



Manutenção e Reabilitação Sustentável de Edifícios

VANESSA FIGUEIREDO MAGALHÃES
(Licenciada em Engenharia Civil)

Dissertação de natureza científica para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil
na área de Especialização de Edificações

Orientador:

Especialista João António Antunes Hormigo, (Professor Adjunto Convidado do ISEL)

Júri:

Presidente:

Doutor Pedro Miguel Soares Raposeiro da Silva, (Professor Adjunto do ISEL)

Vogais:

Especialista João Carlos dos Santos Barata, (Professor Adjunto Convidado do ISEL)

Especialista João António Antunes Hormigo, (Professor Adjunto Convidado do ISEL)

AGRADECIMENTOS

A elaboração deste trabalho final representa o culminar do ciclo de estudos no ISEL. Como não podia deixar de ser agradeço a todos aqueles que ao longo destes seis anos fizeram parte do meu percurso, que me acompanharam e ajudaram a atingir os meus objetivos. Infelizmente, não será possível referir todos aqueles que contribuíram para o meu sucesso pessoal, mas fica aqui expressa a minha gratidão, pelo contributo prestado:

Ao meu orientador académico, Engenheiro João António Antunes Hormigo (Especialista e Professor Adjunto do ISEL), a quem agradeço pela forma como se empenhou na escolha do tema, uma vez que tive necessidade de mudar o tema que tinha escolhido inicialmente devido ao surgimento de uma proposta de trabalho, a meio do período para a elaboração do mesmo.

Agradeço também pelo acompanhamento prestado ao longo da elaboração da dissertação, pelas orientações dadas e pela disponibilidade que demonstrou para ajudar e tirar dúvidas.

Aos meus colegas e amigos que me acompanharam durante estes seis anos e com quem aprendi, partilhei dificuldades e dúvidas, aos incentivos e bons momentos que me proporcionaram e pela amizade demonstrada.

À minha família que esteve sempre presente e que me apoiou física e financeiramente ao longo deste percurso, em especial aos meus pais, irmão e avós, pelo apoio constante e motivação prestada.

A todos, um grande e sincero Obrigado!

RESUMO

O presente Trabalho Final de Mestrado tem como principal objetivo sintetizar o trabalho desenvolvido durante a realização de um trabalho final curricular, sobre manutenção e reabilitação sustentável de edifícios, realizado no âmbito do Mestrado na área de Edificações em Engenharia Civil, no Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

O presente Relatório procura relatar a aquisição de competências na área da reabilitação e manutenção de edifícios, nomeadamente na técnica e na caracterização construtiva, propostas de resolução das patologias mais comuns e eficiência energética.

Numa primeira fase, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, de modo a ampliar mais conhecimentos teóricos sobre o tema, foi feita uma tipificação e caracterização geral dos edifícios da cidade de Lisboa, que engloba um enquadramento histórico, uma evolução dos edifícios desde 1755 até aos dias de hoje e uma evolução dos materiais e técnicas de construção ao longo dos tempos.

Em seguida, caracterizaram-se as patologias correntes dos edifícios, nomeadamente as que ocorrem ao nível da cobertura, paredes, revestimentos, pavimentos do edifício, entre outros. Depois analisaram-se quais as melhores soluções a adotar para a sua reabilitação, enquadrando sempre a solução tendo em conta o ano de construção do edifício. No presente Relatório são também apresentadas fotografias das patologias identificadas, descritos todos os passos para a resolução das anomalias, técnicas de reparação a executar e propriedades dos produtos a aplicar.

Posteriormente, foram avaliadas estratégias destinadas à melhoria da eficiência energética dos edifícios e foi feita uma análise estatística de um inquérito destinado a avaliar o conhecimento dos inquiridos sobre questões da reabilitação e manutenção de edifícios.

PALAVRAS-CHAVE:

Reabilitação de Edifícios;

Patologias de Edifícios;

Manutenção de Edifícios;

Eficiência Energética de Edifícios.

ABSTRACT

This Final Master's Dissertation aims to synthesize the work done during the course of a curricular thesis on conservation and sustainable rehabilitation of buildings, conducted within the area of Buildings MSc in Civil Engineering, in Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL).

This report aims to present the acquired skills in rehabilitation and maintenance of buildings, particularly in technical and constructive characterization, proposals for common building pathologies solutions and energy efficiency.

Initially, a bibliographic search was conducted in order to acquire more theoretical knowledge on the subject, it was made a classification and general characterization of buildings in Lisbon, which includes a historical framework, an evolution of the buildings from 1755 to the days today and evolution of materials and construction techniques over time.

Then, current pathologies in buildings were characterized particularly those that occur in roofs, walls, coatings, building floors, among others. After wards the best solutions to adopt for their rehabilitation were analyzed, always framing the solution taking into account the year of the building construction. In this report all the steps for the resolution of anomalies, repair techniques to perform, properties of products to apply and photographs of the identified pathologies, are also described.

Subsequently, strategies for the improvement of energy efficiency of buildings were evaluated and a statistical analysis of a survey to assess the knowledge of citizens on issues of rehabilitation and maintenance of buildings was developed.

KEYWORDS:

Rehabilitation of Buildings;

Pathologies in Buildings;

Maintenance of Buildings;

Energy Efficiency of Buildings.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	ii
RESUMO	iv
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABELAS.....	xiii
ÍNDICE DE QUADROS.....	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xiv
LISTA DE UNIDADES.....	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. ENQUADRAMENTO DO TRABALHO.....	1
1.2. OBJETIVO.....	13
1.3. METODOLOGIA.....	14
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	15
2. TIPIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS EDIFÍCIOS DA CIDADE DE LISBOA	17
2.1. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO (Cidade de Lisboa)	20
2.1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS	20
2.1.2. TERRAMOTO DE 1755	23
2.1.3. RECONSTRUÇÃO POMBALINA	26
2.2. EVOLUÇÃO DOS EDIFÍCIOS.....	29
2.2.1. EDIFÍCIOS DE ALVENARIA DE PEDRA(anteriores a 1755)	29
2.2.2. EDIFÍCIOS DE ALVENARIA POMBALINOS E SIMILARES (1755 a 1870)	32
2.2.3. EDIFÍCIOS DE ALVENARIA DO TIPO GAIOLEIRO (1870 a 1930)	37
2.2.4. EDIFÍCIOS MISTOS DE ALVENARIA E BETÃO ARMADO (1930 a 1940)	40
2.2.5. EDIFÍCIOS DE BETÃO ARMADO PREENCHIDOS COM GRANDE PERCENTAGEM DE ALVENARIA DE TIJOLO (1940 a 1960).....	42
2.2.6. EDIFÍCIOS DE BETÃO ARMADO DA ÚLTIMA FASE (1960 - atualidade)	43
2.3. EVOLUÇÃO DOS MATERIAIS E TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO	44
2.3.1. HISTÓRIA DOS MATERIAIS	44
2.3.2. CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE UM MATERIAL	51
2.3.3. ESPECIFICAÇÃO DE UM MATERIAL	52
2.3.4. NORMALIZAÇÃO DE UM MATERIAL.....	53
2.3.5. PATOLOGIAS DO BETÃO ARMADO, MADEIRAS E ALVENARIAS	53
2.3.5.1. PATOLOGIAS DO BETÃO ARMADO.....	53
2.3.5.2. PATOLOGIAS DAS MADEIRAS.....	56
2.3.5.3. PATOLOGIAS DAS ALVENARIAS	60
3. PATOLOGIAS CORRENTES DOS EDIFÍCIOS	63
3.1. COBERTURAS.....	65
3.1.1. PATOLOGIA 1 – Fraturas nas Telhas	65

3.1.2.	PATOLOGIA2 – Colonização Biológica e Acumulação de Lixos nas Telhas	66
3.1.3.	Outras Patologias Frequentes que Ocorrem ao Nível das Coberturas:	67
3.2.	CLARABÓIAS.....	68
3.2.1.	PATOLOGIA 1 – Corrosão.....	68
3.2.2.	Outras Patologias Frequentes que Ocorrem ao Nível das Clarabóias.....	69
3.3.	FACHADAS EPAREDES EXTERIORES.....	69
3.3.1.	PATOLOGIA 1 – Manchas de Humidade na Parte Inferior das Fachadas.....	70
3.3.2.	PATOLOGIA 2 – Graffiti.....	71
3.3.3.	Outras Patologias Frequentes que Ocorrem ao Nível das Fachadas e Paredes Exteriores.....	71
3.4.	PORTAS EXTERIORES E JANELAS.....	72
3.4.1.	PATOLOGIAS MAIS FREQUENTES:	72
3.4.2.	CONSEQUÊNCIAS DAS PATOLOGIAS	72
3.5.	CANTARIAS.....	73
3.5.1.	Patologia 1 – Eflorescências	73
3.5.2.	Outras Patologias Frequentes que Ocorrem ao Nível das Cantarias.....	74
3.6.	PEITORIS.....	74
3.6.1.	PATOLOGIAS MAIS FREQUENTES	75
3.7.	PAREDES INTERIORES.....	75
3.7.1.	PATOLOGIA 1 –Condensações Interiores	75
3.7.2.	PATOLOGIA2 –Criptoflorescências.....	76
3.7.3.	Outras Patologias Frequentes que Ocorrem ao Nível das Paredes Interiores:	77
3.8.	PAVIMENTOS	78
3.8.1.	PATOLOGIAS MAIS FREQUENTES	78
3.9.	TETOS	78
3.9.1.	PATOLOGIAS MAIS FREQUENTES	79
3.10.	CAIXILHARIAS.....	79
3.10.1.	PATOLOGIAS MAIS FREQUENTES.....	79
3.11.	REVESTIMENTOS INTERIORES.....	80
3.11.1.	Patologia 1 – Destacamento do Revestimento.....	80
3.11.2.	Outras Patologias Frequentes que Ocorrem ao Nível dos Revestimentos Interiores.....	81
3.12.	IMPERMEABILIZAÇÕES.....	81
3.12.1.	PATOLOGIAS MAIS FREQUENTES.....	81
3.13.	ELEMENTOS METÁLICOS / ELEMENTOS DE FERRO	82
3.13.1.	PATOLOGIA 1 – Corrosão	82
3.14.	VÃOS ENVIDRAÇADOS	83
3.14.1.	PATOLOGIAS MAIS CORRENTES.....	83
3.15.	ESCADAS	84
3.15.1.	PATOLOGIAS MAIS CORRENTES.....	84
3.16.	REDE DE ÁGUAS, ELETRICIDADE E GÁS	84
3.16.1.	PATOLOGIAS MAIS CORRENTES.....	84
4.	SOLUÇÕES DE REABILITAÇÃO.....	87

4.1.	TAREFAS PRELIMINARES – ANDAIMES E LIMPEZA A JATO DE ÁGUA OU AREIA.....	88
4.2.	SOLUÇÃO DE REABILITAÇÃO DA COBERTURA	90
4.3.	SOLUÇÃO DE REABILITAÇÃO DE PINTURAS E REVESTIMENTOS NO EXTERIOR.....	90
4.4.	SOLUÇÃO DE REABILITAÇÃO DE PEITORIS.....	91
4.5.	SOLUÇÃO DE REABILITAÇÃO DE ELEMENTOS METÁLICOS / ELEMENTOS DE FERRO	92
4.6.	SOLUÇÃO DE REABILITAÇÃO DE VÃOS ENVIDRAÇADOS.....	92
4.7.	SOLUÇÃO DE REABILITAÇÃO DE BETÃO ARMADO	94
4.8.	TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO <i>IN SITU</i>	95
5.	MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS	97
5.1.	ENQUADRAMENTO.....	97
5.2.	LEGISLAÇÃO.....	100
5.3.	NZEB – NEARLY ZERO ENERGY BUILDING	101
5.3.1.	DEFINIÇÃO	101
5.3.2.	LEGISLAÇÃO EUROPEIA E NACIONAL	102
5.3.3.	EXEMPLOS DE EDIFÍCIOS NZEB.....	103
5.4.	TIPOS DE MANUTENÇÃO	105
5.4.1.	MANUTENÇÃO CORRETIVA NÃO PLANEADA	105
5.4.2.	MANUTENÇÃO CORRETIVA PLANEADA.....	106
5.4.3.	MANUTENÇÃO PREVENTIVA	106
5.4.4.	MANUTENÇÃO PREDITIVA	106
5.4.5.	MANUTENÇÃO DETETIVA	107
5.4.6.	ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO.....	107
6.	ANÁLISE ESTATÍSTICA DE UM INQUÉRITO.....	109
7.	CONCLUSÕES.....	115
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
	BIBLIOGRAFIA	121
	WEBGRAFIA.....	129
	ANEXOS.....	135
	ANEXO I.....	136
	Quadro 1 – Anomalias Exteriores	136
	ANEXO II.....	139
	Quadro 3 – Principais Fatores de Anomalias Muito Comuns em Edifícios de Habitação	139
	Quadro 4 – Principais Causas de Anomalias Não Humanas.....	140
	ANEXO III.....	141
	ANEXO IV.....	145
	ANEXO V.....	146
	ANEXO VI.....	150

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Rua de Belém, 69 – 73.....	3
Figura 2 – Rua de Dom Vasco, 53.....	3
Figura 3 - Rua Coronel Pereira da Silva, 3	4
Figura 4 – Travessa de Bom Vasco, 43 – 43B.....	4
Figura 5 – Evolução das obras de reabilitação em comparação com construção nova, em obras concluídas (2010 – 2015).....	5
Figura 6 - Peso das obras de reabilitação no total de obras concluídas por NUTS II (2010 – 2015).....	6
Figura 7 - Obras de reabilitação por tipo de obra (2010 – 2015)	7
Figura 8 – Peso das obras de alteração, ampliação e reconstrução por NUTS II (2015)	7
Figura 9 - Telhas Solares	9
Figura 10 - Desperdício de Calor utilizando Isolamento de Papel	9
Figura 11 - Comparação entre Vidros Duplos, Triplos e Quádruplos.....	9
Figura 12 - Fontes de Energia utilizadas em Portugal.....	12
Figura 13 - O Cerco de Lisboa	17
Figura 14 - Localização de Lisboa e Respetivas Freguesias.....	18
Figura 15 – Brasão da Cidade de Lisboa.....	19
Figura 16 - Bandeira da Cidade de Lisboa.....	19
Figura 17 - Crescimento de Lisboa, séc. XII - séc. XX	20
Figura 18 - Intensidade Sísmica em Portugal Continental.....	22
Figura 19 – Lisboa momentos antes do Tsunami.....	24
Figura 20 - Malha Urbana de Lisboa, 1650.....	25
Figura 21 - Marquês de Pombal e a reconstrução da cidade	26
Figura 22 - Planta traçada por Eugénio dos Santos e Carlos Mardel, 1758.....	27
Figura 23 - Praça do Comércio após reconstrução	28
Figura 24 - Edifícios de qualidade elevada	30
Figura 25 - Edifício com andar de ressalto.....	31
Figura 26 - Edifício de fachada de bico.....	31
Figura 27 - Gaiola Pombalina com todos os elementos estruturais	35
Figura 28 - Gaiola de madeira Pombalina.....	35
Figura 29 - Representação das paredes existentes num edifício "Pombalino".....	36
Figura 30 - Representação das paredes existentes num edifício "Gaioleiro"	39
Figura 31 - Construção com Terra.....	45
Figura 32 - Construção com Pedra.....	45
Figura 33 - Construção com Madeira.....	45
Figura 34 - Construção com Fibras Vegetais	45

Figura 35 - Castros ou Citânias construídas em pedra no cimo dos montes	46
Figura 36 - Principais Construções ao Longo dos Tempos	47
Figura 37 - Ponte 25 de Abril, Lisboa - Aplicação do Aço.....	49
Figura 38 – Edifício Vodafone, Porto - Aplicação do Betão	50
Figura 39 – Degradação do betão e corrosão das armaduras.....	53
Figura 40 - Fissuração do Betão Armado	54
Figura 41 – Betão após ter sido pulverizado com fenolftaleína (Carbonatação do Betão).....	55
Figura 42 – Fendas Estruturais em Alvenaria de Tijolo – 45º	62
Figura 43 - Fendas em Telhas Cerâmicas	65
Figura 44 - Colonização Biológica e Lixos nas Telhas	66
Figura 45 - Clarabóia	68
Figura 46 - Manchas de Humidade nas Paredes	70
Figura 47 - Graffiti em Paredes Exteriores	71
Figura 48 - Eflorescências em Cantarias	73
Figura 49 - Peitoril de uma janela.....	74
Figura 50 - Condensações em Paredes Interiores	75
Figura 51 - Criptoflorescências nas Paredes Interiores	76
Figura 52 - Destacamento do Revestimento	80
Figura 53 - Oxidação das Armaduras	82
Figura 54 - Andaimos.....	89
Figura 55 – Materiais de Limpeza de Revestimentos Exteriores	91
Figura 56 – Vão envidraçado em edifício reabilitado.....	93
Figura 57 - Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (2016)	98
Figura 58 – Green Lighthouse, Dinamarca	104
Figura 59 - Green Office Meudon	104
Figura 60 - Tipos de Manutenção.....	108
Figura 61 – Técnicas Mecânicas	141
Figura 62 - Técnicas Sensoriais	142
Figura 63 – Técnicas Eletroquímicas.....	142
Figura 64 – Técnicas Químicas	143
Figura 65 - Técnicas Elétricas e Hidrodinâmicas	143
Figura 66 - Técnicas Térmicas	144
Figura 67 - Idade dos Inquiridos	150
Figura 68 – Género dos Inquiridos	150
Figura 69 – Distrito de residência dos inquiridos.....	151
Figura 70 - Formação Profissional do Inquirido.....	151
Figura 71 – Reabilitação em Portugal.....	151
Figura 72 – Modo de reconstrução.....	152
Figura 73 – Técnicas de reabilitação	152
Figura 74 - Edifícios históricos.....	152

Figura 75 - Investimento na reabilitação	153
Figura 76 – Intervenção em edifícios históricos	153
Figura 77 – Habitação do inquirido.....	153
Figura 78 - Idade da habitação do inquirido.....	154
Figura 79 - Reabilitação na habitação do inquirido	154
Figura 80 - Principais patologias na habitação do inquirido.....	154
Figura 81 – Principais dificuldades em proceder à resolução de patologias na habitação	155

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Sequência dos Abalos de 1755	23
Tabela 2 - Causas da degradação da alvenaria e consequências inerentes	62
Tabela 3 – Fatores que influenciam na degradação durante o ciclo de vida de um edifício	100
Tabela 4 - Desagregação Percentual do Número de Certificação Energética (2016).....	145

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Principais anomalias e causas que ocorrem no exterior dos edifícios.....	136
Quadro 2 - Principais anomalias e causas que ocorrem no interior dos edifícios.....	137
Quadro 3 - Principais fatores de anomalias muito comuns em edifícios de habitação	139
Quadro 4 – Principais causas de anomalias não humanas	140

Nota:

Este documento encontra-se escrito segundo o novo acordo ortográfico.

LISTA DE ABREVIATURAS

ADENE	Agência Para a Energia
AVAC	Aquecimento, Ventilação, Ar Condicionado
EPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
ISEL	Instituto Superior de Engenharia de Lisboa
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia de Lisboa
NZEB	Nearly Zero Energy Buildings
RCCTE	Regulamento das Características de Comportamento Térmico em Edifícios
RECS	Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços
REH	Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação
RRAE	Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios
RSECE	Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios
SCE	Sistema de Certificação Energética dos Edifícios
UE	União Europeia

LISTA DE UNIDADES

cm	Centímetro
CO ₂	Dióxido de Carbono
km	Quilómetro
m	Metro
km ²	Quilómetro Quadrado
m ²	Metro Quadrado

1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO DO TRABALHO

O presente relatório foi realizado no âmbito do Trabalho Final de Mestrado, do perfil de Edificações do curso de Engenharia Civil, do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

Para enquadrar o trabalho vão ser descritos os quatro temas seguintes, que se consideram atuais, e que são abordados crescentemente por arquitetos, engenheiros, promotores imobiliários e donos de obra:

- Reabilitação;
- Novos Materiais de Reabilitação;
- Edifícios Sustentáveis;
- Eficiência Energética.

- **REABILITAÇÃO**

Em primeiro lugar interessa perceber o conceito de reabilitação, mesmo antes de diagnosticar ou intervir.

Segundo Appleton (2011), *“Reabilitar significa, tanto quanto possível, o uso de materiais tradicionais naturais (madeira, pedra, areia e cal), por oposição ao uso de materiais industriais artificiais como o cimento, o aço, o alumínio, o pvc e outros materiais poliméricos, etc. Reabilitar significa também a possibilidade de um fácil reaproveitamento de produtos de demolição, com a sua integração na própria obra a reabilitar ou noutra de características similares.*

A reabilitação de edifícios, por contraposição à construção nova, deve ser olhada sem perder de vista os valores antes referidos, ou seja, é hoje por demais evidente que não pode dizer-se que reabilitar é caro ou barato apenas com base numa comparação de custos de construção por m² da mesma” [1].

Hoje em dia, a reabilitação das construções existentes é uma necessidade a curto prazo, não só porque um dos principais problemas dos edifícios são a falta de conforto ambiental e o consumo elevado de recursos, mas também porque com a crise instalada em Portugal as construções novas abrandaram e a reabilitação tende a ganhar peso e importância.

Em Portugal, é sabido que a grande maioria dos edifícios construídos no último século padece de conforto acústico, conforto térmico e qualidade do ar interior, o que faz aumentar o consumo de recursos energéticos e hídricos por parte da população, que procura aumentar o conforto nas habitações e melhorar assim a qualidade de vida.

Embora já tenham sido criadas medidas para travar esta situação é necessário mais empenhamento por parte do setor da construção e do setor ambiental, para se passar a dar mais valor a assuntos relacionados com a reciclagem de resíduos de construção e demolição, uma vez que os danos ambientais são elevadíssimos [2].

Segundo Córias (2009), *“Reabilitar edifícios existentes é diferente e, com frequência, mais complicado do que construir a partir do zero. Exige abordagens, metodologias, materiais e técnicas muito diferentes da construção nova. Uma percentagem importante do edificado é constituída por unidades já muito antigas, e, destas, uma boa parte possui valor enquanto património ou situa-se em zonas históricas, circunstâncias que impõem restrições complementares à sua reabilitação, exigindo do construtor não só competências, mas, até, atitudes diferentes das do empreiteiro tradicional”* [3].

A reabilitação urbana das grandes cidades tende a melhorar as condições de vida das populações, não só as que percorrem todos os dias as cidades, mas também as que vivem nos edifícios dos grandes centros urbanos. Destacam-se alguns exemplos de obras de reabilitação na cidade de Lisboa (figuras 1 a 4):

Exemplo 1:

Antes



Depois



Figura 1 – Rua de Belém, 69 – 73

[Fonte: Sociedade de Reabilitação Urbana, 2009]

Exemplo 2:

Antes



Depois



Figura 2 – Rua de Dom Vasco, 53

[Fonte: Sociedade de Reabilitação Urbana, 2009]

Exemplo 3:

Antes



Depois



Figura 3 - Rua Coronel Pereira da Silva, 3
[Fonte: Sociedade de Reabilitação Urbana, 2013]

Exemplo 4:

Antes



Depois



Figura 4 – Travessa de Bom Vasco, 43 – 43B
[Fonte: Sociedade de Reabilitação Urbana, 2009]

INVESTIMENTO EM REABILITAÇÃO NOS ÚLTIMOS ANOS

No ano de 2015, as obras de reabilitação de edifícios existentes, quer seja alterações, ampliações ou reconstruções, apresentaram uma queda de 5% em relação ao ano transato (33,8% em 2014 face a 28,6% em 2015).

Esta queda não se verificou apenas de 2014 para 2015, mas tem sido tendência desde 2010. Assim, em apenas cinco anos houve uma diminuição de 3 180 (três mil, cento e oitenta) edifícios concluídos, o que representa uma taxa de variação média anual de menos 11,7%. Apesar desta tendência negativa, não se pode dizer que tudo é mau, pois o peso relativo de obras de reabilitação aumentou de 23,8% em 2010 para 33,4% em 2015, consequência da diminuição de edifícios concluídos em construções novas [4].

Na figura 5 é apresentada uma comparação entre a evolução das obras de reabilitação e a evolução das construções novas entre 2010 e 2015.



Figura 5 – Evolução das obras de reabilitação em comparação com construção nova, em obras concluídas (2010 – 2015)

[Fonte: INE, Estatísticas das Obras Concluídas, 2016]

Segundo o Decreto-Lei n.º 46/89 (de 15 Fevereiro 1989 - pp. 590 - 594) definiram-se três níveis de Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos (NUTS) em Portugal.

Fazendo uma análise estatística entre 2010 e 2015 para NUTS II ¹ poder-se-à concluir, que na região do Algarve o peso das obras de reabilitação foi o mais elevado, quer em 2010 (29,4%) quer em 2015 (52,7%). Por oposição a região Norte constituía a região do país com menor peso das obras de reabilitação em 2010 com 21,3% e a região do Alentejo ficou em último lugar em 2015 (29,4%), tendo variado apenas um ponto percentual entre os últimos cinco anos (figura 6) [4].

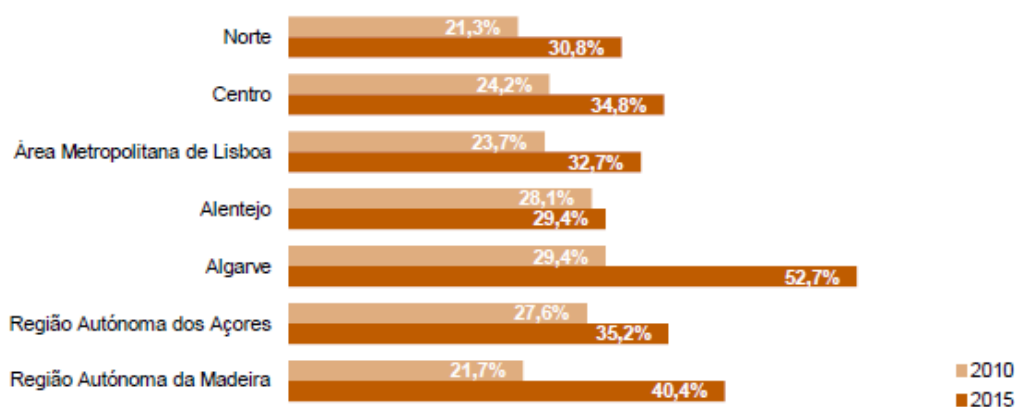


Figura 6 - Peso das obras de reabilitação no total de obras concluídas por NUTS II (2010 – 2015)

[Fonte: INE, Estatísticas das Obras Concluídas, 2016]

Se se dividir as obras de reabilitação nos três tipos mais frequentes: obras de alteração, obras de ampliação e obras de reconstrução, poder-se-à verificar que as obras de ampliação tiveram uma maior influência, em comparação com os outros dois tipos de obras, entre 2010 e 2015.

As obras de alteração variaram entre 18,4% em 2010 e 17% em 2015, representando um peso de 49,8% (em 2015) em habitação familiar.

Por último, as obras de reconstrução variaram entre 11,4% em 2010 e 14,6% em 2015, embora o número total de construções tenha diminuído de 781 (em 2010) para 535 (em 2015), facto que se percebe pela diminuição de obras concluídas. Este tipo de obras representou um maior peso em habitação familiar, cerca de 69,5% em 2015 (figura 7) [4].

¹As regiões constituintes da NUTS II são: Norte, Centro, Área Metropolitana de Lisboa,

Ano	Alteração				Ampliação				Reconstrução			
	Total	% ⁽¹⁾	Habituação Familiar	% ⁽²⁾	Total	% ⁽¹⁾	Habituação Familiar	% ⁽²⁾	Total	% ⁽¹⁾	Habituação Familiar	% ⁽²⁾
2010	1 257	18,4	767	61,0	4 806	70,2	3 270	68,0	781	11,4	639	81,8
2011	1 161	17,6	719	61,9	4 718	71,6	3 213	68,1	706	10,7	549	77,8
2012	1 275	18,3	797	62,5	4 800	69,0	3 201	66,7	879	12,6	662	75,3
2013	852	18,1	547	64,2	3 335	70,7	2 137	64,1	532	11,3	400	75,2
2014 ⁽³⁾	769	17,3	359	46,7	3 046	68,5	1 694	55,6	632	14,2	441	69,8
2015 ⁽³⁾	623	17,0	310	49,8	2 506	68,4	1 392	55,5	535	14,6	372	69,5

Figura 7 - Obras de reabilitação por tipo de obra (2010 – 2015)

[Fonte: INE, Estatísticas das Obras Concluídas, 2016]

Nota:

- (1) – Peso do tipo de obra no total de obras de reabilitação.
- (2) – Peso do destino Habitação Familiar no total do tipo de obra.
- (3) – Informação de 2014 e 2015 com base nas Estimativas de Obras Concluídas.

Em relação ao tempo de duração das obras, as obras de reconstrução apresentaram uma duração superior aos outros dois tipos, cerca de 20 meses. Já as obras de alteração foram aquelas que demoraram menos tempo (11 meses) e as obras de ampliação tiveram um prazo médio de execução de 15 meses. Fazendo uma comparação entre as diferentes regiões que constituem a NUTS II, pode-se verificar quais as regiões de maior predominância por tipo de obra (figura 8) [4].



Figura 8 – Peso das obras de alteração, ampliação e reconstrução por NUTS II (2015)

[Fonte: INE, Estatísticas das Obras Concluídas, 2016]

• NOVOS MATERIAIS DE REABILITAÇÃO

A evolução tecnológica que se faz sentir nos dias de hoje possibilitou o avanço da construção a uma velocidade mais rápida do que a tendência do último século e a utilização de novos materiais, em vez dos tradicionais, é cada vez mais um assunto abordado pelos engenheiros civis, projetistas, donos de obra, professores e alunos.

No entanto, a sua aplicação ainda não se generalizou por todo o mundo, mas vem sendo um assunto cada vez mais abordado. Houve, então, necessidade de criar materiais novos e não apenas procurar soluções compostas por materiais já existentes.

Fala-se na utilização de nanomateriais e estes começam a ter um papel cada vez mais importante na construção, alterando a forma como vemos os materiais e como se incorporam nas edificações. São materiais que apresentam propriedades especiais devido à sua escala nanométrica, com potencial para reduzir custos de utilização e construção, melhoram a qualidade de vida e criam maior harmonia entre os edifícios e as cidades [5].

Todavia, existem novos materiais a serem já usados no mercado, dos quais se destacam os seguintes:

- Madeira Líquida – Consiste numa mistura de farelo de madeira com uma massa de lignino. É renovável e praticamente impermeável [6].
- Tijolos de Lã – É adicionada lã e um polímero natural encontrado em algas ao tijolo tradicional. É mais frequente nos países frios, como no Norte da Europa e têm o objetivo de serem mais sustentáveis e não-tóxicos, comparativamente aos tijolos tradicionais [7].
- Telhas Solares – São telhas fotovoltaicas integradas num telhado de modo quase invisível e ocupam parte da cobertura normal do telhado. São de montagem simples, rápida, não criam vulnerabilidades e não é necessário colocar telhas cerâmicas por baixo das solares [7].

- Isolamento de Papel – É feito a partir de jornais reciclados e papelão. São resistentes a insetos e mais resistentes ao fogo comparando com papel normal. Pode ser inserido nas cavidades das paredes [7].
- Vidros Triplos – É composto por três vidros e dois perfis que separam duas camadas com ar desidratado ou gás. Proporciona um maior isolamento térmico devido à existência de mais uma câmara de isolamento, comparativamente com o vidro duplo [7].

As figuras 9, 10 e 11 exemplificam os novos materiais a serem já utilizados na reabilitação de edifícios.



Figura 9 - Telhas Solares

[Fonte: EcoD Arquitetura E Construção, 2014]



Figura 10 - Desperdício de Calor utilizando Isolamento de Papel

[Fonte: Iso Solução, 2010]

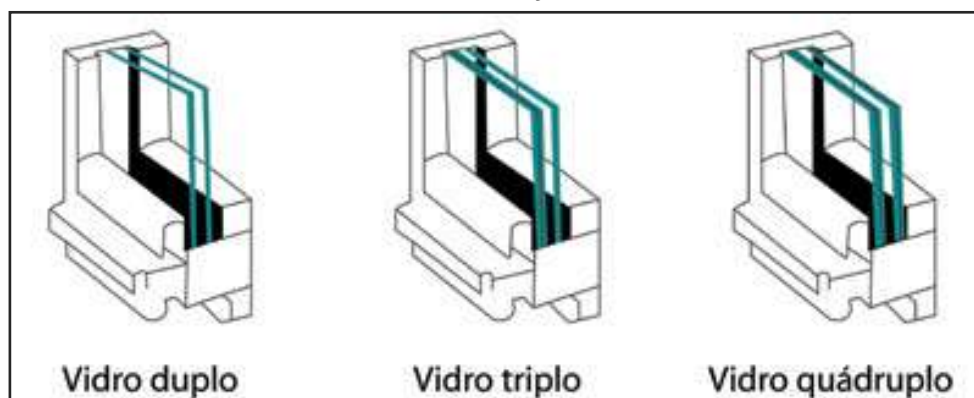


Figura 11 - Comparação entre Vidros Duplos, Triplos e Quádruplos

[Fonte: Blogue Vertes, 2012]

- **EDIFÍCIOS SUSTENTÁVEIS**

Um edifício sustentável não é só aquele que utiliza “materiais verdes”, mas tem também de ser económico na utilização de energia.

Quando se reabilita um edifício tem de se ter em conta o seu valor histórico e enquadrar a solução à época do edifício. A noção de sustentabilidade aborda conceitos relacionados com a preservação de valores culturais, proteção ambiental e vantagens económicas.

Preservação de Valores Culturais

O conceito de património arquitetónico era restringido a monumentos e construções especiais até à primeira metade do século XX. Depois da Carta de Veneza, em 1964, o conceito alargou-se incluindo centros urbanos antigos e edifícios correntes.

Os edifícios correntes representam uma herança entre a relação do homem e a arte. Permitem o reconhecimento da arquitetura e da arte nas diferentes épocas. A título de exemplo destaca-se a Baixa Pombalina, com os seus edifícios históricos e simétricos, que foi reconstruída após o Terramoto de 1755 [1].

Proteção Ambiental

Na reabilitação de edifícios antigos deve-se preservar a grande maioria dos elementos construídos, como referido anteriormente, reduzindo a quantidade de demolições e contribuindo para a preservação do ambiente. Assim sendo, consomem-se menos quantidades de energia na produção e aplicação de materiais de construção e reduzem-se as emissões de dióxido de carbono, tanto durante a construção como em toda a vida útil do edifício [1].

Vantagens Económicas

As principais vantagens na reabilitação de um edifício são: redução dos custos de estaleiro, redução das perturbações do tráfego urbano, redução das quantidades de novos materiais e colocação mais fácil de materiais de construção.

Na maior parte das vezes o custo total da intervenção é menor que o custo de construção de um edifício novo [1].

- **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

Hoje em dia, uma das principais preocupações mundiais é a gestão de recursos energéticos. Tem-se vindo a verificar um aumento do consumo de energia devido à expansão do setor da construção. Nos edifícios portugueses é fundamental a melhoria da eficiência energética para a sustentabilidade energética do país.

Na Europa, *“os edifícios são responsáveis por cerca de 40% do consumo de energia - principalmente para aquecimento, arrefecimento e alimentação de aparelhos elétricos. Aumentar a eficiência energética dos edifícios pode ser um contributo considerável para a redução da procura de energia e das emissões de carbono”* [8].

Segundo Barroso (2012), *“Em 2010 a Comissão Europeia propôs a estratégia Europa 2020, considerada uma estratégia para um crescimento inteligente, sustentável e inclusivo. Esta visa melhorar a competitividade da União Europeia, mantendo simultaneamente o seu modelo de economia social e melhorar significativamente a eficiência na utilização de recursos”* [9].

Mais recentemente foi criado o conceito NZEB – Nearly Zero Energy Buildings, que propõe que até 31 de Dezembro de 2020 todos os edifícios novos, sejam edifícios com consumo de energia quase zero. Assim, pretende-se que consumam energia muito perto daquilo que produzam [11]. Para além desta medida, a União Europeia propõe outras duas medidas de enorme importância, que se apresentam em seguida, [Diretiva 2010/31/EU]:

- Aumentar cerca de 20% o consumo de energia a partir de fontes de energia renováveis [10];
- Aumentar em cerca de 20% a eficiência energética na União Europeia [10].

$$e \approx 0$$

Antes de escolher as melhores estratégias de reabilitação é necessário caracterizar o edifício e recolher informação essencial:

- Elementos da envolvente;
- Sistemas AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado;
- Patologias dos edifícios;
- Dados climáticos;
- Padrões de ocupação.

A figura 12 ilustra as fontes de energia renováveis usadas em Portugal.



Figura 12 - Fontes de Energia utilizadas em Portugal

[Fonte: EDP – Energias de Portugal, S.A., 2006]

1.2. OBJETIVO

O Trabalho Final de Mestrado tem como principal objetivo adquirir competências na área da manutenção e reabilitação de edifícios podendo aplicar os conhecimentos teóricos desenvolvidos ao longo do curso.

O trabalho incidiu nos edifícios da cidade de Lisboa em geral, onde se analisou o estado de conservação, registaram-se as patologias correntes dos edifícios, as suas origens, as eventuais causas, propostas de reabilitação a serem efetuadas e os materiais a aplicar.

Posteriormente, vai ser descrito um capítulo sobre manutenção de edifícios onde se pretende dar a conhecer quais as formas de preservar um edifício evitando a sua degradação precoce.

1.3. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho foi seguida a seguinte metodologia:

- Pesquisa bibliográfica;
- Tipificação e caracterização geral dos edifícios da cidade de Lisboa;
- Patologias correntes dos edifícios, nomeadamente as que ocorrem ao nível da cobertura, paredes, revestimentos, pavimentos do edifício, entre outros;
- Identificação das causas e das respetivas consequências, consoante o grau de gravidade que representam para os edifícios;
- Estudo das soluções possíveis com vista à escolha da melhor solução para a sua correta reabilitação;
- Manutenção de edifícios, capítulo sobre eficiência energética e manutenção de edifícios;
- Análise estatística de um inquérito;
- Conclusões.

Todos os elementos desenvolvidos durante os meses de realização da dissertação foram compilados constituindo o trabalho final.

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho encontra-se dividido em sete capítulos, referências bibliográficas e anexos, conforme se apresenta em seguida:

Capítulo 1 – Introdução, é abordada uma introdução ao tema, identificam-se os objetivos principais, a metodologia usada e a estrutura a desenvolver ao longo do documento.

Capítulo 2 – Tipificação e Caracterização Geral dos Edifícios da Cidade de Lisboa, é efetuado um enquadramento histórico, que engloba antecedentes históricos, a história do terramoto de 1755 e os efeitos que provocou na cidade de Lisboa e a reconstrução pombalina. Depois realizou-se uma evolução dos edifícios desde 1755 até aos dias de hoje e uma evolução dos materiais e técnicas de construção ao longo dos tempos.

Capítulo 3 – Patologias Correntes dos Edifícios, são descritas as patologias correntes dos edifícios, quer no interior, quer no exterior, referindo-se as causas possíveis da anomalia, a sua localização, fotografias elucidativas e consequências inerentes. Reportam-se as patologias que ocorrem ao nível da cobertura, paredes, revestimentos, pavimentos do edifício, entre outros.

Capítulo 4 – Soluções de Reabilitação, são apresentadas várias soluções de intervenção e a escolha da solução mais adequada de acordo com as patologias mais correntes, tendo em conta o ano do edifício. É feita referência aos materiais necessários e métodos / ensaios de aplicação em obra.

Capítulo 5 – Manutenção de Edifícios, são avaliadas estratégias destinadas ao melhoramento da eficiência energética dos edifícios, onde se pretende dar a conhecer quais as formas de preservar um edifício evitando a sua degradação precoce.

Capítulo 6 – Análise Estatística de um Inquérito, é avaliado o conhecimento dos cidadãos sobre questões de reabilitação e manutenção de edifícios.

Capítulo 7 – Conclusões, são apresentadas conclusões e considerações gerais sobre o trabalho desenvolvido, de acordo com os objetivos propostos.

Referências Bibliográficas.

Anexos:

Anexo I – Quadro resumo que contém as anomalias mais correntes em edifícios (Quadro 1 – Anomalias Exteriores; Quadro 2 – Anomalias Interiores);

Anexo II – Quadro resumo que contém os principais fatores de anomalias muito comuns em edifícios de habitação (Quadro 3) e as principais causas de anomalias não humanas (Quadro 4);

Anexo III – Fluxogramas resumo das principais técnicas *in situ*;

Anexo IV – Desagregação percentual do número de Certificação Energética, 1º trimestre de 2016;

Anexo V – Inquérito sobre reabilitação e manutenção de edifícios;

Anexo VI – Respostas da análise ao inquérito.

2. TIPIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS EDIFÍCIOS DA CIDADE DE LISBOA

Neste capítulo é realizado um enquadramento da cidade de Lisboa, um enquadramento histórico, que contém antecedentes históricos, história do terramoto de 1755 e a reconstrução pombalina. Posteriormente, foi realizado estudo da evolução dos edifícios desde a época medieval (anterior a 1755) até aos dias de hoje, assim como, uma evolução dos materiais e técnicas de construção.

CIDADE DE LISBOA

Durante a Reconquista Cristã da Península Ibérica, as forças lideradas por D. Afonso Henriques com o auxílio dos Cruzados conquistaram a cidade de Lisboa aos Mouros, no ano de 1147. Foram usadas duas táticas: o “cerco”² e o “assalto”.³ Foi dada à cidade o nome de “Olisipo” e passou a ser capital de Portugal desde aí, século XII, por ser na altura uma das cidades mais poderosas e ricas do Reino [12; 13]. Na figura 13 está ilustrado o Cerco de Lisboa que permitiu reconquistar a cidade aos Mouros.



Figura 13 - O Cerco de Lisboa

[Fonte: Pintura de Roque Gameiro (Blogue Invitaminerva45), 2013]

² O “**cerco**” consistia em cercar as muralhas da cidade de modo a impedir qualquer contacto com o exterior e assim forçar que se rendessem.

³ O “**assalto**” fazia-se escalando ou provocando brechas nas muralhas de modo a permitir a entrada dos assaltantes.

Atualmente, Lisboa continua a ser capital de Portugal e a cidade mais populosa do país, com 547 733 (quinhentos e quarenta e sete mil, setecentos e trinta e três) de população residente e 100,05 (cem) km² de área, *segundo censos de 2011* [14].

É a capital mais a ocidente do Continente Europeu sendo banhada pelo rio Tejo. É constituída por 24 (vinte e quatro) freguesias, sendo a mais populosa a freguesia do Lumiar com 45 683 (quarenta e cinco mil, seiscentos e oitenta e três) habitantes e a menos populosa a freguesia de Santo António com 11 800 (onze mil e oitocentos) habitantes [15].

Na figura 14 está indicada a representação de Lisboa em Portugal Continental, bem como as vinte e quatro freguesias em que se reparte a cidade.



Figura 14 - Localização de Lisboa e Respetivas Freguesias

[Fonte: Google Maps, Costa (Blogue Opiniões de Algibeira), 2012]

A figura 15 representa o brasão de Lisboa, que é constituído por uma nau acompanhada por dois corvos. A nau representada é igual àquela que transportou os restos mortais do mártir S. Vicente. Está representada do lado direito as armas reais, na parte superior a nau com os dois corvos, por cima a esfera armilar, o escudo e a coroa real [16].



Figura 15 – Brasão da Cidade de Lisboa

[Fonte: CML – Câmara Municipal de Lisboa, n.d.]

A figura 16 representa a Bandeira, que inicialmente representava S. Vicente, patrono de Lisboa. Atualmente representa a Cidade de Lisboa. É das mais antigas da Europa e é usada desde a Idade Média [16].



Figura 16 - Bandeira da Cidade de Lisboa

[Fonte: Blogue De Lisboa, 2009]

2.1. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO (Cidade de Lisboa)

2.1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Sob domínio de D. Afonso Henriques, que viria a ser reconhecido pelo Papa Alexandre III como Rei de Portugal em 1179, a cidade de Olisipo (Lisboa) foi definitivamente conquistada aos Mouros decorria o ano de 1147 [13].

A partir daqui iniciou-se a Ocupação Cristã e dividiu-se a cidade em diferentes zonas delimitadas, inicialmente dando o nome de paróquias e, mais tarde de freguesias.

Até ao século XII são conhecidas dez freguesias, número que aumenta para vinte e três no século XIII. O nome das freguesias consta num pergaminho datado de 1247 e encontra-se no arquivo Nacional da Torre do Tombo, em Lisboa. Das vinte e três freguesias apenas sete continuaram ativas até ao Terramoto de Lisboa, no ano de 1755.

A figura 17 ilustra o crescimento da cidade ao longo dos séculos [13; 17].

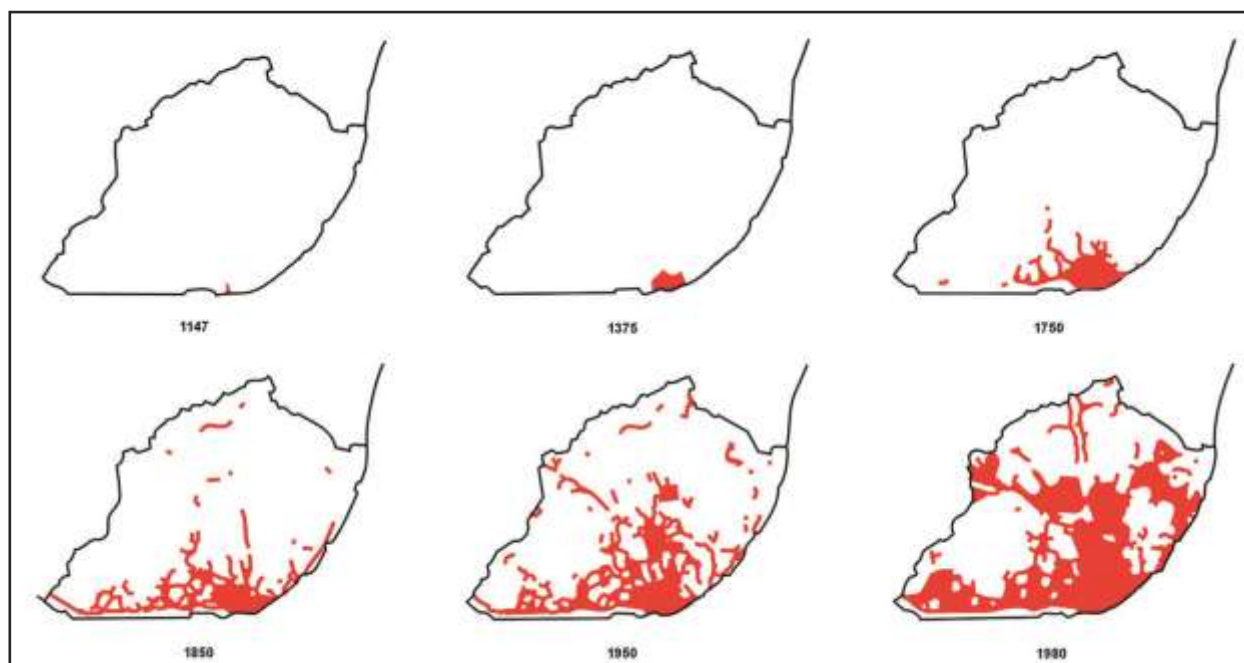


Figura 17 - Crescimento de Lisboa, séc. XII - séc. XX

[Fonte: Marques, n.d.]

Lisboa era considerada uma cidade medieval, tal como a maioria das cidades europeias, até 1755, século XVIII. A malha urbana da cidade era desorganizada, sem plano, ruas sem proporções e edifícios sem simetria. Não havia o hábito da higiene e as ruas tornavam-se sujas e incómodas. Embora a malha urbana de Lisboa se tenha expandido por mais de seiscentos anos, nunca houve evolução do edificado. O país era muito centrado na religião, seguindo a religião católica, e as igrejas e outros edifícios religiosos, como mosteiros e conventos,⁴ constituíam o centro das cidades [17].

A cidade cresceu ao longo dos séculos, através da construção de novas casas e demolição de outras tantas, mas seguindo sempre o mesmo padrão, ou seja, crescendo de forma irregular, sem regras onde os edifícios eram construídos ao acaso.

As principais características da época medieval são [18]:

- Imponentes edifícios religiosos, que se destacavam pela área de implantação, volumetria e construção em alvenaria de pedra;
- Edifícios com fachadas em bico;
- Edifícios com três a quatropisos, com andares de ressalto e área de implantação entre 40 m² e 150 m²;
- Elevada densidade de habitação nas zonas da Baixa de Lisboa. Já na periferia verificava-se uma escassez de construção.

O Terramoto de 1755 constituiu um ponto de viragem da malha urbana da cidade. A cidade foi vista e pensada de uma outra forma, mais organizada e simétrica, deixando para trás os edifícios irregulares, com andares de ressalto, falta de higiene e segurança, dando lugar a edifícios simétricos, ruas largas, fachadas em alvenaria de pedra e com construção anti-sísmica.

⁴ Um mosteiro e um convento são edifícios com as mesmas características, apenas se diferenciam por:

Mosteiro – Edifício religioso fora dos limites da cidade;

Convento – Edifício religioso dentro dos limites da cidade.

Outro ponto que é necessário abordar é a sismicidade que afeta Portugal, que está localizado perto da fronteira entre duas placas tectónicas, placa Euro-Asiática e placa Africana. Os sismos mais graves têm origem na zona interplacas. Resultante do deslocamento das placas, os sismos podem ser de magnitude média a elevada, com origem no oceano e com a possibilidade da ocorrência de tsunamis. Devido a esses fatores, o país tem sido afetado por numerosos sismos, sendo o primeiro registo de 216 a.C., sismo que atingiu toda a Hispânia [19].

O historial sísmico de Portugal Continental é extenso e os principais sismos ocorridos são os seguintes:

- 216 a.C. – Sismo que atingiu a Hispânia;
- 382 – Sismo ao largo do Cabo de São Vicente, em Sagres;
- 1531 – Sismo em Lisboa, que matou cerca de 20% da população da época, cerca de 30 000 pessoas;
- 1755 – Maior sismo alguma vez sentido em Portugal vitimando, em Lisboa, entre 12 000 a 15 000 pessoas;
- 1969 – Sismo com epicentro no Banco de Gorringe (área marítima), a cerca de 200 km do Cabo de São Vicente, em Sagres;
- 2009 – Sismo com epicentro a 100 km da ponta de Sagres [19; 20].

É de salientar que o Arquipélago dos Açores também é bastante sísmico, fator que está associado à atividade vulcânica. A figura 18 representa a intensidade sísmica em Portugal Continental.

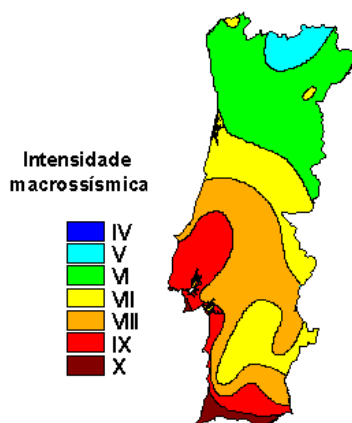


Figura 18 - Intensidade Sísmica em Portugal Continental
[Fonte: Lnec – Departamento de Estruturas, 2005]

2.1.2. TERRAMOTO DE 1755

Reza a história que na manhã do dia de Todos-os-Santos, feriado que se realiza a 1 de Novembro, no ano de 1755, Lisboa sofreu um violento abalo sísmico.

O Terramoto de Lisboa, nome pelo qual é conhecido pela comunidade internacional, foi sentido em quase toda a Europa, embora com maior intensidade em Portugal, nomeadamente em Lisboa, Setúbal e Algarve. Há registo de estragos provocados pelo Terramoto em Lisboa, Algarve, Marrocos e sul de Espanha [22; 23].

Para completar a maior tragédia alguma vez ocorrida no mundo civilizado, deflagrou um gigantesco incêndio em Lisboa, devido à colocação de velas provenientes da realização de missas e cerimónias do dia de Todos-os-Santos e um Tsunami com ondas que chegaram a atingir 20 (vinte) metros de altura destruíram totalmente a cidade, especialmente na zona da Baixa de Lisboa [22; 23].

Não é conhecida a hora exata do sismo nem a sua magnitude.⁵ Sabe-se apenas que ocorreu de manhã, entre as 9h30min e as 10h. Segundo Jorge Mascarenhas, o Terramoto deu-se por volta das 9h40min tendo ocorrido várias réplicas durante o dia e nos dois dias seguintes. A informação relativa aos abalos mais significativos está compilada na tabela 1 [24].

Tabela 1 - Sequência dos Abalos de 1755 (Adaptado de Mascarenhas, 2005)

	Tempo	Ocorrência
1º Tremor	9h40 min durante 1 min 30seg	Fortes ruídos subterrâneos Abalos verticais e horizontais Vagas enormes
1º Intervalo	1 min	Fraco ruído subterrâneo Vagas enormes no rio

⁵ Estima-se que a magnitude tenha atingido 9,0 na escala de Richter, o nono sismo mais forte alguma vez registado no mundo.

		População procura refúgio no Terreiro do Paço
2º Tremor	2 min e 30seg	Fortes Abalos
2º Intervalo	1 min	-----
3º Tremor	3 min	Abalo mais violento que o anterior
3º Intervalo	1h 11min	-----
4º Tremor	Alguns segundos	Curta duração provocando a destruição de mais alguns edifícios

Como consequência do Terramoto de 1755, vários edifícios colapsaram parcial ou totalmente, sendo os mais importantes o Teatro da Ópera, o Palácio Real, o Arquivo da Torre do Tombo e o Palácio do Duque de Cadaval. Estima-se que tenham sido destruídos cerca de dez mil edifícios e que terão morrido entre 12 000 a 15 000 (doze a quinze mil) pessoas [22; 23].

Os sobreviventes do sismo procuraram refúgio na zona portuária, devido aos vários desmoronamentos na cidade e consta que assistiram ao recuo das águas, numa fase inicial, arrastando consigo destroços de barcos e cargas perdidas, como se ilustra na figura 19.

O epicentro do sismo deu-se no mar, a cerca 240 km a sudoeste da capital portuguesa, e resultante dele por volta das 11h da manhã, deu-se uma repentina subida do nível das águas, atingindo cerca de 300 a 400 (trezentos a quatrocentos) metros pela baixa adentro, ou seja, um forte tsunami destruiu o pouco que restava para a destruição ser completa. Os estragos mais significativos ocorreram nas costas oeste e sul da Península Ibérica e no norte de África. Nos arredores da cidade, locais não afetados pelo tsunami, o fogo alastrou-se e os incêndios duraram cerca de seis dias [22; 23].



Figura 19 – Lisboa momentos antes do Tsunami

[Fonte: Zap.aeiou, 2015]

O colapso de alguns edifícios provocou o desaparecimento de algumas ruas, que na altura eram muito estreitas e apertadas, impedindo a fuga dos cidadãos que sobreviveram ao sismo e provocando a morte a alguns durante o tsunami e o incêndio, que assim se alastrou mais facilmente [22; 23].

A figura 20 ilustra a malha urbana da cidade, que antes de 1755 era irregular, com fachadas de altura reduzida, pequena largura e edifícios de altura irregular, não havia simetria, havia andares de ressalto e ferrolhos nas fachadas, os edifícios tinham fachadas em bico (telhado de duas águas perpendiculares à fachada) e as janelas na mesma fachada podiam ter dimensões diferentes. As paredes da fachada eram de alvenaria de pedra e os edifícios não tinham qualquer proteção anti-sísmica, por isso ruíram parcial ou totalmente naquela manhã de 1 de Novembro de 1755 [18; 22; 23].



Figura 20 - Malha Urbana de Lisboa, 1650
[Fonte: Carrasco (Blogue Historiando), 2015]

Com a cidade em ruínas salteadores aproveitaram para saquear tudo o que podiam, remexiam nos corpos para roubarem moedas e outros bens e, temendo-se um surto de peste, os corpos foram atirados ao mar e os saqueadores punidos.

Marquês de Pombal, Secretário de Estado dos Negócios Interiores do Reino, criou equipas de três homens, um juiz, um padre e um carrasco, para punir os saqueadores que fossem apanhados a roubar [22; 23].

Quem fosse apanhado a saquear ou andasse com moedas chamuscadas nos bolsos era punido em praça pública. Foram montadas dezenas de aparelhos para o efeito. Primeiro eram julgados e depois pendurados e mortos [22; 23].

2.1.3. RECONSTRUÇÃO POMBALINA

Enquanto Lisboa havia sido destruída por duas castástrofes naturais, a família Real conseguiu escapar ilesa, pois tinha saído da cidade momentos antes do sismo e depois de assistir a uma missa ao amanhecer. D. José I e a restante família Real encontravam-se em Santa Maria de Belém, que na altura fazia parte dos arredores da cidade, por vontade das princesas, filhas do Rei que queriam passar o feriado de Todos-os-Santos fora da cidade [22; 23].

D. José I passou o resto da sua vida num complexo luxuoso de tendas no Alto da Ajuda. O Rei ganhou fobia e pânico a espaços fechados e apertados, não tendo sido o principal responsável na reconstrução da cidade. Assim, Sebastião José de Carvalho e Melo, mais conhecido por Marquês de Pombal, assumiu o controlo da cidade devido às suas capacidades de chefia e organização. Foi neste contexto de destruição, que Marquês de Pombal instituiu a política de “enterrar os mortos e cuidar dos vivos”.

Na figura 21 pode-se ver Marquês de Pombal a tomar decisões, que passavam por demolir o que não ficou destruído, impedir a fuga da população tratando dos seus ferimentos, distribuir alimentos pela população e punir severamente aqueles que se dedicavam ao roubo [22; 23].



Figura 21 - Marquês de Pombal e a reconstrução da cidade

[Fonte: Nunes Forte (Ensina RTP), 1991]

Marquês de Pombal contou com a ajuda de Manuel da Maia, engenheiro-mor do reino, que já tinha começado a estudar o problema da malha urbana da cidade antes do Terramoto, que assim continuou a estudar e foi um dos grandes impulsionadores iniciais da reconstrução da cidade. Primeiro era necessário responder a algumas questões que passavam por construir uma nova cidade sobre a antiga, demolindo os edifícios que se encontravam ainda de pé, ou construir uma nova cidade na zona de Belém, local menos afetado pelas catástrofes. Foi tomada a decisão e prevaleceu pela primeira opção, de construir no mesmo local [22; 23].

As próximas medidas a serem tomadas passaram por proibir as obras de carisma particular e assim os donos dos terrenos foram obrigados a construir num espaço de 5 (cinco) anos segundo o plano geral definido por Marquês de Pombal.

Foram traçadas 6 (seis) plantas diferentes para a reconstrução da cidade elaboradas pelos colaboradores de Manuel da Maia, estabelecendo em cada uma delas as vantagens e desvantagens. A proposta que prevaleceu foi a de Eugénio dos Santos, arquiteto do Senado da cidade. Após o seu falecimento em 1760, Carlos Mardel, militar húngaro estabelecido em Portugal, continuou o trabalho desenvolvido por Eugénio dos Santos [22; 23]. A figura 22 mostra a planta usada na reconstrução da cidade.

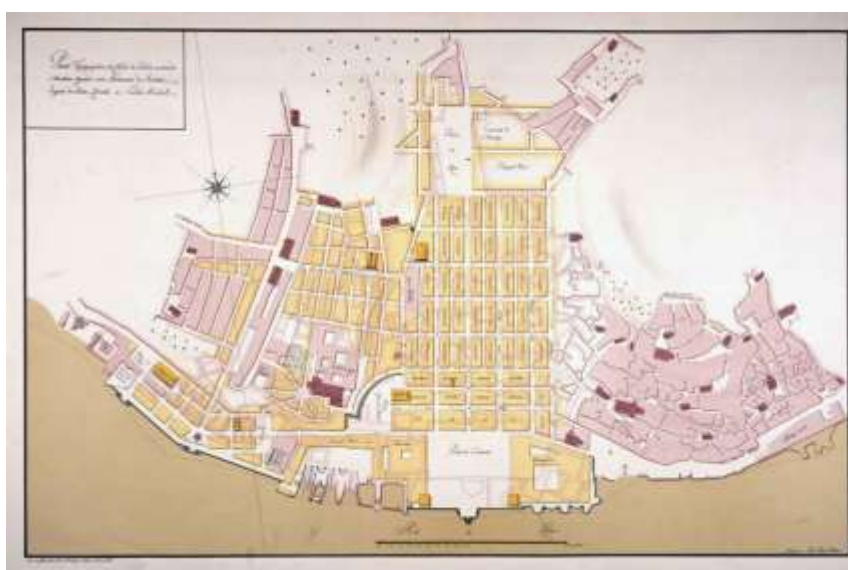


Figura 22 - Planta traçada por Eugénio dos Santos e Carlos Mardel, 1758

[Fonte: Blogue Com Jeito e Arte, 2011]

No entanto, a reconstrução da cidade teve alguns problemas, principalmente pela subida repentina dos preços dos materiais de construção. Foram depois tomadas medidas para minimizar esse problema.

A reconstrução incidiu em verdadeiras inovações construtivas para a época. Lisboa deixou para trás a cidade medieval e deu lugar a uma cidade com uma malha urbana ortogonal, de ruas retilíneas, com ausência de andares de ressalto, edifícios todos da mesma altura (3 pisos mais mansarda), janelas com as mesmas dimensões na mesma fachada e com sacadas (pequenas varandas de 0,50m), fachadas de maior largura e as paredes da fachada eram em alvenaria de pedra [18].

A construção foi realizada empregando técnicas de construção anti-sísmica em “gaiola”, de segurança contra incêndios, higiene e salubridade, conceitos de normalização e pré-fabricação. Na Baixa Pombalina foram construídos os primeiros edifícios mundiais anti-sísmicos, que foram primeiramente testados em modelos de madeira, em que se testaram as vibrações sísmicas recorrendo ao marchar de tropas [18; 22].

É de destacar a Praça do Comércio, também chamada de Terreiro do Paço, que Marquês de Pombal designou de majestosa “sala de entrada” na cidade, com a estátua equestre de D. José I (figura 23).



Figura 23 - Praça do Comércio após reconstrução

[Fonte: Blogue APS – Ruas de Lisboa Com Alguma História, 2014]

2.2. EVOLUÇÃO DOS EDIFÍCIOS

Neste sub-capítulo é feita uma evolução dos edifícios, enunciando as principais características, tipo de construção, imagens e curiosidades.

Classificação dos edifícios por períodos (1º Encontro sobre conservação e reabilitação de edifícios de habitação, LNEC 1985):

1. Edifícios de Alvenaria de Pedra (anteriores a 1755);
2. Edifícios de Alvenaria Pombalinos e Similares (1755 – 1870);
3. Edifícios de Alvenaria do Tipo Gaioleiro (1870 – 1930);
4. Edifícios Mistos de Alvenaria e Betão Armado (1930 – 1940);
5. Edifícios de Betão Armado preenchidos com grande percentagem de Alvenaria de Tijolo (1940 – 1960);
6. Edifícios de Betão Armado da última fase (1960 – atualidade).

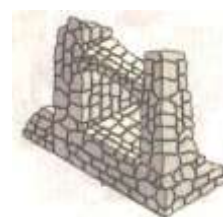
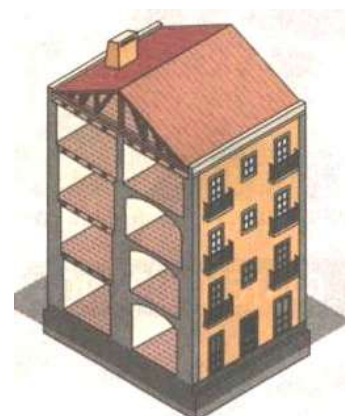
2.2.1. EDIFÍCIOS DE ALVENARIA DE PEDRA (anteriores a 1755)

Este tipo de edifícios, também conhecidos como edifícios medievais, já pouco se encontram e os que existem estão em muito mau estado.

As principais características destes edifícios são:

FACHADA:

- Edifícios de altura reduzida e irregulares;
- Não têm simetria;
- Edifícios com andares de ressalto;
- Ferrolhos nas fachadas;
- Edifícios com fachadas em bico (telhado de duas águas perpendiculares à fachada);
- Fachadas de pequena largura;



- As janelas na mesma fachada tinham dimensões diferentes, eram irregulares;
- Arcadas nos pisos inferiores em arcos de pedra e abóbadas de alvenaria de tijolo [18; 25].

COBERTURA:

- Em telha com elementos estruturais de madeira [18].

PAREDES:

- Paredes com espessura elevada, feitas com pedra ou areia e com argamassa à base de cal;
- Paredes divisórias em tabiques de madeira [18; 25].

PAVIMENTOS:

- Totalmente em madeira, simplesmente encaixados em aberturas dispostas nas paredes [18].

URBANISMO:

- Malha urbana irregular, ruas estreitas, ausência de espaços verdes [18].

Apresentam-se, em seguida, alguns exemplos de edifícios medievais:



Edifício na Rua das Salgadeiras, nº 6.

“Prédio do Bairro Alto anterior ao Terramoto, conservado na sua feição primitiva. 4 pisos e águas-furtadas, incluindo s/loja. Uma escada em cada fachada” [21].

A figura 24 representa os edifícios com qualidade elevada, que apresentavam paredes de alvenaria bem conservada, elementos de travamento e pedra aparelhada.

Figura 24 - Edifícios de qualidade elevada

[Fonte: Lnec, 2005]



Figura 25 - Edifício com andar de ressalto

[Fonte: Lnec, 2005]

Edifício na Rua da Guia, nº 1.

“Exemplar único, conservando a traça primitiva, de prédio alongado com dois andares de ressalto. Escada servindo 2 fogos/piso, e acesso direto às habitações do piso térreo. Estrutura das paredes de travejamento de madeira” [21].

A figura 25 mostra que este tipo de edifícios é constituído, por andares de ressalto, ou seja, o rés-do-chão é em alvenaria de pedra e pavimento em arco para servir de suporte aos pisos superiores, que apresentavam estrutura reticulada de madeira e era saliente em relação ao rés-do-chão.



Figura 26 - Edifício de fachada de bico

[Fonte: Lnec, 2005]

Edifício no Largo de São Rafael, nº 23.

“Prédio com 4 pisos e águas-furtadas. Telhado de duas águas, formando fachada de bico. Escada lateral servindo 1 fogo/piso” [21].

Os edifícios com fachada de bico eram muito frequentes no tipo de construção medieval. As coberturas apresentavam, normalmente, esta configuração, como é ilustrado na figura 26.

Para além dos edifícios de qualidade elevada, abordados em cima, existiam também os edifícios de qualidade inferior. Estes edifícios caracterizavam-se por terem paredes de alvenaria pobre, com grandes deformações e ausência de elementos de tratamento. Todo o pavimento era em madeira e as paredes tinham uma boa espessura [21].

PATOLOGIAS ASSOCIADAS AOS EDIFÍCIOS DE ALVENARIA DE PEDRA

- Problemas de humidades;
- Apropriedade da madeira;
- Ataques de agentes xilófagos;
- Enferrujamento de ferrolhos;
- Inexistência de tubos de queda, criando escorrência de água pela fachada;
- Problemas de fundações, em grande parte devido à deterioração das estacas;
- Inexistência de reabilitação anterior [18].

2.2.2. EDIFÍCIOS DE ALVENARIA POMBALINOS E SIMILARES (1755 a 1870)

Após o Terramoto de 1755 houve uma preocupação constante em construir edifícios com proteção anti-sísmica. O grande elemento estrutural introduzido nas paredes interiores foi a gaiola de madeira, com elementos verticais, horizontais e diagonais. Os edifícios tornaram-se mais confortáveis e seguros.



As principais características destes edifícios são:

TIPIFICAÇÃO:

- Esta época durou mais de cem anos, daí existirem algumas divergências construtivas ao longo dos anos;
- São caracterizados por ter uma malha urbana regular;
- Os quarteirões continham entre seis a oito edifícios;
- Entre edifícios existia apenas uma parede divisória, ou seja, essa parede pertencia aos dois edifícios;

- A zona das fundações foi pensada para a utilização do espaço para comércio – lojas;
- Necessidade de fazer projetos, desenhos, plantas para melhorar organização;
- Rigor no processo construtivo para melhor resistência a futuros sismos;
- A arquitetura dos edifícios era austera e repetitiva, mas sem exuberância decorativa;
- Utilização do palmo (22,5 cm) como medida unitária [18; 25].

FACHADA:

- Edifícios de maior altura, limitados a 3 pisos mais mansarda;
- Apresentam regularidade geométrica;
- Edifícios simétricos;
- Edifícios sem andares de ressalto;
- Piso térreo constituído por arcos e abóbadas;
- Ferrolhos nas fachadas;
- Fachadas de maior largura, comparativamente com o tipo de edifícios anteriores;
- As janelas na mesma fachada tinham dimensões iguais. O 1º andar tinha janelas de sacadas (pequenas varandas de 0,50m) e os 2º e 3º andares tinham águas furtadas com janelas de peito. A única exceção na cidade era a Praça do Rossio que alterna janelas de sacada com janelas de peito no 1º andar [18; 25].



COBERTURA:

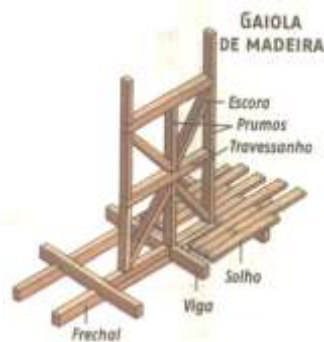
- Em telha com elementos estruturais de madeira;
- Existência de águas furtadas [18].

PAREDES:

- Paredes exteriores em alvenaria de pedra;
- Paredes interiores estruturais com introdução da gaiola pombalina, com uma cruz em madeira, chamada de Cruz de Santo André para proteção anti-sísmica. O preenchimento da parede era feito com

alvenaria regular com elementos de pedra, tijolo e telhas e ligados por uma argamassa de cal;

- Construção de paredes meãs para proteção contra o fogo, em que a altura das paredes ultrapassava o telhado. Essas paredes tinham cerca de um a dois metros a mais, para evitar a propagação do fogo entre edifícios;
- Paredes divisórias interiores em tabiques de madeira. Eram também utilizadas em fachadas para suportar o peso da cobertura;
- As paredes da fachada tinham grande espessura no r/c e iam diminuindo de espessura de piso para piso [18; 25].



PAVIMENTOS:

- Totalmente em madeira, encaixados na parede exterior e ligados por ferrolhos [18].

FUNDAÇÕES:

- Utilização de estacas de madeira, com cerca de dois a três metros, em zonas de aterro;
- A compactação do aterro era feita com um rebanho;
- Eram utilizados pilares de pedra de cantaria emparelhada para construir arcos de reforço, que serviam para aumentar a área útil do r/c, que eram ocupados por lojas para comércio [18].

URBANISMO:

- Malha urbana regular, traçado com ruas paralelas e perpendiculares;
- Ruas mais largas;
- Criação de passeios;
- Edifícios de melhor qualidade, construção anti-sísmica;
- Nesta época foram criados os alforges e esgotos, preocupação em termos de salubridade e segurança [18].

Na figura 27 está representada a gaiola pombalina com todos os elementos estruturais incorporados.



Figura 27 - Gaiola Pombalina com todos os elementos estruturais
[Fonte: Lourenço, 2014]

PROCESSO CONSTRUTIVO:

O andar térreo neste tipo de edifícios tinha um arco em pedra ou abóbada, assente em fundações com estacas de madeira e neles apoiam pilares em alvenaria.

A figura 28 mostra a gaiola, que era constituída por um conjunto de peças de madeira, verticais, horizontais e diagonais, constituindo a chamada Cruz de Santo André. As paredes resistentes interiores também se chamavam de frontais.



Figura 28 - Gaiola de madeira Pombalina
[Fonte: Barradas, 2011]

Os tabiques, nome que se dava às paredes pouco espessas e leves, sem função estrutural, eram formadas por tábuas pregadas ao alto, sobre as quais eram fixadas ripas, dispostas horizontal e paralelamente.

A figura 29 representa as paredes que existiam num edifício pombalino.

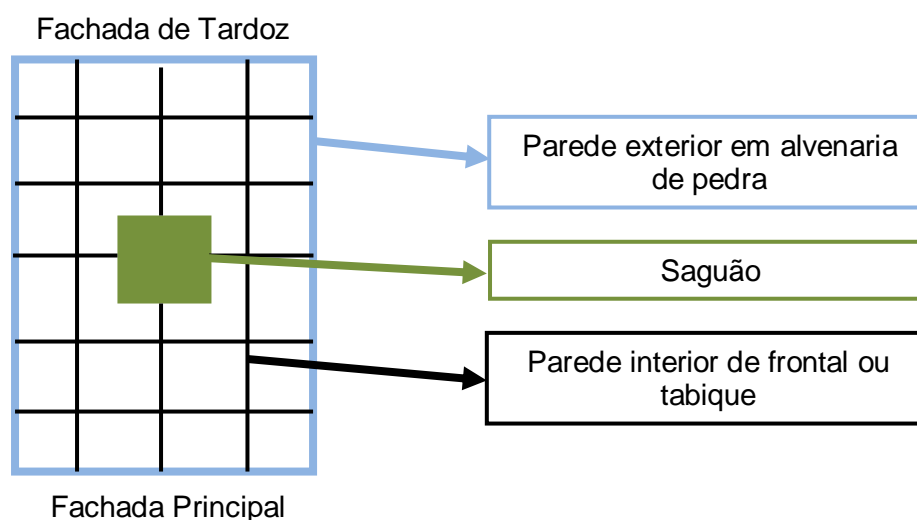


Figura 29 - Representação das paredes existentes num edifício "Pombalino"

[Fonte: "Autor", 2016]

PATOLOGIAS ASSOCIADAS AOS EDIFÍCIOS DE ALVENARIA POMBALINOS E SIMILARES

- Aprodecimento da madeira;
- Enferrujamento de ferrolhos;
- Deterioração das paredes divisórias interiores quando utilizadas com a função de suportar o peso da cobertura.
- Inexistência de tubos de queda provocando escorrência de água pela fachada;
- Problemas de humidades;
- Ataques de agentes xilófagos;
- Colonização biológica;
- Problemas de fundações, devido em grande parte à deterioração das estacas;
- Reabilitação anterior deficiente [18].

2.2.3. EDIFÍCIOS DE ALVENARIA DO TIPO GAIOLEIRO (1870 a 1930)

Os edifícios do tipo Gaioleiro apresentam uma liberdade arquitetónica até então nunca vista nos edifícios. É caracterizada por ter fachadas mais trabalhadas, janelas mais largas, introdução de marquises em estrutura metálica, influenciado pelo estilo Arte-Nova⁶, da época.



As principais características destes edifícios são:

TIPIFICAÇÃO:

- São caracterizados por ter uma malha urbana mais regular, no entanto desorganizada devido à morfologia do terreno;
- Desorganização na construção;
- Passa a ser planificado o crescimento urbano;
- Prédios com profundidade garantindo ventilação;
- Aparecimento do conceito de arrendamento;
- Cozinha ficava situada na parte de trás;
- Os quarteirões tinham um quintal em comum;
- As traseiras do edifício tinham escadas metálicas e existência de duas entradas [18; 25].

FACHADA:

- Fachadas mais trabalhadas através da introdução de esculturas, frisos e cimalkas;
- Edifícios de maior altura, devido ao aparecimento dos elevadores, atingindo 5, 6 ou 7 andares;
- Aumento do pé direito;

⁶ **Estilo Arte-Nova**—Iniciou-se em Portugal por volta do ano de 1905 e durou apenas quinze anos, terminando assim em 1920. A Arte Nova foi um estilo estético, que se manifestou sobretudo nos elementos decorativos das fachadas. Era caracterizado através da utilização de materiais modernos, como o betão, o ferro e o vidro.

- Edifícios simétricos (regularidade geométrica);
- Janelas de formas variadas no mesmo piso e cantarias de secção diversa;
- Surgem marquises em estrutura metálica na fachada principal [18].

COBERTURA:

- Em telha com elementos estruturais de madeira;
- Aparecimento da clarabóia, que servia para dar iluminação às escadas;
- A recolha de água passa a ser feita por caleiras [18].

PAREDES:

- Aparecimento dos tijolos furados;
- Paredes exteriores em alvenaria de pedra;
- Paredes interiores em alvenaria com gaiola pombalina feita em madeira (anti-sismo). Nesta época a construção da gaiola era feita à pressa com geometria incorreta, ou seja, começaram a faltar peças à gaiola (muitas vezes diagonais, elementos verticais ou horizontais. A madeira usada foi reduzida a 2/3 comparativamente com o período pombalino);
- Construção de paredes meãs para proteção contra fogo;
- As paredes da fachada tinham grande espessura no r/c e iam diminuindo de espessura de piso para piso;
- Desaparecimento de ferrolhos, que origina diminuição de qualidade dos edifícios [18; 25].

PAVIMENTOS:

- Em madeira, com maior afastamento entre barotes e utilização de madeira de pior qualidade;
- Nas zonas húmidas, como wc e cozinha, o pavimento de madeira foi substituído por betão, para evitar a deterioração precoce através do contacto da madeira com a água [18].



FUNDAÇÕES:

- Utilização de estacas de madeira em zonas de aterro;
- Na maioria das vezes eram dimensionadas apenas para as ações gravíticas [18].

URBANISMO:

- Malha urbana irregular;
- Ruas mais largas com passeios;
- É nesta época que aparece a rede de esgotos nos edifícios (existia inicialmente uma pia de despejo que ficava nas traseiras do edifício e as descargas eram feitas para o quintal);
- Aparecem os saguões para entrada de mais luz natural nos edifícios, servindo também para passagem de esgotos/canalização de água potável e pluvial;
- Escadas exteriores feitas com perfis metálicos;
- Escadas interiores feitas de madeira;
- Edifícios de pior qualidade, em parte devido à gaiola de madeira deficiente, comparativamente com o tipo de construção anterior [18].

A figura 30 representa as paredes que existiam num edifício gaioleiro.

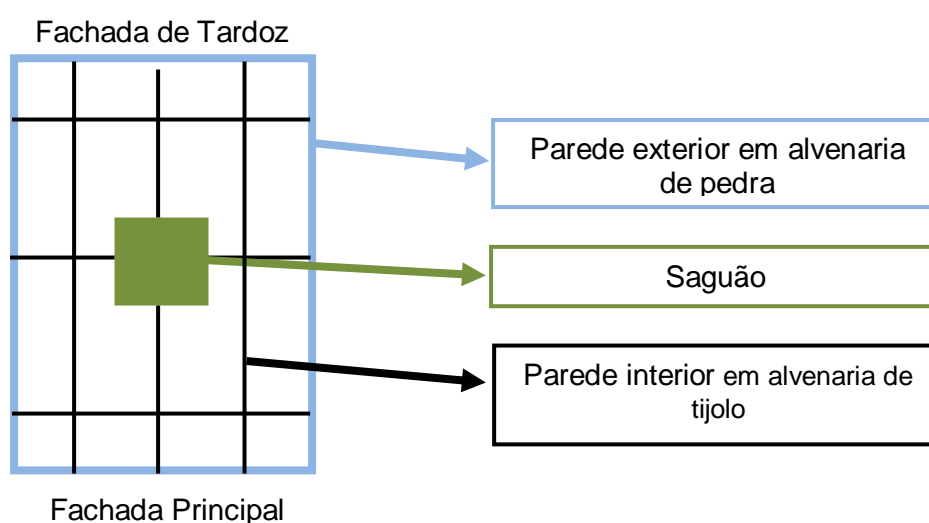


Figura 30 - Representação das paredes existentes num edifício "Gaioleiro"

[Fonte: "Autor", 2016]

PATOLOGIAS ASSOCIADAS AOS EDIFÍCIOS DE ALVENARIA DO TIPO GAIOLEIRO

- Aprodecimento da madeira;
- Enferrujamento de ferrolhos;
- Deterioração dos materiais, como argamassas e gaiolas de madeira devido à construção deficiente;
- As marquises inicialmente tinham pavimento em madeira, mas rapidamente o pavimento foi mudado, pois deteriorava-se muito depressa. Assim, o pavimento de madeira deu lugar à abobadilha;
- Problemas de humidades;
- Ataques de agentes xilófagos;
- Colonização biológica;
- Falta de contraventamento;
- Absorção de sais, o que leva a que os ciclos de secagem e humedecimento depositem sais à superfície, criando florescências ou criptoflorescências no interior da parede;
- Problemas de fundações, devido em grande parte à deterioração das estacas, falta de reabilitação;
- Deformação das paredes, devido ao desaparecimento de tirantes e ferrolhos [18].

2.2.4. EDIFÍCIOS MISTOS DE ALVENARIA E BETÃO ARMADO (1930 a 1940)

Este tipo de edifícios, também conhecidos como edifícios de placa, são caracterizados pelo aparecimento generalizado do betão armado.

As principais características destes edifícios são:

- O betão armado como era um material novo, não se sabia manusear muito bem no início, foi usado só em zonas húmidas como cozinhas,



- casas-de-banho e varandas em lajes maciças;
- Posteriormente, a laje de betão passa a ser usada em todo o pavimento e não apenas nas zonas húmidas;
- As vigas de betão armado passam a ser utilizadas ao nível do teto do r/c;
- Os r/c tinham uma estrutura em betão armado de pilares e vigas;
- Pé-direito de três metros, na maioria dos casos;
- Paredes de alvenaria de pedra ou tijolo;
- Lajes em betão armado;
- Não é uma boa solução para edifícios de muitos pisos. Contudo, mesmo um edifício de poucos andares só se deve utilizar se houverem paredes divisórias resistentes;
- Não é uma boa solução em caso de sismo. Provoca o efeito de sandwich, as placas caem porque a laje é bem mais pesada que a parede. As paredes não têm resistência e têm de suportar todo o peso da laje em cima [18; 25].

Este novo tipo de construção surge associado à construção social – grandes bairros, é um tipo de construção mais rápido, comparativamente com as tipologias anteriores.

PATOLOGIAS ASSOCIADAS AOS EDIFÍCIOS MISTOS DE ALVENARIA E BETÃO ARMADO

- Edifícios de pouca resistência, devido à falta de elementos verticais;
- Pavimentos em betão, são mais pesados e o peso não é suportado pelas paredes de alvenaria;
- Deterioração dos materiais;
- Têm problemas de fundações [18].

2.2.5. EDIFÍCIOS DE BETÃO ARMADO PREENCHIDOS COM GRANDE PERCENTAGEM DE ALVENARIA DE TIJOLO (1940 a 1960)

Este tipo de edifícios é mais frequente nos arredores da grande Lisboa, como Lumiar, Benfica, Restelo, Alvalade, Pontinha e Olivais Norte.

As principais características destes edifícios são:

- Estruturas de betão armado preenchidas com alvenaria de tijolo em paredes duplas;
- As paredes divisórias interiores são em alvenaria de tijolo simples;
- Alvenaria não resistente, devido à diminuição de espessura;
- O betão era especificado pela quantidade posta em obra;
- Pavimentos em lajes de betão armado;
- Edifícios com seis a oito andares, sendo o último piso recuado;
- Escadas de serviço e escadas principais unem-se num só;
- Apresentam um aspeto exterior maciço com pouca área reservadas a janelas [18].

PATOLOGIAS ASSOCIADAS AOS EDIFÍCIOS DE BETÃO ARMADO PREENCHIDOS COM GRANDE PERCENTAGEM DE ALVENARIA DE TIJOLO

- Infiltrações de água, quer pela cobertura quer pelas paredes;
- Problemas de humidades;
- Fendas estruturais;
- Colonização biológica;
- Degradação dos materiais de alvenaria e de revestimento;
- Sujidades [18].

2.2.6. EDIFÍCIOS DE BETÃO ARMADO DA ÚLTIMA FASE (1960 - atualidade)

Este último tipo de edifícios emprega as técnicas de construção e os materiais mais recentes, sendo por isso o mais frequente não só em Lisboa, como também no resto do país.



As principais características destes edifícios são:

- Dá-se o aparecimento das estruturas pré-fabricadas;
- Lajes maciças ou fungiformes em betão armado;
- Utilização de betão à vista sem proteção;
- Utilização de mais armadura;
- Varandas salientes;
- A espessura dos elementos diminui – secção dos pilares e espessura das paredes de alvenaria;
- Pavimentos em lajes maciças, lajes nervuradas numa ou duas direções e lajes pré-fabricadas por vigotas;
- Os recobrimentos eram feitos com camadas muito pequenas;
- Utilização de vãos envidraçados maiores, feitos de alumínio com estores de plástico. Portanto, havia maiores aberturas para janelas, comparativamente com o tipo de construção anterior;
- Elementos verticais, como caixa-de-escadas e elevadores, apresentam grande rigidez;
- Paredes exteriores em alvenaria de tijolo duplo;
- Nesta época é abordado pela primeira vez o conforto e isolamento térmico, nos anos 90, incorporando assim nos edifícios os aspetos térmicos e energéticos;
- São usadas coberturas em terraço e não apenas em telha [18; 25].

PATOLOGIAS ASSOCIADAS AOS EDIFÍCIOS DE BETÃO ARMADO DA ÚLTIMA FASE

- Infiltrações de água, quer pela cobertura quer pelas paredes;
- Problemas de humidades;
- Corrosão das armaduras;
- Fendas estruturais;
- Empolamentos;
- Sujidades;
- Colonização biológica;
- Coberturas planas – devido à fraca pendente;
- Degradação dos materiais de alvenaria e revestimento [18].

2.3. EVOLUÇÃO DOS MATERIAIS E TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO

2.3.1. HISTÓRIA DOS MATERIAIS

Os materiais de construção são um tema que acompanha o homem desde o início dos tempos, pois o ser humano sempre se preocupou em construir. Desde a pré-história que o homem se preocupou em construir habitações – para abrigar a sua família e para suportar as variações climáticas; pontes – para permitir interligar dois pontos não acessíveis, que suportem cargas como pessoas e objetos; monumentos – construídos como atos simbólicos e comemorativos, que perdurem de século para século. Os materiais de construção devem ser bastante duráveis no tempo, devem manter condições de durabilidade com a menor manutenção [25].

No início dos tempos os materiais que existiam não eram muitos. Na pré-história o homem tinha ao seu dispor apenas terra, pedra, madeira e fibras vegetais. Estes materiais serviram para construções até ao século XVIII. A partir daí aparecem os chamados novos materiais de construção, que será falado neste sub-capítulo mais adiante [25].

Construção com **TERRA**(figura 31):

- A sua resistência é boa à compressão e baixa à tração [25].

Construção com **PEDRA**(figura 32):

- A sua resistência é boa à compressão, fraca à tração e resistente às variações climáticas [25].

Construção com **MADEIRA**(figura 33):

- A sua resistência é boa à compressão e à tração. É leve, é de boa trabalhabilidade, mas deteriora-se facilmente quando exposta à humidade, ao fogo e aos insetos [25].

Construção com **FIBRAS VEGETAIS**(figura 34):

- Só pode ser utilizado em tração. Deteriora-se bastante e só é usada em certas ocasiões – para cabos e tecidos [25].



Figura 31 - Construção com Terra
[Fonte: Nasza Europa, 2013]



Figura 32 - Construção com Pedra
[Fonte: Documentários HD, 2014]



Figura 33 - Construção com Madeira
[Fonte: Eder (Ideias para Decoração, 2013)]



Figura 34 - Construção com Fibras Vegetais
[Fonte: Soares, 2015]

As primeiras construções deram-se por necessidade do homem em se abrigar, procuravam grutas naturais nas rochas. Quando não existiam ou não eram de fácil acesso escavavam em terra ou em pedra em forma de arco dando o nome de castros ou citânias [13], como se ilustra na figura 35.



Figura 35 - Castros ou Citânias construídas em pedra no cimo dos montes

[Fonte: História AE João de Meira (Blogue História e Geografia de Portugal), 2014]

A população foi-se desenvolvendo lentamente e melhorando a qualidade de vida. Os materiais foram aperfeiçoados e serviram não só para habitações, mas também para instrumentos de guerra (lanças, foices...), de procura de alimento (bifaces, enxadas de pedra, arpões, arado de madeira, mó manual...), de instrumentos, que permitiram criar técnicas como a cestaria (fabrico de cestos), a cerâmica/olaria (fabrico de objetos de barro), a tecelagem (confeção de panos grosseiros de linho ou de lã), entre outros [13].

Depois deu-se o aparecimento do cobre e do bronze (liga feita de cobre e estanho). Através da chegada dos Celtas à Península Ibérica apareceram novos materiais como o ouro e o ferro.

As épocas mais importantes no desenvolvimento e modelagem de materiais de construção foram as seguintes:

- Antigo Egipto (3200 a.C. – 32 a.C.);
- Grécia Antiga (séc. VIII a.C.);
- Roma Antiga (753 a.C. – 476 d.C.);
- Médio Oriente e Países Árabes;

- Idade Média e Românico (séc. V – XV);
- Gótico (séc. XII – XVI);
- Renascimento (séc. XIV – XVII);
- Oriente;
- América Central.

A figura 36 ilustra algumas das principais construções ao longo dos tempos.



Figura 36 - Principais Construções ao Longo dos Tempos

[Fonte: Pessota (Blogue da Vera Pessota) et al., 2015]

Na era moderna surgiram novos materiais de construção como o aço e o betão.

O século do ferro – aço iniciou-se por volta do século XVI, aquando da expansão marítima, para construção de fortes marítimos. Nos dois séculos seguintes iniciou-se o ensino da Engenharia Militar e construíram-se fortes terrestres. No século XVIII iniciou-se o ensino de uma nova engenharia – a Engenharia Civil – onde se deu maior importância aos caminhos-de-ferro e à construção de grandes pontes, como por exemplo a Ponte de D. Luís e a Ponte de D. Maria Pia, ambas no Porto.

Na construção de pontes a resistência e a estabilidade foram sempre dois fatores a ter em conta, uma vez que andam sempre ligados [25].

O aço começou a ser utilizado no século XIX e depressa se tornou viral, todas as grandes cidades passaram a incluir o aço nas suas grandes construções, como caminhos-de-ferro e pontes. O desenvolvimento rápido das cidades fez com que o aço se tenha introduzido como material estrutural [26].

Segundo Colaço (2005), *“A utilização do aço viria a dar origem a novos conceitos de construção que tiravam partido da possibilidade de construir estruturas por blocos, utilizando pré-formas em aço que eram produzidos em série. Estavam assim criadas as condições para a utilização extensiva do aço na construção: um material barato, com excelentes propriedades mecânicas que podia ser levado para o local da construção, na forma de componentes pré-fabricados passíveis de serem rapidamente montados. Mais tarde, o aço viria também a ser utilizado como material de reforço em estruturas de betão, na forma de fio, vigas, varão ou rede, elevando a resistência a esforços de tração para valores que o frágil cimento Portland por si só não permitia”* [26].

O principal constituinte do aço é o ferro, que por ser um material bastante abundante contribui para explicar o sucesso do aço a nível mundial na construção civil. O ferro é constituído por ligas metálicas muito abundantes na crosta terrestre e baratas, comparativamente com outras onde os elementos são menos abundantes [26].

O ferro é um metal sólido à temperatura ambiente, designando-se por ligação metálica. Neste tipo de ligação os átomos partilham os eletrões externos, que mantêm a ligação unida. É através da ligação química ser constituída por eletrões livres que os metais, incluindo o ferro, são bons condutores de eletricidade [26]. Na figura 37 está representada uma aplicação do aço.



Figura 37 - Ponte 25 de Abril, Lisboa - Aplicação do Aço

[Fonte: Almeida, 2012]

O aparecimento do betão data de milhares de anos, não se conhecendo a sua data exata. Estima-se que por volta do ano de 3000 a.C. já havia pequenas utilizações de betão, nomeadamente em pavimentos de santuários e cabanas de aldeões. Posteriormente, vários povos também o utilizaram, como o caso dos fenícios, egípcios, gregos e romanos, sendo este último povo a utilizar o betão de forma mais intensiva, como ligante nas argamassas.

Depois da passagem do império Romano pela Península Ibérica e até ao século XVIII, o betão teve pouca importância e a sua utilização foi limitada apenas às fundações e a paredes de alvenaria [27].

Engenheiros químicos como John Smeaton, James Parker, Louis Vicat e um fabricante de cimento Joseph Aspdin, concluíram os seus estudos e pesquisas sobre o betão e foram uns dos impulsionadores do cimento no século XVIII e início do século XIX.

Assim sendo, a partir do século XIX, o conceito de betão voltou a aparecer na construção civil. Foi necessário dar estabilidade, segurança e coesão entre os elementos de pedra e tijolo e, assim começou a utilizar-se a argila e depois, uma argamassa de melhor qualidade, a argamassa de cal [27].

A utilização do betão (mistura de cimento, água e agregados) era apenas eficiente em determinadas estruturas. Observava-se fissuras e rotura em algumas construções. O betão passou a ser utilizado na maioria das construções civis e foram estudadas as suas patologias, de modo a minimizar os seus problemas e garantir o sucesso do material.

As principais vantagens são:

- Baixo custo de construção;
- Proporciona grandes vãos;
- Boa resistência ao fogo.

As primeiras aplicações foram:

- Em edifícios industriais, mas como não era visto como um elemento arquitetónico, a sua aplicação era apenas estrutural.

A história do betão armado começou a construir-se nas primeiras décadas do século XX. Foram muitas as personalidades que contribuíram para o sucesso do material, que muitos apelidaram de século da revolução arquitetónica de um “novo material”.

Hoje em dia, o betão é estudado aprofundadamente e é um material com grande componente tecnológica. Permite ser usado sob condições atmosféricas diversas, como temperaturas extremas, sejam altas ou baixas, e mesmo debaixo de água [27]. Na figura seguinte está representada uma aplicação do betão.



Figura 38 – Edifício Vodafone, Porto - Aplicação do Betão

[Fonte: Lourenço, 2012]

Segundo Appleton (2003), *“O envelhecimento dos materiais tem significado ao nível da alteração de algumas propriedades fundamentais, por exemplo, por ação dos agentes climáticos, pelo desgaste devido ao uso, etc., levando à alteração das características de elasticidade, de resistência mecânica, etc.”* [28].

2.3.2. CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE UM MATERIAL

Existem variados critérios para a escolha de um material. No entanto, serão abordados três importantes critérios a que se deve atender aquando da escolha de um determinado material de construção. Os três critérios são os seguintes [29]:

- Critérios Técnicos;
- Critérios Económicos;
- Critérios Estéticos.

Critérios Técnicos –Deve-se ter em conta as condicionantes do local onde o material vai ser aplicado. As propriedades do material a aplicar devem satisfazer as exigências do local, de modo a haver compatibilização entre os diversos fatores [29].

Exemplos:

1. Em zonas húmidas (cozinhas, casas-de-banho e zonas exteriores) não devem ser aplicados materiais que sofram deformações à humidade e que sejam permeáveis;
2. Em zonas de grande tráfego de pessoas (escolas, hospitais, acessos a transportes públicos, entradas e saídas de edifícios...) não devem ser aplicados materiais que não sejam resistentes ao desgaste e à dureza;
3. Em zonas de revestimento de fachadas não devem ser aplicados materiais que não sejam resistentes à humidade e aos agentes atmosféricos.

Critérios Económicos – Em primeiro lugar deve-se ter em conta a natureza da obra, de forma a que a escolha dos materiais seja adequada ao tipo de obra para que foi projetada (obra pública, privada, particular, comercial...). Depois devem-se analisar os recursos disponíveis para a realização da obra, bem como os custos de manutenção da obra e a relação custo-benefício [29].

Critérios Estéticos – A escolha deste critério não recai apenas no gosto pessoal do arquiteto ou do projetista. Este critério deve ser escolhido de acordo com o que se impõe no projeto [29].

Exemplo:

1. Caso se pretenda um ambiente aconchegante num determinado espaço da habitação, a escolha dos materiais de construção devem recair sobre materiais esteticamente adequados à ocasião. Para um pavimento deve-se escolher a madeira, em soalho, em flutuante... em vez de pedra ou pisos cerâmicos, pois tornaria o ambiente frio e desaconchegante.

2.3.3. ESPECIFICAÇÃO DE UM MATERIAL

Para especificar um material deve-se ter em conta alguns aspetos que podem parecer óbvios, mas que têm obrigatoriamente de constar na especificação.

Assim, deve-se:

- Definir todos os elementos com a maior exatidão possível;
- Indicar todos os dados técnicos do material em questão;
- Definir todas as características do material: nome, tipo, classificação, dimensão, cor, textura e marca;
- Rever os catálogos dos materiais, a fim de mantê-los sempre atualizados;
- Organizar os materiais, indicando todos os detalhes e outras informações relevantes (custo, rodapé, volume...) [29].

2.3.4. NORMALIZAÇÃO DE UM MATERIAL

A normalização de um material consiste na elaboração de normas, de modo a padronizar as especificações de materiais, atingindo sempre a melhor qualidade possível. Assim, cada país elabora e rege-se de acordo com as suas próprias normas [29].

2.3.5. PATOLOGIAS DO BETÃO ARMADO, MADEIRAS E ALVENARIAS

Foram estudadas as patologias de três importantes materiais muito aplicados nas construções: betão armado, madeiras e alvenarias.

2.3.5.1. PATOLOGIAS DO BETÃO ARMADO

Apresenta-se na figura seguinte, os principais fatores de degradação do betão e de corrosão das armaduras de betão armado, *por Vítor Cóias (2006)*.

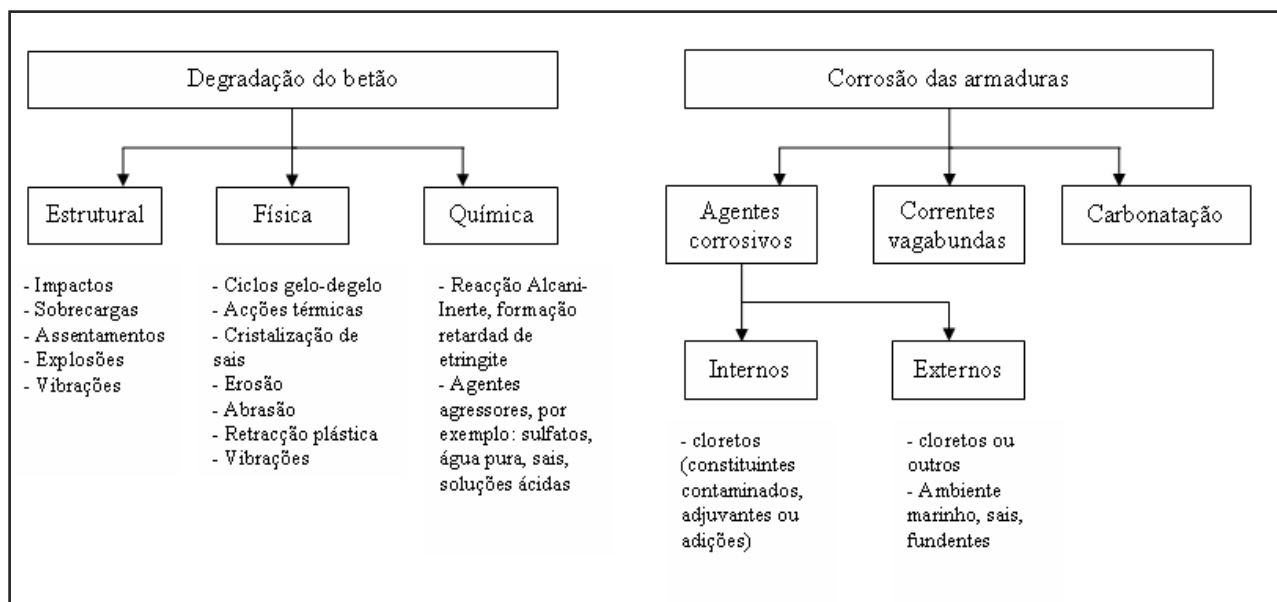


Figura 39 – Degradação do betão e corrosão das armaduras
[Fonte: Cóias, 2006]

As patologias mais frequentes em betão armado são:

- Fissuração do betão à superfície, ocorrendo fissuras de assentamento plástico, de retração plástica, de contração térmica, de contração a longo prazo, micro-fissuras iniciais e micro-fissuras de reação álcali-sílica;
- Corrosão das armaduras;
- Carbonatação do betão, diminuição do pH do betão de 13,5 para valores inferiores a 9,5, devido à exposição do ferro das armaduras. O betão absorve dióxido de carbono e reage com o mesmo. Essa reação faz com que a película protetora de óxido de ferro seja destruída;
- Delaminação do betão, devido à oxidação das armaduras [30].

Segundo Cóias (2006), *“A corrosão das armaduras é o defeito mais frequente das construções de betão armado que resulta da carbonatação do ar, pelo CO₂, com o conseqüente abaixamento de pH do betão, e, portanto, do seu efeito protetor e da presença dos cloretos no betão que envolve as armaduras. Estas causas podem ser agravadas pela presença de fissuras ou defeitos de compacidade, que permitem a penetração de agentes agressivos, pelo recobrimento insuficiente”* [31]. Na figura 40 é possível visualizar a fissuração do betão armado.



Figura 40 - Fissuração do Betão Armado

[Fonte: Pintar a Casa – Fachadas e Estruturas em Betão, 2014]

Na figura 41, o betão foi pulverizado com uma solução alcoólica de fenolftaleína, para avaliar o grau de carbonatação do betão.



Figura 41 – Betão após ter sido pulverizado com fenolftaleína (Carbonatação do Betão)

[Fonte: Verlag Dashöfer, n.d.]

O betão do lado esquerdo não sofreu o fenómeno da carbonatação, pois apresenta uma cor rosada, sendo que tem um pH elevado (superior a 9,5). O betão do lado direito sofreu o fenómeno da carbonatação, pois apresenta uma cor cinzenta e rosa, às manchas, sendo que tem um pH baixo (inferior a 9,5).

Degradação do Betão

- Ocorre quando há betão à vista;
- Deficiências de execução/projeto;
- Desgaste por diminuição do recobrimento (dever ser de 2 a 4 cm);
- É difícil prever onde vai ocorrer a delaminação do betão;
- Uma má avaliação ou correção de uma patologia pode levar a um agravamento pior de degradação;
- Micro-fissuras aparecem devido a uma deficiente cura do betão de recuperação ou utilização de água em excesso;
- Ao remover uma peça metálica com corrosão deve-se também remover um bocado de betão, pois este também se encontra afetado;
- Mesmo as estruturas recentes podem apresentar fenómenos de corrosão [18].

Ambientes de neve

Há problemas com o sal usado para descongelar [18].

Ambientes marítimos ou salinos

São grandes influenciadores.

Zona de marés é mais prejudicada (salpicos de sal e falta de oxigénio debaixo de água) [18].

Delaminação do betão

Redução da secção do betão.

Perda de aderência do betão – armadura.

Redução da secção de armadura [18].

2.3.5.2. PATOLOGIAS DAS MADEIRAS

Como já foi abordado num sub-capítulo anterior, a madeira é um dos materiais mais utilizados nas construções, quer em coberturas, quer em pavimentos e estruturas.

A madeira é um material natural e anisotrópico. Sofre um processo de secagem até atingir o teor em água ótimo.

Existem três tipos diferentes de direções: axial, tangencial e radial.



As patologias em madeiras podem aparecer isoladamente ou em conjunto, segundo três fatores de degradação [18]:

- Degradação Física – Humidades (resulta em ataques de xilófagos);
- Degradação Química – Não é muito exposto ao ambiente;
- Degradação Biológica – Humidades (resulta em ataques de xilófagos).

As principais patologias ocorridas em madeiras são:

- Degradação da madeira, principalmente devido à humidade e falta de ventilação, o que provoca alterações nas características físicas e químicas da madeira;
- Envelhecimento da madeira, devido à falta de limpeza ou de manutenção, falhas nas ligações, problemas nos apoios, ausência de contraventamento;
- Degradação da madeira devido à modificação das condições iniciais, quer por mudanças na utilização do elemento de madeira, quer por novas exigências de desempenho;
- Apodrecimento, devido à água em excesso, provocando humidade;
- Ataque de agentes xilófagos (fungos e insetos);
- Deformação excessiva;
- Fendilhação;
- Fogo/combustão [30].

Coberturas

- Degradação notória;
- Infiltração de água e posteriormente acumulação junto às paredes. Provoca queda da cobertura → apodrecimento do pavimento → queda dos pavimentos → paredes sem ligações → paredes “soltas” e crescimento de plantas [18].

Paredes de Gaiola

- A água vem de cima da cobertura. Provoca manchas, fendas a 45° e fendas quase verticais e a parede fica degradada [18].

Elementos não-estruturais

- Janelas com caixilharia em madeira, é necessária muita manutenção (envernizar ou pintar) [18].

Ataques de Fungos e Insetos

- Fungos de podridão;
- Atacam do exterior para o interior.

Fungos

- Madeira decompõe-se, tornando-se mais porosa. Facilita a infiltração de água e a aceleração do processo.

Insetos

- Caruncho – Vivem em colónias. Colocam milhares de ovos e necessitam de uma fonte húmida;
- Rastejantes – Vêm a partir do solo e atacam a madeira pelo exterior;
- Voantes – Atacam qualquer lado [18].

Em todos estes tipos de ataques os fungos e insetos criam pequenos orifícios, alimentam-se de amidos e açúcares da madeira, depositam ovos em pequenas depressões, não são visíveis quando começam a perfurar a madeira, tornam-se visíveis apenas quando nos locais de perfuração a madeira aparece perfurada.

Notas:

- As madeiras secas, se forem compactas, densas ou de crescimento lento têm baixo risco de ataques de insetos;
- Nos edifícios pombalinos, devido à existência de caves com arcos, mesmo que sejam de madeira, ajuda a evitar o aparecimento de caruncho;
- Ao substituir uma peça danificada, devem-se retirar as outras também, pois os ovos espalham-se por todas as peças de madeira com muita rapidez;
- Deve-se aplicar apenas produtos preventivos, pois os que se aplicam após a construção deixam de ser eficazes [18].



Tratamento superficial

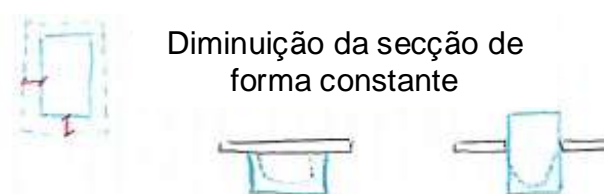


Tratamento profundo – preventivo

Fogo

- Situação extrema – substituição total da estrutura de madeira [18].

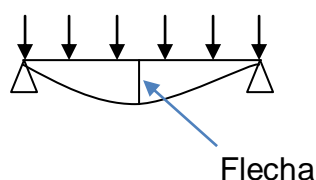
Quando o fogo está a atacar a madeira, esta vai garantir o tempo de evacuação necessária para a segurança das pessoas, sendo que não irá torcer nem cair como por exemplo, uma viga metálica.



Dependendo da espécie da madeira existem valores diferentes de carbonatação.

Deformação excessiva

- Desenvolvimento a longo prazo de deformação excessiva. A flecha é medida em relação à linha definida pelos apoios da viga [18].



Fendilhação

- Normalmente ocorre quando as peças são de grande secção – processo de secagem gera micro-fissuras, que acabam por piorar ao longo do tempo [18].

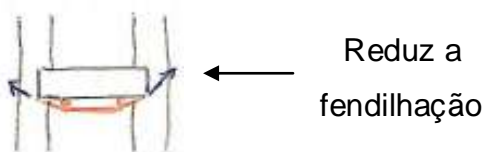


Foto Degradação

- Perda das suas características físicas devido à ação do sol, do oxigénio, do ar e dos fatores climáticos (temperatura, humidade, sol e chuva) → fratura molecular → mudança de propriedades e de cor [18].

2.3.5.3. PATOLOGIAS DAS ALVENARIAS

As patologias em alvenarias podem aparecer isoladamente ou em conjunto, segundo três fatores de degradação:

- Degradação Física;
- Degradação Química;
- Degradação Biológica.

A degradação física manifesta-se segundo ações mecânicas e água/gelo. As ações mecânicas mais correntes são as seguintes:

1. Degradação física por abertura das fendas pelas juntas



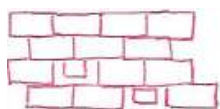
Abertura da fenda → Argamassa entra em rotura e fica em tração → Água infiltra-se e dissolve os ligantes → Argamassa deixa de existir [18].

2. Degradação física por perda de ligante nas juntas



Água da chuva faz desaparecer o ligante [18].

3. Degradação física por desagregação do tijolo



Acontece em situações pontuais, sendo difícil de encontrar. Provavelmente é devido à má qualidade do tijolo (mal cozido ou por ter sido feito artesanalmente). O fator tempo também condiciona este tipo de degradação. Como consequência só fica a argamassa da junta [18].

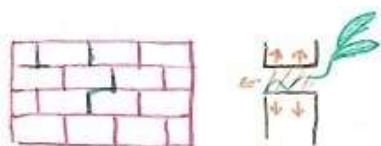
4. Degradação física dos materiais da junta

Acontece em alvenarias de pedra rolada não aparelhada e pedras aplicadas sem elementos de travamento (desagregação das pedras devido à infiltração de água. Só a ação da água provoca a queda das pedras). Como solução podem ser feitas injeções, pregagens ou reabilitar usando lâminas de betão [18].

A degradação química também se pode manifestar por duas vias, pela água e pela poluição (dióxido de carbono, sulfatos ou óxidos de azoto).

Já a degradação biológica é manifestada por ações que englobem água, através de bactérias resultantes de animais (fauna) ou plantas (flora) [18].

Degradação Biológica



Ao longo dos tempos a raiz da planta vai penetrando cada vez mais pela junta e cria tensões na alvenaria (este fenómeno leva muitos anos a acontecer). Liberta ácidos que vão deteriorar a pedra, pois as plantas instalam-se onde existir água. Nas coberturas/algerozes os tubos de escoamento de água ficam entupidos, provocando acumulação de água, o que leva à infiltração [18].

As principais patologias ocorridas em alvenarias são:

- Fendas estruturais (fissuras e micro-fissuras – mapeamento, extensão, abertura e profundidade);
- Infiltrações de água;
- Degradação dos materiais de alvenaria (pedras, tijolos e materiais da junta – argamassas);
- Desaparecimento dos materiais de juntas;
- Colonização biológica;
- Sujidades;
- Descolagem e desprendimento de placas, colocando em risco a segurança dos utentes que frequentem os espaços circundantes ao edifício em questão [30].

As argamassas nas alvenarias podem ser aplicadas de duas formas:

- Por assentamento, com função estrutural;
- Por reboco, com função de proteção da alvenaria [30].

Na figura ao lado estão evidenciadas fendas estruturais a 45°.



Figura 42 – Fendas Estruturais em Alvenaria de Tijolo – 45°

[Fonte: “Autor”, 2016]

Apresenta-se na tabela seguinte, as principais causas da degradação da alvenaria e as consequências inerentes, *adaptado de Vítor Cóias (2006)*.

Tabela 2 - Causas da degradação da alvenaria e consequências inerentes

[Fonte: Cóias, 2006]

CAUSAS DE DEGRADAÇÃO				
Estruturais	Físicas	Químicas	Biológicas	Outras
Impactos Sobrecargas Assentamentos Explosões Vibrações	Gelo-degelo Ações térmicas Sais Erosão Abrasão	Agentes agressivos	Microorganismos Organismos Plantas	Uso Modificação
ANOMALIAS NOS COMPONENTES OU ELEMENTOS				
Deformações Fendas Esmagamento Colapso	Desgaste diferencial	Incrustação Manchamento Descoloração Escorrimento	Deposição de dejetos	Redução de secagem Roçagem
ANOMALIAS NAS UNIDADES, ARGAMASSAS E REVESTIMENTOS				
Lascagem Lacunas Fissuração	Desagregação Escamação Alveolização	Incrustação Desagregação Fragmentação	Colonização Biológica Manchamento	Manchamento Erosão

3. PATOLOGIAS CORRENTES DOS EDIFÍCIOS

Neste capítulo são descritas as patologias correntes dos edifícios, tanto no interior da habitação como no exterior, reportando fotografias elucidativas das principais patologias, as causas possíveis da anomalia, a sua localização na habitação e consequências inerentes. Um edifício pode ser dividido em quatro partes principais: local de implantação, envolvente, interiores, estrutura e fundações. Para a realização deste trabalho foram consideradas as principais patologias que ocorrem na envolvente e interiores. Assim sendo:

- Caracterização de Patologias na Envolvente/Exteriores:
 - Coberturas;
 - Clarabóias;
 - Fachadas e paredes exteriores (referindo revestimentos exteriores e pinturas);
 - Portas exteriores e janelas;
 - Cantarias;
 - Peitoris.

- Caracterização de Patologias Interiores:
 - Paredes interiores;
 - Pavimentos;
 - Tetos;
 - Caixilharias;
 - Revestimentos interiores;
 - Impermeabilizações;
 - Elementos metálicos /Elementos de ferro;
 - Vãos envidraçados;
 - Escadas;
 - Rede de águas, eletricidade e gás.

Segundo Appleton (2003), *“Para compreender a amplitude deste problema, basta pensar que um edifício de habitação, por exemplo, é projetado e construído para uma vida esperada média de 50 anos, idade que já está ultrapassada em qualquer edifício antigo”* [28].

“Assim, caso os edifícios não fossem periodicamente sujeitos a operações de manutenção, destinadas a assegurar a sua conservação, isto significava que, num número apreciável de situações, os edifícios seriam já obsoletos” [28].

Para um correto levantamento de patologias nos edifícios deve-se realizar primeiro um diagnóstico. Esse diagnóstico serve para perceber o que está a provocar o aparecimento de patologias.

A maioria das patologias encontradas nos edifícios de habitação e edifícios de serviços são devidas a falta de manutenção e de conservação. As causas das patologias podem ter diferentes origens e devem ser analisadas por técnicos especializados. Uma correta identificação das causas permite aumentar em muitos anos a vida útil de uma habitação se for bem reabilitada.

As causas que ocorrem nas edificações têm os seguintes tipos [32]:

- Conceção – 50%;
- Execução – 25%;
- Materiais – 15%;
- Utilização – 10%.

Segundo Córias (2006), *“Surgem, deste modo, classificações especializadas, com base na tecnologia e na tipologia das construções, nos materiais, etc. Assim, justifica-se a consideração separada dos edifícios antigos e dos edifícios modernos, cada uma com materiais, tecnologias e tipologias próprias”* [31].

Com o crescimento da construção moderna, os edifícios antigos vêm sendo gradualmente substituídos por edifícios modernos. Hoje em dia, a população prefere cada vez mais os edifícios modernos, deixando a construção antiga ao abandono, o que traduz numa degradação acentuada das habitações antigas ao longo dos anos [30].

- **CARACTERIZAÇÃO DE PATOLOGIAS EXTERIORES:**

3.1. COBERTURAS

Segundo Appleton (2003), “As coberturas dos edifícios antigos são talvez o elemento de construção que, de forma sistemática, apresenta um quadro mais generalizado de anomalias” [28].

A maioria das patologias que ocorrem em coberturas devem-se a defeitos de conceção. As coberturas existem para proteger as habitações dos diferentes agentes climáticos, como a chuva e a neve, por exemplo. Assim, a perda de estanquidade à água da cobertura e a má colocação das telhas são as maiores preocupações desta parte do edifício. As coberturas podem dividir-se em dois tipos: coberturas inclinadas e coberturas planas. Consoante o tipo de cobertura a reabilitar, esta pode ter diferentes patologias. No geral, as principais patologias a ocorrer em coberturas são:

3.1.1. PATOLOGIA 1 – Fraturas nas Telhas

A figura 43 mostra fendas em telhas cerâmicas, que ocorrem com muita frequência.



Figura 43 - Fendas em Telhas Cerâmicas

[Fonte: Lourenço, n.d.]

CAUSAS [33]:

- Pode ocorrer devido à queda acentuada de granizo;
- Cargas ou objetos pesados por cima das telhas da cobertura;
- Alteração dos ciclos de humedecimento e de secagem;

- Má colocação das telhas numa reabilitação anterior (pressão em demasia em certas telhas);
- Visitas anteriores descuidadas e sem cuidados de segurança (má distribuição das cargas dos operários que efetuam as visitas ou manutenções e dos materiais que transportam).

CONSEQUÊNCIAS:

- Cobertura ineficaz perante condições atmosféricas: queda de chuva, granizo ou neve;
- Cobertura sujeita a infiltrações;
- Queda de telhas, que pode levar a acidentes.

3.1.2. PATOLOGIA2 – Colonização Biológica e Acumulação de Lixos nas Telhas

A figura 44 ilustra a sujidade que é frequente encontrar em telhas.



Figura 44 - Colonização Biológica e Lixos nas Telhas

[Fonte: Verlag Dashöfer, n.d.]

CAUSAS:

- Aparecimento de líquenes e musgos devido à presença prolongada de águas (sendo que no inverno os níveis de humidade são mais elevados e a cobertura mais está exposta à água da chuva), e em locais onde a incidência solar seja reduzida;
- Apodrecimento e diminuição da resistência mecânica com consequente desintegração da madeira, devido à ação de insetos xilófagos e fraca ventilação;

- Degradação da madeira por ação prolongada de agentes atmosféricos (sol e chuva), agentes químicos, fogo e ações mecânicas (desgaste).

CONSEQUÊNCIAS:

- A acumulação de lixos nas telhas ou micro-organismos, como musgos, líquenes ou plantas afeta o normal funcionamento do escoamento de águas;
- Através da estagnação de águas, quer pela infiltração, quer pela ação do vento, podem aparecer manchas de humidade no interior da cobertura;
- É de destacar que estes agentes pela ação perfurante das suas raízes, ao penetrar nas fissuras existentes, promovam ainda mais a degradação dos elementos onde se estabelecem.

NOTA: Para travar problemas de colonização biológica deve-se, numa primeira fase, proceder à limpeza dos elementos que contêm este tipo de organismos. Depois da superfície estar limpa aplica-se um produto biocida, de forma a eliminar os líquenes e os musgos, incluindo a sua raiz, para que o elemento fique protegido contra outras colonizações biológicas que possam vir a ocorrer num futuro próximo. Pode-se também recorrer a escovas macias utilizando pequenas quantidades de água. De seguida, deve aplicar-se um produto impermeabilizante de modo a prevenir o reaparecimento destes micro-organismos.

Solução de Reabilitação

3.1.3. Outras Patologias Frequentes que Ocorrem ao Nível das Coberturas:

- Arrancamento ou deslocamento de telhas;
- Impermeabilizações – provoca infiltrações de águas;
- Degradação das juntas de dilatação;
- Manchas de humidade;
- Perfuração das telhas;
- Degradação das redes de drenagem;

- Deterioração por ação do gelo-degelo;
- Anomalias associadas à baixa pendente;
- Roturas mecânicas.

3.2. CLARABÓIAS

As anomalias em clarabóias podem ocorrer no suporte da clarabóia ou na própria clarabóia. A clarabóia é constituída por estrutura principal, estrutura do caixilho, rufos da estrutura e da clarabóia e revestimento exterior da clarabóia. A principal função da clarabóia é para dar luz natural ao elemento onde foi instalada (normalmente é na cobertura, que pode dar para uma sala, sótão ou arrecadação).

A figura 45 esquematiza uma clarabóia com o sistema de iluminação e ventilação.

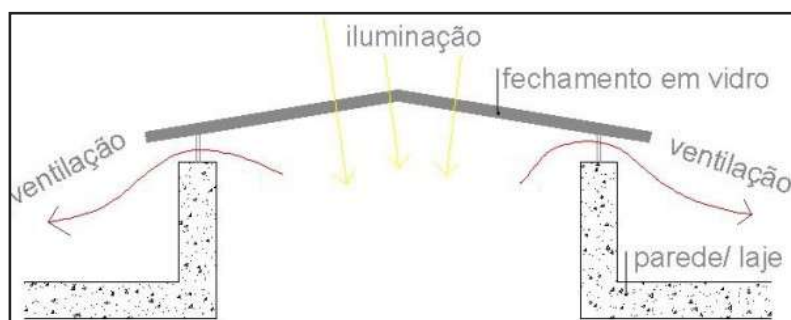


Figura 45 - Clarabóia

[Fonte: Lombardi, 2010]

3.2.1. PATOLOGIA 1 – Corrosão

CAUSAS [34]:

- Corrosão devido a problemas no sistema de pintura;
- Inadequação dos materiais utilizados;
- Envelhecimento antecipado devido às ações atmosféricas;
- Excesso de humidade ao suporte.

CONSEQUÊNCIAS:

- A clarabóia perde a função para a qual foi projetada – dar iluminação, o vidro da clarabóia tende a degradar-se;
- Aparecem manchas de humidade na divisão onde está inserida;
- Perde a função protetora deixando entrar ar, chuva e poeiras.

3.2.2. Outras Patologias Frequentes que Ocorrem ao Nível das Clarabóias [34]:

- Apodrecimento e degradação associada à falta de qualidade do estuque;
- Má utilização humana devido à fragilidade do elemento;
- Dilatação dos elementos metálicos, rigidez das juntas de ligação dos vidros aos elementos metálicos, originando a existência de aberturas;
- Perda de estanquidade à água e ao ar;
- Infiltração de água;
- Deficiência nas ligações por má conceção;
- Desempenho insuficiente associado a vidros de fraca qualidade.

3.3. FACHADAS EPAREDES EXTERIORES

A maioria dos revestimentos de fachadas, muros e varandas de edifícios antigos, que nunca tenham sido reabilitados, apresentam um estado de degradação médio a elevado.

Os acabamentos das paredes são normalmente feitos com um reboco, aplicando por cima uma pintura, ou revestidos com azulejos ou pedra. Assim sendo, a patologia que se identifica em primeiro plano, são na maioria das vezes, as pinturas e as que ocorrem em maior frequência são as humidades [30; 35].

3.3.1. PATOLOGIA 1 – Manchas de Humidade na Parte Inferior das Fachadas

Na figura 46 estão representadas manchas de humidade nas paredes exteriores.

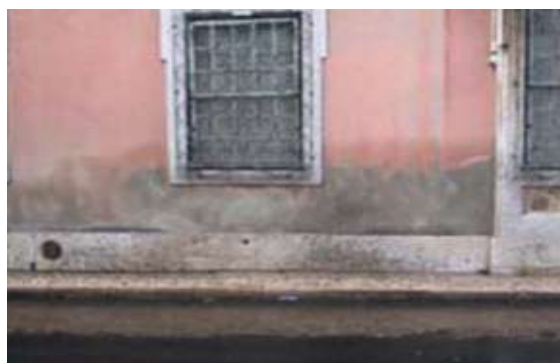


Figura 46 - Manchas de Humidade nas Paredes
[Fonte: Verlag Dashöfer, n.d.]

CAUSAS:

- Paredes em contacto com água ou solo húmido;
- Materiais constituintes das paredes com elevada capilaridade;
- Ação salina por ascensão capilar;
- Sais existentes no terreno e nos materiais de construção;
- Humidades provenientes do terreno, da precipitação e de condensação.

CONSEQUÊNCIAS:

- A humidade ascende pelas paredes, provocando manchas de cor cinzenta, por não existirem barreiras estanques ou pelo seu mau posicionamento;
- A ascensão capilar não tem uma medida exata em altura e pode verificar-se até que o equilíbrio entre a evaporação e a capilaridade seja igual;
- Os sais no terreno e nos materiais ao serem dissolvidos pela água atingem níveis superiores em altura e aí se depositam.

3.3.2. PATOLOGIA 2 – Graffiti

Os graffiti são considerados patologias e têm aumentado bastante desde o último século. Resultam de sujidades ou marcas feitas em paredes através de tintas de spray e marcadores, por ação humana. Atualmente já existem tintas anti-graffiti. Permitem que o produto atue na parede, mas resguardam a estrutura base da parede que, a ser sujeita a pinturas indesejáveis, pode ser limpa mais facilmente.

Na figura seguinte é visível a sujidade provocada por graffiti.



Figura 47 - Graffiti em Paredes Exteriores

[Fonte: Vasconcelos, 2015]

CAUSAS:

- Sujidade por ação humana;
- Falta de manutenção das paredes urbanas.

CONSEQUÊNCIAS:

- Deterioração do revestimento das paredes;
- Sujidades nas paredes.

3.3.3. Outras Patologias Frequentes que Ocorrem ao Nível das Fachadas e Paredes Exteriores [30]:

- Destacamento de reboco;
- Fissuração superficial;

- Colonização biológica – musgos, ervas e fungos;
- Empolamentos nas paredes;
- Degradação ou falta de pintura;
- Sujidade exterior;
- Degradação em revestimentos e juntas;
- Problemas de estanquidade à água e de isolamento térmico nas varandas das fachadas;
- Oxidação de elementos metálicos;
- Envelhecimento e falta de manutenção dos materiais.

3.4. PORTAS EXTERIORES E JANELAS

As portas exteriores e as janelas são elementos que servem para proteção, quer da habitação ou espaço que se destinam, quer para a nossa própria proteção.

Estes elementos são sensíveis, pois estão expostos à ação direta da radiação solar durante longos períodos e das chuvas batidas pelo vento. Quando bem isolados são importantes para o conforto do espaço a que se destinam [30].

3.4.1. PATOLOGIAS MAIS FREQUENTES:

- Degradação dos materiais que constituem as portas e janelas – madeira, alumínio, pedra.

3.4.2. CONSEQUÊNCIAS DAS PATOLOGIAS [30]:

- Perda da funcionalidade de vedação destes elementos;
- Mau isolamento ao som, à água e às poeiras;
- Infiltração de água por esses elementos, degradando peitoris e rebocos das paredes interiores junto às janelas;
- Empenamento de portas e janelas com maior facilidade;
- Mau funcionamento.

3.5. CANTARIAS

Segundo Appleton (2003), “A pedra de cantaria foi, desde sempre um elemento nobre na construção de edifícios, utilizando-se correntemente em zonas específicas, em que se salientam pela sua importância em funções resistentes, ou porque constituem elementos esteticamente indispensáveis. A cantaria (...) é traduzida pela sua boa resistência às ações agressivas dos agentes que podem provocar a alteração da pedra” [28].

3.5.1. Patologia 1 – Eflorescências

A figura 48 ilustra as eflorescências que ocorrem em pedras de cantaria.



Figura 48 - Eflorescências em Cantarias
[Fonte: Lahóz, 2016]

CAUSAS [28]:

- As eflorescências são causadas pela migração de sais da própria pedra, infiltração de água nas pedras ou ascensão de água por capilaridade;
- Formação de placas e seu destacamento;
- Arenização ou pulverização das pedras;
- Falta de proteção na cantaria;
- Presença prolongada de águas pluviais;
- Zonas sombrias que proporcionam grandes níveis de humidade.

CONSEQUÊNCIAS:

- Provocam fissuração e fraturação nas pedras de cantaria;
- Sujidade no exterior da pedra, necessitando de muita manutenção e limpeza.

3.5.2. Outras Patologias Frequentes que Ocorrem ao Nível das Cantarias [28]:

- Colonização biológica, crostras e filmes negros nas pedras de cantaria e respetivas juntas. Instalam-se micro-organismos e mesmo plantas, que encontram nos materiais nutrientes e água necessários ao seu desenvolvimento;
- Desgaste da pedra provocado pela exposição das chuvas batidas pelo vento;
- Sujidade originada pela poluição atmosférica;
- Fendilhação e fraturação provocadas por assentamentos de fundações.

3.6. PEITORIS

Os peitoris têm como principal função dar apoio às janelas, quer exterior quer interiormente, sendo também útil para as pessoas se apoiarem.

Na figura 49 estão representados três exemplos onde se pode ver a zona que dá apoio à janela e o local que se designa por peitoril.



Figura 49 - Peitoril de uma janela
[Fonte: Lopes, 2013]

3.6.1. PATOLOGIAS MAIS FREQUENTES [36]:

- Manchas de sujidade na superfície dos peitoris – escorrências;
- Envelhecimento do material constituinte;
- Inexistência de pingadeiras, que leva à acumulação de partículas na superfície horizontal;
- Fissuração nas superfícies dos peitoris.

- **CARACTERIZAÇÃO DE PATOLOGIAS INTERIORES:**

3.7. PAREDES INTERIORES

Nas paredes interiores encontram-se inúmeras patologias, provenientes das anomalias verificadas no exterior.

Segundo Appleton (2003), *“As paredes interiores dos edifícios antigos cuja função estrutural não é a mais relevante, desempenham como se referiu, um papel predominante de elementos de compartimentação e daí a sua constituição diferir substancialmente da que se adota correntemente em paredes mestras”* [28].

3.7.1. PATOLOGIA 1 –Condensações Interiores

Na figura 50 estão representadas as condensações de paredes interiores, provocadas sobretudo pela falta de ventilação.



Figura 50 - Condensações em Paredes Interiores

[Fonte: “Autor”, 2016]

CAUSAS [18; 32]:

- Falta de ventilação interior – não abertura de janelas, impedindo a renovação e substituição do ar interior húmido por ar seco;
- Inexistência de janelas especiais providas de aberturas de ventilação;
- Falta ou deficiente execução de isolamento térmico;
- Temperatura interior baixa.

CONSEQUÊNCIAS:

- Degradação e deterioração de revestimentos;
- Problemas de salubridade – com a presença de bolores o ar torna-se de pior qualidade, afetando maioritariamente as pessoas com problemas respiratórios.

NOTA: Para remover os bolores deve-se começar por retirá-los com água e lixívia. Se necessário também se pode utilizar uma escova. De seguida, aplica-se o produto hidrófugo, pulverizando-o e aplicando-o com abundância, até a parede não absorver mais líquido e ficando a mesma a escorrer líquido, de preferência.

Solução

3.7.2. PATOLOGIA2 –Criptoflorescências

Na figura 51 são visíveis criptoflorescências em paredes interiores.



Figura 51 - Criptoflorescências nas Paredes Interiores

[Fonte: “Autor”, 2016]

CAUSAS:

- Humidade existente na parede;
- Degradação e perda de aderência do reboco à alvenaria;
- Materiais constituintes da parede com elevado teor de sais,
- Sais transportados através da penetração da água das chuvas por possível deficiência de estanquidade da cobertura;
- Migração da água com os sais dissolvidos, através dos poros dos materiais, até ao paramento do revestimento;
- Manuseamento com ferramentas pouco limpas, bem como agregados e areias mal lavadas;

CONSEQUÊNCIAS:

- A humidade ascende pelas paredes, provocando empolamentos;
- A ascensão capilar não tem uma medida exata em altura e pode verificar-se até que o equilíbrio entre a evaporação e a capilaridade seja igual;
- Depósito de sais degradando o revestimento da parede;
- Perda de aderência com conseqüente queda do revestimento por separação entre a película do revestimento e o seu substrato.

3.7.3. Outras Patologias Frequentes que Ocorrem ao Nível das Paredes Interiores:

- Fendilhação devido a obras na vizinhança;
- Destacamento do revestimento;
- Falta de pintura;
- Humidades;
- Empolamentos nas paredes;
- Fendas estruturais a 45° e fendas verticais;
- Eflorescências.

3.8. PAVIMENTOS

Os pavimentos são revestimentos que são colocados sobre uma superfície. Os mais usuais em interiores são revestidos de madeira, materiais cerâmicos, alvenaria de pedra ou tijolo. As principais anomalias estão associadas aos próprios materiais constituintes.

3.8.1. PATOLOGIAS MAIS FREQUENTES [28; 30; 39]:

- Descolamentos – por perda de aderência. São causados por movimentos diferenciais, falta de juntas elásticas;
- Fissuração, causada por movimentos diferenciais, contração, expansão ou choques violentos;
- Empenamento das tábuas de solho, em pavimentos de madeira;
- Alteração de cor, causado por desgaste em zonas de maior circulação;
- Riscagem / desgaste;
- Eflorescências;
- Deterioração dos pavimentos de madeira por consequente humidade de precipitação através de infiltrações nas paredes, caixilharias exteriores e coberturas;
- Envelhecimento dos materiais;
- Ataques de agentes xilófagos em pavimentos de madeira - carunchos, térmitas, fungos de podridão;
- Desprendimento dos ladrilhos em revestimentos de materiais cerâmicos.

3.9. TETOS

Quando se reabilita um espaço interior pensa-se nos materiais, técnicas e pinturas necessárias, de modo a aumentar a vida útil desse espaço. A reabilitação de um teto efetua-se da mesma forma que se utiliza para uma mesma parede desse espaço.

Segundo Appleton (2003), *“Assim, no que se refere a revestimentos à base de rebocos de argamassa, comuns em tetos abobadados, de abóbadas de pedra ou tijolo, as anomalias inserem-se nos mesmos grupos que os revestimentos de paredes resistentes”* [28].

3.9.1. PATOLOGIAS MAIS FREQUENTES [28]:

- Deformações excessivas – falta de rigidez da estrutura dos tetos;
- Deterioração precoce dos revestimentos;
- Fendilhação – incapacidade dos tetos acompanharem a deformação das estruturas dos pavimentos, vibrações estruturais e fenômenos de retração das massas de gesso;
- Empolamentos, fissurações, destacamentos, manchas de humidade, falta de aderência e alteração de cor – quando se refere a tetos de madeira com pintura com tintas de óleo.

3.10. CAIXILHARIAS

Ao longo dos tempos os vãos foram aumentando, permitindo uma maior entrada de luz natural nas habitações, melhorar a ventilação interior e a relação visual entre o interior e o exterior do edifício.

Os caixilhos são elementos bastante sensíveis, pois estão expostos à ação direta da radiação solar por longos períodos e às chuvas batidas pelo vento [28], [37].

3.10.1. PATOLOGIAS MAIS FREQUENTES [28; 37]:

- Condensações;
- Deslocamentos;
- Deformações excessivas;
- Folgas;
- Elementos partidos / danificados – vidros, por ação de choques acidentais e efeitos de movimentos estruturais;

- Colonização biológica;
- Sujidades;
- Infiltrações;
- Envelhecimento dos materiais de assentamento e vedação dos vidros.

3.11. REVESTIMENTOS INTERIORES

O revestimento é a camada exterior que cobre a alvenaria. É composto por três camadas que se designam por: chapisco (camada inicial que adere ao substrato), emboço (camada intermédia que recobre as irregularidades do substrato) e reboco (camada final de acabamento).

3.11.1. Patologia 1 – Destacamento do Revestimento

Na figura 52 é visível o destacamento do reboco numa parede interior.



Figura 52 - Destacamento do Revestimento

[Fonte: “Autor”, 2016]

CAUSAS [35]:

- Presença de humidade em excesso devido a infiltrações de água ou à falta de ventilação provocando um desligamento entre o suporte e o revestimento;
- Falta de aplicação do primário ou aplicação incorreta;
- sujidades, que reduzem a área de aderência;
- Secagem rápida durante a aplicação do revestimento, presença de temperaturas altas ou de fortes correntes de ar;
- Escolha de uma tinta incompatível com a base de aplicação.

CONSEQUÊNCIAS:

- Perda de aderência com conseqüente queda do revestimento por separação entre a película do revestimento e o seu substrato.

3.11.2. Outras Patologias Frequentes que Ocorrem ao Nível dos Revestimentos Interiores [28; 35]:

- Humidades;
- Fendilhação do reboco, que se associa à retração das argamassas constituintes;
- Empolamento e desagregação do revestimento;
- Pinturas pouco permeáveis ao vapor-de-água;
- Desgaste do revestimento;
- Perda de aderência.

3.12. IMPERMEABILIZAÇÕES

As impermeabilizações nos edifícios devem ser executadas de uma forma muito precisa, caso contrário podem provocar diversas patologias, como por exemplo a infiltração de águas, mesmo que o edifício seja recente.

As coberturas são o local do edifício onde se deve ter mais atenção à impermeabilização. Desde há muito tempo que são utilizadas impermeabilizações com membrana betuminosa nas caleiras, que evitam as infiltrações e o escoamento das águas da chuva.

As impermeabilizações em coberturas com pendentes baixas ou mal executadas têm tendência a deteriorarem-se com maior facilidade.

3.12.1. PATOLOGIAS MAIS FREQUENTES [38]:

- Colonização biológica – bolores, líquenes e fungos;

- Infiltração de água;
- Envelhecimento da impermeabilização – agravado pela falta de elementos protetores da radiação solar;
- Fendilhação – por perda de plasticidade, endurecimento e retração;
- Deslocamento de juntas de sobreposição.

3.13. ELEMENTOS METÁLICOS / ELEMENTOS DE FERRO

Os elementos de ferro podem ser considerados como exteriores ao edifício, caso haja corrimões, grades, guardas de varandas, tubos de queda (elementos de fixação ao suporte metálicos) ou portões de ferro, ou como interiores tirantes de chumbadouros ou se houver ferro à vista, por degradação do reboco, parede e armadura. A principal patologia associada a elementos metálicos é a corrosão, podendo ainda ocorrer empolamentos, fendilhações, destruição de rebocos, descasque, enferrujamento e perda de brilho e cor.

3.13.1. PATOLOGIA 1 – Corrosão

A figura 53 representa a oxidação que é visível muitas vezes nas armaduras.



Figura 53 - Oxidação das Armaduras

[Fonte: Global Wood, n.d.]

CAUSAS [28]:

- A oxidação ocorre na presença de água e oxigénio. A velocidade de oxidação aumenta com a presença de cloretos e dá-se com maior

rapidez em ambientes marítimos. Quando ocorre a oxidação o elemento metálico afetado aumenta consideravelmente de volume.

CONSEQUÊNCIAS:

- Degradação dos elementos afetados provocando problemas na estrutura, caso o elemento não seja reparado ou substituído rapidamente.

3.14. VÃOS ENVIDRAÇADOS

As patologias dos vãos envidraçados estão relacionadas com as patologias das caixilharias, dos vidros e das caixas de estores. São elementos expostos a grandes variações climáticas, como grandes incidências solares durante longos períodos (temperaturas muito elevadas no verão), chuvas batidas pelo vento, granizo, neve e temperaturas extremamente baixas no inverno. São elementos que cobrem áreas muito grandes e encontrando-se degradadas põe em causa o conforto térmico e acústico dentro das habitações.

3.14.1. PATOLOGIAS MAIS CORRENTES [38]:

- Deslocamentos dos elementos vedantes – borrachas de estanquidade;
- Folgas;
- Elementos partidos / danificados – vidros, por ação de choques acidentais e efeitos de movimentos estruturais;
- Deformações provocando existência de aberturas e pondo em causa o conforto térmico e acústico no interior dos edifícios;
- Sujidades;
- Infiltrações;
- Envelhecimento dos materiais de assentamento e vedação dos vidros.

3.15. ESCADAS

Nos edifícios antigos as escadas são predominantemente de madeira. Nos edifícios modernos existem outros dois materiais muito utilizados sendo eles a pedra e o ferro. As escadas de pedra são frequentes no exterior dos edifícios e no interior dos prédios de habitação, escadas essas que dão acesso aos fogos. Já as escadas de ferro eram utilizadas apenas no exterior dos edifícios (em construções no final do século XIX) [28].

3.15.1. PATOLOGIAS MAIS CORRENTES [28]:

- Degradação da madeira por consequente infiltração das paredes em escadas de madeira;
- Desgaste dos elementos que constituem as escadas (degraus e patins);
- Degradação por ações de choque acidental (transporte de mobiliário, lavagem das escadas com produtos impróprios, etc.);
- Desgaste, fendas e fraturas em escadas de pedra;
- Oxidação dos elementos constituintes em escadas de ferro.

3.16. REDE DE ÁGUAS, ELETRICIDADE E GÁS

Neste sub-capítulo vai ser descrito de forma genérica e vão ser abordadas as patologias que ocorrem ao nível das caleiras e tubagens.

3.16.1. PATOLOGIAS MAIS CORRENTES [28; 35]:

As principais patologias que ocorrem nas redes de águas, eletricidade e gás são ao nível das caleiras e tubos de queda. Assim sendo, as mais recorrentes são:

- Entupimento das tubagens – por precipitação, entrada de poeiras por arrastamento do vento, lixos ou produção de depósitos calcáreos;

- Perdas de estanquidade da rede nas tubagens, equipamentos ou ligações;
- Envelhecimento dos materiais constituintes;
- Corrosão;
- Infiltrações de águas com conseqüente humedecimento das paredes interiores;
- Manchas de humidade interiores;
- Empolamentos, destacamento do revestimento no interior da habitação.

No anexo I encontram-se dois quadros resumo que contêm as anomalias mais correntes em edifícios, (Quadro 1 – Anomalias Exteriores; Quadro 2 – Anomalias Interiores).

No anexo II encontram-se dois quadros resumo que contêm os principais fatores de anomalias muito comuns em edifícios de habitação (Quadro 3) e as principais causas de anomalias não humanas (Quadro 4).

4. SOLUÇÕES DE REABILITAÇÃO

Neste capítulo são apresentadas soluções de reabilitação para as patologias mais comuns, que ocorrem nas habitações. É feita referência aos materiais necessários e métodos / ensaios de aplicação em obra.

Vão ser abordados os seguintes pontos:

- Tarefas preliminares – Andaimos e limpeza a jato de água;
- Solução de reabilitação da cobertura;
- Solução de reabilitação de pinturas e revestimentos no exterior;
- Solução de reabilitação de peitoris;
- Solução de reabilitação de elementos metálicos / elementos de ferro;
- Solução de reabilitação de vãos envidraçados;
- Solução de reabilitação de betão armado;
- Técnicas de diagnóstico *in situ*.

Nota: Não irão ser descritas soluções de reabilitação para todas as patologias abordadas no capítulo 3. Apenas se referem as mais importantes, as que ocorrem com maior frequência e as que mais degradam as habitações.

A primeira fase do processo de reabilitação não é a intervenção ou arranjo das patologias, como a maioria dos cidadãos que não pertencem à área da engenharia civil pensa, mas sim um estudo de diagnóstico. Diagnosticar é uma etapa muito importante e requer um conjunto de procedimentos destinados a avaliar o grau das anomalias, o estado de conservação, a segurança da estrutura, entre outras.

O estudo de diagnóstico é uma tarefa muito exigente, já que numa dada construção se cruzam problemas de diversas causas como o conhecimento generalizado, o conhecimento especializado de tudo o que é a essência da construção [40].

O diagnóstico pode ser feito através das seguintes vias [40]:

- Via empírica, baseando-se exclusivamente na experiência dos seus autores;
- Via científica, baseando-se no recurso a modelações matemáticas e físicas, à experimentação *in situ* ou em laboratório;
- Combinação das duas vias anteriores, que significa o recurso preliminar à experiência do observador prosseguido pela utilização de meios complementares de diagnóstico.

Após a conclusão do diagnóstico deverá ser feito um relatório por parte do inspetor onde deverão constar as seguintes tarefas:

- Introdução;
- Descrição dos elementos sujeitos a análise;
- Descrição das patologias;
- Resultados de ensaios e medições realizadas;
- Causas e consequências das patologias;
- Metodologias de todos os trabalhos de reabilitação;
- Estimativa de custo unitário das soluções de reabilitação.

4.1. TAREFAS PRELIMINARES – ANDAIMES E LIMPEZA A JATO DE ÁGUA OU AREIA

Numa obra de grandes dimensões, como por exemplo a reabilitação total ou parcial de um edifício, é necessário proceder à colocação de andaimes, de modo a facilitar o trabalho de remoção dos elementos degradados e colocação dos novos materiais por parte dos trabalhadores. Os andaimes são obrigatórios para alturas superiores a 4 metros de altura. Neste tipo de trabalhos, os elementos constituintes das fachadas são limpos recorrendo a um jato de água, de modo a remover o betão e o revestimento deteriorado, bem como o revestimento da pintura exterior.

Um andaime deve conter os seguintes elementos [38]:

- Guarda Cabeças ou Rodapé – Destina-se a impedir a queda de objetos colocados sobre as plataformas e limitar ao mesmo tempo o curso dos pés dos trabalhadores;
- Guarda Corpos e Guarda Costas – Serve para impedir a queda de trabalhadores;
- Poleias ou Polés – Conjunto de dois elementos em forma de esquadro que se ligam aos prumos e servem para assegurar o travamento do plano perpendicular ao plano do andaime;
- Prumos – Elementos verticais destinados a suportar os esforços transmitidos pelas outras peças do andaime;
- Rede Contra Quedas – É um elemento exterior do andaime e tem como objetivo proteger os trabalhadores da queda de grandes alturas e da queda de materiais de trabalho.
- Tábuas de Pé – Servem de plano de circulação aos trabalhadores e por vezes apoio a ferramentas e algum material de construção;
- Travessanhos – São elementos horizontais encarregues de travar os prumos na direção perpendicular ao plano do andaime;
- Travessas ou Diagonais – Fazem o principal travamento entre prumos dispondo-se em cruz.

A figura 54 ilustra os elementos constituintes de um andaime.



Figura 54 - Andaimos

[Fonte: Constru Eficiência, 2012]

4.2. SOLUÇÃO DE REABILITAÇÃO DA COBERTURA

Na reabilitação da cobertura pode apenas ser necessário remover uma(s) telha(s) degradadas, parte do telhado ou o telhado integralmente, procedendo depois à substituição das telhas.

No caso de substituição total da cobertura poderá optar-se pela colocação de subtelhas, de modo a garantir maior durabilidade e aumento do conforto térmico [35].

A colocação das novas telhas deverá garantir impermeabilidade e estanquidade. Deve ser garantida uma pendente, de tal modo que seja garantido o escoamento das águas pluviais [35].

No entanto, os procedimentos para a reabilitação da cobertura devem passar pelos seguintes pontos [35]:

- Desmonte da telha;
- Reparação e tratamento da estrutura de madeira;
- Tratamento das zonas de ligação oxidadas;
- Aplicação da subtelha (chapas onduladas de materiais provenientes do betão, plástico e outros) – ajustam-se às telhas e permitem recolher a água da chuva;
- Aplicação da telha;
- Limpeza geral.

4.3. SOLUÇÃO DE REABILITAÇÃO DE PINTURAS E REVESTIMENTOS NO EXTERIOR

Os revestimentos das paredes das fachadas e muros devem passar pelos seguintes processos de reabilitação [35]:

- Limpeza dos muros e paredes com recurso a jato de areia e jato de água sob pressão ou com uma escova de fio de aço (para superfícies pequenas), para remover todos os pedaços de reboco que se encontrem soltos ou deteriorados;

- Picagem dos restantes elementos onde a aplicação dos jatos de areia e água não foi totalmente eficaz para a remoção definitiva do reboco deteriorado;
- Reparação de fendas e fissuras existentes nas paredes e aplicação de nova camada de reboco, com recurso a argamassas apropriadas;
- Reparação de lambrins e limpeza de graffiti quando existam nas paredes a reabilitar;
- Por fim, procede-se à pintura das paredes e muros reabilitados.

A figura 55 é composta por três equipamentos / ferramentas de limpeza imprescindíveis em revestimentos exteriores.

Jato de areia:



Jato de água:



Escova de fio de aço:



[Fonte: PrJateamento, n.d.]

[Fonte: Lp Compressores, n.d.]

[Fonte: Ferramentas Gerais, n.d.]

Figura 55 – Equipamentos / ferramentas de Limpeza de Revestimentos Exteriores

4.4. SOLUÇÃO DE REABILITAÇÃO DE PEITORIS

Os peitoris têm como função dar apoio às janelas e minimizam a entrada de água pelas janelas e escorrências nas fachadas onde estão colocados.

Para a correta reabilitação de peitoris deve-se atender a dois passos fundamentais [35]:

- Verificar quais os peitoris degradados e removê-los;

- Colocação de novos peitoris –de preferência em cantaria com duas pingadeiras laterais. Devem ter uma pendente entre 2% e 5% para o exterior, garantindo uma projeção horizontal com pingadeira de 3 a 4 cm. Por cima da pedra de cantaria deve ser aplicado um produto hidrófugo, que confira proteção contra as humidades.

4.5. SOLUÇÃO DE REABILITAÇÃO DE ELEMENTOS METÁLICOS / ELEMENTOS DE FERRO

A principal patologia associada a elementos metálicos é a corrosão. É preciso revestir metalicamente para atenuar o efeito da corrosão.

Segundo Fernandes (2014), *“Nestes elementos, o ferro é o material base e pode aparecer sob a forma protegida ou sob a sua forma natural. A forma mais eficaz de combater a corrosão destes elementos é apostar na sua prevenção, eliminando ou minimizando as principais causas da sua ocorrência”* [35].

Os procedimentos a efetuar para a reabilitação de elementos metálicos são os seguintes [35]:

- Limpeza com jato de areia e jato de água sob pressão para remover a ferrugem;
- Lavagem de todas as superfícies metálicas / de ferro com soluções de inibidores;
- Pintura dos elementos metálicos / de ferro – deve-se recorrer a um esmalte de poliuretano e, de seguida, a um primário epóxico.

4.6. SOLUÇÃO DE REABILITAÇÃO DE VÃOS ENVIDRAÇADOS

Os vãos envidraçados são o principal elemento de regulação da temperatura ambiente no interior dos edifícios. São compostos por um sistema de caixilharia, vidros e sombreamento.

Estes elementos quando degradados perdem a função de regularizar a temperatura, assim como as perdas e ganhos de calor que ocorrem através da sua superfície.

Quando se reabilita um vão envidraçado deve-se ter especial atenção à escolha do vidro (um vidro múltiplo – duplo ou triplo – protege mais do que apenas um vidro simples). A caixilharia serve para fechar e garantir a operacionalidade dos vãos. Uma caixilharia mal dimensionada torna o ambiente escuro, muito frio no inverno e muito quente no verão [35].

Assim, os vãos envidraçados devem passar pelos seguintes processos de reabilitação [35]:

- Remoção dos vãos antigos e assentamento de novos;
- Aplicação de um autocolante protetor em edifícios de serviços, como escritórios, hospitais e escolas. Esse autocolante deve ser translúcido, de alta aderência e de longa duração. Deve ser colocado pelo interior dos vãos envidraçados;
- Substituição de estores avariados, para garantir maior conforto térmico.

A figura 56 mostra um pormenor de uma vão envidraçado num edifício reabilitado.



Figura 56 – Vão envidraçado em edifício reabilitado
[Fonte: Saint-Gobain, 2013]

4.7. SOLUÇÃO DE REABILITAÇÃO DE BETÃO ARMADO

Na reabilitação de betão armado devem ser reparados os elementos com exposições visíveis, tais como armaduras de vigas, varandas/marquises e pilares. As armaduras deverão ser tratadas com uma argamassa de cimento anticorrosiva [35].

Os procedimentos a efetuar para a reabilitação de betão armado são os seguintes:

- Aplicação de jato de água e areia sob pressão – Para remoção de todos os elementos soltos e deteriorados [35; 41];
- Preparação do suporte – Caso o jato de água não remova todos os elementos soltos, procede-se à remoção até atingir um nível de suporte sólido, resistente e áspero recorrendo à picagem dos elementos, de modo a que a superfície fique limpa de qualquer tipo de partículas. A picagem nas armaduras faz-se a uma profundidade de um centímetro para proteção anticorrosiva [35; 41];
- Tratamento das armaduras–Depois de efetuada a limpeza deverá usar-se uma argamassa à base de cimento, monocomponente, melhorada com resina sintética e sílica de fumo usada como proteção anticorrosivas armaduras e como promotor de aderência no sistema de argamassas para reparação de betão [42];
- Aplicação de argamassa de reparação–Em todas as zonas onde foi removido o betão devem ser preenchidas com argamassa de reparação à base de cimento e resinas sintéticas. A aplicação deve ser efetuada a fresco, de modo a que o primário de aderência não endureça. Por fim, deve-se regularizar a superfície com uma argamassa semiflexível e impermeável [35; 41];
- Proteção adicional com inibidor de corrosão – Serve para retardar o início da corrosão nas armaduras [35];
- Barramento de proteção com um produto adequado ao efeito [35].

4.8. TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO *IN SITU*

Existem variadas técnicas de diagnóstico *in situ*. Segundo Ferreira, estes ensaios podem ser classificados de [30]:

- Grau de destruição que provocam (destrutivas, semi-destrutivas e não destrutivas);
- Existência ou não de solicitação artificial (passivas, também designadas de não invasivas, e ativas, também designadas de invasivas);
- Princípios em que se baseiam (mecânicos, elétricos, magnéticos, eletromagnéticos, eletroquímicos, ultra-sônicos, radioativos, sensoriais, térmicos, químicos, eletroquímicos, entre outros);
- Tipo de resultados obtidos (propriedades a avaliar);
- Tipo de tecnologia utilizada (baixa ou alta tecnologia);
- Objetivos principais (exemplo: resistência, durabilidade, geometria);
- Elementos a que se aplicam (exemplos: revestimento, suporte, ambos);
- Atividades em que intervêm (controlo da qualidade, inspeção de edifícios, verificação da aplicação de regulamentos, entre outros).

No anexo III encontram-se seis fluxogramas resumo, que contêm as principais técnicas *in situ*.

Em seguida, descrevem-se os principais ensaios utilizados *in situ*, que são caracterizados por constituírem um importante meio auxiliar à inspeção visual [30]:

- Avaliação do risco de corrosão ativa das armaduras através da medição da resistividade do betão;
- Comparador e medidor óptico de fissuras;
- Detecção de delaminações superficiais por percussão, arrastamento de correntes ou aparelhos de rodas dentadas;
- Determinação *in situ* do teor de cloretos de betão;
- Ensaio expedito para determinação da permeabilidade aparente do betão ao ar e à água;
- Ensaios de arrancamento por tração (Pull-off);

- Esclerómetro de Schmidt;
- Fissurómetro simples e mecânico;
- Higrómetros e psicrómetros;
- Humidímetros;
- Indicador de fenolftaleína;
- Kit de ensaio – Speedy (mede a humidade interior das paredes);
- Medidores de recobrimento;
- Observação boroscópica de cavidades e fendas – Boroscópio;
- Paquímetro digital ou mecânico com base de 2 ou 3 pontos (parafusos);
- Régua graduada, correijas ou extensómetros mecânicos (plástico, metal ou vidro) e extensómetros elétricos;
- Técnica dos potenciais elétricos e da resistência de polarização;
- Termómetros, termopares e termistores;
- Termogramas;
- Testemunhos;
- Tubo de Karsten.

5. MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS

Este capítulo pretende dar a conhecer as formas de preservar um edifício evitando a sua degradação precoce. É abordada a manutenção de edifícios em quatro sub-capítulos: enquadramento do tema, legislação aplicada, NZEB – Nearly Zero Energy Buildings e os vários tipos de manutenção atualmente praticados.

5.1. ENQUADRAMENTO

Em média, nos últimos cinco anos, 40% da energia consumida na União Europeia (UE) corresponde ao setor dos edifícios e 75% dos imóveis não são eficientes energeticamente [10;44].

A Diretiva 2010/31/EU - relativa ao desempenho energético dos edifícios - tem como principais focos a implementação de um sistema de certificação energética dos edifícios, edifícios com energia quase nulas (NZEB), níveis ótimos de rentabilidade energética, aumento de cerca de 20% do consumo de energia a partir de fontes de energia renováveis e aumento em cerca de 20% da eficiência energética na União Europeia [10; 44].

Portugal é um dos países da Europa onde mais se morre de frio dentro das habitações, devido à ineficiente qualidade das construções nos últimos 50 anos. Sendo Portugal um país com o melhor clima, mais dias de sol e temperaturas amenas da Europa, esse fator deveria ser um indicativo contrário [2].

As habitações construídas após 1991 passaram a reger-se pelo Regulamento das Características de Comportamento Térmico em Edifícios (RCCTE, 1991). Começou a implementar-se isolamento térmico e vidros duplos e, embora tenha havido uma melhoria significativa no conforto interior dos edifícios, a aplicação do regulamento foi considerada pouco eficiente e exigente [2].

As construções nos anos seguintes continuaram com falta de conforto térmico e sem grandes melhorias na década seguinte [2].

Em 2006, depois de a Diretiva nº 2002/91/CE ter sido transposta para a ordem jurídicancional, através de um pacote legislativo composto pelos Decretos-Lei n.º 78/2006, n.º79/2006 e n.º 80/2006 de 4 de Abril, verificaram-se significativas melhorias no conforto térmico das habitações e consequente eficiência energética em Portugal [2].

Depois de implementado um novo RCCTE e uma certificação da eficiência energética dos edifícios, a qualidade das construções em termos de conforto térmico melhorou consideravelmente [2].

Segundo a ADENE (Agência para a Energia), os certificados energéticos emitidos por classe energética para edifícios de habitação (Requisitos 2016), podem ser encontrados na figura 57.

Na avaliação efetuada, a maioria dos edifícios pertence à classe D com 30,97%. Os edifícios mais eficientes energeticamente, classe A+, registaram a menor percentagem avaliada, com 0,97%.

Sistema de Certificação Energética dos Edifícios de Habitação

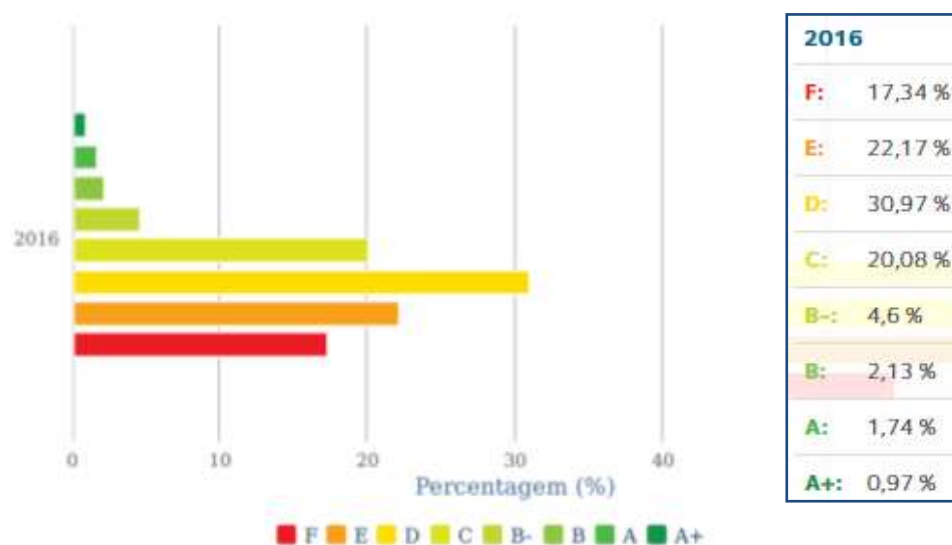


Figura 57 - Sistema de Certificação Energética dos Edifícios de Habitação (2016)

[Fonte: ADENE, 2016]

No anexo IV está representada a desagregação percentual do número de Certificação Energética, 1º trimestre de 2016.

Para além do conforto térmico, o conforto acústico é uma das principais causas de perturbação no interior das habitações. O ruído provocado pelo barulho exterior e pelos vizinhos (aquando de um apartamento) é encarado como um grave problema apontado pela maioria da população geral [2].

Para evitar ou travar esse problema, a importância do isolamento acústico assume uma prioridade nos tempos que correm. A publicação do Decreto-Lei n.º 129/2002, de 11 de Maio (Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios – RRAE), veio ajudar na diminuição deste problema. A legislação veio promover uma melhoria significativa do conforto acústico das habitações [2].

A qualidade do ar é outro fator muito importante a ter em consideração. Nos últimos anos houve uma crescente preocupação com a poluição do ar, mas essa preocupação fixou-se apenas nos problemas que o ar que inalamos nas ruas possam ter na nossa saúde, deixando de parte os problemas associados à qualidade do ar dentro dos edifícios. Cerca de 90% do dia-a-dia é passado dentro de edifícios, o que significa que os cuidados a ter com o ar interior devem ser tão ou mais importantes do que os cuidados exteriores [2].

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) elaborou estudos acerca deste tema e concluiu, que os níveis de poluentes do ar interior podem ser duas a cinco vezes superiores aos do ar exterior [2].

A ineficiente qualidade do ar interior tem causado graves problemas, tais como doenças respiratórias, alergias, irritações nos olhos, nariz e garganta provocando quebra na produtividade e bem-estar da população [2].

Em 2014 foi definido pelo Conselho Europeu o aumento da eficiência energética em, pelo menos, 27% no horizonte 2030. No entanto, essa medida vai ser revista até 2020, na perspetiva de um aumento de 30% na União Europeia [44].

No setor da construção, a maior fonte de procura de energia pertence ao aquecimento e à refrigeração. Cada vez mais existe uma preocupação com os edifícios, para explorar o seu potencial em termos de eficiência energética [44].

Na definição do ciclo de vida de um edifício há que considerar determinados fatores que influenciam na degradação. Esses fatores estão presentes na fase de projeto, na construção, no uso e no nível de manutenção [44]. Na tabela 3 estão representados os principais fatores de degradação durante o ciclo de vida de um edifício.

Tabela 3– Fatores que influenciam na degradação durante o ciclo de vida de um edifício [44]
[Fonte: Autor, 2016]

Fase de Projeto	Construção	Uso
Pouca informação dada para a execução do projeto	Pouca informação dada para a execução da obra	Agentes mecânicos
Incompatibilidades de especialidades	Má supervisão	Temperatura
Má especificação de materiais	Incumprimento de prazos de execução	Agentes químicos e biológicos
	Mão-de-obra não qualificada	

5.2. LEGISLAÇÃO

A política europeia assenta em diversas Diretivas, das quais se apresentam as relacionadas com a energia [44]:

- Diretiva 2009/28/CE – Relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis;
- Diretiva 2009/125/CE – Relativa a requisitos de conceção ecológica dos produtos;
- Diretiva 2010/30/EU – Relativa à rotulagem energética;
- Diretiva 2010/31/EU – Relativa ao desempenho energético dos edifícios;
- Diretiva 2012/27/EU – Relativa à eficiência energética.

5.3. NZEB – NEARLY ZERO ENERGY BUILDING

5.3.1. DEFINIÇÃO

Este conceito NZEB denomina-se por Nearly Zero Energy Building ou “edifício com necessidades quase nulas de energia”. Um edifício NZEB possui um elevado desempenho energético, onde é necessário garantir a poupança de energia, e a produção em grande parte a partir de fontes de energia renováveis.

Devem-se combinar diversas soluções contabilizando a energia produzida, os custos e as emissões de CO₂ [45].

O Decreto-Lei 118/2013 (tradução da Directiva 2010/31/EU), foi a primeira legislação portuguesa a contribuir para os edifícios NZEB e propôs que os edifícios intervencionados ou a construir, deverão melhorar o seu desempenho energético. De acordo com este Decreto-Lei os edifícios que sejam intervencionados deverão melhorar o seu atual desempenho [45].

Cada Estado Membro deverá definir as necessidades de energia de um edifício NZEB, através da análise do desempenho atual, clima, esforço financeiro, entre outros fatores.

Os edifícios representam atualmente cerca de 40% de energia. O objetivo europeu em 2020 passa por aumentar em 20% a energia proveniente de fontes renováveis, reduzir em 20% as emissões de gases com efeito de estufa e reduzir 20% o consumo de energia na União Europeia (UE). Através da melhoria da eficiência energética nos edifícios, estima-se que os objetivos propostos pela UE poderão ser cumpridos [45].

Este conceito deverá ser interpretado como uma medida de reduzir as emissões de CO₂ e conseqüente dependência de combustíveis fósseis.

5.3.2. LEGISLAÇÃO EUROPEIA E NACIONAL

A União Europeia tem vindo a desenvolver políticas com o objetivo de diminuir as emissões de gases com efeito de estufa e assim aumentar a eficiência energética no seu parque edificado [45].

Ao longo dos anos desenvolveu diversas Diretivas, que se apresentam de seguida.

LEGISLAÇÃO EUROPEIA

- Diretiva 93/76/CEE – Relativa à limitação das emissões de Dióxido de Carbono (CO₂) para a atmosfera [46];
- A reunião do Conselho Europeu, em Maio de 2007, teve como objetivo a redução do consumo de energia em 20% até 2020. Foi aplicado um “Plano de Ação para a Eficiência Energética: Concretizar o Potencial” [47];
- Diretiva 2009/28/CE – Relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis, que fixa objetivos nacionais obrigatórios para a quota global de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final bruto de energia para o ano 2020 [48];
- Diretiva 2010/31/EU – Atualmente em vigor para o desempenho energético dos edifícios [10];
- Diretiva 2012/27/UE – Relativa à eficiência energética. Segundo a Diretiva, o objetivo de alcançar 20% de eficiência energética em 2020 não deverá ser atingido, pelo que será implementado um aumento da promoção da eficiência energética [49].

LEGISLAÇÃO NACIONAL

- Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) – Aprovado pelo Decreto-Lei nº40/90 de 06 de Fevereiro, que impôs requisitos de projeto para novos edifícios e grandes renovações [50];
- Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) – Aprovado pelo Decreto-Lei 118/98 de 07 de Maio, previne o

sobredimensionamento dos edifícios a nível da potência dos seus sistemas instalados [51];

- Duas reformulações de documentos, RCCTE pelo Decreto-Lei nº80/2006 e RSECE pelo Decreto-Lei nº79/2006, a 04 de Abril de 2006;
- Decreto-Lei 118/2013, aprovado a 20 de Agosto de 2013, transpõe a Diretiva 2010/31/EU fazendo uma revisão na legislação nacional. Passa a incluir num único diploma, o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS) [52].

O RCCTE e o RSECE são revogados.

5.3.3. EXEMPLOS DE EDIFÍCIOS NZEB

De seguida, vão ser apresentados dois exemplos, o primeiro com emissões de dióxido de carbono (CO₂) nulas situado na Dinamarca e o segundo um edifício de serviços NZEB situado em França.

Green Lighthouse – Dinamarca

É um edifício público situado em Copenhaga, Dinamarca. Tem emissões nulas de CO₂ e atualmente é sede da Faculdade de Ciências da Universidade de Copenhaga. O sol é a sua principal fonte de energia e garante temperaturas adequadas tanto no verão como no inverno. É composto por sistemas de recuperação de calor, painéis fotovoltaicos, aquecimento solar, iluminação de LED e sistema de aquecimento geotérmico [53].

A energia consumida pelo edifício é de 50% e a boa notícia é que provém de fontes renováveis [53].



Figura 58 – Green Lighthouse, Dinamarca

[Fonte: Mørk, 2009]

Green Office Meudon – França

É um edifício de serviços NZEB situado em Paris, França. O seu principal objetivo é reduzir o consumo de energia em todas as áreas. As suas fachadas são constituídas com 40% de envidraçados e 60% de superfície opaca. A ventilação natural é conseguida através do bom desempenho energético, bom desempenho acústico, espaços de trabalho abertos, grandes pátios e terraços de madeira [54].

O sistema de gestão de energia é garantido através da iluminação LED com temporizadores, persianas automatizadas nas fachadas, gestão da água com sensores nas torneiras e escritórios com lâmpadas de baixo consumo e detetores de presença [54].



Figura 59 - Green Office Meudon

[Fonte: Green Office, 2014]

5.4. TIPOS DE MANUTENÇÃO

Segundo Hormigo, “os diversos tipos de manutenção podem ser também considerados como políticas de manutenção, desde que a sua aplicação seja o resultado de uma definição da gestão ou da política global da instalação”.

Atualmente são classificados seis tipos de manutenção [43]:

- Manutenção corretiva não planeada;
- Manutenção corretiva planeada;
- Manutenção preventiva;
- Manutenção preditiva;
- Manutenção detetiva;
- Engenharia de manutenção.

Quando um equipamento apresenta um defeito ou um desempenho inferior ao esperado, a atuação sobre ele representa uma manutenção corretiva. A sua principal função é corrigir ou restaurar as funcionalidades perdidas de um equipamento ou sistema.

Na manutenção corretiva, quer planeada quer não planeada, o desperdício de peças ronda os 20% [43].

5.4.1. MANUTENÇÃO CORRETIVA NÃO PLANEADA

Este tipo de manutenção caracteriza-se pela correção da falha de forma aleatória e ocorre por haver uma falha inesperada ou um desempenho menor que o esperado. Tem custos elevados, quer pela perda de qualidade, quer pelos elevados custos indiretos associados. Caso uma empresa baseie a maior parte da sua manutenção corretiva do tipo não planeada, a empresa perde competitividade, em comparação com empresas que efetuam outros tipos de manutenção [43].

5.4.2. MANUTENÇÃO CORRETIVA PLANEADA

Em comparação com o tipo de manutenção anterior, é sempre mais seguro planejar um trabalho e envolve custos mais baixos. Uma correção planeada baseia-se em manter em funcionamento um equipamento até que a quebra ocorra. No entanto, pode-se planejar o que fazer quando a falha ocorrer e assim poupa-se tempo e dinheiro.

A adoção deste tipo de manutenção permite um melhor planeamento dos passos a efetuar numa quebra, existência de peças de reserva e maior segurança [43].

5.4.3. MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A manutenção preventiva tem como principais objetivos para além de, como o nome indica prevenir, também se dedica a reduzir, evitar a quebra de desempenho e a ocorrência de falhas, com intervalos de tempo estabelecidos e com um plano pré-definido.

No caso de se realizarem duas intervenções preventivas e ocorrer falha entre ambas, é necessário realizar uma intervenção corretiva [43].

Quando se utiliza a manutenção preventiva deve-se considerar vários fatores, entre os quais se destacam [43]:

- Em sistemas complexos de operação contínua;
- Quando a manutenção preditiva não é possível;
- Quando há riscos ambientais;
- Fatores relacionados com a segurança de pessoas, instalações e operações, quando as implicações das falhas sejam elevadas.

5.4.4. MANUTENÇÃO PREDITIVA

A manutenção preditiva efetua-se em função de modificações de parâmetro de condição ou de desempenho, realizado de forma sistemática.

Tem como objetivos a prevenção de falhas nos equipamentos ou sistemas, cujas verificações e medições são realizadas com o equipamento em operação.

Quando é necessário efetuar uma intervenção significa que o grau de degradação se aproxima do fim e a intervenção a realizar é uma manutenção corretiva planeada [43].

Para se adotar este tipo de manutenção os equipamentos, sistemas ou instalações devem permitir uma monitorização, desde que as suas causas o permitam e a sua progressão possa ser acompanhada, através de um programa de acompanhamento sistematizado. Consequentemente, a análise e o diagnóstico devem ser corretamente realizados [43].

5.4.5. MANUTENÇÃO DETETIVA

Este tipo de manutenção iniciou-se na última década do século XX. Tem como principal objetivo detetar falhas ocultas e efetuar as devidas correções, mantendo a operação.

Na manutenção detetiva os sistemas não são colocados fora de serviço, mas sim analisados por especialistas, com o objetivo de verificar se um sistema de proteção ainda funciona. São utilizados para a verificação computadores, sistemas digitais e software [43].

5.4.6. ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO

Segundo Hormigo, a engenharia de manutenção tem como objetivos *“procurar as causas de mau desempenho, intervir a montante no projeto e interferir tecnicamente no departamento de compras”*, e para isso utiliza benchmarks para nivelamento com as melhores práticas [43].

Os diferentes tipos de manutenção estabelecem relações entre si, como se observa na figura seguinte (figura 60):

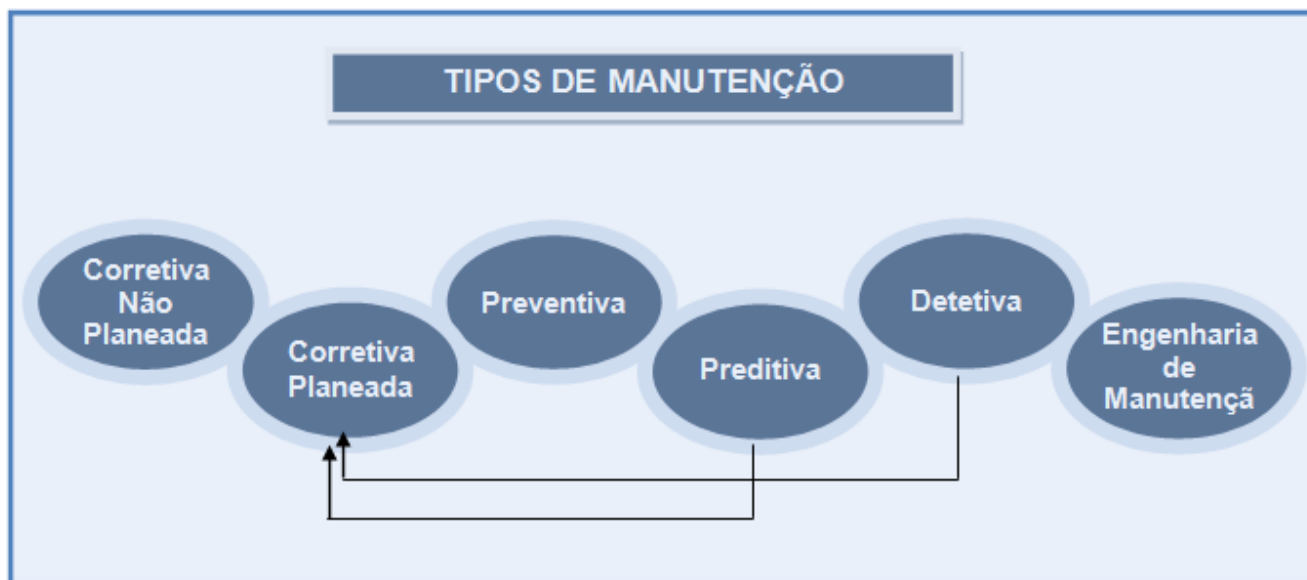


Figura 60 - Tipos de Manutenção

[Fonte: Autor, 2016]

6. ANÁLISE ESTATÍSTICA DE UM INQUÉRITO

Foi realizado um inquérito durante os meses de julho e agosto de 2016, que contou com a participação de 125 (cento e vinte e cinco) pessoas. O objetivo do inquérito foi avaliar o conhecimento dos cidadãos sobre questões da reabilitação e manutenção de edifícios. No anexo V encontra-se o inquérito completo com todas as questões abordadas e no anexo VI gráficos circulares e gráficos de barras com as respostas.

67 dos participantes (53,6%) do inquérito têm idades compreendidas entre 18 – 25 anos.

Dividindo em género, 65 pessoas (52%) são do sexo masculino e 60 do sexo feminino (48%). A grande maioria dos inquiridos residem no distrito de Lisboa (86 pessoas - 68,8%) e do número total de inquiridos 60 pessoas dizem ter uma formação profissional ao nível da licenciatura do ensino superior (cerca de 48%).

Após algumas questões introdutórias abordou-se, em seguida, o tema da “Reabilitação Em Portugal”.

A esmagadora maioria dos inquiridos acha importante a reabilitação em Portugal, no sentido de conservar o património português deixado pelos nossos antepassados (122 pessoas – 97,6%).

Em seguida, foi abordada uma questão sobre qual a primeira medida a tomar na área da reabilitação e as respostas foram mais variadas que as anteriores. Depois de compilada a formação as respostas basearam-seem:

- Investir na formação na área da reabilitação;
- Conservar o património histórico e reabilitá-lo em caso de necessidade;
- Levantamento dos edifícios com capacidade de serem reabilitados a nível nacional, regional e local. Criação de uma base de dados com esses edifícios e começar a projetar a reabilitação dos mais críticos;
- Ajustar a regulamentação/legislação a uma verdadeira política de preservação/reabilitação de património edificado e histórico;
- Benefícios à reabilitação;

- Conseguir verbas para a reabilitação do património, que é atraído todo o ano pela visita do turismo e sensibilizar a população para colaborar nos cuidados a ter com o nosso património;
- Manter as características iniciais do edifício, e usar materiais semelhantes aos existentes, para não se perder o conceito nem a história;
- Prevenir uma construção massificada em redor dos mesmos, dando preferência a espaços verdes.

Depois, foi questionado se devem ser conservadas as fachadas dos edifícios, mantendo o traçado original, e reconstruir o seu interior e as respostas não variaram muito, sendo que 121 inquiridos responderam que sim e apenas 4 acham que não deve ser feito assim.

Quando se reabilita os edifícios, cerca de 56 pessoas (44,8%) acham que se deve usar técnicas e materiais originais (da época do edifício), quando disponíveis e, pelo contrário, 69 pessoas (55,2%) acham que se deve reabilitar utilizando as técnicas e materiais modernos.

Em relação aos edifícios históricos – igrejas, palácios e monumentos, 118 pessoas (94,4%) acham que devem ser impedidos de demolir para a construção de um edifício novo. Quando questionados sobre o porquê dessa decisão, as respostas variaram. Foi compilada a informação e resultou em que:

- Os edifícios históricos e edifícios com valor patrimonial devem ser conservados, pois são a única coisa deixada pelos nossos antepassados;
- A cultura do país deve ser preservada, um país sem cultura é um país sem identidade;
- Porque fazem parte do património português, e são importantes na História de Portugal;
- Pelo seu valor histórico, mas pode-se alterar a sua funcionalidade, já houve mosteiros a transformarem-se em universidades e palácios a tornarem-se hotéis, por exemplo;
- Porque descaracteriza o país;

- O valor histórico dos edifícios deve-se sobrepor sempre ao seu valor imobiliário;
- Normalmente, esses edifícios estão inseridos numa paisagem urbanística, que em caso de construção de um edifício novo, irá desfigurar a respetiva paisagem, mas acima de tudo considero que esses edifícios são marcos da história e que todas as gerações merecem conhecer.

Quando questionados sobre se Portugal é um país que investe na reabilitação do seu património, as respostas foram mais equilibradas com 60% dos inquiridos a dizer que não e 40% a afirmar que sim.

Depois, foi perguntado se já se depararam com edifícios históricos reabilitados ou que tenha havido uma intervenção recente, 102 pessoas (81,6%) responderam que sim e 23 (18,4%) disseram nunca terem visto um edifício histórico reabilitado.

Para os inquiridos que responderam sim, indicaram quais os monumentos onde viram essas alterações ou apenas os distritos. As respostas mais usadas foram:

- Convento de Mafra - Lisboa;
- Baixa de Lisboa;
- Basílica de Fátima - Leiria;
- Mosteiro dos Jerónimos - Lisboa;
- Arco da Rua Augusta - Lisboa;
- Palácio da Ajuda - Lisboa;
- Praça de Touros do Campo Pequeno - Lisboa;
- Convento de Cristo em Tomar - Santarém;
- Mosteiro de Alcobaça - Leiria;
- Sé de Lamego - Viseu;
- Fortaleza de Sagres - Faro;
- Cristo-Rei do Garajau - Madeira.

Para os inquiridos que responderam não, indicaram quais os edifícios históricos que necessitam de uma intervenção urgente. As respostas mais usadas foram:

- Hospital de Arroios - Lisboa;
- Palácio das Obras Novas - Azambuja;
- Farmácia no lago Camões - Lisboa;
- Edifícios antigos na região do Alentejo.

O último bloco de questões incidiu sobre o tema da “Reabilitação Na Sua Habitação”.

Foi questionada se a habitação atual dos participantes é antiga e as opiniões variaram entre 83 pessoas (66,4%) a achar que não e 42 a achar que sim (33,6%).

De seguida, foi perguntada a idade da habitação, de modo a perceber o que os inquiridos consideram antigo ou recente, relativamente à questão anterior. 48 pessoas (38,4%) dizem morar num edifício com 11-20 anos, 40 pessoas (32%) moram num edifício com mais de 30 anos, 22 pessoas (17,6%) dizem morar num edifício com 21-30 anos, 13 pessoas (10,4%) moram num edifício com 6-10 anos e 2 pessoas moram num edifício com menos de 5 anos. A maioria das pessoas inquiridas consideram que a habitação é recente para idades menores ou iguais a 21-30 anos e antigas para mais de 30 anos.

As últimas questões basearam-se em obras de reabilitação e patologias na habitação.

Cerca de 81 dos inquiridos (64,8%) consideram que a sua habitação não necessita de ser reabilitada e, pelo contrário, 44 pessoas (35,2%) acham que necessita de obras de reabilitação. Quando questionados sobre o porquê dessa decisão as respostas variaram entre:

- Está em bom estado de conservação;
- Está em boas condições, porque foi reabilitada há 3 anos atrás;

- Apesar de ser uma construção com alguma idade, ainda não atingiu o seu período de vida útil e não apresenta patologias que alertem para intervenções;
- Existem problemas de humidades e precisa de pintura;
- O edifício em si tem demasiadas fissuras e humidade;
- O telhado não se encontra em bom estado de conservação;
- Por manifestas deficiências no processo de construção de "raiz", não tendo sido cumpridos os devidos pressupostos de natureza técnica;
- Para manter o aspeto original da fachada e resolver pequenas patologias no interior;
- Visto ser um prédio antigo necessita de obras a nível de canalização, pois já demonstra algum tipo de desgaste;
- As fundações do prédio deviam ser reabilitadas, para mudar a estrutura de madeira que está degradada.

Os maiores problemas que os inquiridos encontram na habitação são infiltrações (42,4%), fendas-fissuras (36,8%), sujidade exterior (32%), falta de pintura (23,2%) e com menos frequência empolamentos, colonização biológica e destacamento de reboco.

Por fim, foi questionado o porquê de até agora não proceder a obras de resolução desses problemas e as respostas foram as seguintes: Até à data ainda não houve necessidade (31,2%), custo da reabilitação (28,8%), não sou proprietário/a da habitação onde resido atualmente (21,6%) e com menos frequência falta de oportunidade, dificuldade / tempo de duração da obra e falta de confiança em profissionais do ramo.

7. CONCLUSÕES

O presente capítulo visa efetuar uma descrição sucinta do trabalho realizado, bem como uma crítica geral da dissertação, relacionando-o com os objetivos propostos no Trabalho Final de Mestrado.

Iniciou-se o presente trabalho com uma análise geral da reabilitação versus construção nova, em Portugal.

Assim, face à atual situação económica e a uma saturação da “nova construção” verificada em Portugal, a reabilitação das construções existentes é uma necessidade a curto prazo, não só porque um dos principais problemas dos edifícios são a falta de conforto ambiental, acústico e térmico, mas também porque devido à crise, a reabilitação é encarada como uma alternativa à construção nova, sendo necessário haver uma mudança e, cada vez mais, se aposte nesta área e na reconstrução do património edificado.

Por outro lado, a necessidade crescente de procura de novas soluções no mercado de reabilitação, conduziu à introdução de novos produtos, à custa de combinação de materiais existentes, como é o caso de madeira líquida, telhas solares, isolamento de papel, vidros triplos e a utilização de nanomateriais.

De seguida, procurou-se focar a necessidade de redução de consumo de energia nos edifícios, e especificamente nos que sofrem operações de reabilitação. Entende-se que, para a reabilitação atingir o sucesso desejado, deverá ter em conta a redução do consumo de energia. Abordou-se o tema da eficiência energética como meta a atingir nos países da União Europeia. De facto, uma das principais preocupações a nível global prende-se com a gestão de recursos energéticos. Na segunda metade do séc. XX, verificou-se um aumento do consumo de energia devido à expansão do setor da construção, o que levou a União Europeia a desenvolver duas Diretivas (Diretiva 31/EU/2010 e Diretiva27/EU/2012), transpondo-se depois para a

legislação nacional no Decreto-Lei 118/2013, para tentar travar o excesso de energia consumida.

Nos edifícios em Portugal, é fundamental a melhoria da eficiência energética para a sustentabilidade energética do país, uma vez que, em Portugal, tal como na Europa, os edifícios são responsáveis por cerca de 40% do consumo de energia. Recentemente surgiu o conceito NZEB – Nearly Zero Energy Building ou “edifício com necessidades quase nulas de energia”. Um edifício NZEB possui um elevado desempenho energético, onde é necessário a produção e poupança de energia, em grande parte a partir de fontes de energia renováveis. Já existem atualmente edifícios públicos e edifícios de serviços NZEB com emissões de dióxido de carbono nulas.

Inseriu-se um capítulo referente à classificação de edifícios de habitação, num contexto histórico.

Um exemplo “extremo” de reabilitação/reconstrução ocorreu, em Lisboa, após o sismo de 1755 e constituiu um ponto de viragem da malha urbana da cidade. A cidade foi vista e pensada de uma outra forma, mais organizada e simétrica, deixando para trás os edifícios irregulares, com andares de ressalto, falta de higiene e segurança, dando lugar a edifícios simétricos, ruas largas, fachadas em alvenaria de pedra e com construção anti-sísmica. Para reabilitar um edifício é necessário enquadrar o edifício em estudo numa classificação existente, como é o caso da classificação de edifícios de habitação por períodos do LNEC:

- Edifícios de Alvenaria de Pedra (anteriores a 1755);
- Edifícios de Alvenaria Pombalinos e Similares (1755 – 1870);
- Edifícios de Alvenaria do Tipo Gaioleiro (1870 – 1930);
- Edifícios Mistos de Alvenaria e Betão Armado (1930 – 1940);
- Edifícios de Betão Armado preenchidos com grande percentagem de Alvenaria de Tijolo (1940 – 1960);
- Edifícios de Betão Armado da última fase (1960 – atualidade).

Desenvolveu-se um capítulo sobre patologias correntes de edifícios, tendo-se considerado as patologias dos seguintes materiais:

- Betão Armado:
 - Fissuração do betão à superfície;
 - Corrosão das armaduras;
 - Carbonatação do betão;
 - Delaminação do betão, devido à oxidação das armaduras.
- Madeira:
 - Degradação da madeira;
 - Envelhecimento da madeira;
 - Apodrecimento, devido à água em excesso;
 - Ataque de agentes xilófagos (fungos e insetos);
 - Deformação excessiva;
 - Fendilhação;
 - Fogo/combustão.
- Alvenaria:
 - Fendas estruturais;
 - Infiltrações de água;
 - Degradação dos materiais de alvenaria (pedras, tijolos e materiais da junta);
 - Desaparecimento dos materiais de juntas;
 - Colonização biológica;
 - Sujidades;
 - Descolagem e desprendimento de placas.

Quando se reabilita um edifício deve-se ter em conta o seu valor histórico e enquadrar a solução à época do edifício, a fim de se poder projetar e realizar a intervenção da forma mais adequada. A noção de sustentabilidade aborda conceitos relacionados com a preservação de valores culturais, proteção ambiental e vantagens económicas.

Deve ser seguida uma metodologia para identificar as patologias num edifício, passando por realizar vistorias ao edifício, estudo de documentação técnica e histórica disponibilizada, a fim de procurar recolher o mais detalhadamente possível todas as informações essenciais para o estudo a realizar.

A maioria das patologias identificadas nos edifícios de habitação e edifícios de serviços deve-se ao envelhecimento dos materiais, falta de manutenção e de conservação e à inexistência de intervenções anteriores. As causas das patologias podem ter diferentes origens e devem ser analisadas por técnicos especializados. Uma correta identificação das causas permite aumentar em muitos anos a vida útil de uma habitação se for bem reabilitada.

Outro tema desenvolvido no presente trabalho foi a manutenção de edifícios. Apresentaram-se os diversos tipos de manutenção, considerados como políticas de manutenção. Foram considerados:

- Manutenção corretiva não planeada;
- Manutenção corretiva planeada;
- Manutenção preventiva;
- Manutenção preditiva;
- Manutenção detetiva;
- Engenharia de manutenção.

Entendeu-se interessante realizar um inquérito sobre o conhecimento do público sobre questões de reabilitação e manutenção de edifícios. Esse inquérito, realizado durante os meses em que a tese foi produzida, teve como objetivo avaliar o conhecimento dos cidadãos sobre questões da reabilitação e manutenção de edifícios. No geral, a população entende e percebe o conceito da reabilitação descrevendo as principais patologias de alguns dos mais importantes edifícios históricos nacionais.

A elaboração deste trabalho serviu para aprofundar os meus conhecimentos relativamente aos seguintes temas:

- reabilitação de edifícios, matéria generalizadamente estudada ao longo do curso de engenharia civil;
- manutenção de edifícios;
- eficiência energética de edifícios.

Como principais dificuldades, refiro a falta de elementos estruturados sobre eficiência energética, para além das diretivas europeias e decretos-leis, consultados.

No que se refere à manutenção de edifícios, há muita informação dispersa, generalista, sem um foco assertivo nos tipos de manutenção e sua aplicabilidade.

Como desenvolvimento futuro propõe-se o estudo aprofundado de aplicação de nanomateriais na reabilitação de edifícios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFIA

- [1] APPLETON, JOÃO. (2011). A Sustentabilidade nos Projectos de Reabilitação de Edifícios. *ENEC 2011: Encontro Nacional de Engenharia Civil*.
http://www.ordemengenheiros.pt/fotos/dossier_artigo/jappleton8831143814ddf7a812e105.pdf, acedido a 20/05/2016 às 11h.
- [2] LOPES, T.F.C.T. (2010). *Trabalho de Dissertação – Reabilitação Sustentável de Edifícios de Habitação*. Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na FCT-UNL.
https://run.unl.pt/bitstream/10362/4138/1/Lopes_2010.pdf
- [3] CÓIAS, VÍTOR. (2009). Reabilitação Urbana: O Sector da Construção Não Está Preparado. GECORPA.
<http://www.gecorpa.pt/Upload/SalaImprensa/RegimeJurReabUrb.pdf>,
acedido a 20/05/2016 às 15h.
- [4] INE – Instituto Nacional de Estatística. (Edição 2016). Estatísticas da Construção e Habitação 2015. Estatísticas Oficiais. Publicado a 18/07/2016.
https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=265140997&PUBLICACOESmodo=2, acedido a 21/07/2016 às 10h.
- [5] European Commission. Press Release Database. (2015). O que são nanomateriais? Comissão Europeia abre novos caminhos com uma definição comum.
http://europa.eu/rapid/press-release_IP-11-1202_pt.htm, acedido a 23/05/2016 às 11h.

- [6] ALBUQUERQUE, CARLOS. DW – Made for Minds. (2006). Novos materiais tornam a construção mais atraente. <http://www.dw.com/pt/novos-materiais-tornam-a-constru%C3%A7%C3%A3o-mais-atraente/a-1914153>, acessido a 23/05/2016 às 12h.
- [7] PEACH, JOE. This Big City. (2013). Cinco materiais sustentáveis que podem mudar a construção civil. <http://thisbigcity.net/pt-br/cinco-materiais-sustentaveis-que-podem-mudar-a-construcao-civil/>, acessido a 23/05/2016 às 16h.
- [8] ABB – Power and Productivity for a better world™. [Online]. <http://www.abb.pt/cawp/gad02465/2b3c924005b71e1dc125795c003fd388.aspx>, acessido a 24/05/2016 às 11h.
- [9] BARROSO, JOSÉ MANUEL DURÃO. (2012). [Online]. Conselho Europeu Informal. *Europa 2020: Estratégia para um crescimento e emprego sustentáveis*. <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2012/PT/1-2012-433-PT-F1-1.Pdf>, acessido a 24/05/2016 às 11h.
- [10] Diretiva 2010/31/EU Do Parlamento Europeu e Do Conselho de 19 de Maio de 2010 Relativa ao Desempenho Energético dos Edifícios. (2010). Págs. L 153/13 – págs. L 153/35. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:PT:PDF>, acessido a 21/07/2016 às 15h.
- [11] Decreto-Lei 118/2013 de 20 de Agosto. (2013). Págs. 4988 – 5005. <https://www.academiaadene.pt/download/pt/decreto-lei-n-1182013-de-20-de-agosto.pdf>, acessido a 21/07/2016 às 15h.
- [12] Temas de História – Reconquista Cristã.

- <http://www.hgp.pt/files/A%20RECONQUISTA.pdf>, acessido a 30/05/2016 às 15h.
- [13] COSTA, F. & MARQUES, A. (2015). Livro História e Geografia de Portugal – 5º Ano. Editora: Porto Editora. Págs. 42 – 45 e 79 – 88.
- [14] INE – Instituto Nacional de Estatística. (Edição 2012). Censos – Resultados definitivos. Região Lisboa – 2011.
http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=ine_censos_publicacao_det&menuBOUI=13707294&contexto=pu&PUBLICACOESpub_boui=156651739&PUBLICACOESmodo=2&selTab=tab1, acessido a 30/05/2016 às 10h.
- [15] INE – Instituto Nacional de Estatística. (Edição 2012). Censos – A maior fonte de informação nacional sobre a população, a família e a habitação. Lisboa – 2011.
http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=censos2011_apresentacao&xpid=CENSOS, acessido a 30/05/2016 às 11h.
- [16] Blogue de Lisboa. (Edição 2009). Sobre a Bandeira de Lisboa. Publicado a 08/05/2009.
<http://delisboa.blogspot.pt/2009/05/sobre-bandeira-de-lisboa.html>, acessido a 31/05/2016 às 11h.
- [17] MARQUES, A. H. DE OLIVEIRA. (n.d.). Enquadramento Histórico Lisboa.
http://www.urv.cat/dgeo/media/upload/arxiu/Lisboa/02_encuadre_historico.pdf, acessido a 23/05/2016 às 12h.
- [18] Apontamentos Retirados das Aulas da Unidade Curricular: *Reabilitação de Edifícios e Monumentos (REM)*. ISEL.

- [19] LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Departamento de Estruturas. *Núcleo de Engenharia Sísmica e Dinâmica de Estruturas*. [Online].
<http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE/divulgacao/tectonica.html>,
acedido a 02/06/2016 às 15h.
- [20] Jornal Expresso. (2009). Sismos em Portugal: *Sismos históricos em Portugal*. [Online]. Publicado a 17/12/2009 às 13h50.
http://expresso.sapo.pt/dossies/dossiest_atualidade/dos_sismos_portugal/sismos-historicos-em-portugal=f553574,
acedido a 02/06/2016 às 17h.
- [21] LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Departamento de Estruturas. *Núcleo de Engenharia Sísmica e Dinâmica de Estruturas*. [Online].
http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE/divulgacao/Edif_ant_1755.html,
acedido a 06/06/2016 às 15h.
- [22] GOMES, R.N. (2011). *Trabalho de Dissertação – Sistema Estrutural de Edifícios Antigos de Lisboa – Os Edifícios “Pombalinos” e os Edifícios “Gaioleiros”*. Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil no IST-UTL.
<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395143180716/dissertacao.pdf>
- [23] CÉU. (n.d.). *Trabalho de Dissertação – A História do Terramoto de 1755*. Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil no IST-UTL.
https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395137857471/Tese_C%C3%A9u_IMPRIMIR_ENTREGA_FINAL.pdf,
acedido a 14/06/2016 às 10h e 17/06/2016 às 15h.
- [24] MASCARENHAS, JORGE. (2005). *Sistemas de Construção, Volume V. O Edifício de Rendimento da Baixa Pombalina de Lisboa. Materiais Básicos: O Vidro*. Livros Horizonte.

- [25] BRANCO, FERNANDO. A Evolução das Construções. Coordenação de prof. Jorge de Brito, Eng. Pedro Vaz Paulo e Eng. João Pedro Correia. Departamento de Engenharia Civil. GESTEC. IST – UTL.
<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779571285897/HISTIEC.pdf>,
f, acessido a 25/05/2016 às 10h e 21/06/2016 às 10h.
- [26] COLAÇO, ROGÉRIO. (2005) Materiais de Construção – Guia de Utilização: *Arquitetura e vida, engenharia e vida*. Aço. [Online].
https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779572048092/Aco_GuiaMateriais.pdf,
acessido a 24/06/2016 às 11h.
- [27] LOPES, NUNO LACERDA. (2011) Materiais de Construção – Betão. [Online]. FAUP – Laboratório de Construção da Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto.
https://cld.pt/dl/download/587dc16a-f5e4-4e75-8782-ef84f4a74660/Constru%C3%A7%C3%A3o%20em%20Bet%C3%A3o/Trabalho%20Alunos/G33_betao.pdf,
acessido a 27/06/2016 às 15h.
- [28] APPLETON, JOÃO. (2003). Livro *Reabilitação de Edifícios antigos: Patologias e tecnologias de intervenção*. Edições Orion.
- [29] BARROS, CAROLINA. APO – Introdução Aos Materiais De Construção E Normalização. [Online].
<https://edificacoes.files.wordpress.com/2010/04/apo-rev-evolucao-dos-materiais.pdf>,
acessido a 29/06/2016 às 15h.
- [30] FERREIRA, J.A.A. (2010). *Trabalho de Dissertação – Técnicas de Diagnóstico de Patologias em Edifícios*. Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na FEUP.
<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58880/1/000141489.pdf>
- [31] CÓIAS, Vítor. (2006). *Inspeções e Ensaios na Reabilitação de Edifícios*. Lisboa, IST PRESS.

- [32] FARINHA, Manuel Brazão. *Apontamentos da Unidade Curricular: Reabilitação de Edifícios e Monumentos (REM)*. ISEL.
- [33] InovaDomus – Revestimentos & Impermeabilização De Coberturas Cerâmicas Inclinadas. *Projeto: “Cooperar para Reabilitar”*. [Online].
<http://www.inovadomus.pt/cooperar/wp-content/uploads/2013/07/01guia.pdf>, acedido a 04/07/2016 às 12h.
- [34] PIRES, J.S.L. (2009). *Trabalho de Dissertação – Metodologia de Reabilitação de Clarabóias Antigas no Centro Histórico do Porto*. Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na FEUP.
<http://paginas.fe.up.pt/~jmfaria/TesesOrientadas/MIEC/MethodReabilitClarabAntigas.pdf>
- [35] FERNANDES, A.S.C. (2014). *Trabalho Final de Estágio – Reabilitação do Edifício do Centro de Saúde da Parede, do Ministério da Saúde*. Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil no ISEL.
<http://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/4352/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>
- [36] CHAVES. A.M.V.A. (2009). *Trabalho de Dissertação – Patologia e Reabilitação de Revestimentos de Fachadas*. Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na EE – UM.
<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/10764/1/Tese%20Final%20ana%20chaves.pdf>, acedido a 26/07/2016 às 11h.
- [37] SANTOS, A.J.C. (2012). *Trabalho de Dissertação – Sistema de Inspeção e Diagnóstico de Caixilharias*. Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Militar no IST – UTL.

https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395144698209/Disserta%C3%A7%C3%A3o_AlbertoSantos_70898.pdf, acessido a 29/06/2016 às 11h.

- [38] FARIA. J.M.L. (2014). *Trabalho Final de Estágio – Reabilitação do Centro de Saúde de Caldas da Rainha, do Ministério da Saúde*. Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil no ISEL.
<http://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/4675/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>
- [39] CRUZ. H.M.A. (2009). *Patologias em Pavimentos e Coberturas de Edifícios*. Universidade do Minho.
https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/12745/1/Porto_2009.pdf, acessido a 01/08/2016 às 10h.
- [40] APPLETON, JOÃO. (2002). *Estudos de Diagnóstico em Edifícios. Da Experiência à Ciência. A Intervenção no Património. Práticas de Conservação e Reabilitação*. Porto, FEUP.
- [41] MENDES, H.M.S. (2015). *Trabalho Final de Estágio – Reabilitação do Centro de Sete Rios, do Ministério da Saúde*. Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil no ISEL.
<http://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/4467/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>
- [42] Catálogo da Sika Monotop 910 S. *Agente de aderência e proteção anticorrosiva para armaduras*.
http://prt.sika.com/pt/solutions_products/document_download_area/construction_download/fichas-de-produto--sika-m.html, acessido a 09/08/2016 às 12h.

- [43] HORMIGO, JOÃO. (2016). *Manutenção Técnica de Edifícios*. Pós-Graduação - Facility Management. ISEL.
- [44] HORMIGO, JOÃO. (2015). Energia – Comissão Europeia. Up Dates. ISEL.
- [45] DUARTE, R.A.F. (2014). *Trabalho Final de Mestrado – Reabilitação De Edifícios com Novas Tendências NZEB – Caso de Estudo – Edifício de Serviços em Setúbal*. Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil no ISEL.
- [46] Diretiva 93/76/CEE do Conselho de 13 de Setembro de 1993 relativa à limitação das emissões de dióxido de carbono através do aumento da eficácia energética (SAVE). (1993). [Online]:
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:31993L0076&from=PT>
- [47] Diretiva 2010/31/EU Do Parlamento Europeu e Do Conselho de 19 de Maio de 2010 Relativa ao Desempenho Energético dos Edifícios. (2010). pp. L 153/13 – L 153/35.
- [48] Diretiva 2009/28/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Abril de 2009 relativa à promoção da utilização da energia proveniente de fontes renováveis que altera e subsequentemente revoga as Diretivas 2001/77/CE e 2003/30/CE. (2009). [Online]:
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:pt:PDF>
- [49] Diretiva 2012/27/EU do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de Outubro de 2012 relativa à eficiência energética. (2012). [Online]:
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:PT:PDF>

- [50] Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios, RCCTE. (2006). Pp. 2468 – 2513.
- [51] Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios, RSECE. (2006). Pp. 2416 – 2468.
- [52] Decreto-Lei 118/2013 revoga o Decreto-Lei 78/2006 (SCE), o Decreto-Lei 79/2006 (RSECE) e o Decreto-Lei 80/2006 (RCCTE).
- [53] Arch Daily – the world's most visited architecture website. (2009). *Green Lighthouse, Carbon Neutral Faculty building / Christensen & Co Arkitekter*. [Online].
<http://www.archdaily.com/43571/green-lighthouse-carbon-neutral-faculty-building-christensen-co-arkitekter>, acedido a 04/10/2016 às 19h.
- [54] GreenOffice – Positive Energy Offices. *Green Office Meudon*. (2014). [Online].
<http://www.green-office.fr/fr/realisations/meudon/overview>, acedido a 04/10/2016 às 19h.

WEBGRAFIA

- **Fontes das Figuras**

- Figura 1 <http://www.lisboaocidentalsru.pt/default.aspx?module=ArtigoDisplay&ID=77>
- Figura 2 <http://www.lisboaocidentalsru.pt/default.aspx?module=ArtigoDisplay&ID=77>
- Figura 3 <http://www.lisboaocidentalsru.pt/default.aspx?module=ArtigoDisplay&ID=77>
- Figura 4 <http://www.lisboaocidentalsru.pt/default.aspx?module=ArtigoDisplay&ID=77>
- Figura 5 https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=265140997&PUBLICACOESmodo=2

- Figura 6 https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=265140997&PUBLICACOESmodo=2
- Figura 7 https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=265140997&PUBLICACOESmodo=2
- Figura 8 https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=265140997&PUBLICACOESmodo=2
- Figura 9 <http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2014/mercado-aposta-em-telhas-solares-capazes-de>
- Figura 10 <http://isosolucao.blogspot.pt/>
- Figura 11 <https://blogvertes.wordpress.com/2012/02/16/o-vidro-na-construcao-civil/>
- Figura 12 http://ws.cgd.pt/blog/pdf/guia_edp.pdf
- Figura 13 <http://invitaminerva45.blogspot.pt/2013/08/episodios-da-nossa-historia-conquista.html>
- Figura 14 <https://www.google.pt/maps>
<http://opinioesdealgibeira.blogspot.pt/2012/11/parabens-lisboa.html>
- Figura 15 <http://delisboa.blogspot.pt/2009/05/sobre-bandeira-de-lisboa.html>
- Figura 16 <http://delisboa.blogspot.pt/2009/05/sobre-bandeira-de-lisboa.html>
- Figura 17 http://www.urv.cat/dgeo/media/upload/arxiu/Lisboa/02_en_cuadre_historico.pdf
- Figura 18 <http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE/divulgacao/tectonica.html>
- Figura 19 <http://zap.aeiou.pt/megatsunami-como-o-de-1755-pode-repetir-se-e-nao-estamos-preparados-87840>
- Figura 20 http://histgeo6.blogspot.pt/2015_11_01_archive.html
- Figura 21 <http://ensina.rtp.pt/artigo/marques-pombal-reconstrutor-lisboa/>
- Figura 22 <http://comjeitoearte.blogspot.pt/2011/11/lisboa-pombalina-reconstrucao-da-cidade.html>
- Figura 23 http://aps-ruasdelisboacomhstria.blogspot.pt/2014_10_01_archive.html
- Figura 24 <http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DED/NA/arq/ntp/vilas/1/1-3.htm>
- Figura 25 <http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DED/NA/arq/ntp/vilas/1/1-1.htm>
- Figura 26 <http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DED/NA/arq/ntp/vilas/1/1-2.htm>

Figura 27 <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/31135/1/Edificios%20Pombalinos.pdf>

Figura 28 http://mariobarradas.blogspot.pt/2011_11_01_archive.html

Figura 29 Autor – Vanessa Figueiredo Magalhães

Figura 30 Autor – Vanessa Figueiredo Magalhães

Figura 31 <http://nasza-europa.eu/harran-biblijna-wioska-przy-granicy-z-syria/>

Figura 32 <http://www.universoracionalista.org/descoberta-em-stonehenge-revolucionaria-antigas-hipoteses-sobre-construtores-do-monumento/>

Figura 33 <http://www.ideiasparadecoracao.com/casas/casa-de-madeira-antiga>

Figura 34 <https://fapemig.wordpress.com/2015/09/30/fibras-vegetais-na-construcao-civil/>

Figura 35 <http://eugostodehistoria2.blogspot.pt/2014/12/a-vida-numa-citania-ou-castro-os.html>

Figura 36

- <http://verapessota.blogspot.pt/2015/10/projeto-vai-escanear-as-piramides-do.html> - [Fonte: Blogue da Vera Pessota (Pirâmides do Egipto) – 30 de Outubro de 2015]
- <http://www.estudopratico.com.br/resumo-sobre-a-grecia-antiga/> - [Fonte: Nayla Georgia (Estudo Prático – Resumo sobre a Grécia Antiga) – 12 de Novembro de 2012]
- <http://www.estudopratico.com.br/resumo-sobre-a-historia-da-roma-antiga/> - [Fonte: Camila Albuquerque (Estudo Prático – Resumo sobre a história da Roma Antiga) – 09 de Novembro de 2012]
- <https://catracalivre.com.br/geral/viagem-acessivel/indicacao/cidades-e-destinos-turisticos-para-voce-conhecer-no-orientemedio/> - [Fonte: Rede Catraca (Cidades e destinos turísticos para você conhecer no Oriente Médio) – 06 de Abril de 2015]
- <http://circuitosvip.blogspot.pt/2015/08/o-que-e-o-romanico.html#!/2015/08/o-que-e-o-romanico.html> - [Fonte: Manuel Dias (Blogue Circuitos VIP – Portugal e Espanha) – 01 de Agosto de 2015]
- <http://blogdamamalu.blogspot.pt/2015/04/locaismosteiro-da-batalha.html> - [Fonte: Blogue A Mamã Lu – 16 de Abril de 2016]
- <http://listtenz.com/nature/7-wonders-of-the-world/> - [Fonte: Listtenz – 29 de Novembro de 2015]
- <http://www.renovacaoeli.com/2015/03/muralha-da-china-caracteristicas.html> - [Fonte: João Eli Cassab

(Blogue Renovação) – 26 de Março de 2015]

- Figura 37 <http://lisboahojeontem.blogspot.pt/2012/11/ponte-25-de-abril-ponte-salazar.html>
- Figura 38 <http://criticadaarquitectura.blogspot.pt/2012/01/edificio-sede-vodafone-barbosa-porto.html>
- Figura 39 CÔIAS, Vítor. (2006). *Inspeções e Ensaios na Reabilitação de Edifícios*. Lisboa, IST PRESS.
- Figura 40 <http://www.pintaracasa.com/2014/01/fachadas-parte-8.html>
- Figura 41 <http://construironline.dashofer.pt/?s=modulos&v=capitulo&c=1910>
- Figura 42 Autor – Vanessa Figueiredo Magalhães
- Figura 43 <http://www.inovadomus.pt/cooperar/wp-content/uploads/2013/07/01guia.pdf>
- Figura 44 <http://construironline.dashofer.pt/?s=modulos&v=capitulo&c=477>
- Figura 45 <http://assimeugosto.com/decoracao-de-ambientes/claraboia/>
- Figura 46 <http://reabilitacaodeedificios.dashofer.pt/?s=modulos&v=capitulo&c=11979>
- Figura 47 <http://antropologiaeimagem.blogspot.pt/p/graffiti-wall-of-fame.html>
- Figura 48 <http://julianalahoz.com/como-evitar-eflorescencias-encontradas-em-rejuntas-e-revestimentos/>
- Figura 49 <http://abdulcorretorlopes.blogspot.pt/2013/04/diferencas-entre-soleira-x-peitoril-e.html>
- Figura 50 Autor – Vanessa Figueiredo Magalhães
- Figura 51 Autor – Vanessa Figueiredo Magalhães
- Figura 52 Autor – Vanessa Figueiredo Magalhães
- Figura 53 <http://globalwood.com.br/reparo-de-pecas-concretadas/>
- Figura 54 <http://www.construeficiencia.com.br/aluguelmaq/>
- Figura 55
- Jato de areia: <http://www.sitesportal.com.br/anuncios/luvas-de-gabinete-de-jateamento-jato-de-areia-blusao-calca-para-jatista-saco-coletor-de-po-para-gabinetes-filtros-de-manga-coletores-marcenaria-widia-de-gabinete-metal-duro-maquinas-e-equipamentos-prjateamento-bo-esperanca-do-sul-sp-sao-paulo>
 - Jato de água: <http://lpcompressores.com.br/portal/lava-jato-j6800-jacto/jato-de-agua-j6800-jacto/>
 - Escova de fio de aço: <http://www.fg.com.br/produto/escova-manual-aco-16x4mm-fio-040mm-cabo-madeira/6554717?boxSkuld=6554717>

- Figura 56 http://transparencias.info/out2013_PT_citav.html
- Figura 57 <http://www.adene.pt/indicador/certificados-energeticos-emitidos-por-classe-energetica-para-edificios-de-habitacao>
- Figura 58 <http://www.archdaily.com/43571/green-lighthouse-carbon-neutral-faculty-building-christensen-co-arkitekter/50120a2c28ba0d558100031b-green-lighthouse-carbon-neutral-faculty-building-christensen-co-arkitekter-photo>
- Figura59 <http://www.green-office.fr/fr/realisations/meudon/overview>
- Figura 60 Autor – Vanessa Figueiredo Magalhães
- Figura 61 <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58880/1/000141489.pdf> - pág. 45
- Figura 62 <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58880/1/000141489.pdf> - pág. 46
- Figura 63 <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58880/1/000141489.pdf> - pág. 46
- Figura64 <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58880/1/000141489.pdf> - pág. 47
- Figura 65 <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58880/1/000141489.pdf> - pág. 47
- Figura 66 <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58880/1/000141489.pdf> - pág. 48
- Figura 67 Autor – Vanessa Figueiredo Magalhães
- Figura 68 Autor – Vanessa Figueiredo Magalhães
- Figura 69 Autor – Vanessa Figueiredo Magalhães
- Figura 70 Autor – Vanessa Figueiredo Magalhães
- Figura 71 Autor – Vanessa Figueiredo Magalhães
- Figura 72 Autor – Vanessa Figueiredo Magalhães
- Figura 73 Autor – Vanessa Figueiredo Magalhães
- Figura 74 Autor – Vanessa Figueiredo Magalhães
- Figura 75 Autor – Vanessa Figueiredo Magalhães
- Figura 76 Autor – Vanessa Figueiredo Magalhães
- Figura 77 Autor – Vanessa Figueiredo Magalhães
- Figura 78 Autor – Vanessa Figueiredo Magalhães
- Figura 79 Autor – Vanessa Figueiredo Magalhães
- Figura 80 Autor – Vanessa Figueiredo Magalhães
- Figura 81 Autor – Vanessa Figueiredo Magalhães

- **Fontes das Tabelas**

Tabela 1 – MASCARENHAS, J. – Sistemas de Construção V. O Edifício de Rendimento da Baixa Pombalina de Lisboa. Materiais Básicos: O Vidro. Livros Horizonte, 2005.

Tabela 2 – CÓIAS, Vítor. (2006). *Inspecções e Ensaios na Reabilitação de Edifícios*. Lisboa, IST PRESS.

Tabela 3 – Autor, Vanessa Figueiredo Magalhães.

Tabela 4 – ADENE – Sistema de Certificação Energética dos edifícios. (2016). *Desagregação percentual da classe energética dos imóveis de habitação (Certificados Energeticos - CE) e tendo por base os requisitos estabelecidos pela Portaria n.º 349-B/2013, de 29 de novembro posteriormente alterada pela Portaria n.º 379-A/2015, de 22 de outubro.*<http://www.adene.pt/sce/indicador/certificados-energeticos-emitidos-por-classe-energetica-para-edificios-de-habitacao>

ANEXOS

Anexo I – Quadro resumo que contém as anomalias mais correntes em edifícios (Quadro 1 – Anomalias Exteriores; Quadro 2 – Anomalias Interiores);

Anexo II – Quadro resumo que contém os principais fatores de anomalias muito comuns em edifícios de habitação (Quadro 3) e as principais causas de anomalias não humanas (Quadro 4);

Anexo III – Fluxogramas resumo das principais técnicas *in situ*;

Anexo IV – Desagregação percentual do número de Certificação Energética, 1º trimestre de 2016;

Anexo V – Inquérito sobre reabilitação e manutenção de edifícios;

Anexo VI – Respostas da análise ao inquérito realizado.

ANEXO I

Quadro 1 – Anomalias Exteriores

Quadro 1 - Principais anomalias e causas que ocorrem no exterior dos edifícios

[Fonte: Cóias, 2004]

ELEMENTO	ANOMALIAS	CAUSAS
Paredes Exteriores	Fendilhação, Condensação	Retração dos materiais, mau comportamento térmico, deformações na estrutura, condensação provocada por pontes térmicas
Tubos de Queda	Entupimentos, Roturas, Fugas	Falta de manutenção
Pintura	Empolamentos, Eflorescências, Escamação	Tinta permeável ou impermeável ao vapor de água (consoante os casos), humidade ascendente, infiltrações
Reboco	Empolamento, Descasque e Desintegração	Má preparação e má qualidade do suporte, falta de manutenção, presença prolongada de água no suporte, reboco inadequado ou alterado
Revestimento de Pedra	Destacamento, Fissuras e Fendas	Fixação desadequada com argamassa, juntas entre as pedras demasiado apertadas
Guarda Metálica nas Varandas	Corrosão	Deterioração dos materiais (pintura e metalização), falta de aderência da pintura
Asnas dos Telhados (Cobertura)	Degradação das propriedades mecânicas, perda de secção e de resistência	Podridão pela presença de humidade e sofrem ataques de agentes xilófagos

Beirados dos Telhados (Cobertura)	Vegetação infestante	Deficiente manutenção
Impermeabilização	Acumulação de água, Fissuração, Perfuração	Pendentes insuficientes, deformações, deficiências da camada de suporte ou da betonilha de revestimento, entrada de água para o interior da habitação
Caixilhos	Deformação, corrosão e empenamento	Má conceção, proteção insuficiente contra a corrosão, efeito de cargas verticais transmitidas pelas paredes

[Fonte: Córias, Vítor. (2004). *Guia Prático para a Conservação de Imóveis*. Lisboa, Dom Quixote]

Quadro 2 – Anomalias Interiores

Quadro 2 - Principais anomalias e causas que ocorrem no interior dos edifícios

[Fonte: Córias, 2004]

ELEMENTO	ANOMALIAS	CAUSAS
Paredes Enterradas	Infiltração	Falta de impermeabilização, fendas (devido a má qualidade do betão), juntas deficientes
Revestimento Interior das Paredes	Desagregação	Humidade proveniente do terreno em contacto com a parede, má ventilação e pontes térmicas
Revestimento de azulejos	Fissuras, Quebras, Descolagem	Argamassa de assentamento inadequada, juntas demasiado estreitas, deficiente colagem e má aderência à base
Estuque	Expansão retardada ou Pulverização, Podridão	Hidratação incompleta do gesso, humidade excessiva na parede

Reboco	Empolamento	Compressão da parede provocada por deformabilidade excessiva da laje, deficiente ligação do reboco à base.
Pavimentos de Madeira	Podridão	Presença de humidade ou ciclos de molhagem/humedecimento
Pavimentos Cerâmicos	Empolamento	Deformabilidade excessiva da laje de betão armado, insuficiência das juntas entre ladrilhos
Pavimentos Revestidos de Pedra	Deslocamento, Desgaste	Má colagem, humidade. Durabilidade reduzida do material aplicado.
Pavimentos Revestidos em Mosaico Cerâmico	Mosaicos Soltos ou Gastos	Má execução ou má qualidade. Desgaste normal
Teto Estucado	Manchas de Humidade, Eflorescências e Criptoflorescências	Fugas de canalização de água ou de esgotos, infiltrações pela cobertura

[Fonte: Cóias, Vítor. (2004). *Guia Prático para a Conservação de Imóveis*. Lisboa, Dom Quixote]

ANEXO II

Quadro 3 – Principais Fatores de Anomalias Muito Comuns em Edifícios de Habitação

Quadro 3 - Principais fatores de anomalias muito comuns em edifícios de habitação

[Fonte: Paiva, et al., 2006]

FASES	CAUSAS
Projeto e Conceção	Ausência de projeto, alteração do programa do edifício, má conceção, inadequação ao ambiente, inadequação a condicionamentos técnicos ou económicos, informação insuficiente, escolha ou quantificação inadequada das ações, modelos incorretos de análise ou de dimensionamento, pormenorização insuficiente ou deficiente, erros numéricos ou enganos de representação, seleção e especificação incorretas de materiais e técnicas construtivas
Execução	Não conformidade entre o que foi projetado e o que foi efetivamente executado, má qualidade dos materiais entregues, falta de preparação e de qualificação da mão-de-obra utilizada, manuseamento e processos de aplicação inadequados de materiais, má interpretação do projeto, ausência ou deficiente fiscalização, alterações das soluções de projeto
Utilização	Alteração das condições de utilização previstas, remodelações e alterações mal estudadas, degradação dos materiais, ausência, insuficiência ou inadequação da manutenção, alterações das condições da envolvente do edifício não previstas no projeto

[Fonte: Paiva, J., Aguiar, J., Pinho, A. (2006). *Guia Técnico de Reabilitação Habitacional*. Lisboa]

Quadro 4 – Principais Causas de Anomalias Não Humanas

Quadro 4 – Principais causas de anomalias não humanas
[Fonte: Paiva, et al., 2006]

AÇÕES	OBSERVAÇÕES	CAUSAS
Ações Naturais	Têm ações correntes, usuais e de longa duração. Consoante as condições devem ser atuadas com maior ou menor intensidade sobre as construções	Variações de temperatura e de humidade relativa, temperaturas extremas, vento, presença de sais, radiação solar, alteração das condições do solo e abaixamento do nível freático, oxidação, carbonatação, chuvas ácidas, reações eletroquímicas, bolores e outros fungos
Desastres Naturais	Têm origem em causas naturais, são de grande intensidade, rara ocorrência, efeitos geralmente mais graves e incidem em áreas mais vastas	Sismo, tsunami, tornado, tempestade marítima, tromba de água, cheia, avalanche, deslizamento de terras, erupção vulcânica, trovoadas, grande incêndio
Desastres Devido a Causas Imprevisíveis	Não têm origem em causas naturais, são de carácter mais restrito que os desastres naturais, abrangendo uma construção ou um reduzido número de construções, adoptam-se medidas cautelares para diminuir a probabilidade de ocorrência deste tipo de desastres	Fogo, explosão, choque, inundação

[Fonte: Paiva, J., Aguiar, J., Pinho, A. (2006). *Guia Técnico de Reabilitação Habitacional*. Lisboa]

ANEXO III

Em seguida, estão descritos seis fluxogramas resumo, que contêm as principais técnicas *in situ*:

Os fluxogramas seguintes (figuras 61 a 66) representam as técnicas mais usadas *in situ*, classificadas nos princípios em que se baseiam, em termos de informação recolhida e das anomalias [30].

Fluxograma 1

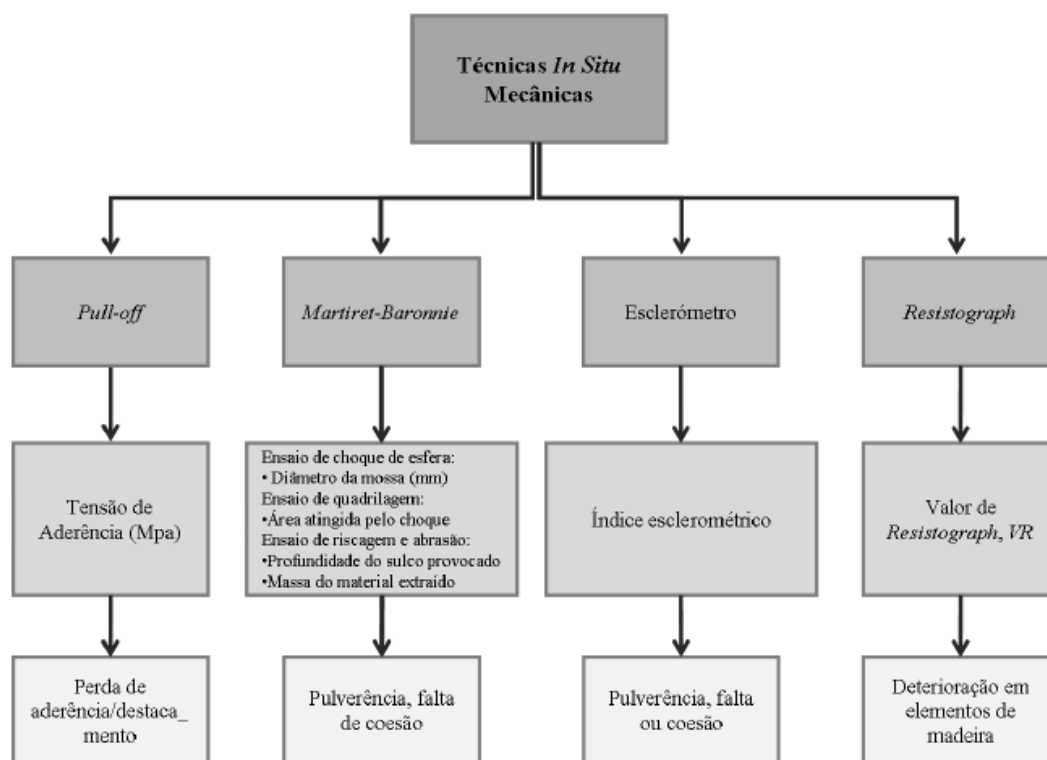


Figura 61 – Técnicas Mecânicas

Fluxograma 2

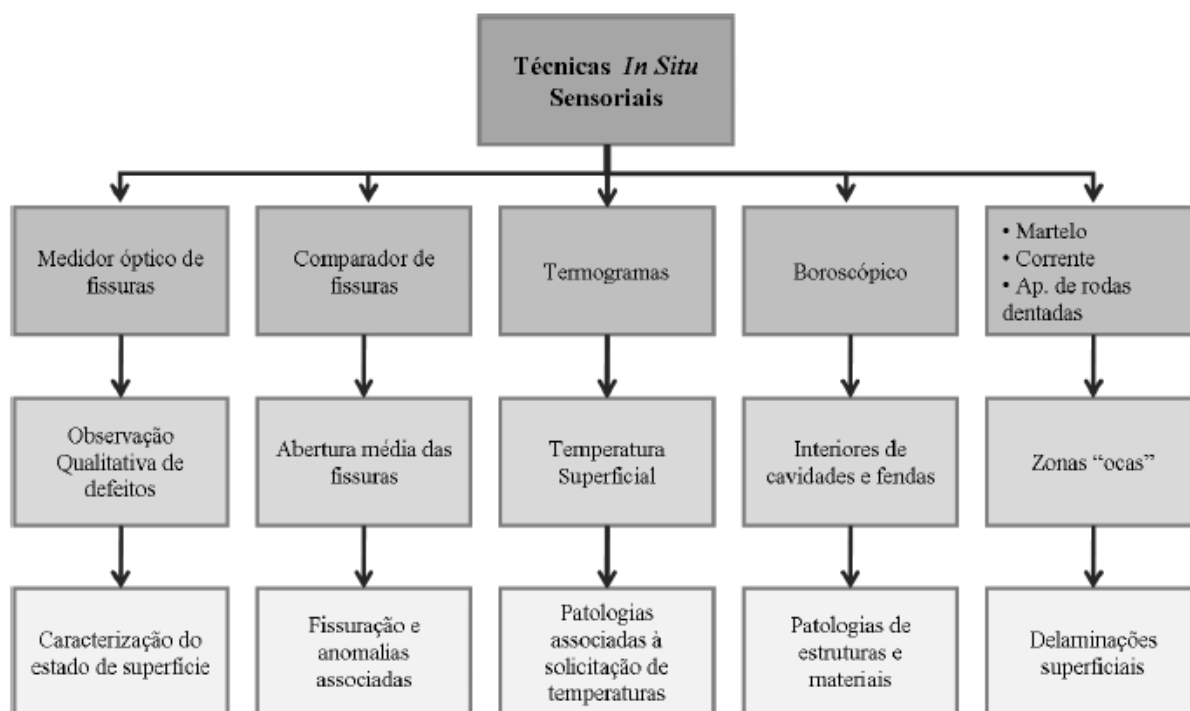


Figura 62 - Técnicas Sensoriais

Fluxograma 3

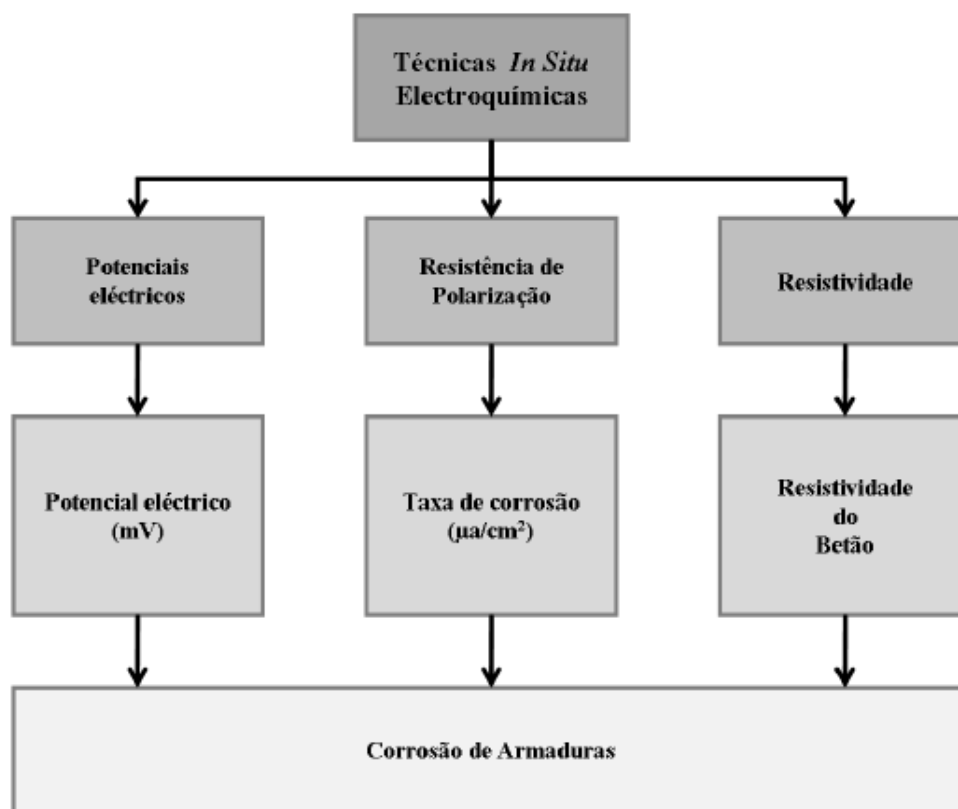


Figura 63 – Técnicas Electroquímicas

Fluxograma 4

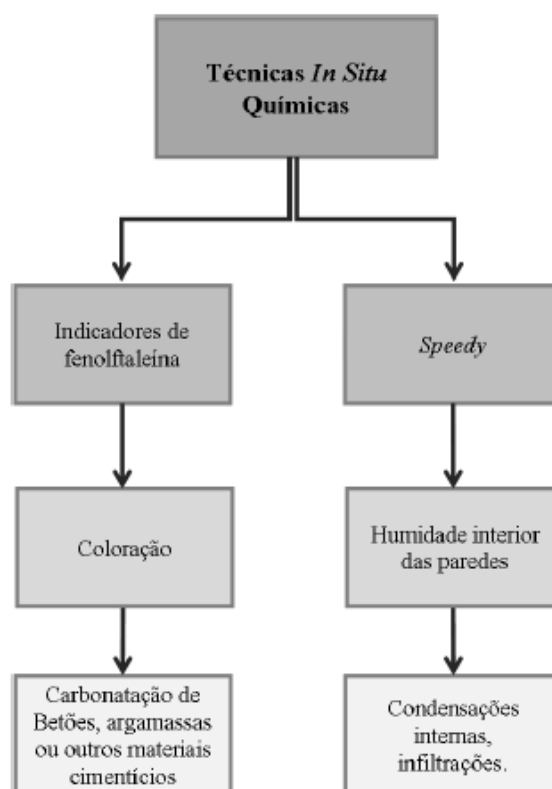


Figura 64 – Técnicas Químicas

Fluxograma 5

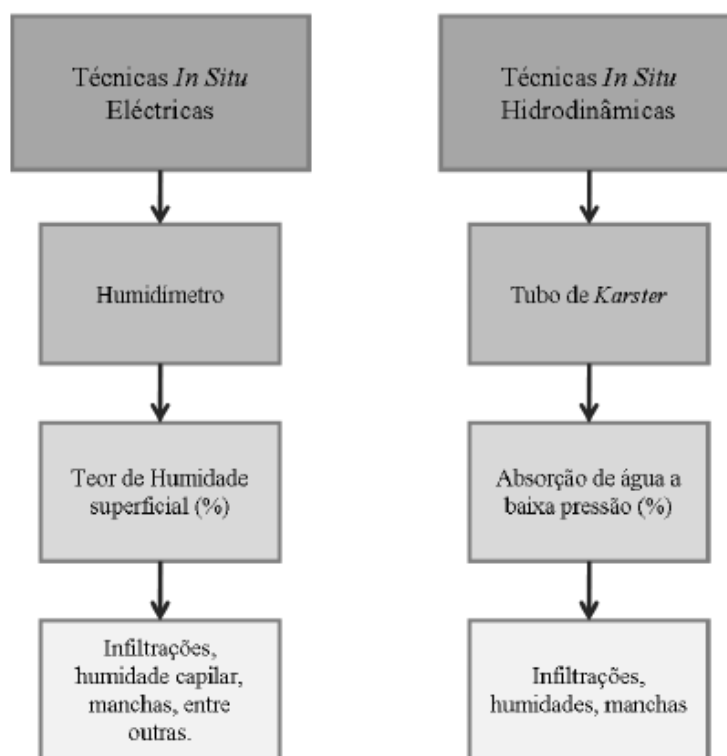


Figura 65 - Técnicas Eléctricas e Hidrodinâmicas

Fluxograma 6

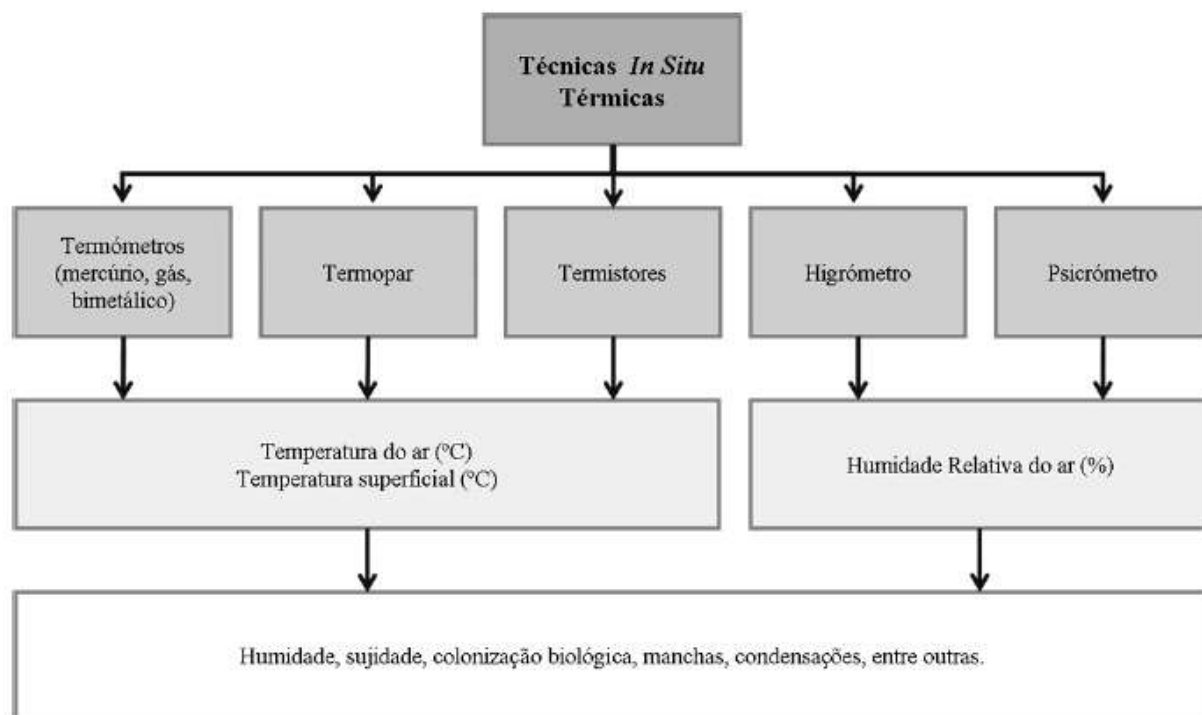


Figura 66 - Técnicas Térmicas

[Fonte: FERREIRA, J.A.A. (2010). Trabalho de Dissertação – Técnicas de Diagnóstico de Patologias em Edifícios. Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na FEUP]

ANEXO IV

Desagregação Percentual do Número de Certificação Energética Para Edifícios de Habitação (1º trimestre de 2016)

Tabela 4 - Desagregação Percentual do Número de Certificação Energética (1º trimestre de 2016)

[Fonte: ADENE, 2016]

Região	Distrito	Desagregação percentual do número de CE por classe energética							
		A+	A	B	B-	C	D	E	F
Portugal Continental		0,92%	1,78%	2,29%	4,47%	20,17%	30,61%	22,02%	17,74%
	AVEIRO	1,98%	1,89%	3,02%	5,92%	17,05%	25,08%	22,74%	22,32%
	BEJA	0,00%	0,69%	1,80%	1,80%	7,33%	22,41%	26,55%	39,42%
	BRAGA	2,60%	4,94%	6,09%	6,87%	16,36%	24,34%	18,85%	19,95%
	BRAGANCA	2,39%	2,62%	3,34%	7,40%	15,04%	22,67%	17,18%	29,36%
	C BRANCO	1,15%	1,50%	2,64%	2,53%	13,33%	23,56%	24,02%	31,27%
	COIMBRA	2,51%	3,46%	2,02%	3,50%	16,39%	26,03%	21,95%	24,14%
	EVORA	0,25%	0,13%	1,64%	3,03%	11,00%	23,89%	31,23%	28,83%
	FARO	0,05%	1,27%	1,83%	4,16%	23,62%	33,35%	20,97%	14,75%
	GUARDA	4,55%	3,61%	2,36%	3,77%	8,79%	14,76%	15,54%	46,62%
	LEIRIA	1,94%	3,64%	3,33%	4,38%	15,54%	23,38%	23,14%	24,65%
	LISBOA	0,13%	0,76%	1,44%	3,92%	22,71%	35,08%	22,77%	13,19%
	PORTALEGRE	0,00%	0,32%	1,27%	1,42%	4,91%	19,02%	30,59%	42,47%
	PORTO	0,61%	1,85%	2,64%	6,06%	24,29%	31,37%	20,05%	13,13%
	SANTAREM	0,48%	1,53%	1,57%	3,02%	13,11%	28,15%	23,75%	28,39%
	SETUBAL	0,08%	0,78%	1,51%	2,94%	21,80%	37,27%	24,17%	11,45%
VIANA DO CASTELO	4,29%	2,75%	2,83%	4,20%	15,28%	20,94%	21,50%	28,21%	
VILA REAL	3,59%	4,49%	3,77%	9,33%	18,49%	19,21%	16,16%	24,96%	
UIX	6,12%	6,50%	4,13%	5,66%	13,39%	18,06%	17,75%	28,39%	
Região Autónoma Madeira	FUNCHAL	0,15%	1,07%	2,22%	2,22%	20,03%	42,89%	24,31%	7,11%
Global		0,91%	1,77%	2,29%	4,42%	20,17%	30,86%	22,06%	17,52%

[Fonte: ADENE – Sistema de Certificação Energética dos edifícios. (2016). Desagregação percentual da classe energética dos imóveis de habitação (Certificados Energeticos - CE). <http://www.adene.pt/sce/indicador/certificados-energeticos-emitidos-por-classe-energetica-para-edificios-de-habitacao>].

ANEXO V

Inquérito sobre Reabilitação de Edifícios

Por iniciativa do autor foi realizado um inquérito sobre reabilitação de edifícios. Está integrado no âmbito do Trabalho Final de Mestrado, do perfil de Edificações do curso de Engenharia Civil, do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL).

O tema a inquirir é a manutenção e reabilitação de edifícios e monumentos, com o objetivo de avaliar o grau de conhecimento da população sobre assuntos relacionados com a reabilitação em Portugal, quais as opções que devem ser realizadas em função do grau de importância do edifício.

O inquérito foi efetuado apenas via internet, através dos inquéritos do google. Os inquiridos responderam através do link do inquérito na internet.

Questões:

1. Idade do Inquirido:

- < 18 anos;
- 18 – 25 anos;
- 26 – 40 anos;
- 41 – 65 anos;
- > 65 anos.

2. Género:

- Feminino;
- Masculino.

3. Distrito de Residência:

- Aveiro
- Braga
- Castelo Branco
- Beja
- Bragança
- Coimbra

- Évora
- Guarda
- Lisboa
- Porto
- Setúbal
- Vila Real
- Arq. Madeira
- Faro
- Leiria
- Portalegre
- Santarém
- Viana do Castelo
- Viseu
- Arq. Açores

4. Formação do Inquirido:

- 1º Ciclo do Ensino Básico (1º - 4º anos);
- 2º Ciclo do Ensino Básico (5º - 6º anos);
- 3º Ciclo do Ensino Básico (7º - 9º anos);
- Ensino Secundário (10º - 12º anos);
- Ensino Superior - Licenciatura;
- Ensino Superior - Mestrado;
- Ensino Superior - Doutoramento.

PARTE GERAL – REABILITAÇÃO EM GERAL, EM PORTUGAL

5. Acha importante a Reabilitação em Portugal, no sentido de conservar o património português deixado pelos nossos antepassados?

- Sim;
- Não.

5.1. Se respondeu Sim, quais as medidas que tomaria em primeira instância?

6. Devem ser conservadas as fachadas dos edifícios, mantendo o traçado original, e só reabilitar o seu interior?

- Sim;
- Não.

7. Relativamente às técnicas de reabilitação usadas devem ser reabilitados os edifícios usando as técnicas e os materiais originais (da época do edifício) ou deve-se reabilitar utilizando as técnicas e materiais modernos?

- Técnicas e materiais antigos;
- Técnicas e materiais modernos.

8. Os edifícios históricos como igrejas, palácios e monumentos devem ser impedidos de ser demolidos para a construção de um edifício novo?

- Sim;
- Não.

Porquê?

9. No seu entender acha que Portugal é um país que investe na reabilitação do seu património?

1. Sim;
2. Não.

10. Já se deparou com edifícios históricos reabilitados ou que tenha havido uma intervenção recente (obras)?

- Sim;
- Não.

10.1. Se respondeu Sim, indique quais os edifícios onde verificou essa alteração de construção. (Se não se lembrar dos nomes pode indicar apenas os distritos onde se lembra de ter visto).

10.2. Se respondeu Não, indique quais os edifícios históricos, que na sua opinião, necessitam de uma intervenção urgente.

REABILITAÇÃO NO SEU EDIFÍCIO

11. Considera a sua habitação existente antiga?

- 3. Sim;
- 4. Não.

12. Qual a idade da sua habitação existente?

- < 5 anos;
- 6 – 10 anos;
- 11 – 20 anos;
- 21 – 30 anos;
- > 30 anos.

13. Acha que a sua habitação necessita de obras de reabilitação?

- Sim;
- Não.

Porquê?

14. Quais os maiores problemas que encontra na sua habitação?

- 5. Infiltrações de água / Humidades;
- 6. Fendas/Fissuras;
- 7. Empolamentos (bolhas na parede);
- 8. Destacamento de reboco;
- 9. Falta de pintura;
- 10. Sujidade exterior (na fachada);
- 11. Colonização biológica (musgos, ervas na fachada, cobertura...).

15. O que o levou até agora a não proceder a obras de resolução desses problemas?

- O custo da reabilitação;
- Dificuldade/tempo de duração da obra;
- Falta de confiança em profissionais.

ANEXO VI

Este anexo contém as respostas ao inquérito, que foram compiladas em gráficos circulares e gráficos de barras e resume a informação escrita pelos inquiridos. O inquérito está dividido em três partes: dados pessoais de cada participante, reabilitação em geral e em Portugal e reabilitação no edifício do inquirido.

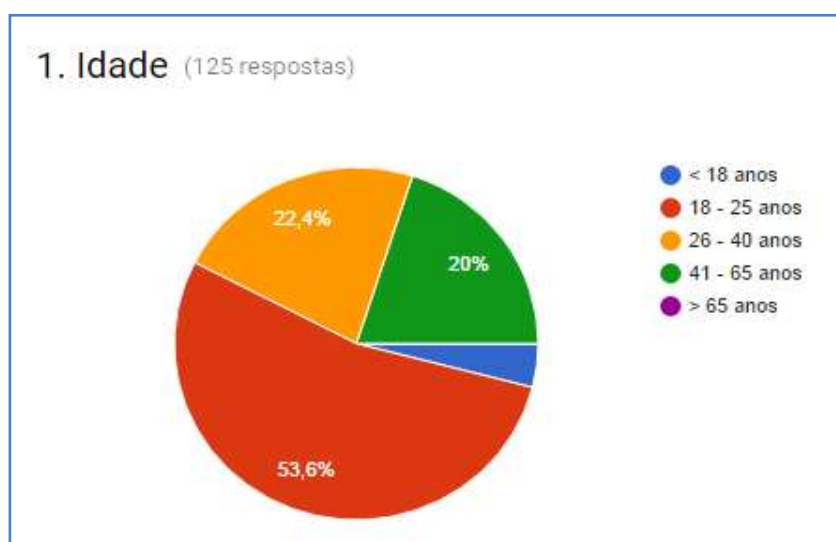


Figura 67 - Idade dos Inquiridos

[Fonte: Autor, 2016]

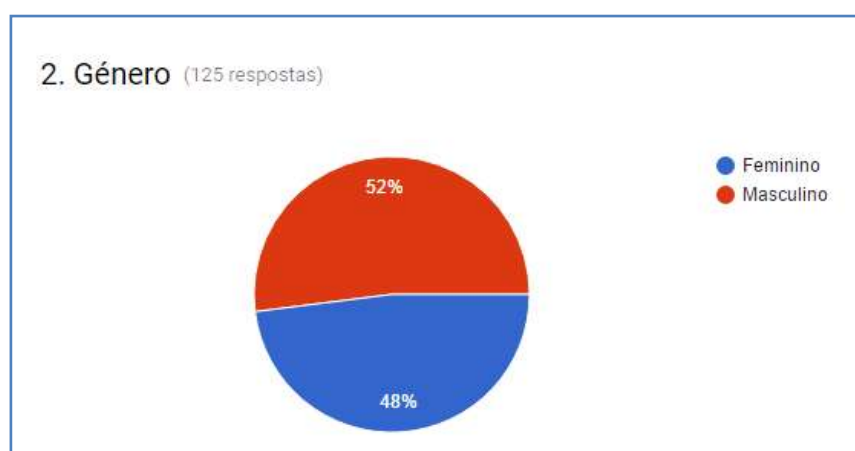


Figura 68 – Género dos Inquiridos

[Fonte: Autor, 2016]



Figura 69– Distritode residência dos inquiridos

[Fonte: Autor, 2016]



Figura 70 - Formação Profissional do Inquirido

[Fonte: Autor, 2016]



Figura 71 – Reabilitação em Portugal

[Fonte: Autor, 2016]

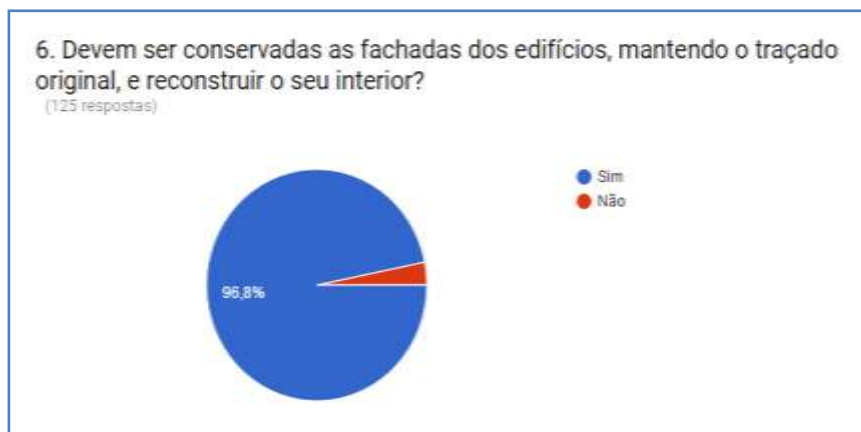


Figura 72 – Modo de reconstrução

[Fonte: Autor, 2016]

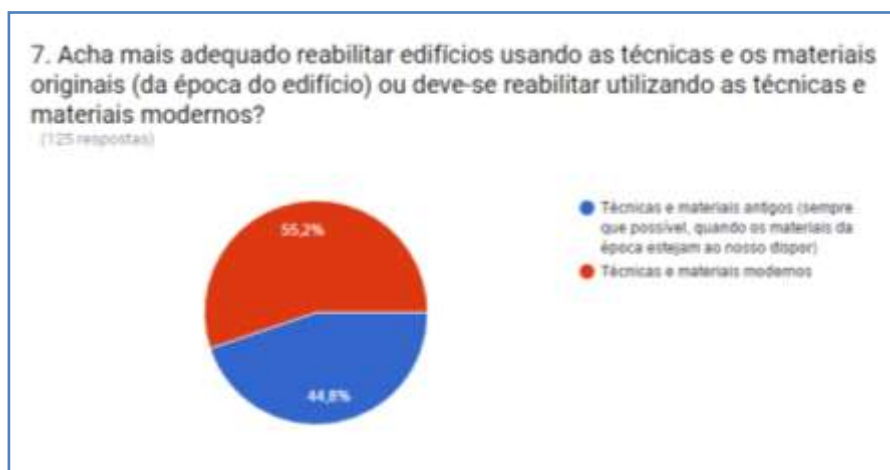


Figura 73 – Técnicas de reabilitação

[Fonte: Autor, 2016]

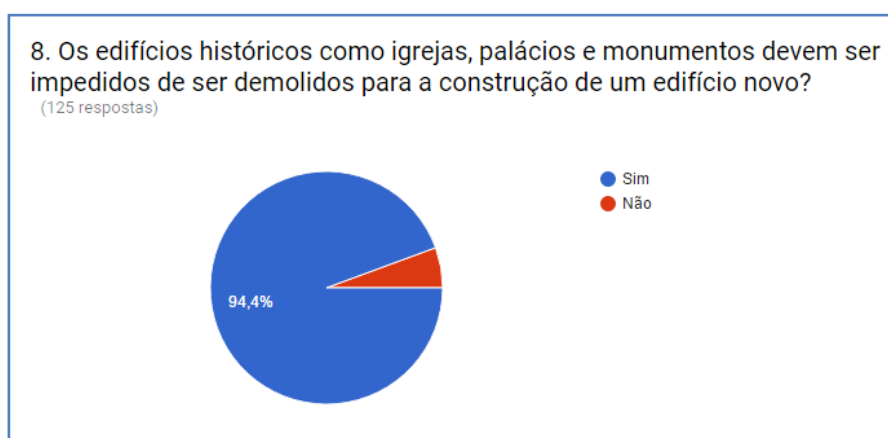


Figura 74 - Edifícios históricos

[Fonte: Autor, 2016]

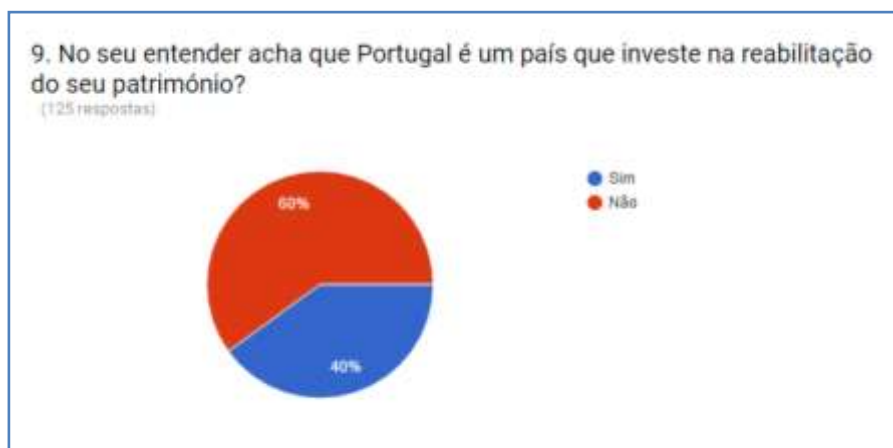


Figura 75 - Investimento na reabilitação

[Fonte: Autor, 2016]



Figura 76–Intervenção em edifícios históricos

[Fonte: Autor, 2016]

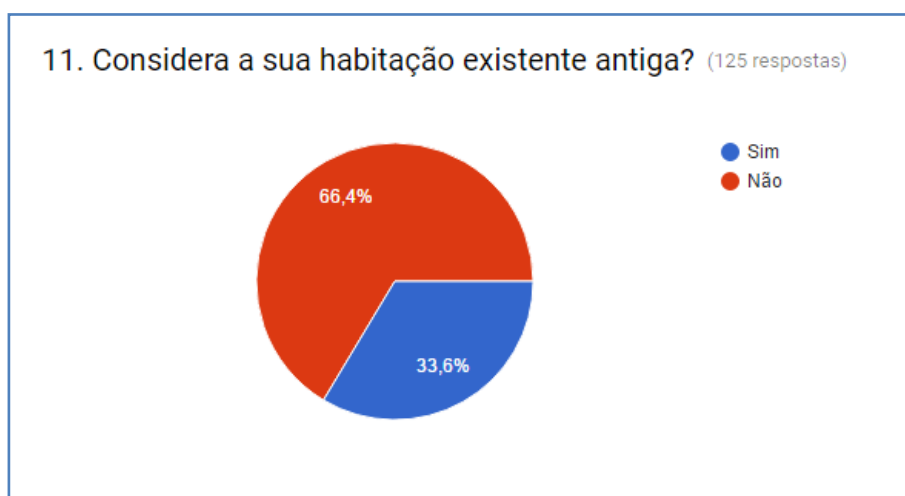


Figura 77 – Habitação do inquirido

[Fonte: Autor, 2016]



Figura 78 - Idade da habitação do inquirido

[Fonte: Autor, 2016]



Figura 79 - Reabilitação na habitação do inquirido

[Fonte: Autor, 2016]



Figura 80 - Principais patologias na habitação do inquirido

[Fonte: Autor, 2016]

Legenda:

1. Infiltrações de água;
2. Humidades;
3. Fendas/Fissuras;
4. Empolamentos (bolhas na parede);
5. Destacamento de reboco;
6. Falta de pintura;
7. Sujidade exterior (na fachada);
8. Colonização biológica (musgos, ervas na fachada, cobertura...).



Figura 81–Principais dificuldades em proceder à resolução de patologias na habitação

[Fonte: Autor, 2016]

Legenda

1. O custo da reabilitação;
2. Dificuldade/tempo de duração da obra;
3. Falta de confiança em profissionais;
4. Falta de oportunidade;
5. Até à data não houve oportunidade;
6. Não sou proprietário da habitação onde resido;
7. Outro.