura da janela e possuem um desempenho térmico muito semelhante ao da madeira. Muitas vezes, os fabricantes combinam todos estes materiais, de modo a melhorar o desempenho térmico e a sua estética.

6.2. Processos de transferência de calor

Existem três processos de transferência de calor: por condução, por convecção e radiação. A condução é a transferência de calor entre dois corpos quando estes se

encontram em contacto directo. A convecção é a transferência de calor entre a superfície do vidro e um meio gasoso. A radiação é a transferência de calor resultante de dois corpos que se encontram a diferentes temperaturas.

Em termos de perdas térmicas, através de simulações computacionais, descobriu-se que estas são, na maioria dos casos, controladas por um único componente. Nos elementos de alumínio, este controlo é efectuado pela profundidade do material em ruptura térmica, na direcção do fluxo de calor. Nos materiais sem ruptura térmica, o filme é o que fornece a maior parte da resistência ao fluxo de calor. Por vezes, os parafusos que penetram a moldura, podem afectar o desempenho térmico da janela, uma vez que, proporcionam pequenos espaçamentos, abrindo caminho à movimentação de massas de ar.

A velocidade do vento e a sua orientação, são fundamentais para a determinação exacta da transferências de calor. Os coeficientes de transferência de calor por convecção, são normalmente determinados em função das condições de temperatura e velocidade do ar, em cada um dos lados da janela. A velocidade do vento, pode variar de menos de 0,2 m / s para condições de tempo calmo e 29 m / s para condições de tempestade.

A transferência de calor entre a superfície do vidro e seu ambiente é impulsionada não apenas pela temperatura do ar no local, mas também pela temperatura radiante a que a superfície está exposta. A temperatura radiante em ambiente interno é geralmente assumido como sendo igual à temperatura do ar interior. Esta é uma suposição segura, para grandes salas em que as temperaturas de superfície são iguais à temperatura do ar, mas não é válida em locais com grandes áreas de superfícies de vidro (por exemplo, átrios, estufas, etc.). A temperatura radiante do meio ambiente ao ar livre é normalmente assumida com sendo igual à temperatura do ar exterior. Este desígnio pode não estar totalmente correcto, porque a perda adicional de calor radiativo ocorre geralmente em dias de céu claro.

Como meio de reduzir o coeficiente global de transferência de calor, têm vindo a ser adoptas janelas com vidro duplo, preenchidos interiormente por ar ou gás de baixa condutividade térmica. Nestes sistemas de vidros múltiplos surgiram alguns problemas,

nomeadamente, quando o gás sofria um aquecimento excessivo, o que levava à fractura do vidro causado pelo aumento volumétrico do gás. A técnica mais eficaz para contornar este problema, foi a de adoptar vidros duplos com circulação de ar entre eles. As janelas ideais são constituídas por filmes termocromáticos e electrocromáticos. Estes materiais são usados na forma de cristais líquidos com fotocélulas internas e externas independentes para controlo. Na presença de insolação razoável a fotocélula emite um sinal que causa o escurecimento do cristal líquido e conseqüentemente a insolação transmitida. Mas, infelizmente, este tipo de janelas não passam de uma miragem, devido ao seu preço proibitivo.

6.3. Ganho de calor

O ganho de calor solar é gerido por duas componentes. A primeira é transmitida directamente da radiação solar. A quantidade de radiação é regida pela transmissão de energia solar do sistema de vidros e é calculada multiplicando a irradiância incidente pela área de vidros e sua transmitância solar. A segunda componente é a fração que flui para dentro da radiação solar absorvida. A transmitância visível é a radiação solar transmitida através de cálculos ponderados em relação à resposta foto-óptica do olho humano. A física subjacente ao ganho de calor solar visível e transmitância pode ser bastante complexa. O ganho solar também entra num edifício através de elementos opacos, como a estrutura e qualquer divisória ou batente, pois uma parte da energia solar absorvida nas superfícies desses elementos é redireccionado para o lado interior por acção de transferência de calor. Os coeficientes de ganho de calor solar são calculados para o centro do vidro. Esses coeficientes são dados para diversos ângulos de incidência. Para ângulos diferentes dos usuais, pode-se efectuar interpolação em linha recta e, assim, determinar os valores desejados. Para calcular com precisão o ganho de calor solar visível e a transmitância de uma janela, incluindo os efeitos angulares e dependência espectral, na presença de vários tipos e camadas de vidro, é normalmente determinada por aparelhos e software próprios.

6.4. Dispositivos de sombreamento

6.4.1. Persianas

Os dispositivos de sombreamento, mais utilizados, são: as persianas, as cortinas ou os estores. Quando se pretende reduzir o ganho de calor solar, estes dispositivos devem ser instalados do lado exterior da janela, embora do lado interior sejam mais fáceis de operar. Outro meio de reduzir o ganho de calor, também muito usado, é a introdução de vegetação de grande porte, no jardim. No caso, de se tratar de vidro duplo, a cor do vidro vai influenciar o sombreamento do espaço interior, bem como o tipo de gás (criptónio, argónio, etc.) a utilizar no espaçamento entre os dois vidros.

6.4.2. Sistemas de condicionamento ambiental

A aplicação de sistemas de condicionamento ambiental é uma excelente solução, mas acarreta vários custos relacionados com a aquisição de equipamentos, manutenção e energia. A introdução de sistemas múltiplos é aconselhada, em que a combinação destes sistemas de condicionamento ambiental com pinturas e filmes especiais, resulta muito bem. Os filmes devem possuir características isolantes, reflectivas e absorptivas para impedir a transmissão de radiação solar para o interior do edifício, eliminar a ofuscação e a radiação de ondas longas da superfície interna para o exterior; tendo como consequência a redução de temperatura interna.

6.4.3. Atmosfera terrestre

A atmosfera terrestre compartilha-se como um filtro, impedindo assim a transmissão de radiação ultravioleta ($\lambda < 0,4 \mu\text{m}$) e radiação infravermelha ($0,7 < \lambda < 3 \mu\text{m}$). Os raios ultravioletas degradam e envelhecem quase todo o tipo de mobiliário e pinturas. A insolação pode provocar o super-aquecimento do edifício, o que deve ser evitado sem obstruir a faixa visível responsável pela iluminação natural ($0,4 < \lambda < 0,7 \mu\text{m}$).

6.5. Material mudança de fase

6.5.1. Escolha do material

O material de mudança de fase (*pcm*), ou seja, o gás que vai ser administrado no espaçamento entre os dois vidros, deve ser escolhido com rigor. O ar é o que oferece menores capacidades em proporcionar um bom conforto térmico dentro do edifício, devido às suas fracas características, quando comparado com o *pcm*.

6.5.2. Características do pcm

Propriedades térmicas:

- boa transferência de calor;
- temperatura de mudança de fase conveniente;
- alto calor latente de fusão.

Propriedades químicas:

- atóxico;
- estável;
- compatível com os materiais de construção;
- não inflamável.

Propriedades físicas:

- pequena variação de volume;
- baixa pressão de vapor;
- equilíbrio de fase favorável;
- alta densidade.

Factores económicos:

- disponibilidade;
- abundância;

- boa relação custo/benefício.

6.5.3. Transferência de calor em janelas com pcm

O estudo da transferência de calor em janelas com *pcm* é de difícil elaboração, devido à:

- ausência de informação relativa ao processo de transferência de calor na interface, provocada pela convecção natural do líquido;
- não linearidade provocada pelo movimento da interface sólido-líquido, originado pela mudança de fase;
- alteração do volume do gás quando ocorre a mudança de fase;
- falta de conhecimento sobre a resistência do vidro, quando gás passa à fase sólida;
- presença de espaços vazios no sólido que podem originar fenômenos de radiação interna e convecção natural, essencialmente a altas temperaturas.

6.5.4. Propriedades ópticas da janela

Para se determinarem as propriedades ópticas de uma janela, com vários elementos, é necessário conhecer todas as suas características ópticas. A determinação destes parâmetros tem um elevado grau de dificuldade, nomeadamente, quando se está na presença de radiação, com ângulo de incidência oblíqua. Para contornar esta situação, é necessário recorrer a aparelhos sofisticados, como o pirómetro ou o espectrofotómetro com esfera integrada.

6.6. Modelo matemático

Nesta simulação, vamos admitir que o gás que preenche o espaçamento entre os vidros é o ar.

Devido à sua exposição natural, a superfície de vidro externa e interna é atravessada por radiações de onda curta. Os valores das radiações vão variar de acordo

com as propriedades ópticas dos vidros (reflectância, transmitância e absorptância). No entanto, as radiações de comprimento de onda $\lambda > 3 \mu\text{m}$ são barradas no vidro exterior porque este comporta-se como um elemento opaco a ondas desta magnitude. Após ser absorvida uma parte desta radiação no vidro externo (depende da absorptância monocromática do vidro), a outra parte é transmitida indirectamente através da janela sob a forma de calor. No vidro em contacto com o meio exterior houveram ainda trocas de calor por convecção com o exterior e emissão de radiação infravermelha para o ambiente exterior.

Resumindo, podemos afirmar que irão surgir fluxos de calor por condução através do vidro exterior, condução-convecção por intermédio do ar e condução através do vidro interior. No caso de se verificar o aumento de temperatura, no ar existente no espaçamento entre os vidros, originar-se-ão trocas de calor por radiação entre os dois vidros. Por último, teremos a troca de calor por convecção entre o vidro interior e o meio ambiente interno.

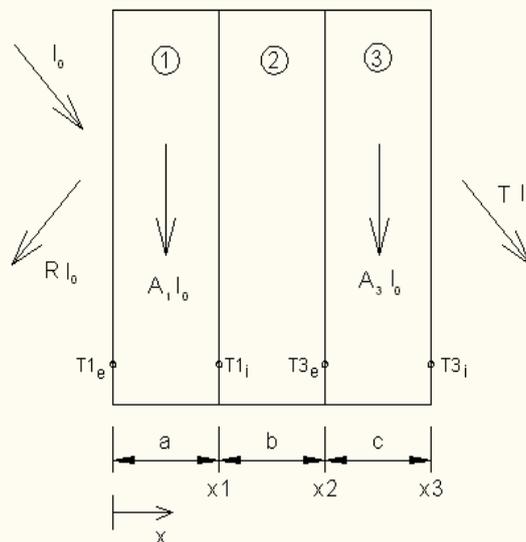


Fig. 61 - Diagrama esquemático de uma secção da janela preenchida com ar e exposta à radiação solar (GOMES, A. M. ; 2009)

Neste modelo de resolução vamos adoptar uma modelagem para a transferência de calor em regime transiente e unidimensional. Também admitimos que as propriedades dos materiais se mantinham constantes ao longo do tempo.

Equação diferencial que rege esta condição:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} - \frac{1}{\rho C} \frac{\partial I}{\partial x}$$

em que :

T – temperatura na região i, °C

I – fluxo de calor radiativo, W/m²

C – calor específico, KJ/Kg K

α – difusidade térmica, m²/s

ρ – densidade, Kg/m³

t – tempo, s

x – posição, m

Para o vidro exterior, temos:

$$\frac{\partial T_1}{\partial t} = \alpha_1 \frac{\partial^2 T_1}{\partial x^2} - \frac{1}{\rho_1 C_1} \frac{\partial I}{\partial x}$$

Tendo em conta as seguintes condições de fronteira:

i) para x = 0, temos:

$$-K_1 \frac{\partial T_1}{\partial x} = A_{x=0} I_0 - h_{C,ext} (T_{1e} - T_{ext}) - \epsilon \sigma (T_{1e}^4 - T_{ext}^4)$$

onde:

$h_{C,ext}$ – coeficiente convectivo exterior, W/m K

ε – emissividade, adimensional

A parcela do lado direito refere-se à radiação solar absorvida, a segunda parcela é o calor trocado por convecção entre a superfície externa do vidro e o meio externo e, finalmente, a terceira parcela faz referência ao fluxo de calor trocado por radiação com o meio ambiente externo. O parâmetro $h_{C,ext}$ representa o coeficiente convectivo da zona exterior e ε representa a emissividade

$$h_{G,ext} = h_{C,ext} + \varepsilon \sigma (T_{1_e}^2 + T_{ext}^2)(T_{1_e} + T_{ext})$$

em que:

$h_{G,ext}$ – coeficiente da película externa global, W/m K

$$-K_1 \frac{\partial T_1}{\partial T} = A_{x=0} I_0 - h_{G,ext} (T_{1_e} - T_{ext})$$

ii) para $x = x_1$

$$-K_1 \frac{\partial T_1}{\partial x} \Big|_{x=x_1} = C_1 (T_{1_i} - T_{3_e})$$

onde,

$$C_1 = h_{C,gap} + h_{R,gap}$$

$h_{C,gap}$ – coeficiente convectivo de película, W/m K

$h_{R,gap}$ – coeficiente radiativo de película, W/m K

No espaçamento preenchido por ar (região 2), dá-se transferência de calor por condução, convecção e radiação (infravermelho), além das radiações de comprimento de onda curta que atravessam o vidro exterior.

Para a obtenção do coeficiente $h_{C,gap}$ que aborda os efeitos condutivos/convectivos, foi feita uma análise admitindo convecção natural no espaço de ar confinado entre os dois vidros.

$$h = \frac{K_f}{b} N_u$$

em que o K_f representa a condutividade térmica do ar confinado, N_u é o número de Nusselt e o b refere-se ao espaçamento entre as placas de vidro.

O número de Nusselt determina-se a partir da seguinte expressão:

$$N_u = \left[+ (0,0303 R_a^{0,402})^{11} \right]^{0,091} \quad \text{Para } R_a < 2 \cdot 10^5$$

em que R_a representa o número de Rayleigh e é o produto entre o número Prandtl (Pr) e o número de Grashof (Gr).

O número de Grashof é definido por:

$$G_r = \frac{g \beta \rho^2 b^3 \Delta T}{\mu^2}$$

onde:

β – coeficiente de expansão térmica

g – aceleração gravítica

ρ – massa específica do fluido

μ – viscosidade dinâmica

ΔT – diferença de temperatura

Se o número de Grashof for inferior a 2000, vão-se criar pequenas correntes de convecção natural e o calor vai ser transferido através do ar, essencialmente por condução.

Para determinar o valor de h_R , temos de calcular a troca de calor por radiação entre dois vidros paralelos. A seguinte expressão, permite-nos efectuar esse cálculo:

$$Q_1 = \frac{\sigma(T_{1_i}^4 - T_{3_e}^4)}{\frac{1 - \varepsilon_1}{\varepsilon_1 A_{s1}} + \frac{1}{A_{s1} F_{13}} + \frac{1 - \varepsilon_3}{\varepsilon_3 A_{s3}}}$$

De modo a simplificar a expressão, admitiu-se que as placas de vidro eram infinitas e paralelas. Também admitimos que o factor de forma (F_{13}) é unitário e as áreas A_{s1} e A_{s3} são iguais.

Assim, a equação passa a ter a seguinte forma:

$$\frac{Q_1}{A_s} = \frac{\sigma(T_{1_i}^4 - T_{3_e}^4)}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_3} - 1}$$

e ainda,

$$\frac{Q_1}{A_s} = \frac{\sigma E(T_{1_i}^4 - T_{3_e}^4)}{(T_{1_i} - T_{3_e})} (T_{1_i} - T_{3_e})$$

h_R será igual a:

$$h_R = \sigma E \frac{(T_{1_i}^4 - T_{3_e}^4)}{(T_{1_i} - T_{3_e})}$$

$$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_3} - 1}$$

onde ε_1 e ε_3 representam as emissividades do vidro externo e interno respectivamente e o parâmetro ρ é a constante de Stefan Boltzmann.

Fazendo cálculos semelhantes aos anteriores, determinam-se as expressões para o vidro interno:

$$\frac{\partial T_3}{\partial t} = \alpha_3 \frac{\partial^2 T_3}{\partial x^2} - \frac{1}{\rho_3 C_3} \frac{\partial I}{\partial x}$$

Com as seguintes condições de fronteira:

i) para $x = x_2$

$$-K_3 \frac{\partial T_3}{\partial x} \Big|_{x=x_2} = A_{x=x_2} I_0 + C_1 (T_{1_i} - T_{3_e})$$

ii) para $x = x_3$

$$-K_3 \frac{\partial T_3}{\partial x} \Big|_{x=x_3} = h_{G,int} (T_{3_i} - T_{int})$$

onde:

$h_{G,int}$ – coeficiente convectivo global, W/m K

em que o $h_{G,int}$ poderá ser definido como a soma dos coeficientes radiativos e convectivos, podendo ser determinado da seguinte forma:

$$h_{G,int} = h_{C,int} + \epsilon\sigma (T_{3_i}^2 + T_{int}^2)(T_{3_i} + T_{int})$$

6.7. Discretização das equações matemáticas

6.7.1. Vidro exterior

Para a determinação da temperatura nos pontos intermédios do vidro em estudo, foram utilizadas as seguintes equações:

$$\text{Equação governante} \rightarrow \frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} - \frac{1}{\rho C} \frac{\partial I}{\partial x} \quad (\text{A})$$

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \frac{T(i+1, j) - 2T(i, j) + T(i-1, j)}{(\Delta x)^2} \quad (\text{B})$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{T(i, j+1) - T(i, j)}{\Delta t} \quad (\text{C})$$

com,

$$\Delta x_1 = \frac{a}{n_1} \quad \text{e} \quad \Delta x_3 = \frac{c}{n_3}$$

em que:

Δx_i – distância entre os espaçamentos, m

a e c – espessura do vidro externo e interno, respectivamente, m

n_i – número de intervalos na região i, adimensional

b – distância entre placas de vidro, m

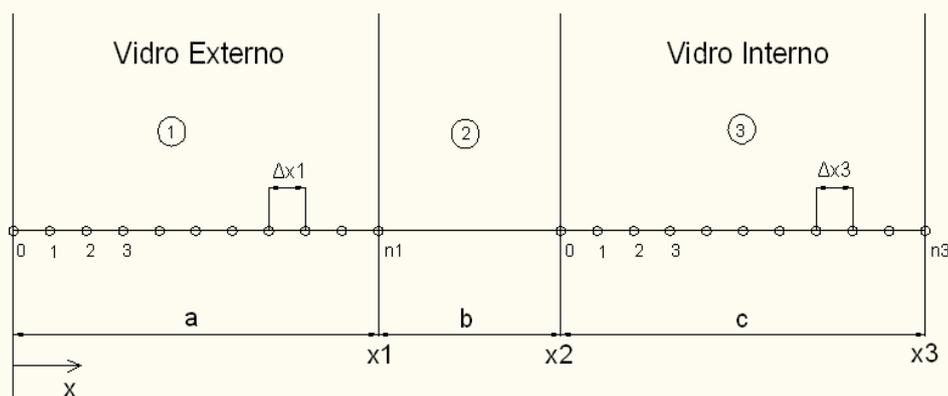


Fig. 62 – Esquema de malha fixa para a região do vidro externo e interno (GOMES, A. M. ; 2009)

Substituindo, (B) e (C) na equação (A), vem:

$$T_1(i, j + 1) = \left[\frac{\alpha_1 \Delta t}{(\Delta x_1)^2} \right] T_1(i + 1, j) + \left[1 - \frac{2\alpha_1}{(\Delta x_1)^2} \right] T_1(i, j) + \left[\frac{\alpha_1 \Delta t}{(\Delta x_1)^2} \right] T_1(i - 1, j) - \frac{\alpha_1 \Delta t}{\rho_1 C_1 \Delta x_1} A_i I_0$$

Para a determinação da equação para os pontos extremos, foram consideradas as condições de fronteira, obtendo-se assim à expressão para o cálculo da temperatura no primeiro ponto da malha:

$$T_1(0, j+1) = T_1(1, j) \left[\frac{2\alpha_1 \Delta t}{(\Delta x_1)^2} \right] + T_1(0, j) \left[1 - \frac{2\alpha_1 \Delta t}{(\Delta x_1)^2} - \frac{2\alpha_1 h_{G,ext} \Delta t}{k_1(\Delta x_1)} \right] + \left(\frac{3}{2} A_{x=0} I_0 + h_{G,ext} T_{ext} \right) \left(\frac{2\alpha_1 \Delta t}{k_1(\Delta x_1)} \right)$$

No último ponto da malha, temos:

$$T_1(n_1, j+1) = T_1(n_1, j) \left[1 - \frac{2\alpha_1 \Delta t}{(\Delta x_1)^2} - \frac{2\alpha_1 \Delta t C}{k_1 \Delta x_1} \right] + T_1(n_1 - 1, j) \left[\frac{2\alpha_1 \Delta t}{(\Delta x_1)^2} \right] + T_3(0, j) \left(\frac{2\alpha_1 \Delta t C}{k_1(\Delta x_1)} \right) + A_{x=x_1} I_0 \left(\frac{\alpha_1 \Delta t}{\Delta x_1} \right)$$

6.7.2. Vidro interior

De forma análoga, como foi calculada para o vidro externo, a expressão para os pontos intermédios do vidro interno é a seguinte:

$$T_3(i, j+1) = \left[\frac{\alpha_3 \Delta t}{(\Delta x_3)^2} \right] T_3(i+1, j) + \left[1 - \frac{2\alpha_3}{(\Delta x_3)^2} \right] T_3(i, j) + \left[\frac{\alpha_3 \Delta t}{(\Delta x_3)^2} \right] T_3(i-1, j) - \frac{\alpha_3 \Delta t}{\rho_3 C_3 \Delta x_3} A_i I_0$$

O primeiro ponto da malha, é regido pela seguinte equação:

$$T_3(0, j+1) = T_3(1, j) \left[\frac{2\alpha_3 \Delta t}{(\Delta x_3)^2} \right] + T_3(0, j) \left[1 - \frac{2\alpha_3 \Delta t C}{\Delta x_3} - \frac{2\alpha_3 \Delta t}{(\Delta x_3)^2} \right] + T_1(n_1, j) \left(\frac{2\alpha_3 \Delta t C}{\Delta x_3} \right) + \left(\frac{\alpha_3 \Delta t C}{\Delta x_3} \right) + \left(\frac{\alpha_3 \Delta t}{\Delta x_3 k_3} \right) A_{x=x_2} I_0$$

Para finalizar, temos a expressão para o último ponto da malha:

$$T_3(n_3, j+1) = T_3(n_3, j) \left[1 - \frac{2\alpha_3 \Delta t}{(\Delta x_3)^2} - \frac{2\alpha_3 \Delta t C}{k_3 \Delta x_3} \right] + T_3(n_3 - 1, j) \left[\frac{2\alpha_3 \Delta t}{(\Delta x_3)^2} \right] + \left[G_{,int} T_{int}(j) \frac{-2\alpha_3 \Delta t}{k_3 \Delta x_3} \right] + \left[\frac{\alpha_3 \Delta t}{\Delta x_3} \right] A_{x=x_3} I_0$$

6.8. Estudo numérico

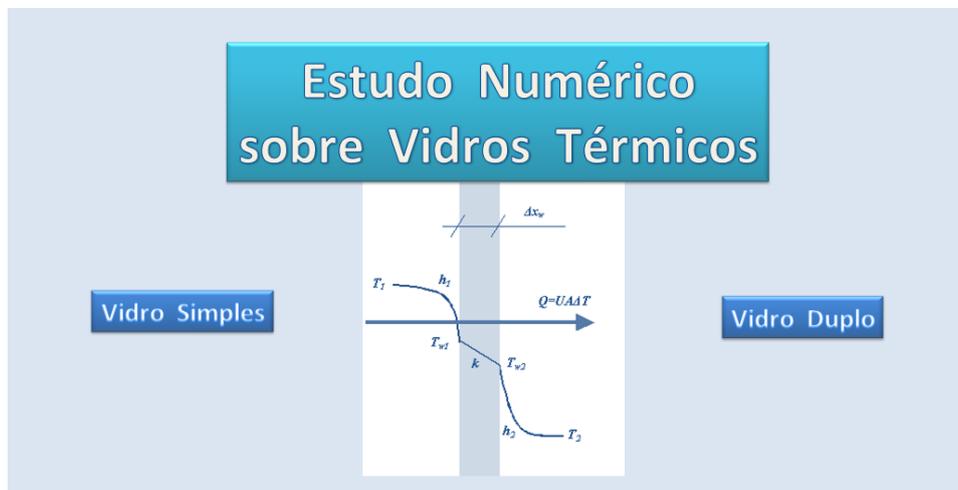


Fig. 63 - Aplicação em excel, para a realização do cálculo térmico (GOMES, A.M. ; 2009)

2 Horas					
T _{ext} = 17 °C		T _{int} = 13 °C		Δt = 1 s	φ = 11,90 W/m²
T (0 , 0) = 15,51 °C	T (1 , 0) = 15,51 °C	T (2 , 0) = 15,50 °C	T (3 , 0) = 15,49 °C		
T (0 , 1) = 15,63 °C	T (1 , 1) = 15,50 °C	T (2 , 1) = 15,49 °C	T (3 , 1) = 15,47 °C		

3 Horas					
T _{ext} = 16 °C		T _{int} = 12 °C		Δt = 1 s	φ = 11,90 W/m²
T (0 , 0) = 14,51 °C	T (1 , 0) = 14,51 °C	T (2 , 0) = 14,50 °C	T (3 , 0) = 14,49 °C		
T (0 , 1) = 14,63 °C	T (1 , 1) = 14,50 °C	T (2 , 1) = 14,49 °C	T (3 , 1) = 14,47 °C		

4 Horas					
T _{ext} = 16 °C		T _{int} = 12 °C		Δt = 1 s	φ = 11,90 W/m²
T (0 , 0) = 14,51 °C	T (1 , 0) = 14,51 °C	T (2 , 0) = 14,50 °C	T (3 , 0) = 14,49 °C		
T (0 , 1) = 14,63 °C	T (1 , 1) = 14,50 °C	T (2 , 1) = 14,49 °C	T (3 , 1) = 14,47 °C		

Fig. 64 - Cálculos discretizados para cada posição em função do tempo (GOMES, A.M.; 2009)

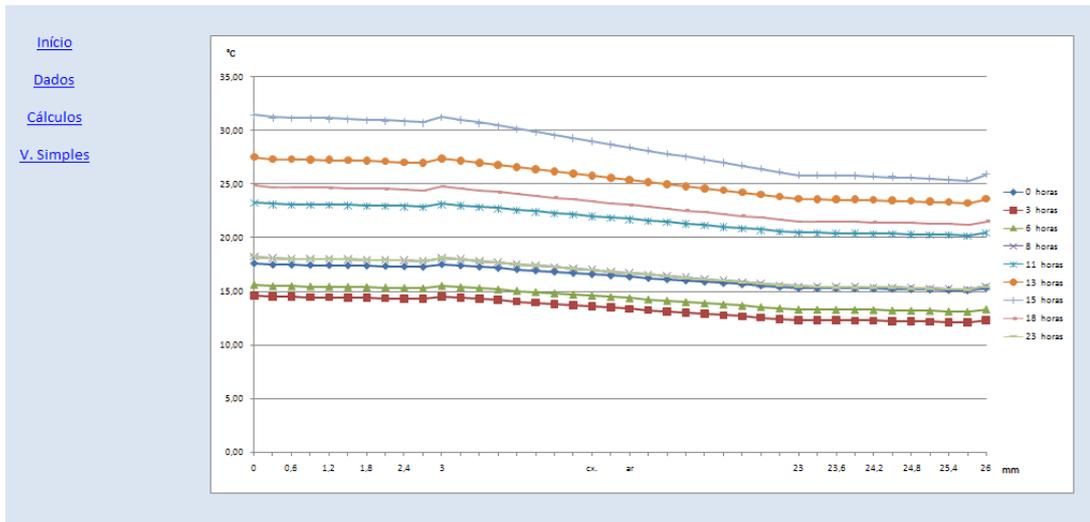


Fig. 65 - Gráfico da variação da temperatura ao longo do vidro (GOMES, A.M.; 2009)

Por intermédio destas expressões e de uma aplicação em *excel*, foram calculados os valores da temperatura, em função do tempo, para os diferentes pontos da malha. Foi observado o comportamento térmico de vidros simples, com várias espessuras e para o caso de janelas com vidro duplo, também foram realizados os mesmos testes.

De seguida, podemos ver os diferentes gráficos, para as várias soluções construtivas adoptadas.

6.8.1. Vidro simples

Para vidro simples com espessuras de 3mm até 8mm, o primeiro gráfico fornece-nos as temperaturas ao longo do vidro, para as várias horas do dia. O segundo gráfico permite-nos visualizar a temperatura, quer no vidro exterior, quer no vidro interior, para as diferentes horas do dia.

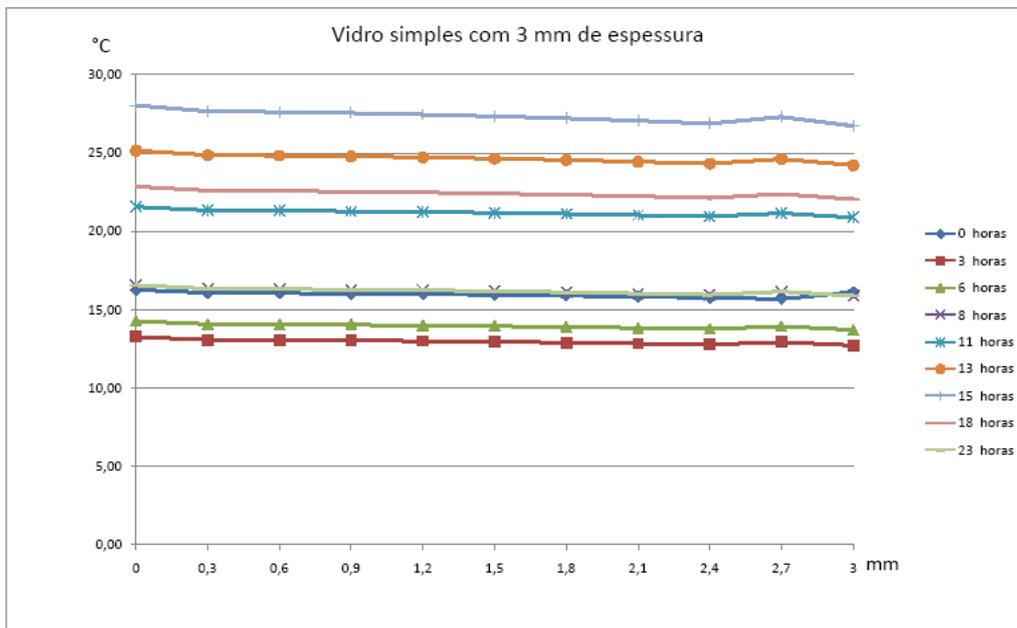


Fig. 66 - Temperatura ao longo do vidro de 3mm para as várias horas do dia (GOMES, A.M.; 2009)

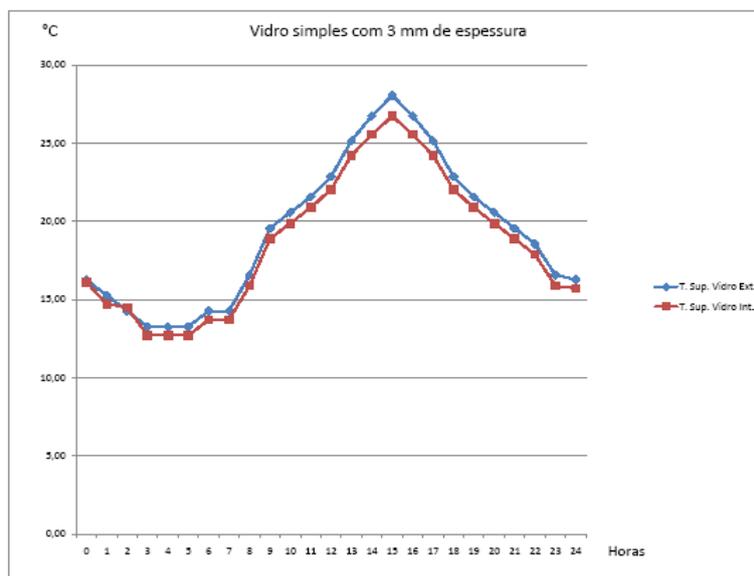


Fig. 67 - Temperatura na superfície exterior e interior do de vidro de 3mm (GOMES, A.M.; 2009)

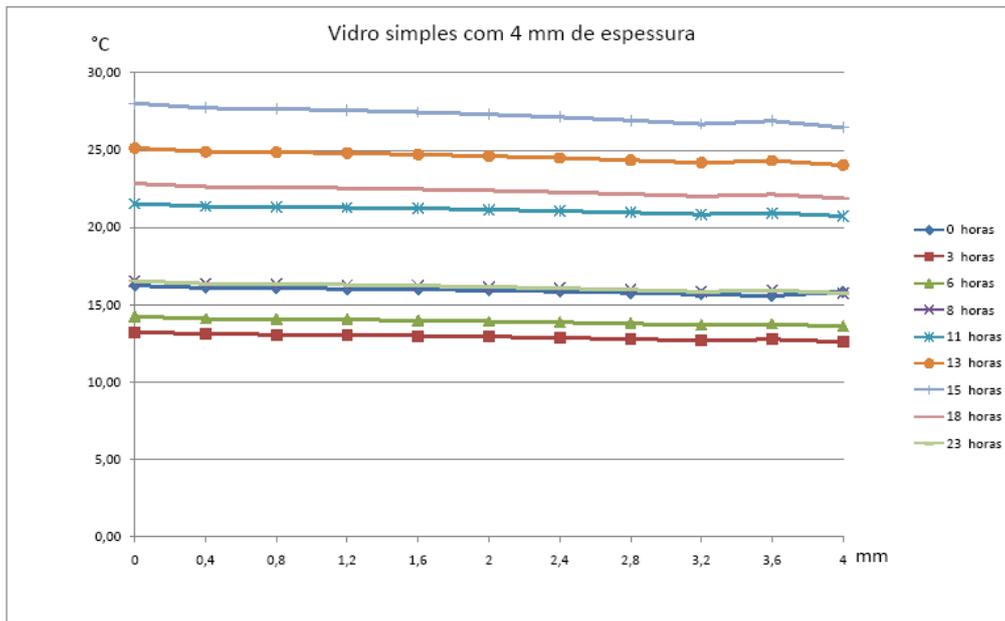


Fig.68 - Temperatura ao longo do vidro de 4mm para as várias horas do dia (GOMES, A.M.; 2009)

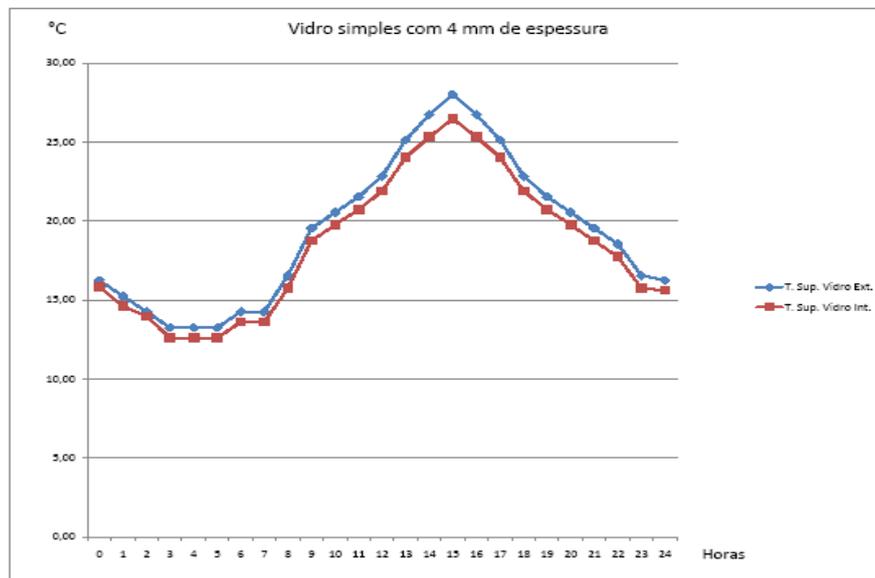


Fig. 69 - Temperatura na superfície exterior e interior do vidro de 4mm (GOMES, A.M.; 2009)

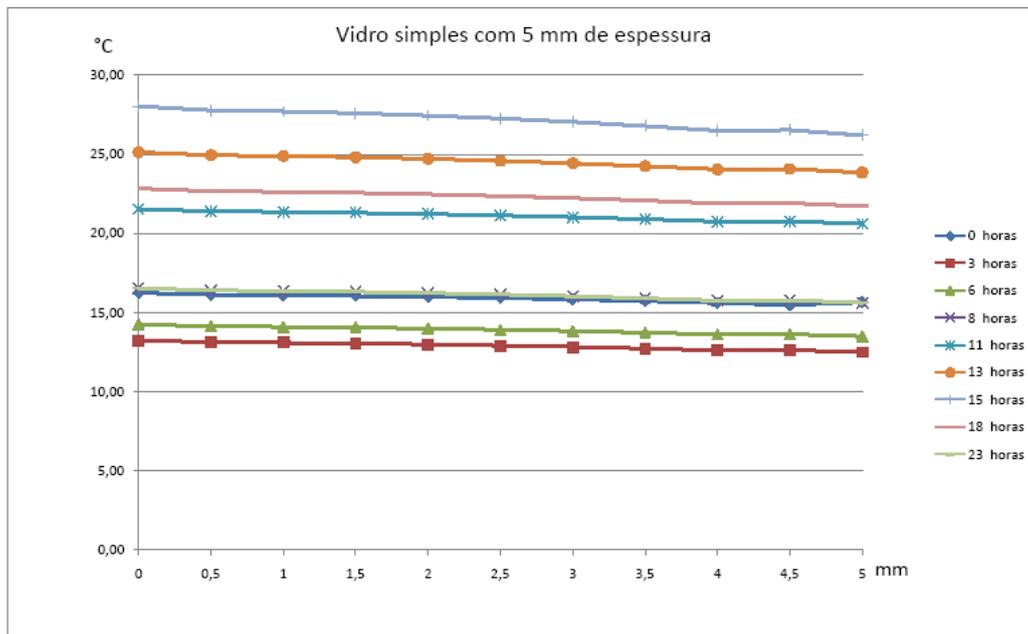


Fig.70 - Temperatura ao longo do vidro de 5 mm para as várias horas do dia (GOMES, A.M.; 2009)

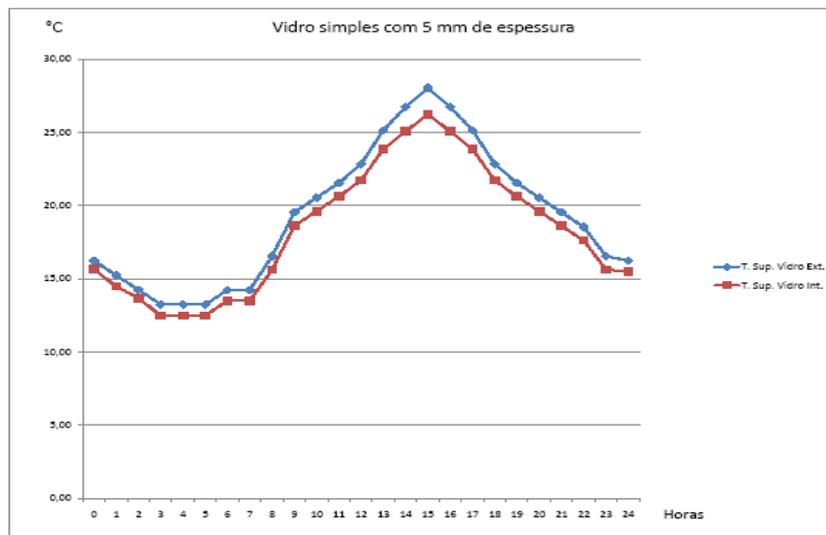


Fig. 71 - Temperatura na superfície exterior e interior do vidro de 5mm (GOMES, A.M.; 2009)

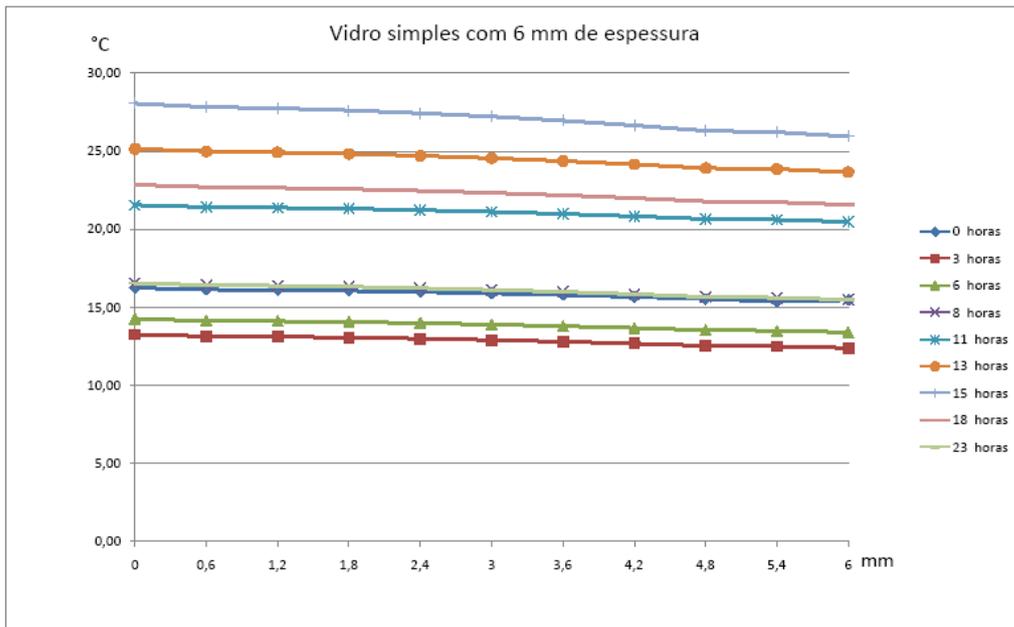


Fig. 72 - Temperatura ao longo do vidro de 6mm para as várias horas do dia (GOMES, A.M.; 2009)

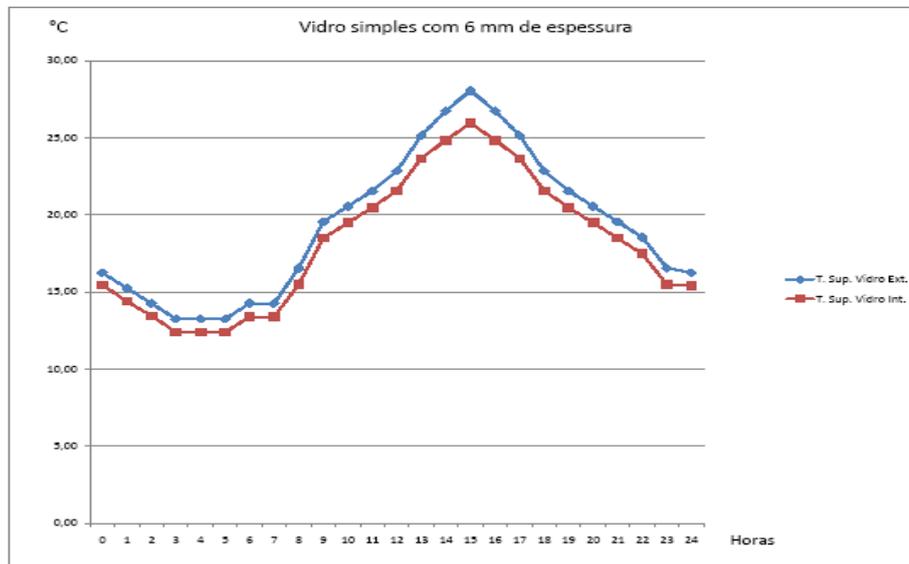


Fig.73 - Temperatura na superfície exterior e interior do vidro de 6mm (GOMES, A.M.; 2009)

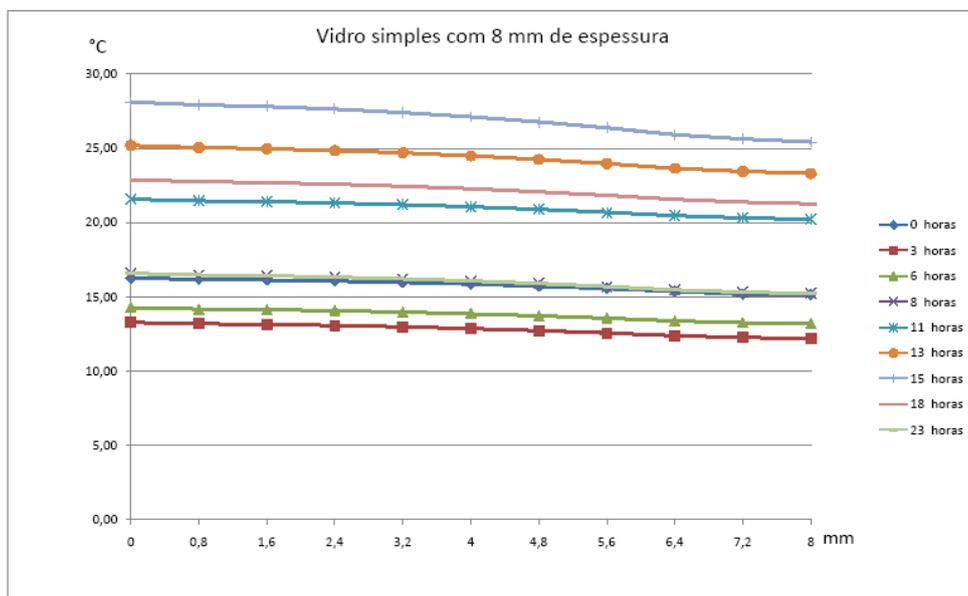


Fig. 74 - Temperatura ao longo do vidro de 8mm para as várias horas do dia (GOMES, A.M.; 2009)

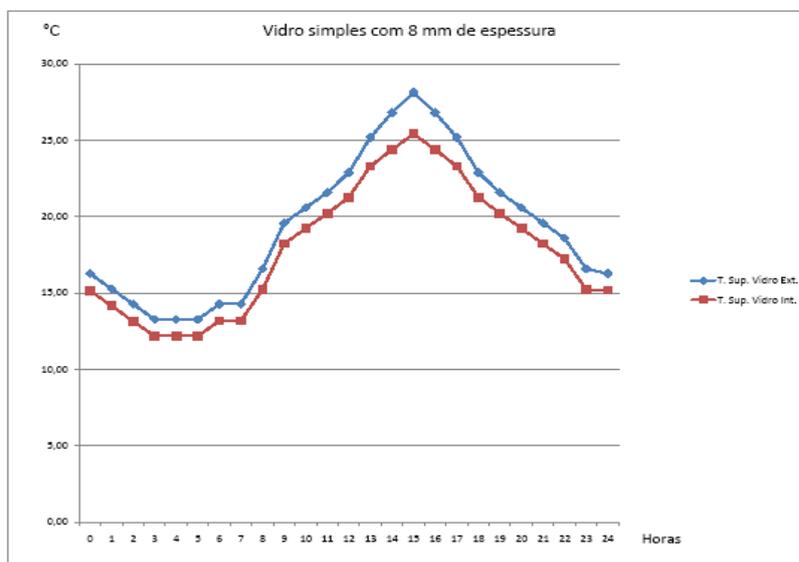


Fig. 75 - Temperatura na superfície exterior e interior do vidro de 8mm (GOMES, A.M.; 2009)

Para o vidro simples, com diferentes espessuras, conclui-se que o diferencial de temperatura entre a superfície externa e interna é tanto maior, quanto maior for a espessura do vidro. Ou seja, o vidro com maior espessura, tem a capacidade de reduzir a energia transmitida para o interior do edifício.

6.8.2. Vidro duplo

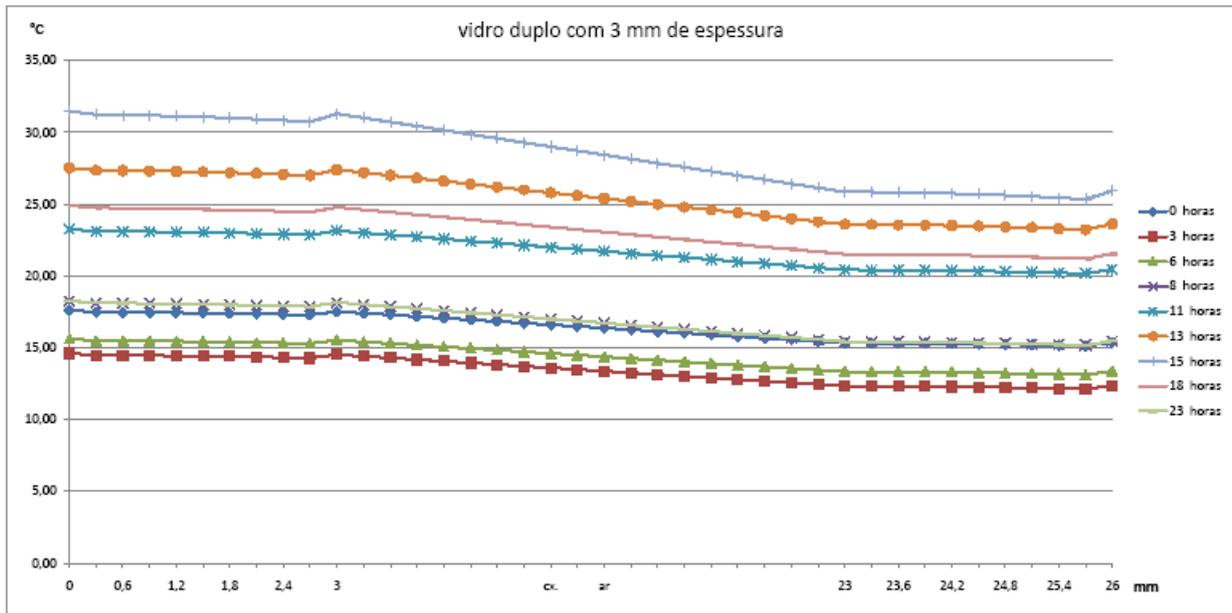


Fig. 76 - Temperatura ao longo do vidro duplo de 3mm para as várias horas do dia (GOMES, A.M.; 2009)

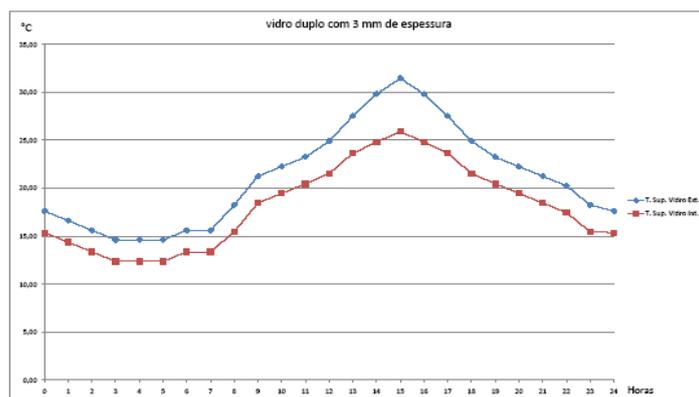


Fig.77 - Temperatura na superfície exterior e interior do vidro duplo de 3mm (GOMES, A.M.; 2009)

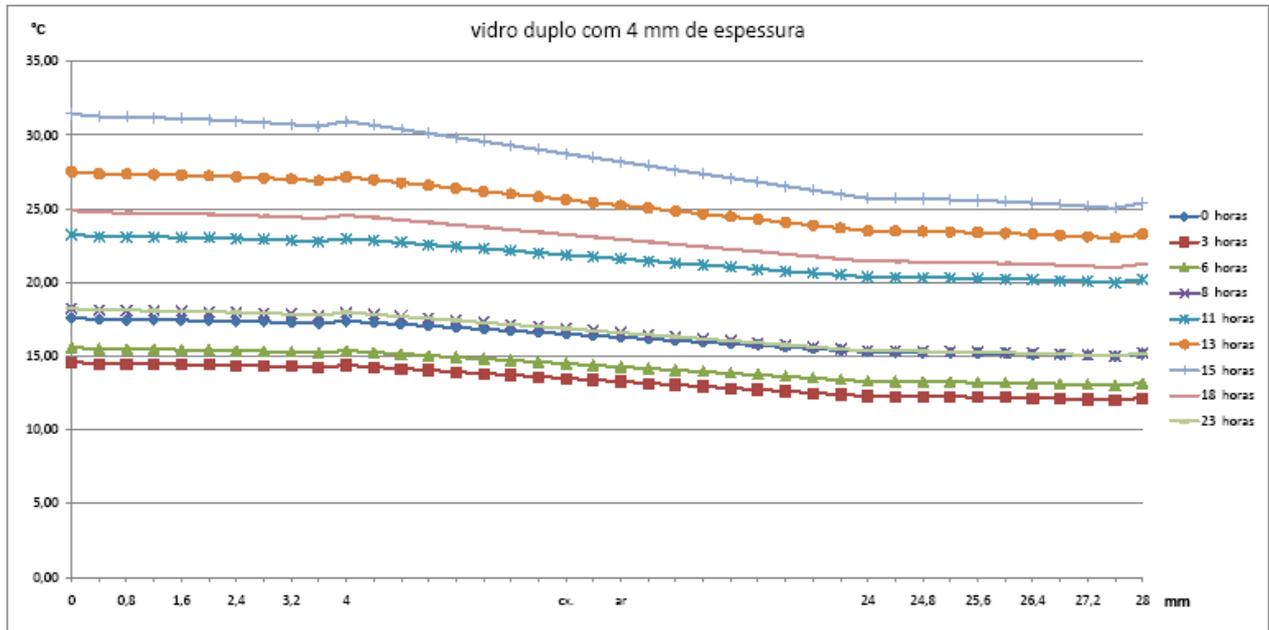


Fig.78 - Temperatura ao longo do vidro duplo de 4mm para as várias horas do dia (GOMES, A.M.; 2009)

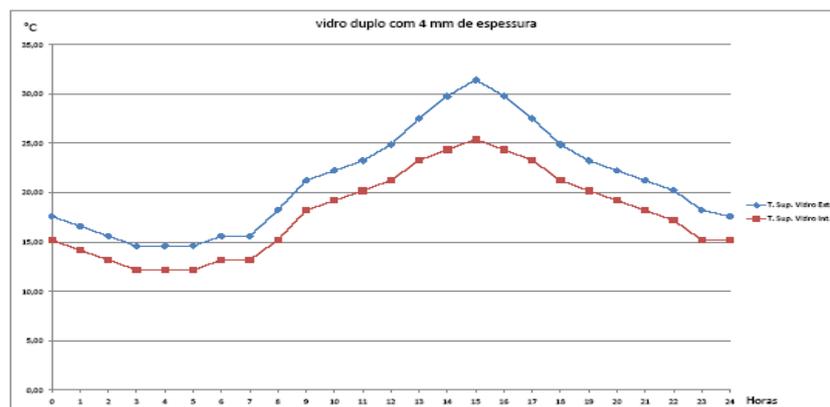


Fig.79 - Temperatura na superfície exterior e interior do vidro duplo de 4mm (GOMES, A.M.; 2009)

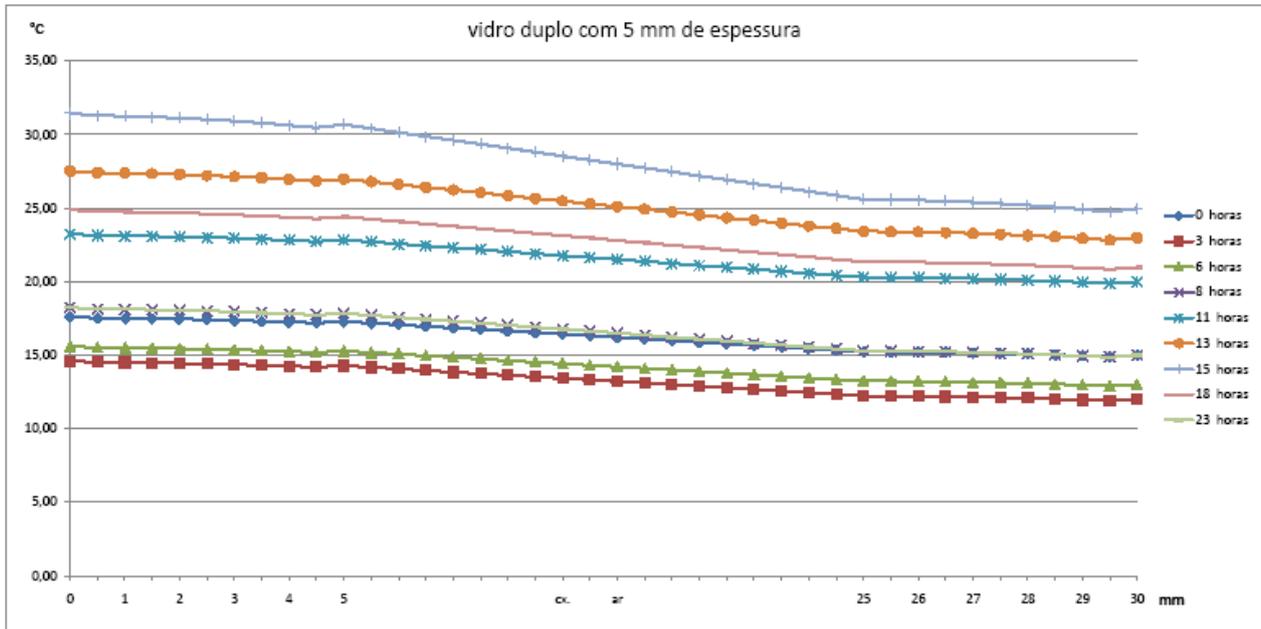


Fig. 80 - Temperatura ao longo do vidro duplo de 5mm para as várias horas do dia (GOMES, A.M.; 2009)

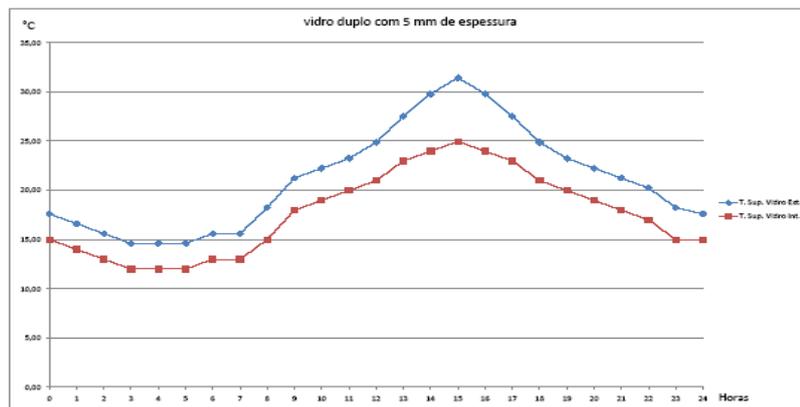


Fig. 81 - Temperatura na superfície exterior e interior do vidro duplo de 5mm (GOMES, A.M.; 2009)

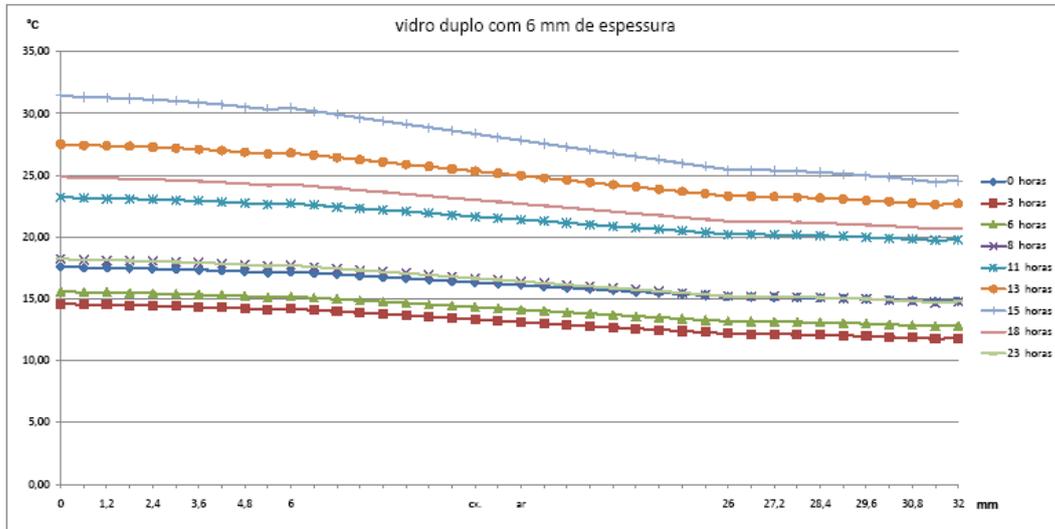


Fig.82 - Temperatura ao longo do vidro duplo de 6mm para as várias horas do dia (GOMES, A.M.; 2009)

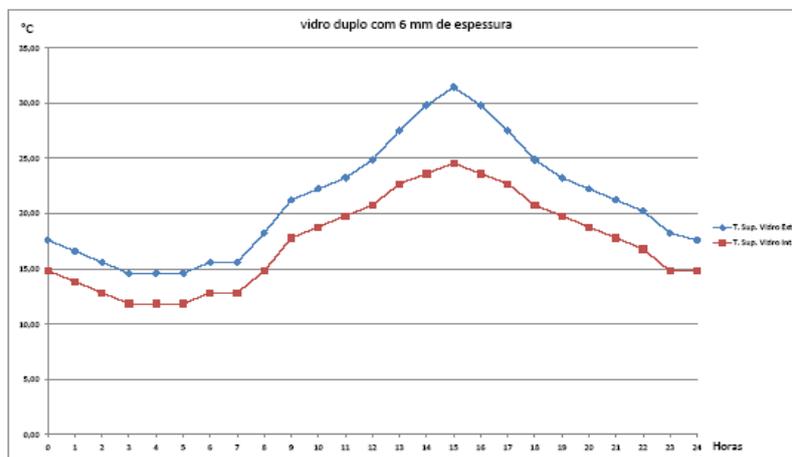


Fig. 83 - Temperatura na superfície exterior e interior do vidro duplo de 6mm (GOMES, A.M.; 2009)

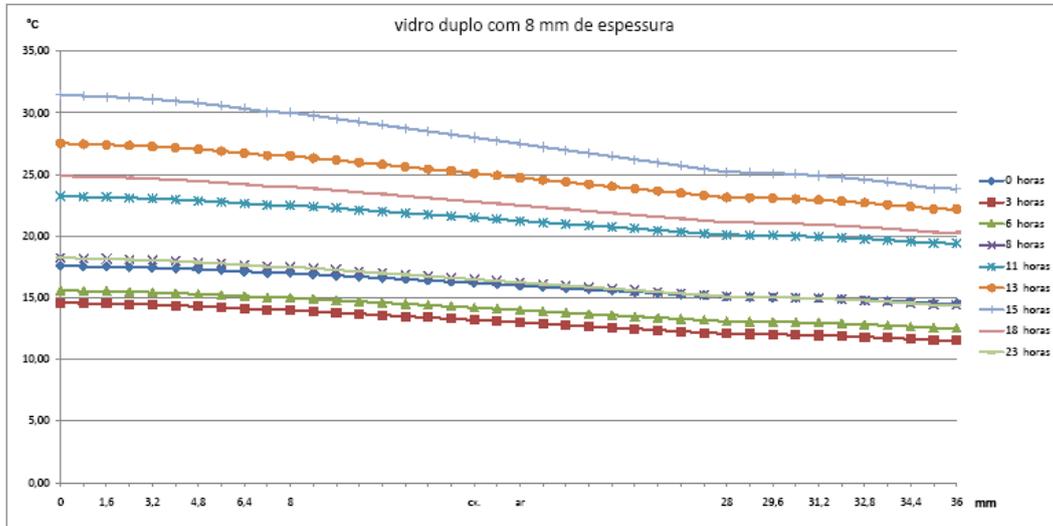


Fig. 84- Temperatura ao longo do vidro duplo de 8mm para as várias horas do dia (GOMES, A.M.; 2009)

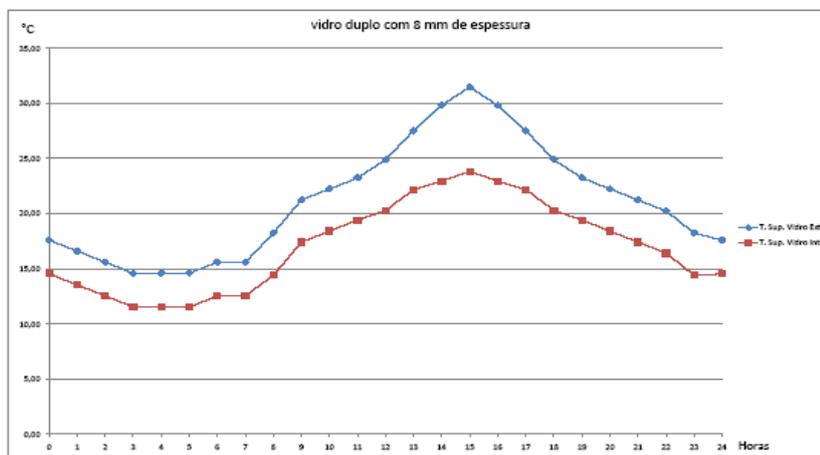


Fig.85 - Temperatura na superfície exterior e interior do vidro duplo de 8mm (GOMES, A.M.; 2009)

No vidro duplo, o comportamento térmico é bastante semelhante ao do vidro simples. Os diferenciais de temperatura são mais acentuados que os do vidro simples porque a espessura do conjunto também é maior.

6.9. Conclusões

Conclui-se que: a temperatura na superfície do vidro interior é tanto menor quanto maior for a espessura dos vidros; os sistemas com vidros duplos reduzem com mais eficácia a carga térmica que o vidro simples; o aumento da espessura de ar não tem influência na redução de carga térmica.

Relativamente à transmitância de radiação, podemos afirmar que o aumento da espessura do vidro, apenas, produz ligeiras diminuições da mesma. Portanto, a aplicação de elementos mais espessos, não se justifica. O aumento do espaçamento entre as placas de vidro preenchidas com pcm, origina a redução da transmitância, eliminando assim a radiação infravermelha e mantendo a faixa visível. A introdução de gases coloridos, apenas afectam a faixa visível não provocando alterações na faixa infravermelha.

Em termos de reflectância, o aumento da espessura do vidro duplo, preenchido com ar, proporciona a redução da mesma. Com a introdução de pcm, esta redução é ainda mais significativa.

No que diz respeito à absorptância, esta sofre um aumento no caso de se tratar de um sistema de vidros duplos. Se o preenchimento for de pcm, a maior absorptância encontra-se na faixa de comprimento de onda de 750 a 1750 nm e valores menores fora desta faixa.

A energia transmitida é tanto menor quanto maior for a espessura do conjunto. No caso da radiação incidente ser inclinada em relação à superfície do vidro, o valor da energia transmitida é ainda menor.

6.10. Referências bibliográficas do capítulo 6

(21) 2009 ASHRAE Handbook Fundamentals, Fenestration, American Society of Heating, Refrigerating and Air conditioning Engineers, capítulo 15

(22) 2009 ASHRAE Handbook Fundamentals, Heat Transfer, American Society of Heating, Refrigerating and Air conditioning Engineers, capítulo 4

(23) LIENHARD IV, JOHN; LIENHARD V; JOHN – “A heat transfer textbook (3rd edition)”; Phlogiston Press; pp. 139 a 592.

(24) GUERRERO, Jorge – “Estudo numérico e experimental sobre vidros térmicos”; Faculdade Estadual de Campinas; Campinas 1996.

7. PROPOSTA DE RESTAURO DE JANELA HISTÓRICA ⁽²⁵⁾⁽²⁶⁾



Fig. 86 – Janela alvo de reparação (GOMES, A.M.; 2009)



Fig. 87 – Janela antes de ser reparada (GOMES, A.M.; 2009)

Foi removida uma janela histórica de um edifício e levada para a carpintaria para ser sujeita a obras de reparação. Esta, apresentava problemas relacionados com a falta de manutenção, como empenos a nível de moldura, dobradiças deformadas (originando problemas relacionados com o fecho e abertura da janela), massa de vidraceiro inexistente em alguns locais e camada de verniz deteriorada.

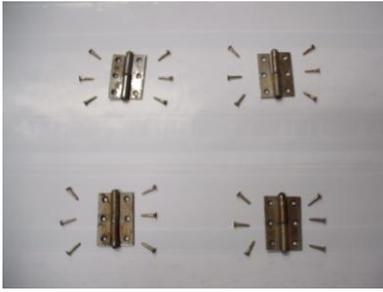


Fig. 88 – Dobradiças e parafusos (GOMES, A.M.; 2009)



Fig. 89 – Parafuso e dobradiça (GOMES, A.M.; 2009)

Tanto as dobradiças como os parafusos, foram retirados para posterior reparação. As dobradiças encontravam-se relativamente deformadas, o que levou, por essa mesma razão, a serem reparadas, enquanto que aos parafusos, foram-lhes retirados todos os vestígios de verniz.



Fig. 90 – Remoção da massa de vidraceiro (GOMES, A.M.; 2009)



Fig. 91 – Remoção dos pontos de vidraceiro (GOMES, A. M.; 2009)

Com a ajuda de um formão e de uma espátula, procedeu-se à remoção da massa de vidraceiro antiga, tendo sempre o cuidado de não afectar a esquadria da janela. Posteriormente, foram retirados os pontos de vidraceiro e finalmente os vidros.



Fig. 92 – Raspagem da superfície (GOMES,A.M.;2009)



Fig. 92 – Lixagem da madeira(GOMES,A.M.; 2009)

De seguida, após terem sido removidos os vidros e todos os vestígios de massa de vidraceiro antigas, a janela foi alvo de uma raspagem. Esta raspagem, foi efectuada com o auxílio de uma lâmina metálica, de modo a retirar todas as imperfeições existentes na madeira. Posteriormente, com a ajuda de uma lixa e de um taco de cortiça (para que a superfície fique mais plana), a moldura foi lixada para que fosse restituída a cor e textura original da madeira.



Fig. 93 – Moldura empenada
(GOMES, A.M.; 2009)



Fig. 94 – Folgas nas sambladuras
(GOMES, A.M.; 2009)



Fig. 95 – Aplicação de cunha de reforço
(GOMES, A.M.; 2009)



Fig. 96 – Aplicação de massa reparadora
(GOMES, A.M.; 2009)

Após, a constatação de que a moldura se encontrava empenada e com bastantes folgas nas sambladuras, procedeu-se à reparação dessas anomalias, tendo sempre em conta a redução de dimensões que daí poderiam advir. Estas reduções devem ser evitadas, tanto quanto possível, para não corrermos o risco de termos uma janela menor que o aro. Depois de ser desempenada e reforçada a espiga, procedeu-se à aplicação de massa reparadora, com o objectivo de eliminar pequenas fissuras na madeira.



Fig. 97 – Verniz e diluente a utilizar
(GOMES, A.M.; 2009)



Fig. 98 – Aplicação de verniz
(GOMES, A.M.; 2009)

Uma vez reparada, foi-lhe administrada a primeira demão de verniz com a ajuda de um pincel. Depois de seco, lixou-se novamente a janela, com a ajuda de uma lixa fina.



Fig. 99 – Aplicação de massa de vidraceiro
(GOMES, A.M.; 2009)



Fig. 100 – Remoção de excessos de massa de vidraceiro
(GOMES, A.M.; 2009)

De seguida, procedeu-se à aplicação da massa de vidraceiro e do respectivo vidro. O vidro, depois de aplicado, deve ser pressionado contra a massa para ficar nivelado e para que se libertem eventuais bolhas de ar. Depois de correctamente instalados, devem-se aplicar os pontos de vidraceiro para que o vidro fique bem preso à moldura. Quando a massa estiver parcialmente seca, devem-se remover os excessos da mesma e, se necessário, pintá-la com uma cor semelhante à da madeira.



Fig. 101 – Aplicação do fecho
(GOMES, A.M.; 2009)



Fig. 102 – Aplicação das dobradiças
(GOMES, A.M.; 2009)

Depois da massa de vidraceiro se encontrar bem seca, foram colocadas as dobradiças e o fecho da janela.



Fig. 103 – Janela antes de ser reparada
(GOMES, A.M.; 2009)



Fig. 104 – Janela depois de ser reparada
(GOMES, A.M.; 2009)



Fig. 105 – Janela antes de ser retirada
(GOMES, A.M.; 2009)



Fig. 106 – Janela depois de re-instalada
(GOMES, A.M.; 2009)

Pode-se comparar a janela antes e depois de ser reparada. Nota-se que ficou mais simétrica e com uma cor mais aprazível. Inicialmente, a abertura e o fecho da janela, tornou-se um pouco difícil, muito por causa do re-alinhamento da mesma, o que mais tarde veio a tornar-se num processo de fácil execução.

7.1. Referências bibliográficas do capítulo 7

(25)<http://www.jcpaiva.net/files/ensino/alunos/20022003/teses/020370017/madeiras/madeiras.htm>

(26)<http://www.static.hsw.com.br/gif/how-to-replace-broken-windows>

8. CONCLUSÃO FINAL E DESENVOLVIMENTO FUTURO

Há muito poucos casos em que alguns ou a totalidade dos elementos de uma janela, não possam ser recuperados usando paciência e habilidade. Mesmo que apenas só alguns elementos possam ser reparados, estes podem ser implementados na janela de substituição, uma vez que fornecem um registo para as gerações futuras e fazem parte da narrativa histórica do edifício.

As molduras das janelas de madeira, se bem cuidadas, durarão tempo indeterminado. Se a madeira se encontrar deteriorada, deverá ser elaborada uma cuidadosa inspeção não-destrutiva às janelas e à estrutura do edifício, imprescindível para minimizar os danos ao tecido histórico. Com detalhes cuidadosos, as madeiras devem ser usadas com acabamento adequado e durável, ao invés de confiar apenas em tratamentos de conservação.

As acções bem sucedidas de conservação e reparação dependem de três factores fundamentais: a compreensão do que é exigido; uso de materiais adequados; e atingir elevados padrões de desempenho usando profissionais qualificados e experientes. Embora esses pontos pareçam óbvios, que são frequentemente apresentadas em várias maneiras, o trabalho de alta qualidade é comparativamente raro. Um compromisso em qualquer uma dessas áreas vai originar resultados decepcionantes. Normalmente levam ao aumento da quantidade de trabalho futuro com custos mais elevados e maior perda de tecido original. É, portanto, de grande importância começar os trabalhos de reparação com os mais elevados padrões possíveis.

Os casos de estudo futuros deverão incidir na análise das janelas de vilas e cidades da região de Trás-os-Montes e Alto Douro, de modo a poder-se estabelecer uma comparação entre elas. Em termos de estudos térmicos, futuros trabalhos devem centrar-se no estudo experimental sobre vidros térmicos, uma vez que nesta dissertação apenas foi elaborado o estudo numérico.

9. BIBLIOGRAFIA

TUTTON, Michael; HIRST, Elizabeth – “Windows – history, repair and conservation”; Donhead, 2007

CUSTÓDIO, Jorge – “A Real Fábrica de Vidros de Coima [1719-1747] e o vidro em Portugal nos séculos XVII e XVIII”; Instituto Português do Património Arquitectónico, Lisboa, 2002

SEGURADO, J. – “Trabalhos de carpintaria civil”; Biblioteca de Instrução Profissional, Lisboa, 1909; pp. 174 a 188.

APPLETON, João – “Reabilitação de Edifícios Antigos – Patologias e tecnologias de intervenção”; Edições Orion, 2003

USDA Wood Handbook, United States Department of Agriculture; March 1999; Chapter 8.

AIRES-BARROS, L. “As rochas dos monumentos portugueses – tipologias e patologias”; Instituto Português do Património Arquitectónico.

SEGURADO, J. – “Alvenaria e Carpintaria”; Biblioteca de Instrução Profissional.

LNEC - “Tradução 641- Directivas comuns UEAtc para homologação de janelas”; LNEC, Lisboa, 1976.

LNEC - “Caixilharia de madeira para janelas – Preenchimento com vidro composto”; LNEC, Lisboa, 1985.

LNEC - “Tradução 619 – Directiva comuns UEAtc para a homologação de portas”; LNEC, Lisboa, 1976.

LNEC – “Ensaio de janelas”; LNEC, Lisboa, 1978.

LNEC – “Ensaio de tintas”; LNEC, Lisboa, 1974.

LNEC – “Carunchos (*Anobium punctatum*)”; LNEC, Lisboa, 1967.

LNEC – “Carunchos (*Lyctus brunneus Steph*)”; LNEC, Lisboa, 1967.

LNEC – “Térmitas (*Reticulitermes lucifugus*)”; LNEC, Lisboa, 1974.

LNEC – “Componentes de edifícios (janelas, portas, torneiras, fechaduras, estores)”; LNEC, Lisboa, 1970.

LNEC - “Madeira para construção – Humidade da madeira”; LNEC, Lisboa, 1997.

LNEC - “Casquinha”; LNEC, Lisboa, 1997.

LNEC - “Alumínio anodizado para utilização na construção civil”; LNEC, Lisboa,1973.

GOMES, R. - “Aplicações do alumínio na construção civil”; LNEC, Lisboa,1973.

LNEC - “Casquinha”; LNEC, Lisboa,1997.

SALAVESSA, Eunice – “Rochas de construção (análises, técnicas laboratoriais e técnicas de inspeção)” – Série didáctica 274; UTAD, Vila Real, 2005.

SALAVESSA, Eunice – “Métodos e produtos para tratamento do granito e de outra pedras” – Série didáctica 87; UTAD, Vila Real, 2005.

SALAVESSA, Eunice – “A construção vernácula do Alvão”; Tese de Doutoramento, UTAD, 2001.

ASHRAE Handbook Fundamentals, Fenestration, American Society of Heating, Refrigerating and Air conditioning Engineers, 2009.

ASHRAE Handbook Fundamentals, Heat Transfer, American Society of Heating, Refrigerating and Air conditioning Engineers, 2009.

LIENHARD IV, JOHN; LIENHARD V; JOHN – “A heat transfer textbook (3rd edition)”; Phlogiston Press.

LOPES, F.; CORREIA, M.B. – “Património Arquitectónico e Arqueológico (Cartas, Recomendações e Concenções Internacionais)”; Livros Horizonte, 2004.

GUERRERO, Jorge – “Estudo numérico e experimental sobre vidros térmicos”; Faculdade Estadual de Campinas; Campinas 1996

<http://www.jcpaiva.net/files/ensino/alunos/20022003/teses/020370017/madeiras/madeiras.htm>

<http://www.static.hsw.com.br/gif/how-to-replace-broken-windows>

<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/vidros/tipos-de-vidros.php>

www.cm-vilareal.pt

www.cm-moncorvo.pt

<http://pt.wikipedia.org>

