



INDICE GERAL

RESUMO.....	III
PALAVRAS-CHAVE.....	III
ABSTRACT	IV
KEYWORDS	IV
INDICE DE TEXTO	V
INDICE DE QUADROS	VII
INDICE DE FIGURAS	VIII
1. INTRODUÇÃO	1
2. TIPOS E FUNÇÕES DE PAREDES DE ALVENARIA DE TIJOLO.....	7
3. CONCEPÇÃO, PROJECTO E EXECUÇÃO	22
4. PATOLOGIA EM PAREDES DE ALVENARIA.....	57
5. OBSERVAÇÃO E DIAGNÓSTICO	70
6. TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO.....	76
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
8. BIBLIOGRAFIA	86





RESUMO

O presente trabalho procurou abordar a patologia mais comum de que “padecem”, mais tarde ou mais cedo, as paredes de alvenaria do tijolo.

A construção em alvenaria de tijolo, além de tradicional, é ainda muito usada no nosso país, pelo que, neste trabalho se visa quer as novas construções – de forma a evitar erros de concepção, projecto e de execução, e a minimizar o aparecimento precoce de patologias – quer a recuperação de edificações mais antigas, sobretudo aquelas que se localizam nas “zonas históricas” das pequenas e das grandes cidades.

Começou-se assim por estudar o elemento constituinte – o tijolo – desde o seu fabrico até ao processo de certificação.

A concepção, projecto e execução de novas construções com alvenaria de tijolo, tem especial relevo neste trabalho, onde se analisaram questões sociais, económicas e ambientais no que concerne à escolha deste material, mas também o seu comportamento ao nível térmico-higrométrico e acústico, e sua eficiência energética.

Considerou-se importante a elaboração de um levantamento, não exaustivo, da legislação em vigor sobre a matéria, com um pequeno destaque para o Eurocódigo 6 e o 8.

Pensando sobretudo na resolução dos problemas que surgem em edifícios mais antigos abordou-se a fase de diagnóstico que permitirá escolher as técnicas adequadas da recuperação do edifício.

PALAVRAS-CHAVE

- Tijolo
- Patologia
- Humidade
- Fendilhação
- Degradação
- Técnicas de Reabilitação



ABSTRACT

The aim of this work is trying to address the most common pathologies that sooner or later will affect brick masonry walls.

Brick masonry construction, other than traditional, is still widely used in our country. Therefore this work aims at both new and older constructions.

By approaching the problems of new construction buildings this study aims to avoid errors in design and implementation, as well as minimize the early onset of pathologies. As for older constructions this work was directed at their restoration, especially those which are located in "historic areas" of small and larger cities.

The first step was to study the constituent of these walls, the brick, from its manufacture to the certification process.

A special focus was given to the conception, design and implementation of new construction with brickwork. Social, economic and environmental issues were analyzed when it comes to the choosing of this raw material, without disregarding its hygrothermal and acoustic response in addition to its energy efficiency.

It was considered relevant to devise a non-exhaustive survey of the existing legislation on the subject, with a small highlight to Eurocode 6 and 8.

While concentrating in solving problems that arise in older buildings, the diagnostic phase was addressed, which will enable to choose the proper techniques for the restoration of the building.

KEYWORDS

- Brick
- Pathology
- Humidity
- Cracking
- Degradation
- Building Rehabilitation techniques



INDICE DE TEXTO

1. INTRODUÇÃO	1
2. TIPOS E FUNÇÕES DE PAREDES DE ALVENARIA DE TIJOLO	7
2-1 – Sobre os Tijolos... ..	7
2-1-1 – Fabrico	7
2-1-2 – Controlo de Qualidade	8
2-1-3 – Tipos de Tijolo	11
2-2 – Paredes de Alvenaria de Tijolo	16
2-2-1 – Tipos de alvenaria	16
2-2-2 – Tipos fundamentais de paredes	18
3. CONCEPÇÃO, PROJECTO E EXECUÇÃO	22
3-1 – Escolha do material: Aspectos sociais, económicos e ambientais	22
3-1-1 – Aspectos sociais	23
3-1-2 – Aspectos Económicos	24
3-1-3 – Aspectos Ambientais.....	27
3-2 – Referências às normas europeias relativas a blocos de alvenaria e respectiva marcação CE e aos Eurocódigos 6 e 8.....	31
3-3 – Referência ao comportamento térmico-higrométrico, eficiência energética e acústica	38
3-3-1 – Comportamento térmico-higrométrico e eficiência energética	38
3-3-2 – Comportamento acústico.....	49
3-4 – Modelos de micro-modelação e macro-modelação para paredes resistentes em alvenaria em desenvolvimento nas universidades do nosso país.....	53
3-5 – Durabilidade – Vida útil das paredes	55
4. PATOLOGIA EM PAREDES DE ALVENARIA	57
4-1– Humidade.....	59
4-2– Fendilhação.....	61
5. OBSERVAÇÃO E DIAGNÓSTICO	70



6. TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO.....	76
6-1 – CASOS DE HUMIDADE	76
6-1-1 – Humidade de construção em edifícios recentes.....	76
6-1-2 – Humidade ascensional.....	77
6-1-3 – Condensação	78
6-1-4 – Eflorescências	79
6-1-5 – Infiltrações	80
6-1-6 – Infiltrações fortuitas	81
6-2– Casos de fendilhação	82
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
8. BIBLIOGRAFIA	86



INDICE DE QUADROS

1. INTRODUÇÃO	1
Quadro 1.1: Número de edifícios existentes em Portugal para os diferentes materiais de construção, de acordo com o número de pavimentos [11].	6
2. TIPOS E FUNÇÕES DE PAREDES DE ALVENARIA DE TIJOLO	7
3. CONCEPÇÃO, PROJECTO E EXECUÇÃO	22
Quadro 3.1 – Tipo de Custos [14].	25
Quadro 3.2: Consumo de energia em aquecimento para diferentes tipos de paredes em tijolo num prédio residencial típico de 18 apartamento [14].	27
Quadro 3.3 [14].	28
Quadro 3.4: Impacto ambiental de 1kWh de energia para o aquecimento, autor, citando [14]	31
Quadro 3.5: Sistema de avaliação de conformidade [31].	32
Quadro 3.6: Sistemas de certificação previstos no GUIA ISSO CEI 67 [4].	33
4. PATOLOGIA EM PAREDES DE ALVENARIA	57
Quadro 4.1: Síntese da fissuração devida a movimentos das fundações, segundo Pfeffermann, citado em [5].....	63
Quadro 4.2: Esquema de assentamento de solos argilosos e arenosos, em função do tempo e da carga, ADDLESSON, Lyall; RICE, Colin - “Performance of Materials in Buildings”. Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford, 1995, citado em [4]	64
Quadro 4.3: Síntese da fissuração devida a variações de temperatura, segundo Pfeffermann, citado em [5]	65
Quadro 4.4: Processo de degradação das alvenarias por acção dos sulfatos [5]	66
5. OBSERVAÇÃO E DIAGNÓSTICO	70
Quadro 5.1: Matriz de correlação anomalias - causas prováveis (Gonçalves, 2007) , citado em [15].	73
Quadro 5.2: Classificação proposta das anomalias em paredes de alvenaria [15].	74
Quadro 5.3: Classificação proposta das anomalias em paredes de alvenaria [15].	74
6. TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO.....	76
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
8. BIBLIOGRAFIA	86



INDICE DE FIGURAS

1. INTRODUÇÃO	1
2. TIPOS E FUNÇÕES DE PAREDES DE ALVENARIA DE TIJOLO	7
Figura 2.1: Fluxograma do processo de fabrico [3].	8
Figura 2.2: Fluxograma do processo de fabrico [3].	10
Figura 2.3: Tipo de tijolos [3].	11
Figura 2.4: Formatos correntes de tijolo furado [19]	11
Figura 2.5: Formatos normalizados de tijolo segundo a antiga norma NP 834 [3].	12
Figura 2.6: Parede exterior – C.G.D. Avis [13].	13
Figura 2.7: Parede interior – Bib. da Moita [13].	13
Figura 2.8: Parede divisória [4].	14
Figura 2.9: Parede estrutural armada [4].	14
Figura 2.10: Bloco Eléctrico [20].	15
Figura 2.11: Bloco Hidráulico [20].	15
Figura 2.12: Parede estrutural armada com tijolos de furação vertical [3].	17
Figura 2.13: Armaduras em juntas de assentamento de paredes de alvenaria [3].	18
Figura 2.14: Síntese aproximada da evolução das paredes exteriores em Portugal [3].	19
Figura 2.15: Parede de dois panos.	20
Figura 2.16: Parede com caixa-de-ar.	20
Figura 2.17: Parede dupla com isolamento [3].	20
Figura 2.18: Planta exemplificativa de um piso, de autor	21
3. CONCEPÇÃO, PROJECTO E EXECUÇÃO	22
Figura 3.1: Contributo médio para as perdas de energia [14].	28
Figura 3.2: Tipos de parede de alvenaria previstos no EC6 [3-26]	36
Figura 3.3: Transmissão de calor em paredes [4].	40
Figura 3.4: Bolores no interior devido a problemas de condensação, de autor	41
Figura 3.5: Radiação solar que atinge a superfície terrestre [18].	42
Figura 3.6: Balanço térmico em edifício [18].	43
Figura 3.7: Esquema de autor, citando[18].	43



Figura 3.8: Folha de cálculo FCIV.1 [18].	45
Figura 3.9: Zonas climáticas de Inverno [32].	46
Figura 3.10: Zonas climáticas de Verão[32]	46
Figura 3.11: Exemplo [18]	46
Figura 3.12: Exemplo 1[18].	47
Figura 3.13: Exemplo 2 [18]	47
Figura 3.14: Exemplos de pontes térmicas planas [4].	48
Figura 3.15: Vias de transmissão sonora entre dois recintos [4].	50
Figura 3.16: Exemplos de elementos cerâmicos de elevada absorção acústica [4]	50
Figura 3.17: Exemplos de paredes de alvenaria com diferentes índices de redução sonora (R_w) [4].	51
Figura 3.18: Exemplo de parede com índice de redução sonora $R_w=60$ dB [4].	52
Figura 3.19: Exemplo de parede com índice de redução sonora $R_w\geq 55$ dB [4].	52
Figura 3.20: Simulação de uma parede sujeita a esforços de corte: diagrama força-deslocamento e resultados da simulação numérica [11].	54
Figura 3.21: Resultado de simulação de painel submetido a uma carga uniforme para fora do plano: fendilhação prevista pelo modelo na parte inferior e na parte superior [11].	54
4. PATOLOGIA EM PAREDES DE ALVENARIA	57
Figura 4.1: Factores que contribuem para a degradação das fachadas, autor, adaptado de [19].	57
Figura 4.2: Caleira [1]	60
Figura 4.3: BONSHOR, R. B.; BONSHOR, L. L. - “Cracking in Buildings”. BRE, Garston, 1996, citado em [5]	62
Figura 4.4: Degradação de uma parede, de autor	69
5. OBSERVAÇÃO E DIAGNÓSTICO	70
Figura 5.1: Exemplos de registo gráfico de anomalias em paredes [5]	71
6. TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO	76
Figura 6.1: Parede forrada com aglomerado de cortiça com humidade ascensional, de autor	77
Figura 6.2: Condensação Superficial [4].	79
Figura 6.3: Parede com desagregação do revestimento, de autor	80
Figura 6.4: Anomalia por migração da água, de autor	81
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
8. BIBLIOGRAFIA	86