



Departamento de Engenharia Civil

CARACTERIZAÇÃO DE EDIFÍCIOS ANTIGOS. EDIFÍCIOS “GAIOLEIROS”

Hugo Miguel Castro Andrade

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil
– Reabilitação de Edifícios

Orientador Científico: Professor Doutor Fernando F.S. Pinho

Co-orientador Científico: Professor Doutor Válder José da Guia Lúcio

Júri

Presidente: Professor Doutor João Rocha de Almeida

Vogal: Professor Doutor Luís Canhoto Neves

Março de 2011

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos os que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, em particular:

Ao Professor Fernando Farinha da Silva Pinho, meu Orientador Científico, e ao Professor Válder José da Guia Lúcio, meu Co-orientador Científico, pela disponibilidade, orientação, apoio e incentivo ao longo deste trabalho, assim como todos os conselhos e ensinamentos partilhados.

À minha Família pelo apoio incondicional, confiança e grande amizade. Ao meu Pai e à Daniela pela leitura e ajuda na correcção do texto.

Ao Engenheiro Bruno Pinto, Arquitecto David Santos e ao Sr. Cléber pela possibilidade de realização e explicações nas visitas aos edifícios “Gaioleiros” em reabilitação.

Aos meus colegas e amigos, Luís Barroso e Pedro Lagartixo parceiros durante grande parte do trabalho. Ao Fábio Valério pelo companheirismo e a ajuda prestada na fase final do trabalho.

Ao Centro de Informação Urbana de Lisboa pela disponibilização de bibliografia e ao Arquivo Fotográfico de Lisboa pela possibilidade de recolha de imagens.

À Empresa Pública de Urbanização de Lisboa, na pessoa da Dra. Maria Barros pela preciosa ajuda e disponibilidade para a realização dos ensaios de macacos planos e ainda ao Arquitecto João Rego e ao Engenheiro Fernando Salgueiro que apoiaram essa realização.

Caracterização de Edifícios Antigos.
Edifícios “Gaioleiros”

RESUMO

Os edifícios “Gaioleiros” são uma tipologia construtiva característica da expansão urbana de Lisboa ocorrida no último quartel do século XIX e início do século XX. Devido à especulação imobiliária que então se desencadeou, houve pouco cuidado na qualidade dos materiais e nas técnicas construtivas adoptadas na construção destes edifícios, conferindo-lhes uma qualidade construtiva reduzida.

Actualmente, os “Gaioleiros” ainda representam grande parte do parque edificado da cidade de Lisboa e, por conseguinte, fazem parte de um património que é importante preservar. No entanto grande parte destas construções encontra-se em avançado estado de degradação e outras, apesar de aparentarem um bom estado de conservação, mantêm a sua debilidade estrutural ou apresentam uma resistência mais reduzida por terem sido alvo de inadequadas intervenções estruturais ao longo da sua vida.

Nos últimos anos, tem-se assistido a uma crescente preocupação em conservar e reabilitar esses edifícios como modo de preservar o património arquitectónico. Dessa forma a eficácia de intervenções de reabilitação nestas construções dependerá do conhecimento existente sobre esta tipologia de edifícios.

Na caracterização desta tipologia construtiva estudaram-se ao pormenor as características de concepção destes edifícios, verificando-se que existe grande homogeneidade em termos físicos e construtivos. Foram consultados estudos realizados sobre este tema, com o intuito de se identificarem as técnicas construtivas, as propriedades dos materiais e o seu comportamento estrutural. A pesquisa bibliográfica foi complementada com observação de edifícios “Gaioleiros” existentes na cidade de Lisboa.

Através deste estudo pretende-se obter uma descrição específica das características desta tipologia construtiva que possa auxiliar as intervenções a realizar nestes edifícios.

Palavras-chave: Edifícios antigos; Edifícios “Gaioleiros”; Caracterização; Macacos planos

Characterization of Ancient Buildings.
“Gaioleiro” Buildings

ABSTRACT

The “Gaioleiro” buildings are a typical constructive typology of the urban expansion that occurred in Lisbon in the last quarter of the nineteenth century and early twentieth century. Due to the speculation that was then unleashed, there was little care on the quality of materials and techniques adopted in the construction of these buildings, which resulted on a poor constructive quality.

Currently, "Gaioleiro" buildings represent a great part of Lisbon buildings and they are part of a heritage which should be preserved. However most of these buildings are now in an advanced state of deterioration. Others appear to be in good condition but still maintain structural weakness or deficient resistance due to inadequate structural intervention throughout their life.

In the last few years there has been an increasing concern to conserve and rehabilitate these buildings with the purpose to preserve architectural heritage. The effectiveness of rehabilitation interventions depends on the existing knowledge about this building typology.

In the characterization study of this constructive typology, it was given attention to conception details and it was verified that there is great homogeneity in physical and constructive solutions. Several studies have been consulted on this issue in order to identify the construction techniques, material properties and structural behavior. The literature review was complemented by the observation of "Gaioleiro" buildings in the city of Lisbon. The purpose of this study is to obtain a specific description of the characteristics of this building typology that might help in future interventions in these buildings.

Keywords: Ancient buildings, “Gaioleiro” buildings, Characterization, “flat-jack” method

SIMBOLOGIA

Siglas

AFL – Arquivo Fotográfico de Lisboa

AML – Arquivo Municipal de Lisboa

ASTM – American Society for Testing and Materials

CML – Câmara Municipal de Lisboa

EPUL – Empresa Pública de Urbanização de Lisboa

FCT – Faculdade de Ciências e Tecnologia

GECORPA – Grémio das Empresas de Conservação e Restauro do Património Arquitectónico

GPLR – Gabinete Português de Leitura do Recife

ICSUL – Instituto de Ciências Sociais da Universidade de Lisboa

INE – Instituto Nacional de Estatística

IST – Instituto Superior Técnico

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

MC – Museu da Cidade

RILEM – Réunion Internationale des Laboratoires et Experts des Matériaux, systèmes de construction et ouvrages

RSEU – Regulamento de Salubridade das Edificações Urbanas

SPES – Sociedade Portuguesa de Engenharia Sísmica

Notações escalares latinas

A – Área

E – Módulo de Deformabilidade

P – Pressão

Q – Carga

SC – Sobrecarga

σ – Tensão

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

1.1	Considerações Iniciais	1
1.2	Objectivos	2
1.3	Estrutura da dissertação	2

CAPÍTULO II – EDIFÍCIOS ANTIGOS. ENQUADRAMENTO DO TEMA

2.1	Considerações Gerais.....	5
2.2	Evolução da Estrutura Urbana	5
2.3	Evolução do Edificado.....	10
2.3.1	Evolução das tipologias construtivas em Portugal	10
2.4	Caracterização Construtiva de Edifícios Antigos	19
2.4.1	Fundações	19
2.4.2	Pavimentos	21
2.4.3	Paredes.....	23
2.4.4	Cobertura	26
2.4.5	Escadas	28
2.4.6	Revestimentos e acabamentos	29

CAPÍTULO III - CARACTERIZAÇÃO HISTÓRICA DOS EDIFÍCIOS “GAIOLEIROS”

3.1	Considerações Gerais.....	31
3.2	Expansão urbana da cidade de Lisboa – Envolvente Histórica	31
3.2.1	O Plano	31
3.2.2	A Nova malha urbana. Novas avenidas e Bairros residenciais	32
3.3	Crescimento Populacional em Lisboa.....	42
3.4	Urbanização das novas zonas.....	45
3.4.1	Loteamento dos Quarteirões.....	45
3.4.2	Edificação dos Bairros.....	47
3.5	Enquadramento Legal	50

3.5.1	Projecto do edifício	51
3.5.2	Construtores	52
3.5.3	Edifício.....	53

CAPÍTULO IV - CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS EDIFÍCIOS “GAIOLEIROS”

4.1	Considerações Gerais	55
4.2	Localização da Tipologia Construtiva.....	55

CAPÍTULO V - CARACTERIZAÇÃO CONSTRUTIVA DOS EDIFÍCIOS “GAIOELIROS”

5.1	Considerações Gerais	61
5.2	Descrição do edifício.....	61
5.2.1	Organização funcional dos fogos.....	62
5.2.2	Fachada Principal	64
5.2.3	Fachada Tardoz e Empenas.....	65
5.2.4	Zona interior do edifício	66
5.3	Caracterização Construtiva dos Elementos Principais	66
5.3.1	Fundações.....	66
5.3.2	Paredes	68
5.3.3	Pavimentos	72
5.3.4	Estruturas de Cobertura.....	75
5.3.5	Marquises e Terraços	76
5.3.6	Escadas.....	78
5.3.7	Saguão.....	80
5.4	Caracterização dos Revestimentos e Acabamentos.....	81
5.4.1	Revestimentos exteriores	81
5.4.2	Revestimentos interiores	82
5.5	Caracterização das Instalações especiais.....	83
5.5.1	Esgotos de águas pluviais e domésticas.....	83
5.5.2	Elevador	83
5.6	Resumo da Caracterização Construtiva.....	84
5.7	Caracterização do comportamento Sísmico	86

5.7.1	Avaliação da vulnerabilidade sísmica	86
5.7.2	Vulnerabilidade Sísmica dos edifícios de alvenaria	87
5.7.3	Vulnerabilidade Sísmica de Edifícios “Gaioleiros”	89

CAPÍTULO VI - CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DOS EDIFÍCIOS “GAIOLEIROS”

6.1	Considerações Gerais.....	93
6.2	Ensaio de Macacos Planos	94
6.2.1	Ensaio de determinação in-situ do estado de tensão.....	94
6.2.2	Ensaio de determinação das características de deformabilidade	96
6.2.3	Hipóteses e condicionantes.....	97
6.2.4	Normas	97
6.2.5	Equipamento	98
6.3	Descrição dos Ensaios efectuados	102
6.3.1	Estimativa do estado de tensão da parede	104
6.3.2	Procedimento de ensaio	107
6.3.3	Resultados.....	111
6.3.4	Limitações e condicionantes do ensaio realizado.....	113
6.3.5	Valores de referência para caracterização mecânica de paredes de alvenaria de pedra irregular	114

CAPÍTULO VII - COMENTÁRIOS FINAIS, CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

7.1	Comentários finais e conclusões.....	117
7.2	Objectivos alcançados.....	118
7.3	Sugestões para desenvolvimentos futuros	119

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
---	------------

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Estrutura urbana de Lisboa no século XVII - Planta de Tinoco, 1650.	6
Figura 2.2 - Plantas de Lisboa no século XVIII e XIX	7
Figura 2.3 - Lisboa durante a catástrofe 1755 (Gravura alemã do séc. XVIII).....	8
Figura 2.4 - Projecto de reconstrução da Baixa Lisboeta	8
Figura 2.5 - Planta Geral da Cidade de Lisboa (1903) de Frederico Ressano Garcia.....	9
Figura 2.6 - Evolução das tipologias construtivas em Portugal	12
Figura 2.7 - Edifício anterior ao terramoto de 1755 localizado no Bairro Alto em Lisboa	14
Figura 2.8 - Modelo esquemático da gaiola pombalina.....	16
Figura 2.9 - Edifício Pombalino localizado em Lisboa.	16
Figura 2.10 - Edifício Gaioleiro localizado na Av. da República, em Lisboa.....	18
Figura 2.11 - Representação esquemática de tipos de fundação	21
Figura 2.12 - Representação esquemática de estruturas de pavimentos.....	22
Figura 2.13 – Representação esquemática de pavimento em madeira com o espaçamento igual à espessura das vigas	23
Figura 2.14 - Representação esquemática de uma parede de frontal.....	24
Figura 2.15 - Representação esquemática de uma parede de tabique.	26
Figura 2.16 - Representação esquemática de uma estrutura de cobertura em madeira.....	27
Figura 2.17 - Escadas de edifício “Gaioleiro.....	29
Figura 3.1 - Planta de Lisboa 1863.....	33
Figura 3.2 - Projecto da Av. da liberdade, 1879.....	34
Figura 3.3 - Projectos de construção de novos bairros	35
Figura 3.4 - Ilustração e fotografia da Avenida da Liberdade em Lisboa.....	36
Figura 3.5 - Projecto de ligação da Avenida da liberdade ao Campo Grande, de Ressano Garcia.....	37
Figura 3.6 - Planta de lotes vendidos e por vender entre a avenida Fontes Pereira de Melo e a avenida Ressano Garcia até à Praça Mouzinho de Albuquerque, 1902	38
Figura 3.7 - Planta do traçado da Av. da Liberdade, Parque da Liberdade, Av. das Picoas com ruas adjacentes em 1897	39
Figura 3.8 - Planta do traçado da Avenida dos Anjos (Av. Almirante Reis)	40

Figura 3.9 - Fotografias e ilustração da Av. da República e Av. Fontes Pereira de Melo em Lisboa.....	41
Figura 3.10 - Av. Almirante Reis durante o século XX.....	41
Figura 3.11 - Evolução da taxa de crescimento populacional em Lisboa entre 1840 e 1930 ...	43
Figura 3.12 - Evolução do volume populacional da cidade de Lisboa entre 1864 e 1930	44
Figura 3.13 - Evolução do número de licenças de edificação e de prédios construídos na cidade de Lisboa.....	45
Figura 3.14 – Exemplo de loteamento de um quarteirão	46
Figura 3.15 – Moradias construídas até 1930 nas novas zonas de expansão na cidade de Lisboa.....	48
Figura 3.16 - Palacetes construídas até 1930 nas novas zonas de expansão na cidade de Lisboa.....	48
Figura 3.17 - Prédios construídas até 1930 nas novas zonas de expansão na cidade de Lisboa.....	49
Figura 4.1 - Zonas de construção de edificado por época de construção até 1945.....	56
Figura 4.2 - Localização das zonas dominantes de cada tipologia de edifícios na cidade de Lisboa.....	57
Figura 4.3 - Edifícios “Gaioleiros” localizados em Lisboa, no presente	59
Figura 5.1 – Plantas de edifícios “Gaioleiros”	62
Figura 5.2 – Organização funcional típica de um edifício "Gaioleiro".....	63
Figura 5.3 – Fachadas principais de edifícios “Gaioleiros”, localizados em Lisboa	64
Figura 5.4 - Marquises e escadas de serviço localizadas na fachada tardoz de edifícios “Gaioleiros”	65
Figura 5.5 – Átrio de entrada de edifícios “Gaioleiros”	66
Figura 5.6 – Carta de tipos de solos do conselho de Lisboa e mapa de localização de edifícios "Gaioleiros"	67
Figura 5.7 - Fundação de edifício “Gaioleiro” em reabilitação	68
Figura 5.8 - Tipos de paredes executados num edifício gaioleiro e transição de espessura de parede em altura	69
Figura 5.9 - Paredes exteriores de um edifício gaioleiro, localizado na Av. da República em Lisboa.....	70
Figura 5.10 - Parede de compartimentação em tijolo maciço.....	72

Figura 5.11- Representação esquemática de sistema de ligação entre pavimento e parede de apoio	73
Figura 5.12 - Pavimentos em madeira de edifício “Gaioleiro”	74
Figura 5.13 - Tipos de estruturas de cobertura em edifícios “Gaioleiros”	75
Figura 5.14 – Representação esquemática de sistemas de fixação de estruturas de cobertura.	76
Figura 5.15 – Pormenor das abobadilhas de tijolo macico e furado que apoiam em perfis metálicos I	77
Figura 5.16 – Marquises localizadas no tardo e na empena de edifícios “Gaioleiros”	78
Figura 5.17 - Escadas interiores num edifício “Gaioleiro”	78
Figura 5.18 - Escadas de serviço localizadas no tardo de um edifício “Gaioleiro”	79
Figura 5.19 - Saguões central e lateral em edifícios “Gaioleiros”	80
Figura 5.20 - Revestimentos exteriores de edifícios “Gaioleiros”	81
Figura 5.21 - Tecto de edifícios “Gaioleiros” pintado e decorado com frisos	82
Figura 5.22 - Canalizações localizadas no saguão do edifício	83
Figura 5.23 - Sistema de elevador de um edifício “Gaioleiro”	84
Figura 5.24 - Rigidez dos pavimentos de madeira no seu plano	90
Figura 5.25 - Carta de vulnerabilidade sísmica dos solos do conselho de Lisboa	91
Figura 6.1 – Representação esquemática das fases do ensaio de macacos planos simples.....	95
Figura 6.2 – Representação esquemáticas das fases do ensaio de determinação das características de deformabilidade.....	96
Figura 6.3 - Diferentes configurações de macacos planos	98
Figura 6.4 - Bomba hidráulica utilizada para injeção de pressão nos macacos planos	100
Figura 6.5 - Defléctómetro utilizado para medição de deslocamentos.....	101
Figura 6.6 - Equipamento para execução do rasgo e chapas de enchimento.....	101
Figura 6.7 - Fachada principal e plantas do edifício da rua dos Cordoeiros da Bica, n.º 14..	102
Figura 6.8 - Plantas dos quatro pisos do edifício.....	104
Figura 6.9 - Corte do edifício com cotas associadas a cada piso.....	105
Figura 6.10 - Fases do procedimento do ensaio simples de macacos planos (1ª parte)	105
Figura 6.11 - Fases do procedimento do ensaio simples de macacos planos (2ª parte)	106
Figura 6.12 - Fases do procedimento do ensaio simples de macacos planos (3ª parte)	106
Figura 6.13 - Fases do procedimento do ensaio simples de macacos planos (4ª parte)	107

Figura 6.14 - Andamento dos deslocamentos relativos entre pontos de referência por cada alinhamento em função da tensão instalada.....112

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Distribuição dos edifícios de Lisboa pelas principais tipologias construtivas	12
Tabela 3.1 - Número de habitantes na cidade de Lisboa entre 1890 e 1930	44
Tabela 4.1 - Evolução dos efectivos residentes nas 3 zonas urbanas de Lisboa	56
Tabela 4.2 - Estado de conservação dos edifícios, segundo a época de construção em 2001 .	58
Tabela 5.1 - Resumo da caracterização dos elementos construtivos dos edifícios "Gaioleiros"	85
Tabela 5.2 - Classificação de danos em edifícios de alvenaria e classes de vulnerabilidade...	87
Tabela 6.1 – Valores complementares ao levantamento do edifício (1ª estimativa).....	105
Tabela 6.2 – Valores complementares ao levantamento do edifício (2ª estimativa).....	106
Tabela 6.3 – Deslocamentos relativos entre pontos dos alinhamentos do ensaio de macacos planos simples n.º 1	111
Tabela 6.4 - Valores de referência de outros estudos executados em paredes de alvenaria de pedra em condições semelhantes	115

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

O presente estudo é realizado no âmbito da Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Reabilitação de Edifícios com o tema Caracterização de edifícios antigos. Edifícios “Gaioleiros”. Este tema está associado a um grupo de três dissertações desenvolvidas pelo Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, referentes à caracterização dos edifícios antigos de alvenaria existentes no parque habitacional de Portugal, designadamente, Edifícios Pré-Pombalinos, Pombalinos e “Gaioleiros”.

Os grandes centros urbanos possuem actualmente um património edificado bastante envelhecido. Em 2001 estimava-se que a totalidade de edifícios anteriores a 1930 existentes na cidade de Lisboa era de cerca de 28000 [58].

Este fenómeno tem implicações directas na sociedade, pois não são criadas condições para a construção de novos edifícios, levando as populações a viver cada vez mais longe do centro. O facto de muitos destes edifícios estarem devolutos contribui para a criação de zonas pouco atractivas. Outro problema do ponto de vista da segurança dos que habitam nestes edifícios é o seu elevado estado de degradação, estando um número considerável em risco de colapso. Dessa forma, nos últimos anos, tem-se assistido a uma crescente preocupação em conservar e reabilitar esses edifícios como modo a preservar o património arquitectónico que caracteriza o nosso país e revitalizar o centro das cidades.

Embora na prática comum ainda se opte muitas vezes pela demolição e execução de novos edifícios em detrimento da reabilitação e reutilização dos mesmos, arquitectos e engenheiros são cada vez mais confrontados com a tarefa de analisar a viabilidade de recuperação destas estruturas. Contrariar a expansão urbana e dar preferência à reabilitação dos fogos existentes desenvolvendo assim uma política de habitação sustentável deve ser o objectivo. Assim torna-se indispensável conhecer a fundo as tipologias construtivas destes edifícios, para poder intervir de forma responsável.

1.2 Objectivos

A presente dissertação teve como principal propósito a caracterização de edifícios antigos, em particular a tipologia construtiva dos edifícios “Gaioleiros”, existente em quantidade significativa no parque habitacional da cidade de Lisboa.

Como objectivo deste trabalho pretendeu-se caracterizar os edifícios antigos de forma geral, e os edifícios “Gaioleiros”, mais pormenorizadamente, em quatro vertentes: caracterização histórica, caracterização geográfica, caracterização construtiva e caracterização mecânica.

É também pretendido com este trabalho desenvolver e aprofundar conhecimentos teóricos e práticos sobre esta tipologia construtiva e ao mesmo tempo criar um documento que possa auxiliar os técnicos no âmbito da reabilitação ou recuperação deste tipo de construções antigas.

1.3 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação está dividida em sete capítulos, incluindo o presente, onde são apresentadas as considerações iniciais e os objectivos deste trabalho.

No Capítulo II são descritas as soluções construtivas das tipologias existentes no parque habitacional de Portugal e é efectuada uma caracterização geral dos elementos principais dos edifícios antigos de alvenaria desde o período anterior ao terramoto de 1755 até ao final dos anos 30 do século XX.

No Capítulo III é apresentado o enquadramento histórico que levou ao aparecimento da tipologia dos edifícios “Gaioleiros”. É feita uma descrição da expansão urbana da cidade de Lisboa, desde o plano à transformação da nova malha urbana e do crescimento populacional ocorrido durante o período de implementação desta tipologia. É também explicado o processo de urbanização das novas zonas e por fim apresenta-se o enquadramento legal existente nessa época ao nível do projecto, construção e edifícios.

No Capítulo IV são localizadas as principais zonas de implantação desta tipologia na cidade de Lisboa e apresentam-se dados sobre o estado de conservação do edificado existente na cidade.

No Capítulo V são enumeradas as principais características dos edifícios “Gaioleiros”. São também referidos os princípios construtivos desta tipologia, apresentando-se uma descrição pormenorizada dos elementos principais, revestimentos e instalações especiais. Neste capítulo

é também efectuada uma explicação sobre a vulnerabilidade sísmica destes edifícios, enunciando os principais factores condicionantes para o seu comportamento estrutural.

No capítulo VI é apresentada a caracterização mecânica de paredes de alvenaria de pedra irregular a partir de valores de referência obtidos a partir da pesquisa bibliográfica de trabalhos desenvolvido anteriormente. É ainda descrito o ensaio in-situ realizado numa parede de alvenaria de pedra para obtenção do seu estado de tensão. É apresentado o respectivo procedimento e os resultados alcançados.

No Capítulo VII resumem-se as principais conclusões obtidas com este estudo, confrontando os objectivos propostos com os objectivos alcançados. São também referidas sugestões para possíveis desenvolvimentos futuros.

Todas as figuras sem referência bibliográfica foram obtidas pelo autor.

CAPÍTULO II

EDIFÍCIOS ANTIGOS – Caracterização geral

2.1 Considerações Gerais

Neste capítulo são apresentadas as soluções construtivas dos edifícios antigos desde o período anterior ao terramoto de 1755 até ao declínio das construções em alvenaria, devido ao aparecimento do betão armado.

No presente ainda subsistem na cidade de Lisboa muitos edifícios de vários períodos da história com diferentes características a nível construtivo e estrutural. As diferentes soluções construtivas estão directamente relacionadas com a época de construção do edificado; dessa forma é possível fazer uma divisão das tipologias de edifícios segundo esse critério.

O conhecimento da cidade de Lisboa anterior ao terramoto é muito escassa em comparação com períodos mais recentes. Apesar disso sabe-se que desde essa época até meio do século XX ocorreu uma grande evolução da malha urbana e também do edificado. Dentro deste período histórico são reconhecidas três fases às quais estão associadas tipologias distintas: Edifícios pré-Pombalinos, Edifícios Pombalinos e Edifícios “Gaioleiros”.

O elevado número de edifícios existentes no parque habitacional de Portugal e mais especificamente da cidade de Lisboa justificam uma caracterização construtiva detalhada destas tipologias. Esta caracterização é feita de forma genérica para os edifícios antigos (edifícios de alvenaria).

Esta caracterização geral pretende enquadrar o tema desta dissertação.

2.2 Evolução da Estrutura Urbana

O conhecimento da “cidade antiga” de Lisboa antes do terramoto de 1755 baseia-se, em grande medida, na interpretação de fontes escritas e também de fontes desenhadas, gravadas ou pintadas, uma vez que grande parte dos edifícios e das ruas nelas representadas já não existem [42].

Tendo por base a observação da cartografia e iconografia disponível no que se refere à Lisboa anterior ao terramoto, pode-se verificar que a estrutura urbana da parte central da cidade se mantém quase inalterável desde o século XVI (data das primeiras imagens disponíveis da

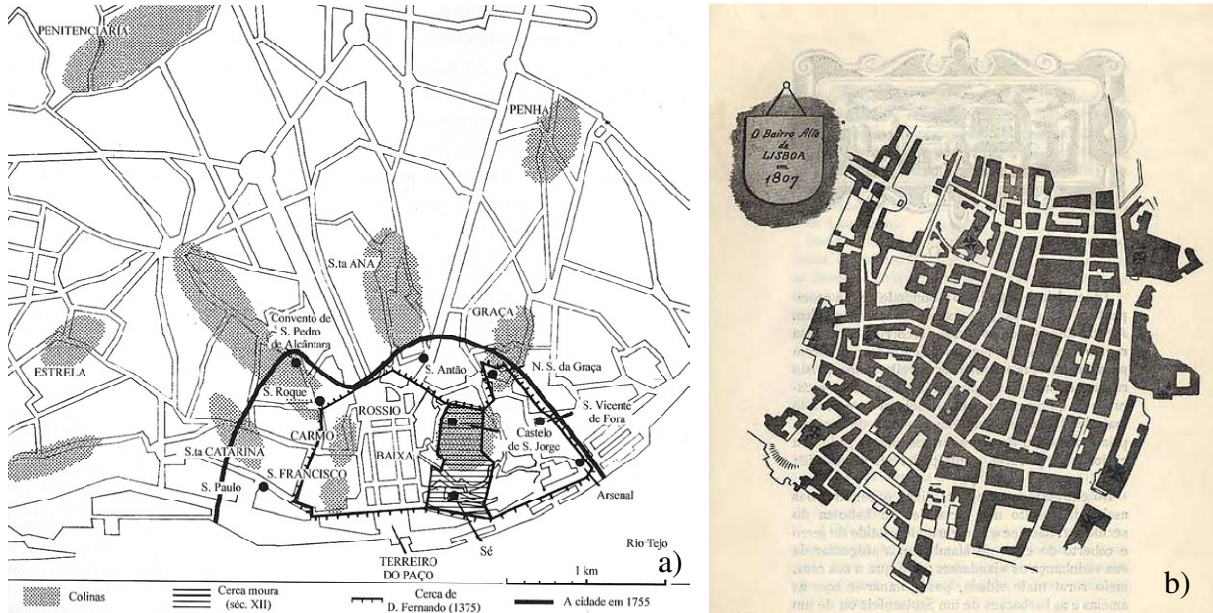
malha urbana da cidade de Lisboa), desenvolvendo-se entre as duas praças principais existentes que dividiam o estatuto de centros nevrálgicos: o Terreiro do Paço e a Praça do Rossio (a norte). Esta zona era caracterizada por um tecido muito denso e irregular, apresentando-se como uma malha urbana do tipo “cidade muçulmana”, correspondendo a um conjunto de diferentes estruturas justapostas, com pouca organização, onde se cruzavam espaços privados e públicos sem continuidade de ruas, como se verifica na figura 2.1 [31].



Figura 2.1 - Estrutura urbana de Lisboa no século XVII, 1650 adaptado de [AML]

No entanto, a partir do século XVI, altura em que Lisboa era o principal centro marítimo e comercial da Europa, verifica-se aquilo a que se pode chamar a emergência do urbanismo moderno, iniciado na cidade e estendendo-se depois ao resto do país. Nesta altura observa-se que a documentação passa a dar grande importância ao espaço público, designadamente no que respeita à regulação e traçado de ruas, utilizando um padrão funcional e um interesse no controle e crescimento da estrutura urbana, ao contrário do que tinha sido regra nos períodos anteriores. Este programa denunciava preocupações funcionais inéditas e pretendia responder ao crescente afluxo de bens e de gente à cidade, cujo crescimento exponencial se inicia nesta época. As zonas mais ocidentais Intra-Cerca Fernandina, Carmo e Chiado, começam por apresentar uma estrutura urbana regular, acontecendo o mesmo nas zonas fora da cerca, como os bairros do Bairro Alto (figura 2.2 b)), Bica, Calçada do Combro, Poço dos Negros, Madragoa, resultantes da expansão da cidade durante o século XVII, que apresentavam um loteamento regular, traçados ortogonais das ruas e da forma dos quarteirões, compostos geralmente por lotes estreitos e alongados.

Esta nova organização da estrutura urbana é aplicada à contínua expansão da cidade até ao ano de 1755 [31] (figura 2.2 a)).



a) Desenvolvimento de Lisboa antes de 1755 – Limite da cidade no século XVIII [22]

b) Estrutura urbana do Bairro Alto [37]

Figura 2.2 - Plantas de Lisboa no século XVIII e XIX

No dia 1 de Novembro de 1755, foi sentido em Lisboa um grande terramoto com intensidade estimada de 9 graus na Escala de Richter, ao qual se seguiu um tsunami que poderá ter atingido a altura de 20 metros, submergindo grande parte do centro da cidade. Ainda como consequência do sismo alastraram pela cidade diversos fogos que duraram vários dias (figura 2.3). Esta catástrofe, que foi considerada uma das mais mortíferas da história, fez cerca de 20.000 vítimas mortais numa população de cerca de 100.000 habitantes e destruiu quase por completo a cidade de Lisboa, onde cerca de 75% dos edifícios foram destruídos ou ficaram inabitáveis [31].

Após o terramoto, a nova planificação da malha urbana foi uma das estratégias levadas a cabo pelo primeiro-ministro da época, o Marquês de Pombal, que a projectou segundo os mais modernos princípios urbanísticos e arquitectónicos, nascendo assim o plano pombalino. Para além de um projecto de reconstrução para a cidade, este plano estava imerso numa nova ideia de urbanismo no qual o conceito de bem comum se tornava essencial [31, 49].



Figura 2.3 - Lisboa durante a catástrofe de 1755 [MC]

O grande projecto de aplicação deste plano aconteceu com a reconstrução da Baixa Lisboeta, onde aliada à expansão necessária para suprir a falta de habitação criada pelo terramoto e à necessidade de reconversão de dados sectores da cidade em estado urbano caótico, se junta a necessidade de construir o edificado de modo mais seguro. Dessa forma surge uma estrutura urbana que ficou caracterizada pela coerência, homogeneidade e equilíbrio, assente numa "estrutura reticulada e regular do traçado dos eixos viários, na proporção e no posicionamento relativo dos quarteirões, e na uniformidade dos edifícios projectados quer em termos de alçados quer em termos de compartimentação interior" [31], e construída utilizando modernas técnicas de estrutura (gaiola pombalina) para mitigar consequências de futuros desastres. Na figura 2.4 apresenta-se o projecto de reconstrução da zona da baixa pombalina.

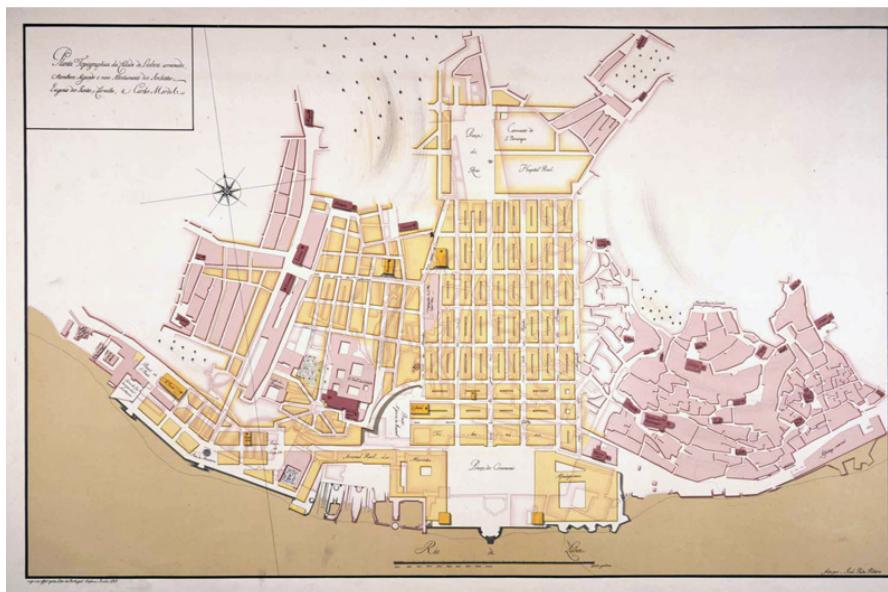


Figura 2.4 - Projecto de reconstrução da Baixa Lisboeta [MC]

O período de construção Pombalina prolonga-se até meados do século XIX, entrando-se então numa época de transição onde surge uma nova forma de construir.

Com a passagem do tempo foi se esquecendo o terramoto ocorrido e as consequências que este implicou na cidade. Dessa forma abriu-se caminho a uma nova tipologia construtiva denominada de “Gaioleiros” [31, 43]. A construção destes edifícios está associada ao prédio de rendimento e ficou ligado ao investimento de capital e à especulação no sector imobiliário durante a grande expansão da cidade, com o aumento significativo da população ocorrido a partir de 1870 em Lisboa.

Em termos de estrutura urbana, a cidade viveu uma expansão comparável à reconstrução Pombalina ocorrida um século antes, com a criação de grandes áreas urbanas nas zonas a norte da Baixa Pombalina e com o aumento da altura das construções. É também desenvolvido um pensamento urbanístico que permitiu a Lisboa um crescimento organizado da cidade a partir do centro em direcção às saídas da Capital [31] (figura 2.5).

Apesar do plano urbanístico executado em Lisboa nessa altura ter sido considerado o mais importante gesto de desenho da cidade desde a Baixa Pombalina, a construção do edificado não acompanhou essa modernidade, tendo perdido qualidade em relação ao tipo de construção anterior, até ao aparecimento e generalização do betão armado na indústria da construção.

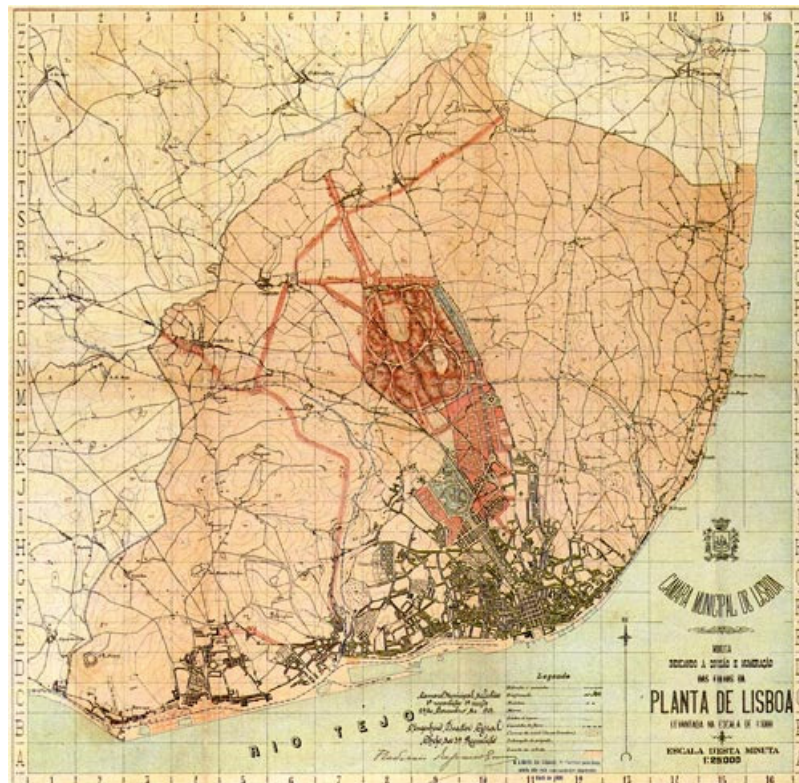


Figura 2.5 - Planta Geral da Cidade de Lisboa em 1903, de Frederico Ressano Garcia [12]

2.3 Evolução do Edificado

2.3.1 Evolução das tipologias construtivas em Portugal

Em Lisboa coexistem hoje em dia diversas tipologias construtivas. A grande maioria desse edificado foi destruída pelo terramoto ocorrido em 1755 e pelas catástrofes que dele resultaram (tsunami e incêndio) [1]. As restantes construções de épocas mais remotas foram sendo destruídas devido a catástrofes menores, ou mesmo pelo homem, restando muito pouca edificação anterior ao século XVIII. Desse edificado, a sua quase totalidade é constituída por edifícios muito alterados e diversas vezes intervencionados, principalmente de carácter erudito ou monumental.

Após essa grave catástrofe, Lisboa passou por um período de construção de excepcional qualidade [4], em que o urbanismo estava sujeito a regras fixas baseadas numa direcção planificada de ruas alinhadas e cujas opções arquitectónicas assentavam em regulamentos de construção, tendo em conta conceitos básicos de resistência às acções sísmicas. Iria assim nascer a “Lisboa Pombalina” que se encontra ainda representada por numerosos edifícios civis, religiosos e de habitação.

No final da década de 1870, construtores preocupados essencialmente com o lucro e muito pouco com a qualidade da construção levam à decadência da qualidade na construção do período Pombalino. Originam-se assim os edifícios “Gaioleiros”, também designados por “prédios de rendimento”, uma vez que eram construídos com o intuito de serem vendidos ou alugados [4]. A grande concentração destes edifícios surge nas áreas de expansão urbana ocorrida neste período. Esta denominação pretende traduzir a simplificação e as enormes alterações a nível estrutural e construtivo que estes edifícios sofreram, onde se destaca a deturpação da gaiola original executada durante o período Pombalino. Para além disso é de referir ainda que a mão-de-obra e os materiais empregues neste tipo de edificado foram, na maioria dos casos, de qualidade inferior aos usados nos edifícios característicos do período anterior [43].

A partir de 1930, com o início da era do betão armado, estes edifícios designados de “Gaioleiros” foram progressivamente substituídos por novas construções, onde as alvenarias e a madeira foram sendo, ao longo do tempo, substituídas pelo betão armado. Essa troca dá-se primeiramente nos pavimentos, marquises e varandas dos edifícios conhecidos por edifícios de placa, entre 1930 e 1940, ocorrendo depois nas estruturas quase integralmente em betão armado a partir dos anos 50 até aos dias de hoje [31].

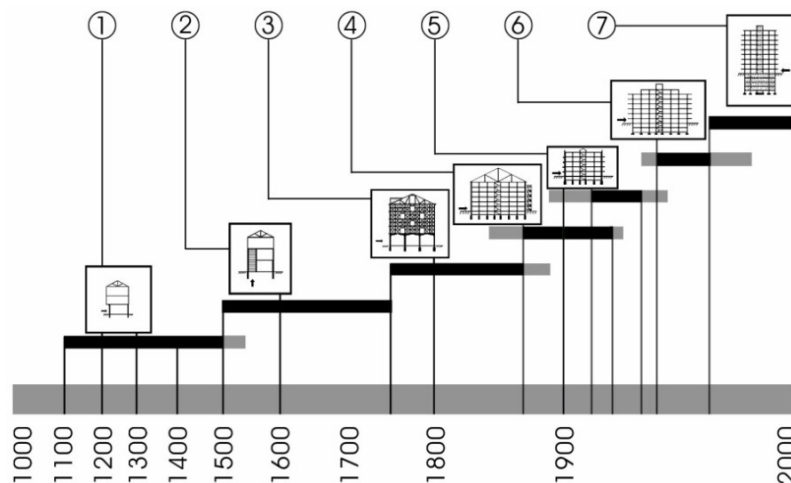
Em suma, ao longo dos séculos, as tipologias construtivas em Portugal sofreram uma acentuada evolução verificada no aumento de porte dos edifícios e no progresso dos materiais utilizados na sua construção, progredindo dos materiais como o adobe e a taipa para a alvenaria e posteriormente para o betão armado.

Pode estabelecer-se uma divisão ao nível das tipologias dos edifícios, de acordo com as suas características estruturais, directamente relacionadas com a época de construção, e com as tecnologias construtivas empregues [43].

O edificado do parque habitacional de Lisboa pode ser dividido em diferentes tipologias, nomeadamente:

- i. Edifícios com estrutura de alvenaria anteriores a 1755
- ii. Edifícios com estrutura de alvenaria da época pombalina e similares (1755 a 1880).
- iii. Edifícios com estrutura de alvenaria tipo “Gaioleiro” (1880 a 1930).
- iv. Edifícios com estrutura mista de alvenaria e betão (1930 a 1940).
- v. Edifícios com estrutura mista de betão e alvenaria (1940 a 1960).
- vi. Edifícios recentes de betão armado (> 1960).

A figura 2.6 apresenta a evolução destas tipologias de edifícios em Portugal desde um período muito anterior a 1755 até ao presente.



Legenda: 1) e 2) Edifícios com estrutura de alvenaria anteriores a 1755; 3) Edifícios com estrutura de alvenaria da época pombalina e similares; 4.) Edifícios com estrutura de alvenaria tipo “Gaioleiro”; 5), 6), 7) Edifícios com estruturas em betão armado.

Figura 2.6 - Evolução das tipologias construtivas em Portugal [19]

É de referir que, para este trabalho, são considerados como edifícios antigos aqueles que foram construídos até ao início dos anos 40 do século XX, antes da introdução do betão armado na construção [2].

Muitas destas tipologias antigas ainda existem nos dias de hoje, com maior ou menor expressão. Como exemplo, a tabela 2.1 apresenta a distribuição dos edifícios de alvenaria e betão armado actualmente existentes no parque habitacional de Lisboa pelas tipologias atrás referidas.

Tabela 2.1 - Distribuição dos edifícios de Lisboa pelas principais tipologias construtivas [19]

Tipologia Estrutural	Quantidade	%
Anteriores a 1755, Pombalinos e "Gaioleiros"	28000	50
Placa	11200	20
Antigos de betão armado	13900	25
Recentes de betão armado	3137	5

Perante os valores apresentados na tabela, pode concluir-se que os edifícios considerados antigos constituem uma percentagem importante do parque edificado existente, representando cerca de 50% deste [19, 30]. É portanto de vital importância que se olhe para estas tipologias de forma específica numa perspectiva de reabilitação.

i. Edifícios com estrutura de alvenaria anteriores a 1755

Como não existem, ou são muito escassos, os registos acerca do edificado de Lisboa anterior ao ano de 1755 e como após o sismo de 1 de Novembro grande parte das construções existentes em Lisboa foram destruídas ou ficaram seriamente danificadas, não é possível estabelecer uma tipologia construtiva identificativa deste período da história. Assim sendo, são considerados edifícios desta categoria, aqueles que resistiram total ou parcialmente ao terramoto e que se conservaram ao longo do tempo, não tendo obrigatoriamente uma caracterização semelhante entre eles [43].

Podemos identificar três tipos de edifícios dentro desta tipologia construtiva:

- Edifícios de qualidade elevada, que apresentam paredes de alvenaria bem cuidada e pedra emparelhada (pelo menos nos cunhais) com elementos de travamento entre a fachada

principal e tardoz. Na figura 2.7 é apresentado um edifício da tipologia pré-pombalina localizado em Lisboa onde é possível identificar a pedra emparelhada no cunhal;

- Edifícios de qualidade inferior, que apresentam paredes de alvenaria pobres e mal conservadas, grande deformação e ausência de elementos de travamento, com pavimentos que vencem vãos pequenos e que são geralmente de madeira;
- Edifícios com andar de ressalto, que são constituídos por um rés-do-chão todo em alvenaria de pedra e pavimento em arco, que serve de suporte a um ou dois pisos com estrutura reticulada em madeira e com revestimento exterior das paredes em alvenaria mista.

No geral estes edifícios têm 2 a 3 pisos, tendo no máximo 4 andares, com pé direito muito reduzido, grande densidade de paredes e poucas aberturas para o exterior [43].

Uma característica particular desta tipologia construtiva é a utilização das “fachadas em bico” quando as águas da cobertura são executadas perpendicularmente à fachada. Nos dias de hoje este tipo de fachadas ainda é muito frequente na cidade de Lisboa [31].

Estes edifícios localizam-se principalmente nos bairros históricos, como Alfama, Bairro Alto, Mouraria e Castelo.



Figura 2.7 - Edifício anterior ao terramoto de 1755 localizado no Bairro Alto em Lisboa [31]

ii. Edifícios com estrutura de alvenaria da época pombalina e similares (1755-1880)

São considerados edifícios pombalinos os que foram construídos na Baixa de Lisboa após o terramoto de 1755 [31, 43].

As principais razões que levaram à implementação da construção pombalina foram o caos urbanístico, resultado do crescimento do parque edificado antes do terramoto, e a necessidade de reconstrução rápida, mas suficientemente segura, das zonas destruídas pelo sismo [43].

A identificação de um edifício Pombalino é feita essencialmente pela existência da estrutura de gaiola, que consiste num sistema de pórticos tridimensionais contraventados de madeira, perpendiculares entre si. Estes edifícios “são geralmente constituídos por cinco pisos, com o rés-do-chão utilizado para comércio e restantes andares para habitação” [31] e têm como características identificativas.

- i. Um rés-do-chão amplo e rasgado para permitir a instalação de lojas ou armazéns;
- ii. As escadas de acessos aos andares ocupam um espaço muito mais importante que na tipologia construtiva anterior;
- iii. Aumento do pé direito do rés-do-chão para 16 palmos, cerca de 3,70 metros;
- iv. Paredes de fachada principal com várias e grandes janelas;
- v. Aproveitamento das águas furtadas e mansardas;
- vi. Existência de paredes divisórias de tabique esbeltas com boa elasticidade e resistência às acções verticais;
- vii. Todas as paredes exteriores que formam os vários quarteirões estão envolvidas pela gaiola tridimensional de madeira [31].

A ideia de construção anti-sísmica numa estrutura de madeira derivou da experiência existente na construção naval. Tendo como base o excelente desempenho dos navios face às acções dinâmicas transmitidas pelo mar, os engenheiros militares que intervinham no processo de reconstrução da Baixa estabeleceram uma analogia entre o comportamento das embarcações e o comportamento de um edifício durante um sismo [43].

Tendo a madeira um excelente comportamento às acções horizontais e à dissipação de cargas e sendo a alvenaria um material com boa resistência ao fogo, a associação destes dois materiais foi inevitável, concebendo-se assim as paredes resistentes mistas de alvenaria com gaiola de madeira incorporada, características desta época. O conjunto de estrutura tridimensional de madeira embebida na alvenaria permite conjugar as melhores características

destes dois materiais, apresentando-se assim uma parede com boa capacidade de resistência a esforços de compressão, tracção e flexão, conjugada com uma boa resistência ao fogo. A gaiola Pombalina foi concebida de modo a que, na eventualidade da ocorrência de um sismo, a estrutura pudesse permanecer íntegra mesmo que houvesse desmoronamento da alvenaria, constituindo assim um elemento estrutural de grande robustez e com boa capacidade para suportar cargas verticais e horizontais [43].

“A gaiola é assim formada por vários elementos que interligam paredes interiores, exteriores, vigamentos de pavimentos e asnas de cobertura formando um sistema quase perfeito de solidarização dos diferentes elementos estruturais, idêntico às melhores soluções actuais obtidas com betão armado”. A armação de madeira utilizada é constituída por um elevado número de peças verticais, horizontais e inclinadas, devidamente ligadas entre si, formando cruces de Santo André. Assim "a capacidade resistente da gaiola aos sismos resulta dessa organização do sistema de ligação entre os diferentes elementos e do rigor e detalhe construtivo na ligação da gaiola ao rés do chão, principalmente por meio de pernos metálicos chumbados às paredes e vigamentos que garantem fixações eficazes e garantem a efectiva transmissão de forças entre os elementos estruturais, através dos pavimentos” [31].

Na estrutura tridimensional de madeira da gaiola, a caixa de escadas tem também uma importante contribuição para a resistência às acções sísmicas, sendo a sua concepção bastante compacta, com três paredes paralelas em gaiola e solidamente travadas pelos degraus [43].

Quando bem conservada, a gaiola é relativamente duradoura. Mas, para tal, é necessário que a madeira se encontre bem seca e livre de ciclos de humedecimento e secagem que a possam apodrecer, e ainda de insectos e fungos que derivem dessas situações, sendo que para tal o seu recobrimento completo com rebocos desempenha um papel fundamental [43]. A figura 2.8 apresenta um modelo esquemático da gaiola num edifício Pombalino.



Figura 2.8 - Modelo esquemático da gaiola pombalina [64]

Além da elevada resistência ao sismo conferida pela gaiola, a construção pombalina tem um outro aspecto notável para a época, nomeadamente a utilização de uma série de elementos normalizados que conferiam uma maior rapidez e grande economia às construções. Este facto tornou as construções repetitivas, inviabilizando qualquer tipo de excepções, mas desta forma assegurava-se que a qualidade e coerência na construção era idêntica em todos os edifícios. Um exemplo dessa normalização pode ser identificado pelas fachadas de aspecto homogêneo e simétrico, compostas por várias janelas de forma igual existentes nos edifícios da Baixa Pombalina, como se mostra na figura 2.9.



Figura 2.9 - Edifício Pombalino localizado em Lisboa

iii. Edifícios com estrutura de alvenaria tipo “Gaioleiro” (1880-1930)

Ao longo do século XIX, surge um novo tipo de construção denominada por “Gaioleiros”. O termo “Gaioleiro” é uma designação que começou por ser dada aos construtores dessa época e que acabou por designar os edifícios que estes construíam. Essa é a única designação que existe da tipologia construtiva que se segue ao período pombalino até à introdução do betão armado na década de 30 do século XX [4].

Esta tipologia, associada ao aumento da procura do mercado imobiliário, caracteriza-se principalmente pela perda do rigor construtivo existente nos edifícios Pombalinos e pela decadência da utilização da gaiola Pombalina, para além do uso de mão-de-obra e materiais de qualidade inferior pelos construtores, o que se revelou um erro grave, levando à ruína de alguns edifícios construídos de forma mais aligeirada [43].

Esta solução construtiva deu origem a edifícios de qualidade muito inferior em comparação com os edifícios Pombalinos, “sem continuidade estrutural e tridimensional e onde raramente existiam soluções adequadas para as ligações das paredes de fachada com as paredes ortogonais e com os pavimentos” [31].

Estes edifícios “Gaioleiros” possuem características físicas e construtivas que permitem diferencia-los do restante património edificado lisboeta. Essas características podem ser resumidas em três pontos essenciais:

- i. Uma maior liberdade formal do que no período pombalino, que se materializa em:
 - a) Alongamento da proporção das janelas e recurso a grandes vãos;
 - b) Utilização de janelas de formas variadas e cantarias de secções diversas;
 - c) Utilização de janelas de peito e de sacada dentro de um mesmo piso;
 - d) Decoração das fachadas através de frisos, cimalthas e esculturas nos melhores edifícios;
 - e) Composição da fachada através de três zonas: soco, zona intermédia e sistema platibanda/telhado.

- ii. Uma organização funcional muito marcada com alguns elementos distintivos em relação a outros períodos, nomeadamente:
 - a) Varanda ou marquise metálica, na parte posterior do edifício;
 - b) Saguões ou passagens estreitas e profundas para entrada de luz e ar nas zonas interiores dos edifícios;
 - c) Casas de banho, localizadas no tardoz;
 - d) Corredor longitudinal de distribuição no fogo;
 - e) Quintais nas traseiras do edifício, que por vezes constituem amplas zonas verdes no interior dos quarteirões.

- iii. Um sistema construtivo decadente ligado à simplificação do processo pombalino, evidenciado pela utilização de materiais de fraca qualidade e também por vários factores que contribuíram para a sua fragilidade estrutural, designadamente:
 - a) Construção com pouca rigidez na articulação dos componentes que a constituem (comportamento deficiente às acções dinâmicas);
 - b) Fundações pouco cuidadas face aos terrenos onde se situam;

- c) Paredes resistentes insuficientes e indevidamente contraventadas;
- d) Substituição das paredes interiores do sistema de gaiola pombalina por tabiques sem sistema de travamento;
- e) Empenas muito elevadas em altura e profundidade;
- f) Presença de elementos decorativos pesados nas fachadas [4].

Na figura 2.10 é identificado um edifício “Gaioleiro” existente na avenida da República em Lisboa.



Figura 2.10 - Edifício “Gaioleiro” localizado na Av. da República, em Lisboa

2.4 Caracterização Construtiva de Edifícios Antigos

Definidos como edifícios antigos aqueles que foram construídos até ao início dos anos 40 do século XX, antes da construção em betão armado, é de referir que os edifícios, qualquer que seja a sua tipologia têm no mínimo 50 anos, apresentando tecnologias construtivas tradicionais e materiais que foram desaparecendo a partir dessa data [2].

É possível verificar que ao longo dos séculos permanecem padrões comuns na construção de edifícios, centrados no uso de um pequeno número de materiais dominantes naturais e pouco transformados.

Neste trabalho, a caracterização construtiva é realizada em termos de elementos primários dos edifícios. Consideram-se como elementos primários do edifício todos os elementos com função estrutural ou com alguma contribuição para a definição da sua compartimentação. Optou-se por sistematizar estes elementos da seguinte forma: Fundações, Pavimentos, Paredes, Cobertura, Escadas. Faz-se ainda a descrição dos revestimentos e acabamentos comuns nos edifícios antigos.

2.4.1 Fundações

Nos edifícios antigos as fundações são essencialmente de três tipos: Fundações directas constituídas pelo simples prolongamento até ao terreno, das próprias paredes resistentes, com a mesma largura ou com alargamento (em função das características do terreno); Fundações semi-directas, constituídas por poços de alvenaria de pedra, encimados por arcos de alvenaria de pedra ou tijolo; Fundações indirectas, constituídas por estacarias de madeira, atravessando aterros e formações recentes e atingindo estratos profundos de solo resistente [2].

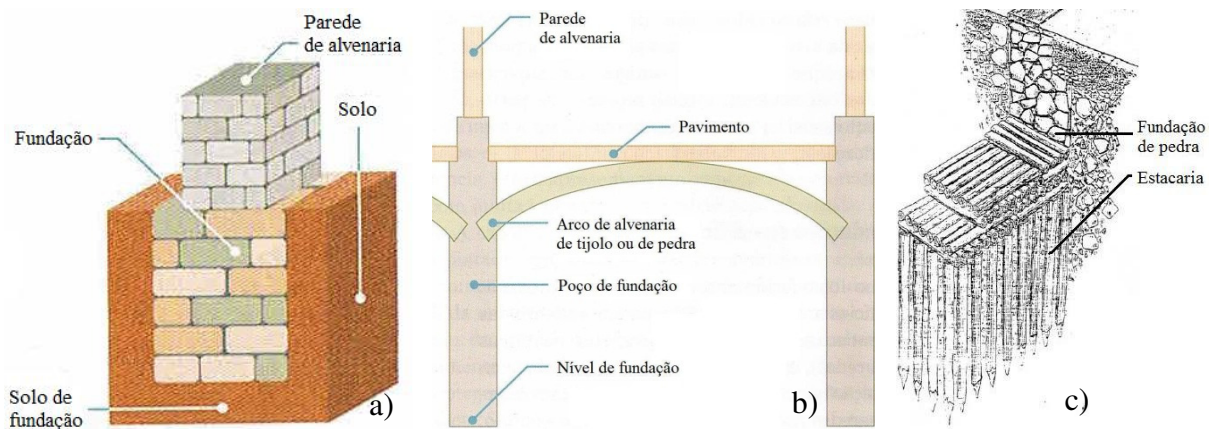
As fundações destes edifícios são habitualmente constituídas por sapatas isoladas para pilares e contínuas para as paredes, com uma constituição semelhante à das paredes resistentes do edifício. No entanto, entre a fundação e as paredes resistentes, existem algumas diferenças relacionadas com a largura e a constituição das mesmas. Em termos de largura, as fundações podem apresentar uma sobre-largura em relação às paredes, facto que se deve essencialmente à menor resistência mecânica do terreno que requer uma maior área de contacto, devido ao facto de a construção das fundações ser um trabalho ao qual estão associados maiores erros de execução, os quais podem ser mais facilmente absorvidos com uma sobre largura da fundação. Em relação à sua constituição, as fundações são executadas com uma alvenaria

mais pobre, visto que, sendo esta um elemento de transição entre as paredes (elemento mais resistente) e o solo (elemento menos resistente), apenas necessita de ter uma resistência mecânica intermédia [2]. É de referir que estas fundações (com sobre-largura e constituídas por alvenaria mais pobre) só são aplicadas em situações em que o solo de fundação tem uma resistência inferior à das paredes. Nos casos em que o terreno de fundação é muito resistente (rochas graníticas, calcárias e basálticas) esta sobre largura pode não existir, assim como a qualidade da alvenaria de fundação pode não se diferenciar da das paredes.

Existe ainda a situação em que, apesar de o terreno ter uma resistência mecânica suficiente, as camadas não se encontram próximas da superfície. Nestas situações é necessário aprofundar as escavações alguns metros até existir contacto com essas camadas, podendo esta ser feita de três maneiras distintas:

- i. Por projecção e execução de caves, para que o pavimento interior esteja situado a uma cota que permita a execução de fundações directas;
- ii. Por escavação local do solo, de 3 em 3 metros, executando poços quadrangulares em alvenaria de boa qualidade, com cerca de 1 metro de lado, com altura suficiente para atingir as camadas resistentes do terreno. No topo destes poços são executados arcos, geralmente em tijolo maciço ou pedra, sobre os quais são construídas as paredes resistentes do edifício. Esta solução evita uma escavação geral a grande profundidade, que para além das razões económicas também apresentava dificuldades técnicas acrescidas;
- iii. Por cravação de estacas de madeira até à cota de terreno resistente. Esta é uma solução que apresenta maiores limitações, pois obriga à existência de camadas brandas e regulares que viabilizem a cravação, além do facto das estacas terem uma resistência mecânica inferior à da alvenaria. Esta forma de fundação por estacas pode ser considerada mais uma técnica de consolidação do terreno do que um sistema de fundação [2].

Os três tipos de fundações descritos estão representados na figura 2.11.



- a) Representação esquemática de uma fundação directa corrente [2]
 b) Fundação semi-directa com arcos de alvenaria [2]
 c) Fundação em estacas de madeira [41]

Figura 2.11 - Representação esquemática de tipos de fundação

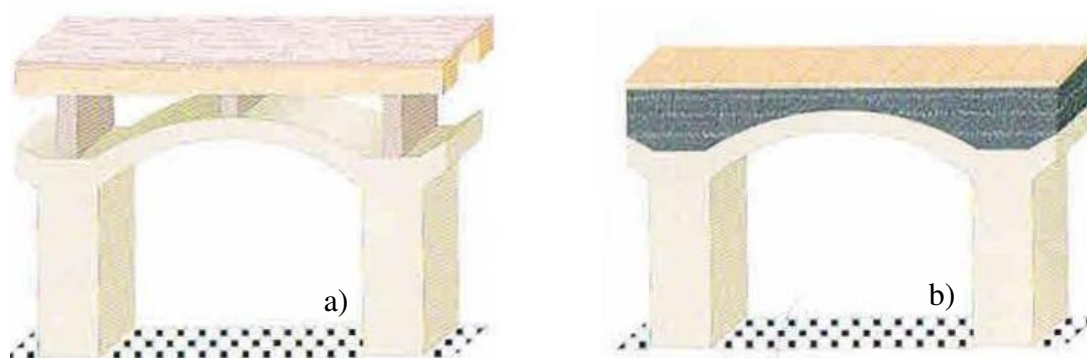
2.4.2 Pavimentos

Os pavimentos dos edifícios antigos têm constituições diferentes consoante são pavimentos térreos ou elevados. A constituição dos pavimentos térreos é muito simples, geralmente baseada em terra batida ou enrocamento de pedra, sobre a qual se coloca uma camada de revestimento que pode ser em lajedo de pedra, ladrilhos, tijoleira cerâmica ou sobrados de madeira.

No que diz respeito aos pavimentos elevados, estes são executados geralmente em madeira, sendo a solução mais frequente e simples a concepção de um sistema de vigas paralelas colocadas a distância variável umas das outras e apoiadas nas paredes resistentes da estrutura. A construção de abóbadas e arcos em alvenaria de pedra é uma solução aplicada em edifícios mais nobres e acontecia quando se pretendia evitar o contacto da madeira com zonas húmidas do terreno, ou quando era necessário um vão de grandes dimensões para o qual o comprimento das vigas de madeira não era suficiente. Sobre os arcos e abóbadas de alvenaria colocavam-se os revestimentos, que podiam ser executados de duas formas: criação de uma estrutura de madeira semelhante à explicada anteriormente, que se apoiava nos elementos de alvenaria ou por enchimento dos arcos com entulho, areia argilosa, terra ou pedra solta, sobre o qual era colocada uma camada de argamassa que servia de base para o assentamento do

soalho, dos lajedos de pedra ou dos revestimentos cerâmicos. São apresentadas representações esquemáticas destas duas soluções na figura 2.12 a) e b). A primeira solução apresenta vantagem ao nível da leveza da estrutura; no entanto, o maior peso da segunda solução pode ser um factor estabilizante da estrutura como acontece com as paredes resistentes destes edifícios [2].

Nestas estruturas de arcos e abóbadas dos pavimentos, como nas paredes, é de registar a grande variabilidade na escolha dos materiais constituintes. Nos edifícios nobres, militares e religiosos, era costume utilizar-se pedra talhada; na generalidade dos edifícios os arcos e abóbadas eram executados à base de elementos cerâmicos, organizados em formas simétricas e com grande rigor geométrico e estrutural. Existe ainda registo da utilização de alvenaria de pedra irregular argamassada; no entanto, esta solução apresentava limitações relacionadas com a necessidade de utilização de cofragens e cimbres muito complexos [2].



a) Pavimento em arcos com estrutura de madeira

b) Pavimento em arcos com enchimento

Figura 2.12 - Representação esquemática de estruturas de pavimentos [2]

A espécie de madeira mais utilizada nos pavimentos era o castanho, de origem nacional, mas também é frequente encontrar outras espécies de origem nacional como o choupo, o cedro ou o carvalho. Eram também utilizadas espécies oriundas da Europa Central e em alguns casos madeiras exóticas provenientes do Brasil, Índia e colónias africanas. Estas madeiras eram utilizadas em edifícios de maior importância. A estrutura de madeira era organizada de forma simples, colocando os vigamentos de forma paralela com afastamentos de 20 a 40cm entre eles, tendo como regra que o espaçamento deveria ser igual à espessura do vigamento colocado (figura 2.13). Esta regra, no entanto, foi perdendo aplicação com a utilização de vigamentos cada vez mais estreitos. As estruturas dos pavimentos eram fixadas às paredes

resistentes dos edifícios por gatos metálicos ou através de encaixe das vigas em aberturas executadas nessas paredes. A utilização de perfis redondos sem qualquer tipo de corte, assim como o encaixe simples dos vigamentos em aberturas nas paredes resistentes são exemplos da perda de exigência na construção ocorrida na época final do século XIX [2].

Na zona superior, as vigas eram colocadas perpendicularmente as tábuas de soalho, enquanto na zona inferior era colocado um fasquiado em madeira sobre o qual se aplicava estuque.

A partir do século XX surgem os pavimentos mistos, com estrutura metálica, constituída por perfis de ferro laminado e abobadilhas cerâmicas. Estes pavimentos eram colocados, sobretudo, nas “zonas húmidas” da habitação.

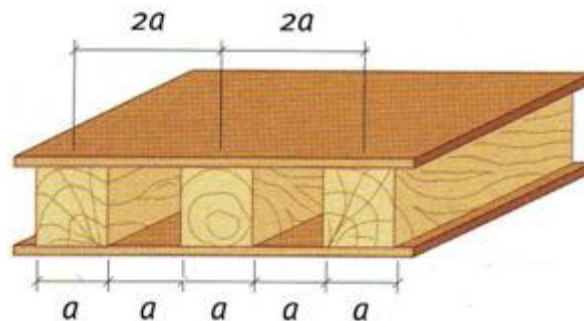


Figura 2.13 – Representação esquemática de pavimento em madeira com espaçamento igual à espessura das vigas [2]

2.4.3 Paredes

As paredes características de edifícios antigos podem ser divididas em três tipos: paredes de alvenaria, paredes de cantaria ou tabiques. As paredes de alvenaria e cantaria são utilizadas como paredes resistentes do edifício enquanto os tabiques servem para definir a compartimentação interior.

i. Paredes resistentes

Apesar de todas as paredes num edifício terem de cumprir certas exigências estruturais, apenas algumas dessas apresentam segurança estrutural relevante. Dessa forma são consideradas paredes resistentes do edifício, as que representam um papel predominante na sua resistência às cargas verticais e horizontais que lhe são impostas (cargas de natureza gravítica, sismos e vento) [2]. Estas paredes resistentes são também designadas como paredes principais ou paredes-mestras.

As paredes principais de edifícios antigos apresentam geralmente grande espessura e são constituídas por materiais heterogêneos, de onde resultam elementos rígidos e pesados. Apesar da sua elevada espessura e peso, estas paredes têm uma resistência a esforços de tracção e corte muito baixa. A sua grande espessura justifica-se pela força estabilizadora devida à largura e peso da parede confere uma boa resistência às forças horizontais deslizantes e derrubantes, reduzindo o risco de instabilidade por encurvadura. Outro factor a favor dessa elevada espessura tem a ver com o facto de existir uma maior protecção contra os agentes atmosféricos (vento e principalmente chuva) que têm maior dificuldade em penetrar em zonas interiores do edifício [2].

Como se referiu anteriormente, as paredes resistentes apresentam variações, principalmente nos materiais da sua constituição, que dependiam da disponibilidade destes nas zonas de construção. A disponibilidade de matérias-primas levava a que as diferenças pudessem ser de cariz regional ou mesmo local. Essa influência regional pode ser verificada na distribuição geográfica das alvenarias de pedra onde são conhecidas as predominâncias de pedras nas diferentes zonas do País (Granito em Trás-os-Montes, e Beiras, Calcários na região de Lisboa e zonas do Alentejo, etc.). A constituição destas paredes podia ser em pedra emparelhada, pedra talhada ou mistura de pedra irregular ligada por argamassa de cal e areia. Podiam ainda ser utilizadas peças de madeira como acontecia com as paredes de frontal do período Pombalino representada na figura 2.14.

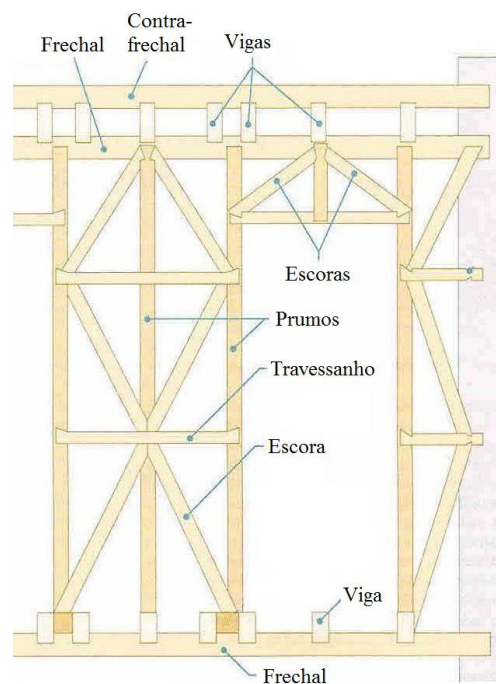


Figura 2.14 - Representação esquemática de uma parede de frontal [2]

Nas zonas rurais, a sua constituição podia ainda ser em taipa ou adobe. A taipa consistia na colocação de terra húmida e pedras compactadas entre dois taipais de madeira que posteriormente eram retirados, formando uma parede constituída por esses materiais. O adobe consistia na execução das paredes a partir de blocos de barro, moldados através de um processo artesanal e secos ao sol. Esta solução era especialmente utilizada em regiões a Sul do rio Tejo, mais secas e quentes.

As paredes principais ou mestras nos edifícios antigos apresentam poucas variações do ponto de vista construtivo ao longo dos séculos, assinalando-se apenas o facto de ocorrer uma sistemática redução da sua espessura ao longo do tempo. Esta situação deveu-se principalmente a duas causas essenciais: o progresso técnico e científico, que permitiu um melhor domínio das ciências dos materiais, e a procura de aligeiramento das construções, reduzindo as quantidades de materiais para maior economia de quem constrói. Esta situação culmina com a tipologia construtiva dos “Gaioleiros”, no final do século XIX e início do século XX, onde se verifica uma elevada deterioração das práticas construtivas no fabrico das paredes [2].

ii. Paredes de compartimentação

No edifícios antigos, as paredes desempenham quase sempre funções estruturais de relevo, já que a própria arquitectura dos edifícios, a organização dos espaços e as limitações estruturais dos materiais disponíveis fazem com que se mobilize a capacidade resistente da generalidade das paredes. Mesmo quando assim não o é, as paredes de compartimentação têm, com frequência, um papel importante no travamento geral das estruturas, fazendo-se através dessas paredes a interligação entre paredes resistentes, pavimentos e coberturas [2]. No entanto, no âmbito deste trabalho, são consideradas paredes de compartimentação aquelas que foram concebidas para desempenhar o papel de elemento de separação de espaços interiores no edifício, sem qualquer consideração pela sua possível função estrutural.

Estas paredes apresentam também uma grande diversidade de soluções, sendo identificável um certo âmbito regional ou local de certas soluções, claramente associadas à disponibilidade de determinados materiais, como são exemplos as construções de parede à base de blocos de adobe e de taipa. No entanto existem soluções utilizadas, com poucas variações em todo o país, podendo pois ser consideradas de âmbito nacional, como é o caso dos tabiques de

madeira, obtidos pela pregagem de um fasquiado sobre tábuas colocadas ao alto, sendo o conjunto revestido com barro ou reboco de argamassa de cal e saibro [2] (figura 2.15).

Os tabiques em madeira executados na época pombalina eram paredes que apresentavam excelente desempenho, pois funcionavam interligadas com a gaiola pombalina e os pavimentos do edifício. No entanto, a partir do final do século XIX, a madeira foi substituída por alvenaria de tijolo, mais económica e mais fácil de executar, perdendo-se quase totalmente a sua contribuição para o travamento do edifício e as ligações entre paredes, pavimentos e coberturas.

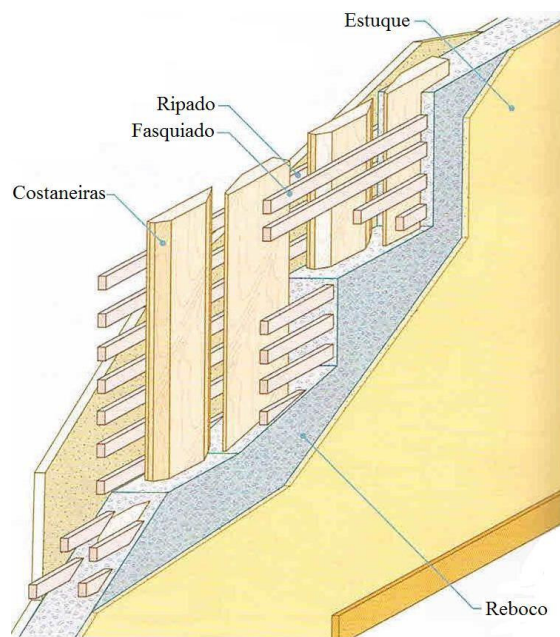


Figura 2.15 - Representação esquemática de uma parede de tabique [2]

2.4.4 Cobertura

As estruturas de cobertura, tal como acontece com os pavimentos, apresentam um grande número de soluções no que se refere a geometria, forma estrutural e materiais estruturais. No que se refere à forma, as coberturas de edifícios antigos podem ter formato inclinado (coberturas inclinadas), curvo (abóbadas e cúpulas) ou plano (coberturas em terraço), tendo as coberturas inclinadas uma predominância em relação às outras duas soluções [2]. Em relação às coberturas curvas, estas baseiam-se nas formas estruturais anteriormente mencionadas e correspondem geralmente a pequenas zonas de construção, sendo frequentes em edifícios de arquitectura religiosa.

Nas coberturas em terraço, a utilização de pedra e tijolo (em arcos e abóbadas) predomina em relação às estruturas em madeira, visto que nesta situação as dificuldades de assegurar a estanquidade das coberturas é superior às estruturas inclinadas e portanto é necessário um material com melhor comportamento em contacto com a água. A estrutura destes terraços era semelhante à dos pavimentos, descrita anteriormente, onde era feito o enchimento e nivelamento da estrutura em arco e abóbada, que posteriormente recebia as camadas de impermeabilização, protecção mecânica e camada de acabamento.

Nas coberturas inclinadas acontece o contrário, sendo predominante a utilização de estrutura em madeira com revestimento em telha cerâmica. Nesta situação, a estrutura em madeira apresenta uma inclinação que varia segundo a localização do edifício e com o tipo de utilização, apresentando sempre suficiente estanquidade à entrada de água, já que a própria inclinação favorece essa ocorrência. Este tipo de cobertura é também bastante mais aligeirada que a cobertura em pedra, o que beneficia o edifício. A configuração e constituição da estrutura em madeira é variável consoante a dimensão do edifício, a pendente da cobertura e a possibilidade de aproveitamento dos sótãos em água-furtada ou mansarda. A estrutura em água-furtada tinha uma concepção mais simples, enquanto as mansardas permitiam um melhor aproveitamento do espaço da cobertura. Apesar das diferentes concepções em ambos os casos a estrutura da cobertura pode resumir-se a um conjunto de vigas paralelas que vencem os vãos disponíveis e uma estrutura composta por madres, varas e ripado, que suportam o telhado dos edifícios que podem ser revestidos a telha cerâmica do tipo “canudo”, “lusa” ou “Marselha”.

Consoante a importância do edifício, sua dimensão ou dignidade, as coberturas tornam-se mais complexas [2]. Na figura 2.16 apresenta-se uma estrutura de cobertura inclinada típica de edifícios antigos.

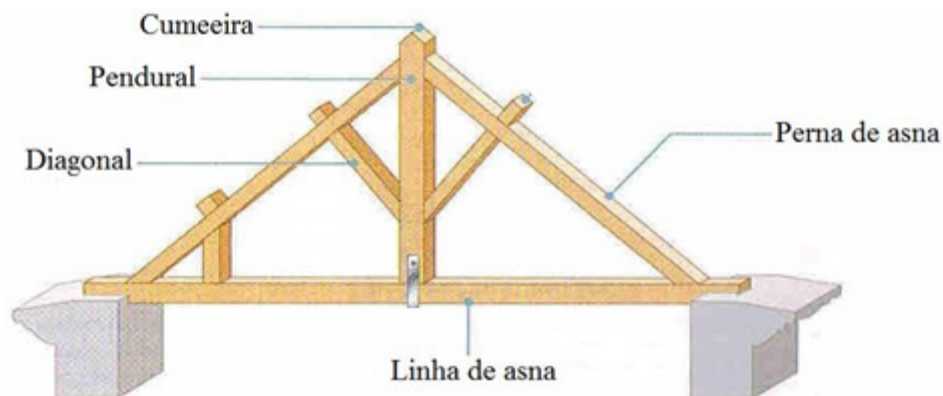


Figura 2.16 - Representação esquemática de uma estrutura de cobertura em madeira [2]

2.4.5 Escadas

As escadas nos edifícios antigos são geralmente de madeira. Também podem existir, em casos menos comuns escadas, em pedra ou em estrutura metálica.

As escadas das zonas interiores do edifício são tipicamente em estrutura de madeira.

A partir do século XVII observa-se uma evolução nítida da importância das escadas, com um aumento do espaço ocupado por este elemento. Nos edifícios mais antigos, as escadas eram geralmente de tiro, num lance único entre andares e de reduzida largura (inferior a 1m), com uma inclinação muito acentuada e localizadas, normalmente, junto a uma das empenas do edifício. Estas escadas eram muito pouco confortáveis, onde os espelhos podiam chegar a ter 0,20m, e a sua execução era apenas possível em edifícios com pés direitos muito reduzidos [2]. Por vezes era aproveitado o declive das ruas para a execução de escadas independentes de acesso aos pisos ou fogos de habitação, existindo nesses casos duas entradas para o edifício.

Com o aumento do pé direito dos compartimentos, associado à salubridade das habitações e com a consciência da importância do conforto das escadas, estes elementos ganharam importância e dimensão. A partir do século XVIII vulgarizam-se as escadas com dois lanços de degraus e patamares intermédios, com larguras ultrapassando um metro. A localização típica da escada foi também deslocada, situando-se próximo do centro do edifício. Esta localização justificava-se pela generalização dos edifícios em lotes de frente larga, com dois fogos por piso e pela procura de uma simetria estrutural vantajosa para os edifícios, por exemplo, em relação à resistência à acção dos sismos.

As escadas de pedra eram utilizadas frequentemente em zonas exteriores dos edifícios ou em zonas que tivessem contacto com o exterior (piso térreo) de forma a evitar problemas relacionados com a humidade.

As escadas metálicas são utilizadas no final do século XIX, normalmente através de estruturas de forma simples constituídas por colunas cilíndricas, vigas I ou T e degraus de chapa xadrez. Habitualmente tratam-se de escadas de serviço, localizadas geralmente no tardo dos edifícios.

Na figura 2.17 são identificados dois tipos de escadas existentes em edifícios antigos. No primeiro caso é apresentada uma escada interior em madeira e no segundo caso uma escada metálica exterior ao edifício.



a) Escada interior em madeira; b) Escada exteriores metálicas

Figura 2.17 - Escadas de edifício “Gaioleiro” [30]

2.4.6 Revestimentos e acabamentos

Os revestimentos das paredes exteriores nos edifícios antigos são geralmente em reboco de argamassa de areia e cal aérea com acabamento em caição branca ou em outras cores. Outra solução utilizada para os revestimentos exteriores era o azulejo que tanto funcionava como elemento decorativo como servia de camada de desgaste da parede. Esta solução também era utilizada em zonas interiores do edifício, principalmente nas cozinhas e casas de banho (zonas húmidas). Nos edifícios “Gaioleiros” eram utilizados vários elementos de cantaria com função decorativa no revestimento das fachadas.

Nas paredes interiores e tectos, o principal revestimento utilizado nos edifícios antigos era o estuque que, para além de económico, permitia imitar, através da sua pintura, acabamentos em pedra natural ou madeiras nobres.

CAPÍTULO III

EDIFÍCIOS “GAIOLEIROS” – Caracterização Histórica

3.1 Considerações Gerais

Neste capítulo é feita a caracterização histórica da tipologia construtiva dos edifícios “Gaioleiros”.

O período decorrido entre o último quartel do século XIX e os primeiros 30 anos do século XX foi uma época de grandes transformações na cidade de Lisboa. A expansão urbana da cidade para Norte e Poente e o crescimento populacional vivido durante esse período associado a condicionantes económicas e financeiras dessa época levaram ao aparecimento de uma nova forma de construir, rápida, barata e com retorno garantido. Estas condições, no entanto, implicaram uma perda de qualidade construtiva que ficou associada a esta tipologia.

Essas modificações na malha urbana e na construção dos edifícios verificam-se na urbanização das novas zonas de expansão onde é possível diferenciar as áreas mais ou menos nobres. As zonas onde o processo de urbanização foi executado pela Repartição Técnica e pela Câmara Municipal apresentavam uma melhor qualidade construtiva e uma coerência urbanística que não foi cumprida nas zonas secundárias deixadas à iniciativa privada, que condicionou toda a programação das envolventias dessas zonas.

As transformações ocorridas modificaram também os instrumentos legais vigentes nesse período ao nível da construção civil.

3.2 Expansão Urbana da Cidade de Lisboa. Envolvente Histórica

3.2.1 O Plano

A ideia de expansão da cidade de Lisboa para Norte aparece pela primeira vez com o desenho da Baixa Pombalina. Antes do terramoto de 1755, a expansão da cidade organizava-se a partir de eixos paralelos ao rio. Ao contrário do que sucedera até esse trágico acontecimento, no novo plano desenvolvido por Manuel da Maia, Eugénio dos Santos e Carlos Mardel são adoptados como eixos principais as ruas perpendiculares ao rio, ligando o antigo Terreiro do Passo ao Rossio. Esta inversão do sentido da circulação no interior da cidade pode ser considerada como a génese do seu futuro crescimento [4].

Nos últimos vinte anos do século XIX e no primeiro quartel do século XX, Lisboa viveu uma expansão urbanística só comparável com a reconstrução da Baixa Pombalina no período após o terramoto de 1755, sendo que esse crescimento confirmaria o sentido de expansão da cidade. A abertura da avenida da Liberdade e a edificação das novas zonas a Norte da cidade obedeceu a um plano elaborado por Ressano Garcia que marcou a história e a configuração de Lisboa.

Este plano derivou de um pensamento estratégico e um planeamento consistente que ocorreram numa altura chave do desenvolvimento urbano da capital. No final do século XIX, as grandes obras urbanas levadas a cabo em Paris serviram de modelo ao crescimento de várias importantes cidades Europeias, entre elas Lisboa, que se renovou sempre à imagem das avenidas Parisienses. No entanto, pode dizer-se que a semelhança entre a renovação radical ocorrida na capital francesa e o que aconteceu em Lisboa se limita à tipologia e imagem das avenidas, com arruamentos largos, incluindo neles separadores centrais ocupados com canteiros e árvores. O que sucede em Lisboa, só superficialmente se assemelha a Paris, pois enquanto em Paris se assiste a uma renovação urbana profunda, em Lisboa o plano a executar é mais um instrumento de expansão da cidade. Este plano de expansão é de um grande pragmatismo, adaptando-se ao terreno e às ruas existentes, nomeadamente através da integração de ruas antigas no seu traçado ou alterando a escala dos quarteirões de acordo com a topografia do terreno.

3.2.2 A nova malha urbana. Novas avenidas e bairros residenciais

Em meados do século XIX inicia-se uma política de melhoramentos que modifica a paisagem social da cidade de Lisboa. A fixação de novos limites territoriais determinados em 1852, que alteraram a área da cidade de 9.47 km² para 12.24 km² e a delimitaram pela estrada da circunvalação, revelam a intenção de expansão para Norte. Apesar disso, a cidade mantinha-se agarrada ao rio, já que o comprimento máximo no sentido Este-Oeste era de 5.6 km, contra 3.3 km no sentido Norte-Sul [55].

O levantamento topográfico da capital, realizado em 1858 pelo engenheiro Carlos Pezerat, “com vista ao alinhamento de ruas, aformoseamento de praças, encanamento de águas, construção de caes e de outras obras de semelhante natureza” [50], viria a dar origem à primeira carta da cidade na escala de 1:1000. É então pensada uma nova grande avenida central em Lisboa, que ligasse o passeio público às portas da cidade. O anúncio dessa intenção

ocorre em 1859 pelo Presidente da Câmara, Júlio Pimentel. A nova grande avenida seguiria o passeio público até S. Sebastião da Pedreira e Campo Pequeno, alterando definitivamente o sentido de crescimento da cidade até então e passando a ser o instrumento urbano privilegiado da articulação do centro histórico com novas zonas urbanas da cidade.

Como se verifica na planta da cidade de Lisboa em 1863, apresentada na figura 3.1, Lisboa é uma cidade “presa” ao rio.



Figura 3.1 - Planta de Lisboa em 1863 [MC]

O engenheiro Pierre Joseph Pezerat, que nessa altura chefiava a Repartição Técnica, terá sido o responsável pelo “Projecto de rectificação e alargamento de rua” e, juntamente com a comissão criada em 1865 para estudar o “plano geral dos melhoramentos da Capital”, suportaria esse projecto de construção da avenida. No entanto, a acção desta equipa no destino e transformação da cidade revelou-se opaca e sem consequências imediatas, levando à sua extinção no ano de 1868. Porém, a efémera 1ª Comissão de Melhoramentos não deixou de assumir um papel na reflexão sobre a cidade, particularmente sobre a discussão iniciada na década anterior, contribuindo no sentido de dirigir a questão da mencionada avenida para uma ordem mais técnica, integrada e concreta [37]. Para além de elemento privilegiado de articulação viária entre o centro da cidade e a periferia, é acentuada a pertinência na criação de novos equipamentos urbanos e zonas residenciais qualificadas na sua envolvência:

"(...) devendo attender-se na concepção do projecto à boa disposição dos edifícios, espaçosas alamedas, passeios, jardins, praças e ruas, que comuniquem com diferentes pontos mais

habitados e concorridos da capital e suas imediações e, principalmente com estradas reaes do Lumiar e Cintra, pelo Campo Grande e Campolide.” [37].

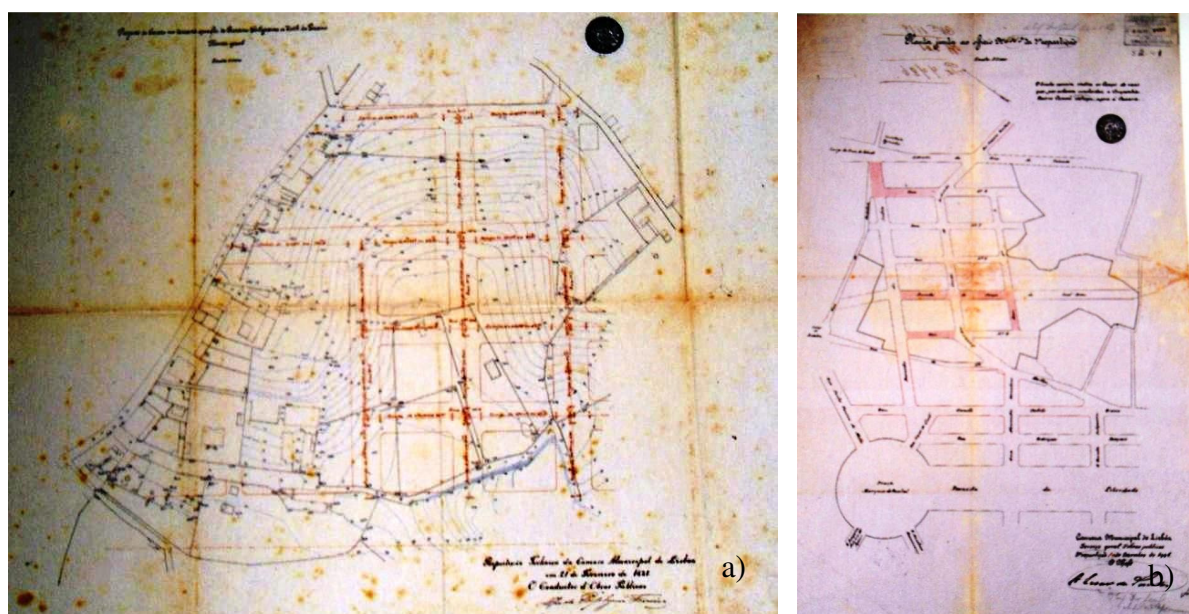
Após a morte de Pezerat em 1872, a chefia da Repartição Técnica é assumida pelo engenheiro Ressano Garcia. Em 1876 este engenheiro defende que se solicite ao Governo a nomeação de nova comissão para prosseguimento do plano geral de melhoramento da Capital. A constituição da nova comissão (1876-1881) integrará Ressano Garcia, designado pela Câmara Municipal [50]. Para além de outros trabalhos na comissão, Ressano Garcia, com apoio da Repartição Técnica da Câmara Municipal de Lisboa, estuda e projecta a futura avenida. Este plano obedecia aos seguintes princípios: *“(…) uma programação sistemática e faseada, visando implantar novos bairros residenciais destinados à média e alta burguesia, articular expeditamente o centro da cidade com o seu termo mais qualificado a norte, e finalmente, dotar Lisboa de uma imagem renovada, ortogonal, higienizada e arborizada, espécie de centro alternativo ao velho coração que continuava a bater, para todos os lisboetas, entre o Terreiro do Paço, o Rossio e o Chiado.” [37].*

Em Outubro de 1877, é aprovado o projecto “do primeiro lanço do boulevard” (figura 3.2). Conforme indicava a memória descritiva que acompanhava o projecto, a nova avenida estendia-se até à praça do Marquês de Pombal, desde o passeio público, e da qual irradiariam quatro ruas: “uma em direcção ao Rato, outra ao local do novo edifício da Penitenciária e Entre-Muros, outra para Santa-Marta e finalmente outra para os sítios do Campo Grande e Benfica” [50]. As obras da nova avenida da Liberdade iniciam-se em 1879.



Figura 3.2 - Projecto da Avenida da Liberdade, 1879 [50]

No ano seguinte, é concluído um acordo com Antão Barata Salgueiro do qual resulta a libertação de terreno para o leito do boulevard e também um terreno do lado Oriental para construção de um novo bairro residencial. O projecto de construção do novo bairro de Barata Salgueiro é indicado na figura 3.3 a). Esta nova zona, de forma intencionalmente ortogonal, organizava um espaço vocacionado para habitação de qualidade que comunicava com a avenida em construção. Mais a Norte, do outro lado da avenida, foi também aprovado nesse ano o projecto do Bairro Camões indicado na figura 3.3 b). Iniciava-se assim uma nova expansão da cidade com a construção da nova avenida e edificação de bairros adjacentes aos novos caminhos dentro da cidade [12]. Os projectos de construção dos novos bairros adjacentes à avenida estão representados na figura 3.3.

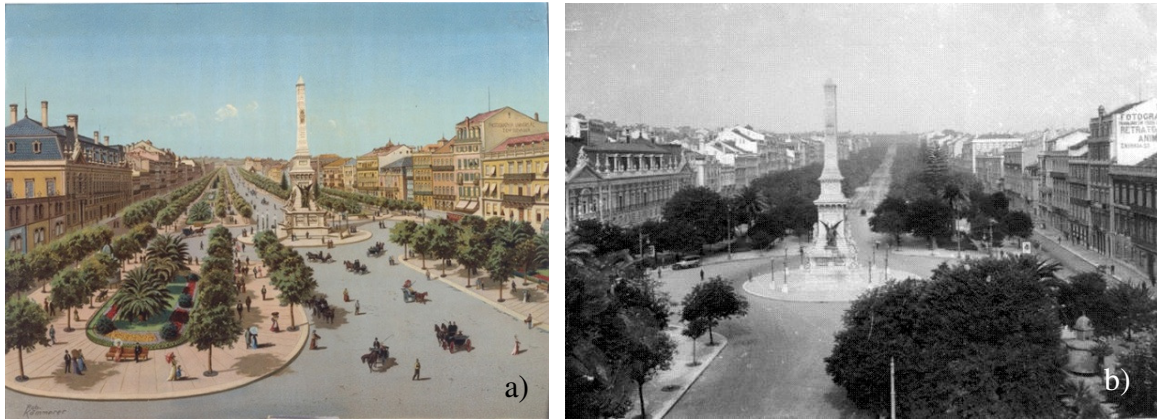


- a) Projecto de bairro no terreno de Barata Salgueiro. Escala 1:1000, 1881 [33]
- b) Planta das ruas concluídas do Bairro de Camões. Escala 1:2000, 1901 [12]

Figura 3.3 - Projectos de construção de novos bairros

O interesse dos empresários particulares, a venda dos novos lotes e a edificação de palacetes ou de prédios de rendimento nesses novos bairros, comprovaram a razão de ser daquele projecto e asseguraram a rápida apresentação da “segunda parte do boulevard do Passeio Público a S. Sebastião” [50]. Todavia a ideia da nova avenida seguir um alinhamento único desde o passeio até às portas da cidade foi posta de lado. A razão deste abandono deveu-se a dificuldades relacionadas com o relevo dos terrenos situados a Norte do referido passeio público.

Em Abril de 1886, é inaugurado o primeiro lanço da Avenida da Liberdade (figura 3.4). Este acontecimento foi o marco simbólico que alterou a forma tradicional da cidade. Desde então, a urbe começou a crescer para Norte em direcção ao planalto. A área contida na nova circunvalação (1885) apresentava já maior desenvolvimento no sentido Norte-Sul, 12.2 km, do que no sentido Este-Oeste, 8.5 km [55].



a) Ilustração da Avenida da Liberdade 1889-1900 [MC]

b) Avenida da Liberdade em 1900 [63]

Figura 3.4 – Ilustração e fotografia da Avenida da Liberdade em Lisboa

Dois anos depois (1888), é apresentado pelo engenheiro Ressano Garcia o projecto de ligação da Avenida da liberdade ao Campo Grande. Esta proposta estava organizada em dois corpos distintos: 1. Ruas adjacentes ao futuro Parque da Liberdade; 2. Avenida das Picoas ao Campo Grande [12]. Estes dois projectos são apresentados nas figuras 3.5 a) e b).

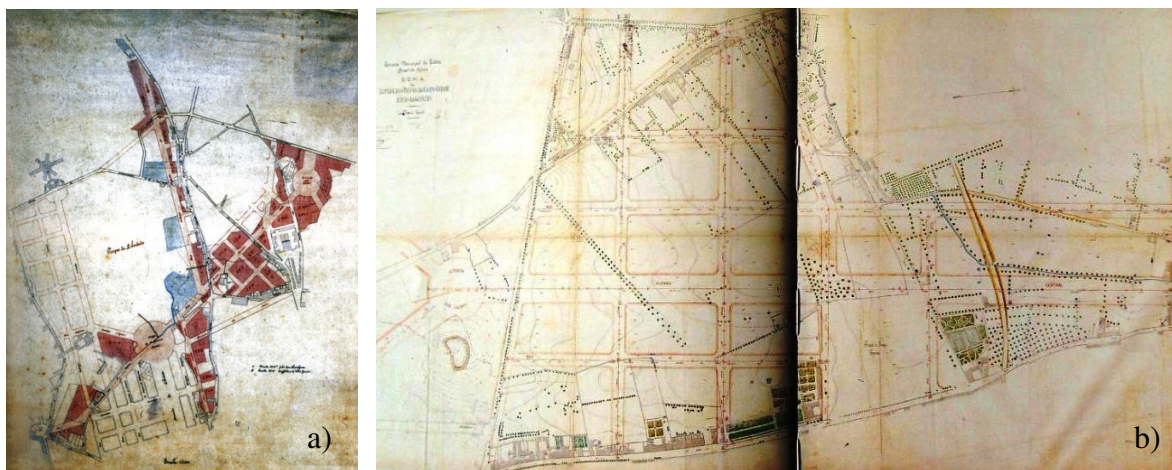
O novo projecto apresentava o traçado proposto sobre o tecido urbano preexistente, com nivelamentos e planta indicando os limites das propriedades e partes a expropriar, tendo em vista a urbanização de uma vasta área da cidade com cerca de 5 Km².

"Segundo este projecto a avenida da Liberdade com 90m de largura terminará em uma grande praça circular denominada de Marquês de Pombal com 200 m de diâmetro. Desta praça partirá para a direita e formando com o prolongamento do eixo da avenida da Liberdade um ângulo de 60° uma rua que se prolongará até às Picôas tendo aproximadamente 873 m de comprimento. No prolongamento desta rua haverá outra em um só alinhamento recto. No prolongamento desta rua haverá outra em um só alinhamento recto com 425,5 metros (...) cruzando-se com estas ruas formando iguais ângulos com o prolongamento do eixo da avenida haverá outras duas ruas a da esquerda com 70 m de comprimento e a da direita com 170 m. (...) Partindo destas ruas paralelas entre si e distantes

uma da outra entre os seus eixos aproximadamente 575 m, terminando na antiga estrada da circunvalação. A direita com 822 m, e a da esquerda que se prolonga pelo sul até à antiga Calçada do Salitre com 822 m. De um e outro lado destas ruas se projectam paralelas ou perpendiculares à sua direcção.” [37].

Este plano pode ser esquematizado como uma rede viária que se desenvolvia linearmente, definindo espaços intersticiais para edificação, através de um eixo gerador que apresentava duas inflexões (Rotunda e Saldanha) e suportava, ao longo do seu percurso, uma malha ortogonal de ocupação em superfície que foi sendo articulada com os sucessivos troços do eixo [12]. Não se tratava, no entanto, de um desenho homogéneo. Este projecto, como ainda hoje pode ser visto, apresenta uma divisão em três partes, cada uma delas definida por um sistema ortogonal próprio:

1. O conjunto Avenida – Parque, com quarteirões periféricos, muito alongados, estreitos e separados do restante pelas ruas de S. José - St.^a Marta - S. Sebastião;
2. O conjunto das Picoas, tendo como eixo a Avenida Fontes Pereira de Melo, com quarteirões de menor dimensão e forma próxima do quadrado, separado do conjunto seguinte pela Circunvalação – Avenida Duque d’Ávila;
3. O conjunto da Avenida da República e quarteirões envolventes, sendo estes de dimensões rectangulares mais equilibradas e terminando no seu prolongamento “natural”, o Campo Grande [12].



a) Projecto das ruas adjacentes ao futuro Parque da Liberdade, 1888 [12]

b) Projecto da Avenida das Picoas ao Campo Grande e ruas adjacentes, 1888 [33]

Figura 3.5 - Projecto de ligação da Avenida da liberdade ao Campo Grande

Na altura de apresentação deste plano, não existia nenhum instrumento que facilitasse as expropriações e todo o processo de construção da primeira parte da nova avenida tinha sido muito complicado e demorado, visto estar dependente de acordos com os proprietários dos terrenos. Por essa razão, em 1885, o Partido Regenerador de Fontes Pereira de Melo “aplica” a Reforma Administrativa em que se fixam os novos limites territoriais e consigna à Câmara Municipal competências para deliberar sobre a realização de obras ou melhoramentos municipais, assim como a conveniência de expropriação, por utilidade pública, das propriedades necessárias a essas obras ou melhoramentos [12].

Dessa forma, em Agosto de 1888 é sancionada a nova lei de expropriação, aplicável exclusivamente aos prédios das zonas necessárias à execução do Parque da Liberdade e da Avenida das Picoas ao Campo Grande. Em Outubro de 1889, aprovam-se os projectos de construção e fixa-se o prazo de 36 meses para a sua execução por entidades exteriores ao Município. Esta lei torna-se regra para o dimensionamento da nova malha urbana.

Em relação à lei de expropriação, convém ainda assinalar a forma como foram acautelados os interesses das partes envolvidas:

1. Viabiliza-se a expropriação por unidade pública de uma faixa anexa e exterior ao perímetro dos espaços públicos, até um limite de 50m.
2. Aos proprietários, sujeitos a expropriação, concede-se o direito de preferência na execução das obras projectadas, com a imposição de cumprirem o prazo fixado pelo Governo ou, em alternativa, a venda em hasta pública dos terrenos infra-estruturados, restituindo o expropriado ao Município 75% do aumento do valor na operação [50].

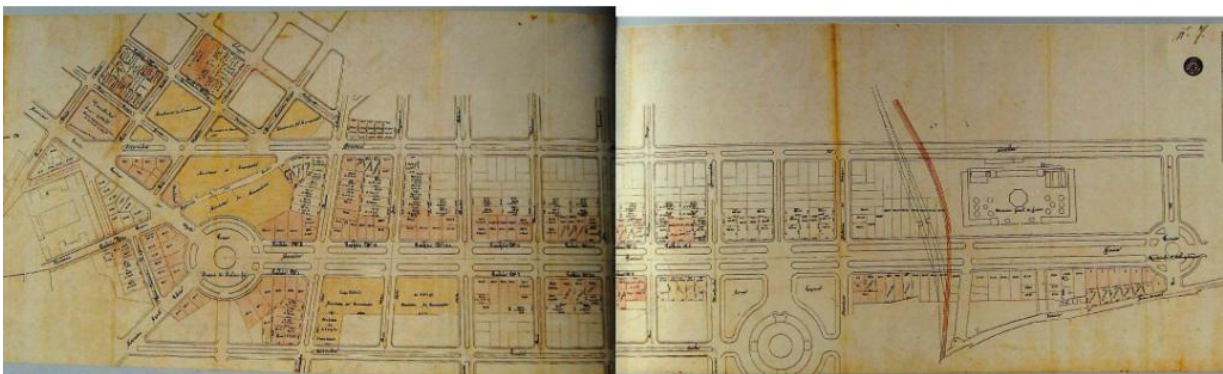


Figura 3.6 - Planta de lotes vendidos e por vender entre a Avenida Fontes Pereira de Melo e a Avenida Ressano Garcia até à Praça Mouzinho de Albuquerque, 1902 [33]

A partir desta reforma avança o novo projecto, no qual a Repartição Técnica e a Câmara Municipal de Lisboa se empenham a fundo nos vinte anos seguintes, sendo a sua realização mais notável e o projecto urbanístico mais importante desse período na cidade de Lisboa.

Este projecto apresenta um novo eixo de expansão que é agora constituído por três avenidas articuladas por rotundas: Av. Da Liberdade, Av. Fontes Pereira de Melo e Av. da República (figura 3.7 e 3.9). Com o traçado das novas avenidas há lugar a um significativo crescimento da cidade, modificando diversas vezes os limites fiscais da capital até 1903. Nesta data ficou estabelecido o perímetro do concelho de Lisboa tal como hoje existe, com uma área de 83.8 km² [55].

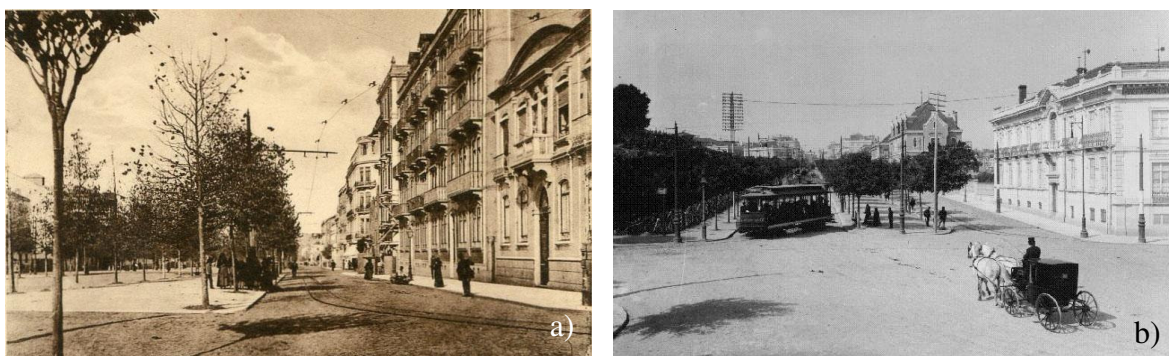


Figura 3.7 - Planta do traçado da Avenida da Liberdade, Parque da Liberdade, Avenida das Picoas com ruas adjacentes em 1897 [MC]

Entretanto, para além deste plano, outros importantes projectos foram sendo executados na cidade. A execução de novos bairros em Campo de Ourique e nas zonas adjacentes às recentemente abertas Avenida dos Anjos (Almirante Reis) e Avenida 24 de Julho são exemplos disso (figura 3.8 e 3.10). As novas edificações são destinadas à classe média e possuem uma grande variedade arquitectónica. No entanto, a execução desses projectos considerados secundários não teve a mesma atenção por parte da Repartição Técnica e da Câmara Municipal que teve o grande projecto das Avenidas Novas e deixou-se que a iniciativa privada condicionasse toda a programação das envolências, levando a uma fraca coerência urbanística dessas zonas [12].



Figura 3.8 - Planta do traçado da Avenida dos Anjos (Av. Almirante Reis) [AFL]



a) Avenida da República 1900 [MC]; b) Avenida Fontes Pereira de Melo 1901 [AFL]

Figura 3.9 - Fotografias e ilustrações da Avenida da República e Avenida Fontes Pereira de Melo em Lisboa



a) Avenida Almirante Reis na década de 20; b) Avenida Almirante Reis 1908

Figura 3.10 - Avenida Almirante Reis durante o século XX [AFL]

Esta opção de deixar à iniciativa privada a responsabilidade da construção dos edifícios sem qualquer controlo por parte do Município terá sido um dos principais defeitos deste plano de expansão. Mesmo nas zonas das Avenidas Novas, assiste-se a um fraco controlo da qualidade da construção. Desde o início que estas novas zonas de expansão foram prejudicadas pela construção especulativa e de má qualidade, assim como por uma arquitectura medíocre que em parte dominou a cidade nessa altura, resultando uma imagem heterogénea e descontínua. O plano de expansão foi julgado e confundido com isso, levando a que durante muito anos não fosse compreendida a verdadeira dimensão do projecto pensado por Ressano Garcia [4]. No entanto, a expansão da cidade para Norte, a partir dos novos traçados, foi executada de forma admirável, fruto de um pensamento urbanístico evoluído. Aqui teve-se como objectivo um crescimento da cidade a partir do Centro em direcção às saídas da Capital. Usando a morfologia do território e do tecido urbano, bem como uma constante reinterpretação e

redesenho desses novos traçados, reajustando-os face a novos saberes ou exigências pragmáticas.

Este plano de intervenção, desenvolvido sobre a cidade, caracterizou-se pela capacidade de considerar o território cada vez mais vasto, susceptível de se prolongar continuamente pelo espaço metropolitano e conferiu á cidade um instrumento que permitia, a longo prazo, um crescimento planeado e com grande flexibilidade que permitiu acompanhar o extraordinário acréscimo da superfície municipal e responder ao crescimento demográfico [50].

Ao longo do século XX estas novas zonas urbanas desempenharam papéis fulcrais na vida da cidade, constituindo um aumento do parque habitacional mais destinado a uma burguesia em expansão.

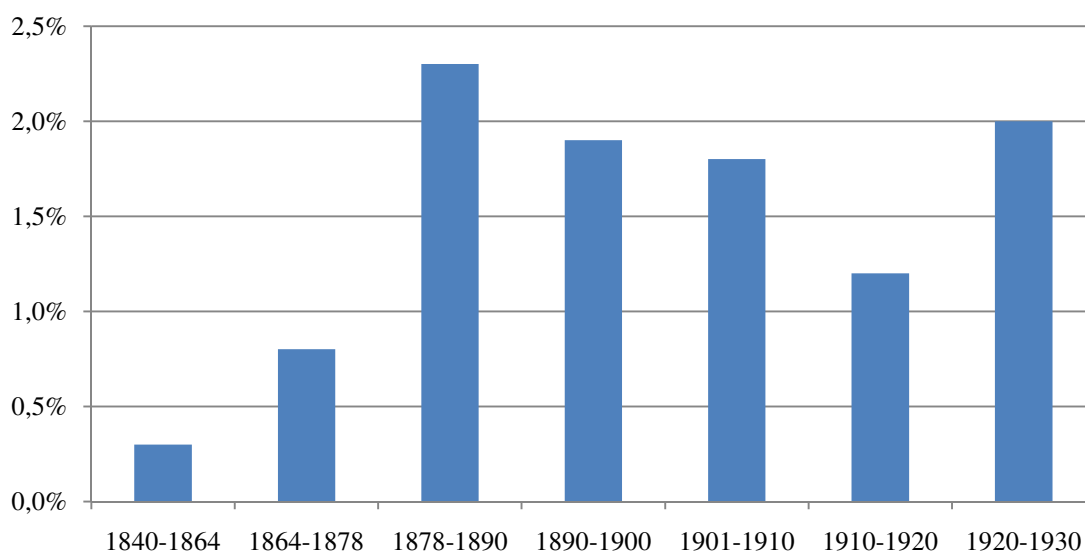
A expansão da cidade de Lisboa esteve intimamente ligada com crescimento populacional ocorrido neste momento da história. O período que se inicia em 1860 e vai até 1930 abarca um dos momentos mais intensos de crescimento da população, acompanhado pelo conseqüente aumento do edificado da cidade.

3.3 Crescimento Populacional em Lisboa

Até meados do século XIX, as cidades estiveram praticamente circunscritas aos perímetros murlhados. Ao contrário de outros países da Europa, a maior parte das urbes em Portugal, incluindo Lisboa, não registou um aumento considerável da área urbanizada no período da industrialização. O facto mais importante para a mudança a partir de 1840 foi a integração do mercado trazida pelas linhas-férreas que, ao permitirem escoar a produção regional, também contribuíram para o aumento da imigração. O incremento da indústria, acompanhado pelo das obras públicas e da construção civil, e as necessidades crescentes de mão-de-obra, intensificaram o afluxo de populações do interior para a capital a partir desse periodo [55]. A evolução no crescimento da população da cidade de Lisboa até 1878 apenas repôs os efectivos populacionais perdidos em décadas anteriores. Na realidade, a demografia da capital foi sucessivamente afectada pela instabilidade social e política durante a primeira metade do século XIX. Mas a partir desse ano, Lisboa assiste a uma aceleração do seu ritmo de crescimento populacional que se intensifica até ao primeiro quartel do século XX [56].

Em 1878 o censo oficial da população indicava 227 mil habitantes [25]. A partir desse ano, essa tendência de crescimento aumenta. Regista-se uma elevada taxa de crescimento de 2,3% ao ano (entre 1878-1890), sendo a maior de todo o período abrangido. Em 1890, o novo censo

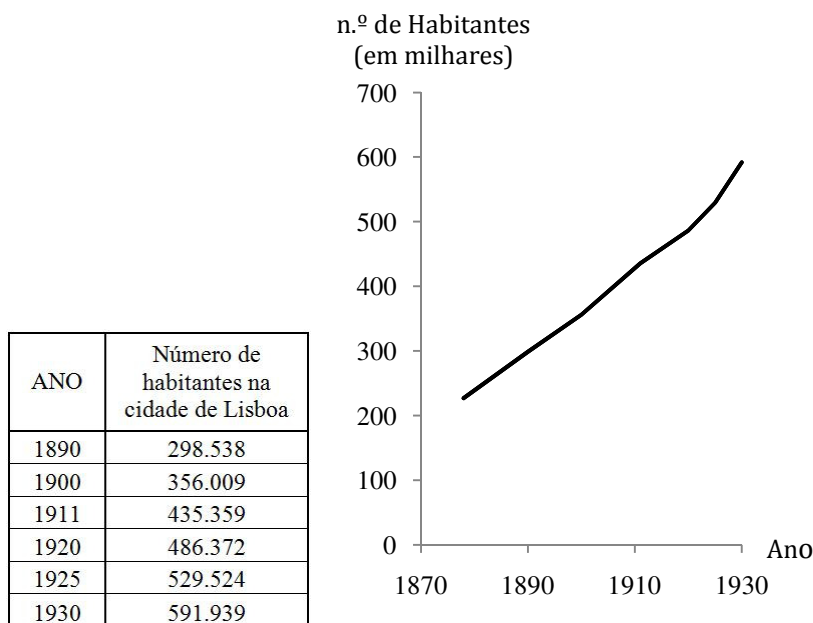
contará 301 mil habitantes na cidade de Lisboa. As décadas seguintes, 1890-1900, 1900-1910, e 1920-1930, mantiveram essa tendência de crescimento com taxas de crescimento próximas dos 2% ao ano, à exceção da década de 1910-1920, que apenas regista um crescimento de apenas 1,3%. Esta diminuição acontece na década em que se dá a implantação da República e a primeira grande guerra, factores que certamente contribuíram para esse abaixamento, não deixando, no entanto, de ser um valor positivo existindo portanto um crescimento populacional nessa década [56]. A evolução da taxa de crescimento populacional na cidade de Lisboa durante o período referido é visível no gráfico 3.1.



3.11 - Evolução da taxa de crescimento populacional em Lisboa entre 1840 e 1930 [56]

Os dados da tabela 3.1 e gráfico 3.2 traduzem esse crescimento populacional na cidade de Lisboa, a partir de meados do século XIX até ao ano de 1930. Este inicia-se de forma lenta até ao ano de 1878 evoluindo exponencialmente a partir dessa data chegando a um volume populacional próximo dos 600 mil habitantes em 1930 [53].

Tabela 3.1 - Número de habitantes na cidade de Lisboa entre 1890 e 1930 [46]

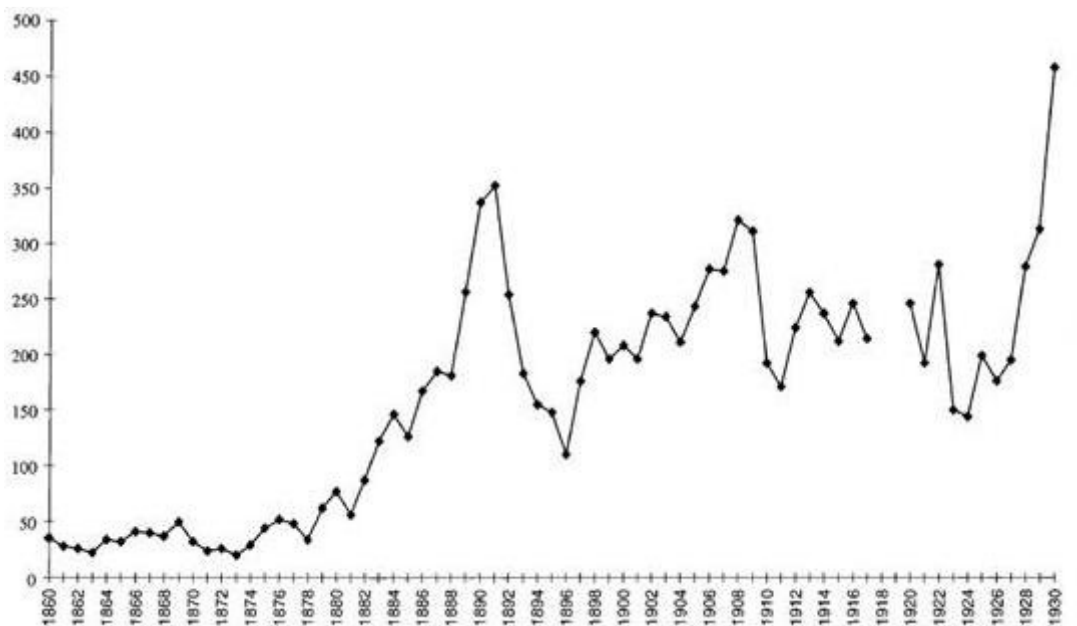


3.12 - Evolução do volume populacional da cidade de Lisboa entre 1864 e 1930 [53]

Este acréscimo de habitantes de Lisboa traduziu-se numa expansão da cidade para lá das zonas que tinham sido ocupadas até ao século XVIII. Também influenciou o tipo de construção, pois era necessário para sustentar este crescimento um aumento do número de edifícios existentes e este teria de ser feito de forma rápida e económica. Estas circunstâncias levaram a que surgissem os prédios de rendimento (“Gaioleiros”), os quais tinham como principal objectivo o aproveitamento do espaço.

O fenómeno de aumento do número de edifícios nesta circunstância pode ser verificada pelo intenso e rápido crescimento da concessão de licenças de construção. Após 20 anos sem haver quase alteração do número de licenças concedidas por ano, surge o período entre 1881 e 1891, em que as licenças concedidas aumentaram 665%, passando de 42 em 1881 para 317 em 1891. Após este período, como acontece com a taxa de crescimento populacional, dá-se um decréscimo deste valor. Entre 1891 e 1896 o número de licenças concedidas desce 69%. Surge todavia uma nova fase de aumento entre 1896 e 1909, chegando a valores próximos aos observados no período 1881-1891. A partir de 1909, e coincidente com o início da primeira vereação republicana, dá-se uma queda de 50% na concessão de licenças. Esta tendência manteve-se com o início do conflito mundial (1914) e também no pós-guerra. O facto deve-se à crise económica e financeira que afectou o sector da construção civil de forma evidente, com o aumento do preço dos materiais de construção e o desinteresse dos investidores. É nesta fase que o número de prédios construídos é o mais baixo desde 1896 e onde é mais

notória a diminuição de qualidade da construção dos Edifícios. No entanto, em 1924, já no início do aparecimento do betão armado, inicia-se um novo ciclo de evolução da construção residencial, cuja conclusão ultrapassa a data de 1930, com um novo aumento das licenças de construção [56]. Os valores referidos podem ser verificados no gráfico 3.3.



3.13 - Evolução do número de licenças de edificação (1860-1917) e de prédios construídos (1920-1930) na cidade de Lisboa [56]

3.4 Urbanização das Novas Zonas

3.4.1 Loteamento dos Quarteirões

A expansão da cidade para Norte progride simetricamente organizada sobre a avenida do passeio público onde, a partir da década de 1880, começam a desenvolver-se novos bairros nos quarteirões adjacentes, iniciando-se com a implantação dos bairros de Barata Salgueiro, Camões, Entremuros e Picoas.

O loteamento destes quarteirões ocorreu na sequência do processo de expropriações, subordinado à específica lei de expropriações de 1888, que defendia a formação de “lotes para venda em terrenos de um só proprietário”, sempre que não houvesse inconveniente para “a realização do plano de obras e das futuras construções” [51]. O loteamento e expropriação das novas zonas estava a cargo do município, enquanto a construção do edifício ficava a cargo da iniciativa privada.

A geometria dos loteamentos foi condicionada pela morfologia e dimensões dos quarteirões, geralmente com tipologia ortogonal, e pela configuração das parcelas originais, onde os limites laterais dos lotes eram perpendiculares às vias e o de tardo dos lotes adossados paralelo à frente mais extensa dos quarteirões. Nos quarteirões trapezoidais, cujas extremidades poderiam ser acutângulos ou obtusângulos as parcelas seriam loteadas a partir da bissetriz do respectivo ângulo.

A lógica de loteamento dos quarteirões foi aplicada em todos as novas zonas de construção, tornando característica de cada bairro a frente mínima do quarteirão rectangular tipo, que teria dimensões entre os 14 e os 17,5 m, com excepção dos lotes de gaveto. Em relação à profundidade dos lotes, esta podia variar entre metade da frente do lote de gaveto e metade da frente mínima do quarteirão, verificando-se assim alguma flexibilidade no dimensionamento deste. Esta situação seria importante para o escoamento no mercado imobiliário da época, dominado por uma burguesia com capacidades financeiras muito diferenciadas [51]. Como exemplo apresenta-se na figura 3.11 a configuração do loteamento de um quarteirão de forma rectangular existente na zona das Avenidas Novas em Lisboa.

Apesar do loteamento destes quarteirões ter ocorrido nos primeiros anos após a lei de 1888 a edificação destes novos bairros prolonga-se por mais de meio século, num processo condicionado pelo elevado custo das expropriações e das obras de urbanização [51].

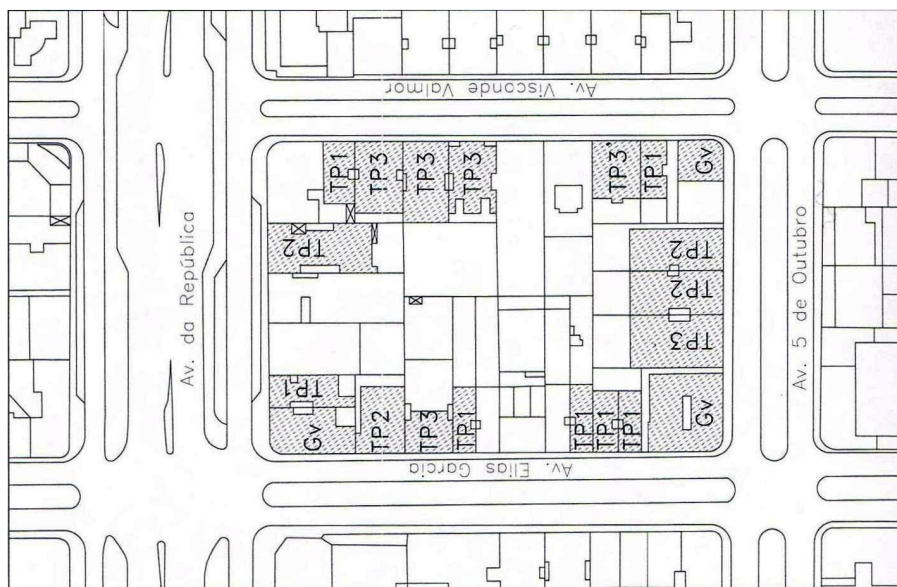


Figura 3.14 - Exemplo de loteamento de um quarteirão [4]

3.4.2 Edificação dos bairros

As novas zonas de expansão assumem um papel de destaque nesta altura. Introduzem-se em Lisboa os novos valores do urbanismo moderno constituindo-se como palco de experiências arquitectónicas pioneiras, apresentando uma grande variedade na sua expressão. Estas oscilam entre os modestos prédios de rendimento destinados à classe média, as moradias que ostentam linguagens exuberantes de teor eclético e os palacetes da alta burguesia que legitimavam o estatuto e a dignidade social dos seus proprietários [37]. “Os ricos palacetes floridos de dois pisos e vastos jardins envolventes alternavam com austeros e sólidos prédios de cinco a seis andares, e tudo se fechava sobre amplos logradouros contíguos e ajardinados, que davam à vida uma nova alegria.” [12].

Como já anteriormente referido, a edificação das novas zonas foi realizada quase totalmente pela iniciativa privada, deixando a estes a tarefa de decidir como construir, sem qualquer tipo de controlo por parte do Município. Assim, a qualidade dos edifícios construídos durante este período é muito variável, existindo alguns edifícios de boa qualidade e outros de qualidade muito baixa. Boa parte destes últimos inseria-se na tipologia construtiva dos “Gaioleiros” surgida durante este período. O tipo de construção dos edifícios “Gaioleiros” derivou da construção Pombalina perdendo qualidade em relação a esta. Este tipo de edifícios surge principalmente nas áreas de expansão urbana, com particular destaque para a zona das Avenidas Novas e os eixos da Almirante Reis, Avenida da Liberdade, Avenida da República e Alameda Afonso Henriques [25].

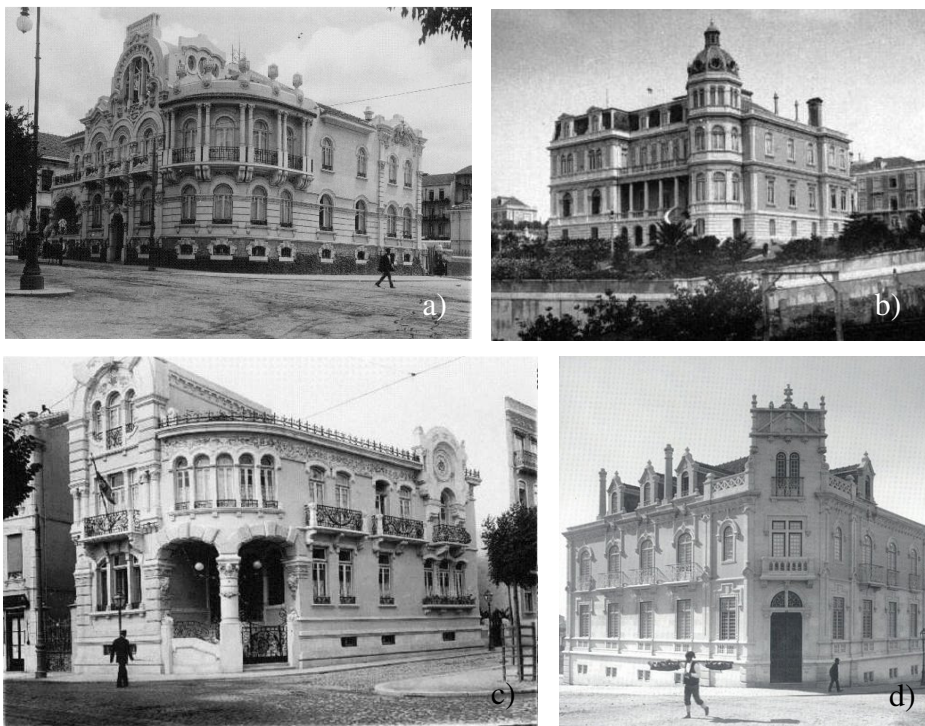
A variedade arquitectónica construída durante este período é identificada nas figuras 3.12, 3.13 e 3.14 onde se apresentam exemplos de cada um dos tipos de edificado: moradias, palacetes e prédios de rendimentos.



a) Av. 5 de Outubro, 67 a 73, construídas entre 1898 e 1908; b) Av. da República;

c) Av. da República, 77, construída em 1906; d) Rua Braamcamp, 5

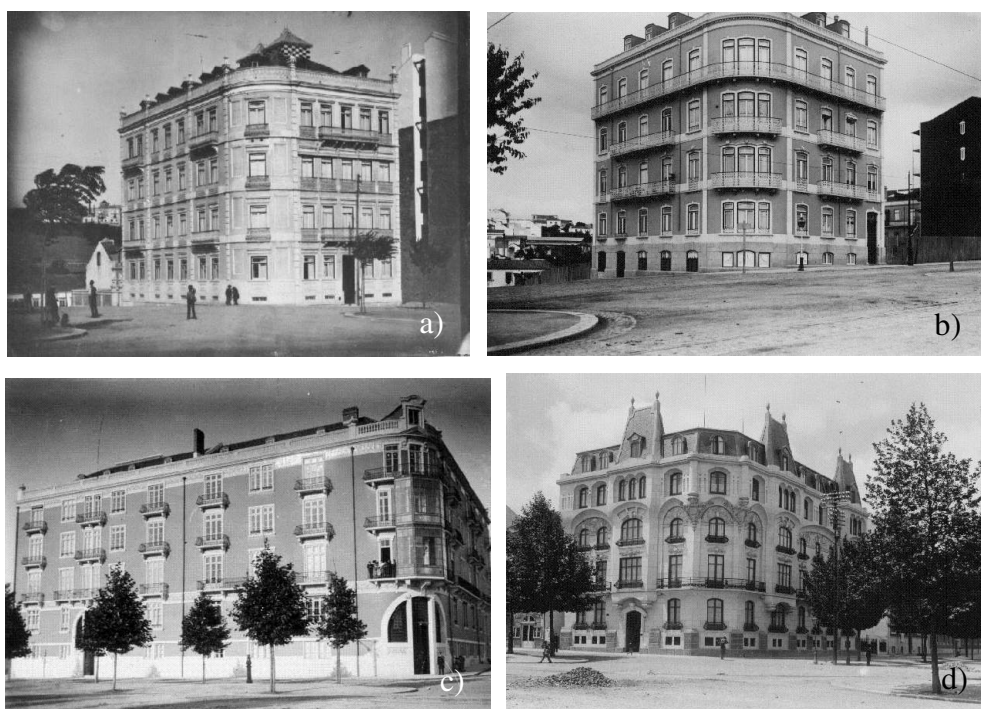
Figura 3.15 - Moradias construídas nas novas zonas de expansão na cidade de Lisboa [AML]



a) Av. Fontes Pereira de Melo, 28; b) Palácio Sotto Mayor, Av. Fontes Pereira de Melo,

1905; c) Praça Duque de Saldanha, 1912; d) Casa Empis, Av. Duque de Loulé, 77

Figura 3.16 - Palacetes construídos nas novas zonas de expansão na cidade de Lisboa [AML]



a) Av. da Liberdade 1895 Cruzamento com a R. Barata Salgueiro;

b) Av. Fontes Pereira de Melo; c) Av. da República, 46-48 A, projecto de 1906;

d) Av. da República, 23, 1913

Figura 3.17 - Prédios construídos nas novas zonas de expansão na cidade de Lisboa [AML]

No último quarto do século XIX, 120 anos depois do terramoto ocorrido em 1755, não existia ninguém que tivesse presenciado esse acontecimento e os efeitos que este implicou à cidade. Este foi um factor importante para a menor preocupação por parte da população para a possibilidade de ocorrência de catástrofes desse tipo. Com o exponencial crescimento populacional que ocorreu em Lisboa, houve a necessidade de construir de forma rápida e de aumentar o número de pisos dos edifícios para que estes pudessem admitir mais inquilinos. Estes dois factores levaram a um abrandamento das exigências de segurança estabelecidas na construção Pombalina, dando lugar a construções mais débeis e vulneráveis do ponto de vista estrutural.

A evolução do contexto político, económico, social e cultural do país, suscitou também importantes alterações no perfil dos agentes responsáveis pela produção dos novos edifícios. No tempo de monarquia, a elaboração dos projectos e execução de obras era realizada, na grande maioria por arquitectos, construtores ou mestres-de-obras habilitados, encomendados por intelectuais e burgueses com posses. Com a república, uma burguesia com cultura e

recursos financeiros inferiores começou a reduzir a exigência dos edifícios em termos construtivos [51].

Todos esses factores levaram, nestas décadas, ao aparecimento de “construtores especulativos”, chamados “Gaioleiros”, que eram mestres de qualidade muito heterogénea oriundos da construção chã de Tomar. Muito do edificado dessa época foi construído por estes construtores, sendo que, muitas vezes eram pouco escrupulosos poupando na qualidade para obterem maior lucro. A burguesia contratante limitava-se, muitas vezes, a adquirir os prédios construídos pelos “Gaioleiros” para futuros arrendamentos, não se preocupando com a qualidade destes.

Outra das situações que nessa época ocorria frequentemente era o facto de serem os próprios proprietários dos solos urbanos os responsáveis pela edificação do edifício. Para muitos era uma actividade completamente marginal, o que revela também a pouca especialização que existia na construção dos edifícios. Esta situação acontecia devido ao facto de o capital necessário para iniciar a actividade como construtor não ser elevado. Também o recurso ao crédito para esta actividade estava facilitado, comparativamente com outros sectores, devido às garantias oferecidas pelo próprio prédio. Era uma forma de criar uma fonte de rendimento através de arrendamentos a longo prazo, garantindo o investimento de poupanças de forma muito segura [51].

A má qualidade das construções, sendo já reduzida, piorou na década de 1920, com a crise política, económica e financeira que atingiu fortemente os mestres – empresários. Estes começaram a ter dificuldades em reflectir nos preços de venda dos edifícios o constante aumento da inflação nos custos de produção. A crise conduziu a uma diminuição acentuada da actividade construtora e o edifício para venda sofreu uma diminuição drástica na sua qualidade construtiva, retomada apenas já num tempo de transição para novas tipologias e tecnologias construtivas (utilização de betão armado).

3.5 Enquadramento Legal

Como enquadramento legal dispõe-se um resumo da legislação existente e aprovada no período de tempo, que se identifica como período característico da tipologia construtiva dos edifícios “Gaioleiros”, e que vai do ano 1880 ao ano de 1930. Esta legislação é apresentada em três pontos referentes ao projecto do edifício, aos construtores e ao edifício a construir.

3.5.1 Projecto do edifício

Desde o Decreto de 31 de Dezembro de 1864, a edificação de qualquer construção estava condicionada à apresentação de projecto de obra ao Ministério das Obras Públicas. Todavia, o Decreto de 6 de Junho de 1895 atribuiu às câmaras municipais a responsabilidade pela aprovação desses projectos de obra [51].

Com o RSEU (Regulamento de Salubridade das Edificações Urbanas), passou a ser obrigatória a apresentação de plantas, alçados, cortes e demais elementos necessários à verificação das prescrições fixadas pelo diploma de 1864, designadamente as de sanidade. Esta norma torna indispensável a execução de memórias descritivas onde seriam descritas todas as características do projecto de edificação.

Em 1909, com o aparecimento de um novo Regulamento de Construções Civis, aprovado pelo Decreto de 6 de Maio, a responsabilidade pela aprovação dos projectos de obra foi estendida às repartições técnicas do concelho de 1ª classe, conjuntamente com a obrigatoriedade de assinatura dos projectos, “pelos indivíduos julgados habéis para assumir a execução das obras”. Passou também a ser exigida a apresentação de peças gráficas necessárias à “perfeita compreensão da disposição geral do edifício e da estrutura e das suas partes essenciaes”, contendo cotação rigorosa, planta topográfica na escala 1:1000 e peças descritivas necessárias à apreciação da “solidez da construção”, onde se obrigava à indicação do “processo de construção a seguir, a natureza dos materiaes a empregar, sistema de fundações, espessura e estrutura das paredes, frontaes e tabiques, secções de vigamentos e madeiramentos da cobertura, espessuras e secções de material metalico, e dosagens das argamassas”. Esta foi uma legislação pioneira que, no entanto, não viria a ser aplicada imediatamente [51].

A Lei nº 1670, de 15 de Setembro de 1924, introduziu a obrigatoriedade de assinatura do projecto de obras, por técnico habilitado para a construção civil.

Com a publicação do Regulamento do Conselho de Arte e Architectura em 1929 e, um ano mais tarde, com a aprovação do RGPU (Regulamento Geral da Construção Urbana), novos e mais exigentes requisitos foram fixados, para uma definição de projecto muito próxima da praticada até aos anos setenta. É de destacar que a partir deste regulamento é exigido que a elaboração e assinatura dos projectos seja efectuada por architectos ou engenheiros civis, o que até aí não acontecia [51].

3.5.2 Construtores

No que diz respeito ao enquadramento legal relativo aos construtores responsáveis pelas edificações, este também sofreu algumas alterações neste período.

Segundo o Regulamento de Construções Civis, aprovado por Decreto de 6 de Junho de 1895, é necessário à execução de qualquer obra de construção “que á testa d’ella e por ella responsavel haja engenheiro, architecto ou conductor (...), ou mestre-de-obras habilitado” [51]. O diploma, no entanto, nada adianta sobre a verificação destas condições. Esse facto é denunciado nos relatórios de Novembro de 1905 e Dezembro de 1907, subscritos por Ressano Garcia enquanto director geral da Repartição de Obras Públicas e como presidente da Comissão revisora do Regulamento de Construções Civis, onde este denunciou irregularidades no cumprimento deste diploma, designadamente na obtenção de atestados de competência necessários à inscrição de mestres de obras e na direcção das obras, com consequências gravosas na qualidade construtiva dos edifícios produzidos. É ainda de salientar que a aplicação rigorosa do diploma de 1895, defendida por Ressano Garcia frente à Comissão Administrativa do Município, esteve na origem da sua demissão, em Dezembro de 1907 [51].

A partir do novo Regulamento de Construções Civis, publicado a 6 de Maio de 1909, a exigência quanto à qualificação dos responsáveis pelas obras torna-se maior. A figura do mestre de obras é substituída pela do construtor, título que reconhece como habilitados indivíduos com o curso de construtor civil dos institutos industriais, com três anos de exercício continuado na construção, ou aos mestres de obras inscritos ao abrigo do anterior diploma. Salvo esta excepção o mestre-de-obras é equiparado a aparelhador, com atribuições limitadas à representação do construtor ausente ou à execução de pequenas reparações.

Com a suspensão de aplicação do diploma de 1909, a actuação dos mestres-de-obras prolonga-se até 1924, quando com a Lei nº 1670, estes são finalmente preteridos por técnicos detentores de “curso que habilita para a construção civil”. As novas disposições não afectariam os já habilitados à inscrição, se portadores de “notória competência” ou caso se sujeitassem a “exame especial”. No entanto, tal como tinha acontecido no diploma de 1895, a verificação destas condições não era descrita na norma, o que na prática adiava uma vez mais a aplicação das novas exigências [51].

Após a aprovação do RGPU em 1930, a exigência de curso de habitabilidade para a construção civil é apresentada como condição única para a inscrição dos construtores que pretendem “assinar projectos ou dirigir obras de construção civil” [51].

3.5.3 Edifício

Em relação à construção do edifício, são descritas as disposições de carácter técnico de maior importância para a compreensão deste tipo de edifícios.

A regra existente, desde o decreto de 31 de Dezembro de 1864, que fixava a altura máxima de um edifício dependente da largura da respectiva rua até um máximo de 19 m para ruas de largura superior a 18m (medidos da “calçada ou passeio até á parte superior da cornija”), foi substituída, no decreto de 2 de Julho de 1867, por uma relação menos exigente, consentindo a construção de edifícios mais altos (altura até 20 m) e com um maior número de pisos, em ruas de largura superior a 7 m. Este decreto fixa também a altura mínima “de qualquer piso” para os 3m.

Com o Regulamento de Salubridade das Edificações Urbanas, RSEU (1903) são fixadas as primeiras “Condições hygienicas a adoptar na construção dos prédios” onde se destacam:

2. Novas regras de relação entre a altura das fachadas e a largura das ruas fixadas, exigindo uma largura mínima de 10 m na abertura de novas ruas.
3. A altura máxima de 20m volta a tornar-se exclusiva das ruas de largura superior a 18 m; contudo, "acima da cornija e no plano da parede da fachada", permite-se a construção de um andar recolhido
4. São fixados para o pé direito mínimo valores até 3,25m para r/c e 1º andar, decrescendo até 2,75m nos 4º e 5º andares. O pé direito para a cave é fixado em 3,00m.
5. Passa a ser obrigatória a impermeabilização dos pavimentos térreos ou a interposição de caixa-de-ar ventilada, com 0,60 m de altura mínima.
6. É exigida a iluminação e ventilação da caixa de escadas.
7. É fixada a área mínima das janelas em 1/10 da superfície dos compartimentos, com um mínimo de 0,8 m² nos quartos.
8. Impõe-se a existência de “uma latrina e uma pia de despejo”, independentes e instaladas no exterior ou em locais ventilados.
9. É exigida uma largura mínima de 5m e áreas de 30 ou 40 m² para edifícios com altura superior a 18m.

10. A exigência de áreas mínimas de 4 ou 9 m² nos saguões, conforme se destinem a “iluminar vestíbulos, antecamaras ou escadas” ou a “iluminar e arejar cozinhas” [51].

A publicação em 1930 do Regulamento Geral da Construção Urbana para a Cidade de Lisboa, RGPU, diploma que preferia a aplicação do betão armado em escadas e pavimentos e exigia a sua utilização na cintagem dos edifícios com mais de dois pisos, inicia uma nova era na construção dos edifícios, evoluindo nos anos seguintes para sistemas de construção considerados recentes onde o betão armado ganha destaque em detrimento das alvenarias.

CAPÍTULO IV

EDIFÍCIOS “GAIOLEIROS” – Caracterização Geográfica

4.1 Considerações Gerais

Apesar da existência de edifícios “Gaioleiros” noutras regiões do país, grande percentagem do edificado característico desta tipologia de edifícios encontra-se em Lisboa; logo a caracterização geográfica destes edifícios, neste trabalho, cinge-se à cidade de Lisboa.

Esta tipologia pode ser encontrada em várias zonas da cidade, no entanto, como foi visto no capítulo anterior, as novas zonas de urbanização surgidas a partir da expansão da cidade para Norte foram os principais locais de emprego deste tipo de edifício.

No presente, os edifícios “Gaioleiros” são uma parte significativa do parque habitacional da cidade de Lisboa. Dada a sua idade muitos destes encontram-se num elevado estado de degradação ou sofreram alterações relevantes que em muitos casos os descaracterizaram construtiva e estruturalmente.

Neste capítulo serão localizadas geograficamente as zonas de implementação da tipologia dos edifícios “Gaioleiros” na cidade de Lisboa e serão também apresentados alguns dados sobre o estado de conservação destes edifícios.

4.2 Localização da Tipologia dos edifícios “Gaioleiros”

A construção de edifícios na cidade de Lisboa desde a época medieval até ao início do século XX esteve muito limitada às zonas próximas do rio. A partir dessa altura, com a expansão da cidade para Norte, de forma a satisfazer as necessidades demográficas, e dada a carência de espaço nas zonas próximas do rio para suportar o crescimento populacional vivido nessa altura, torna-se necessário a expansão da construção de edificado para zonas mais afastadas do rio.

Nos mapas apresentados na figura 4.1, que identificam a quantidade de edificado (em percentagem) por época de construção, é possível verificar a situação descrita anteriormente. As zonas de construção de edifícios, com uma percentagem significativa, até ao ano de 1919, limitaram-se à faixa próxima do rio, delimitada pela Avenida de Ceuta, onde freguesias como

Santo Estevão, São Miguel, Graça, Madalena ou Anjos, apresentam percentagens acima dos 80 %, enquanto as zonas mais a Norte da cidade tiveram percentagens inferiores a 20 % [28]. A situação altera-se nos anos seguintes onde, devido à expansão da cidade ao crescimento populacional, a construção de edifícios deixa de ser realizada nestas zonas já lotadas para passar a ser feita nas novas zonas a Norte da cidade. A partir do ano de 1919 até 1945, a percentagem de edifícios construídos nas zonas próximas do rio é reduzida para valores inferiores a 20 %, enquanto as freguesias a Norte, como são os casos de Alto da Pina, Nossa Senhora de Fátima, São Sebastião da Pedreira e São João de Deus, apresentam percentagens de construção até 60 % [28].

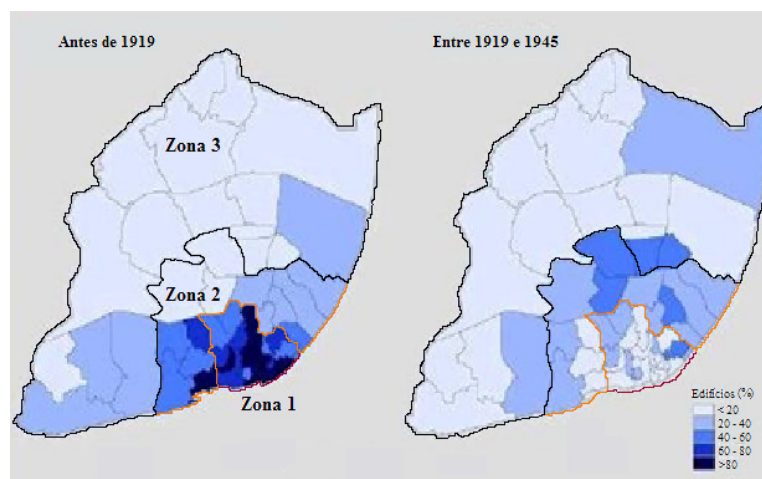


Figura 4.1 - Zonas de construção de edificado por época de construção até 1945 [28]

Tabela 4.1 - Evolução dos efectivos residentes nas 3 zonas urbanas de Lisboa [53]

	1864	1878	1890	1900	1911	1920	1930
Lisboa	190311	240740	300964	351210	431738	484664	591939
Zona 1	102768	131926	139647	149615	163197	167209	171662
Zona 2	55761	70778	106842	136269	189533	227792	297153
Zona 3	31782	38037	54474	65325	79008	89663	123123
Zona 1 [%]	54,0	54,8	46,4	42,6	37,8	34,5	29,0
Zona 2 [%]	29,3	29,4	35,5	38,8	43,9	47,0	50,2
Zona 3 [%]	16,7	15,8	18,1	18,6	18,3	18,5	20,8

Os mapas das zonas de construção são confirmados pela tabela 4.1 de efectivos residentes nas três zonas urbanas da cidade de Lisboa, onde se pode verificar que existe uma transferência na repartição populacional pelas três áreas. Na Zona 1, onde em 1864 residiam mais de metade dos Lisboetas, decresce 46% até 1930. Pelo contrário, a Zona 2 regista um aumento da ordem

dos 71%, sendo a principal beneficiária do crescimento da cidade. Também a Zona 3 apresenta em 1930 mais 25% dos efectivos residentes que existiam a meio século XIX [53].

Como a tipologia construtiva dos edifícios “Gaioleiros” é característica do período entre 1880 e 1930, esta é extensamente aplicada na cidade de Lisboa durante esta transição de zonas de construção. Assim a edificação dos “Gaioleiros” desenvolveu-se quer nas áreas mais próximas do rio quer nas mais a Norte deste.

Como se verifica na figura 4.2 a tipologia a dos edifícios “Gaioleiros” não se restringe a um espaço dentro da cidade, podendo ser encontrada em várias zonas de Lisboa. No entanto, é possível identificar uma área onde esta tipologia surge com maior dimensão. Esta área corresponde às zonas de expansão da cidade do último quartel do século XIX e início do século XX, surgidas a partir da construção das novas artérias da cidade: Avenida da Liberdade, Avenida Fontes Pereira de Melo, Avenida Ressano Garcia, e ainda ao longo da Avenida 24 de Julho, onde despontaram novas zonas de urbanização.

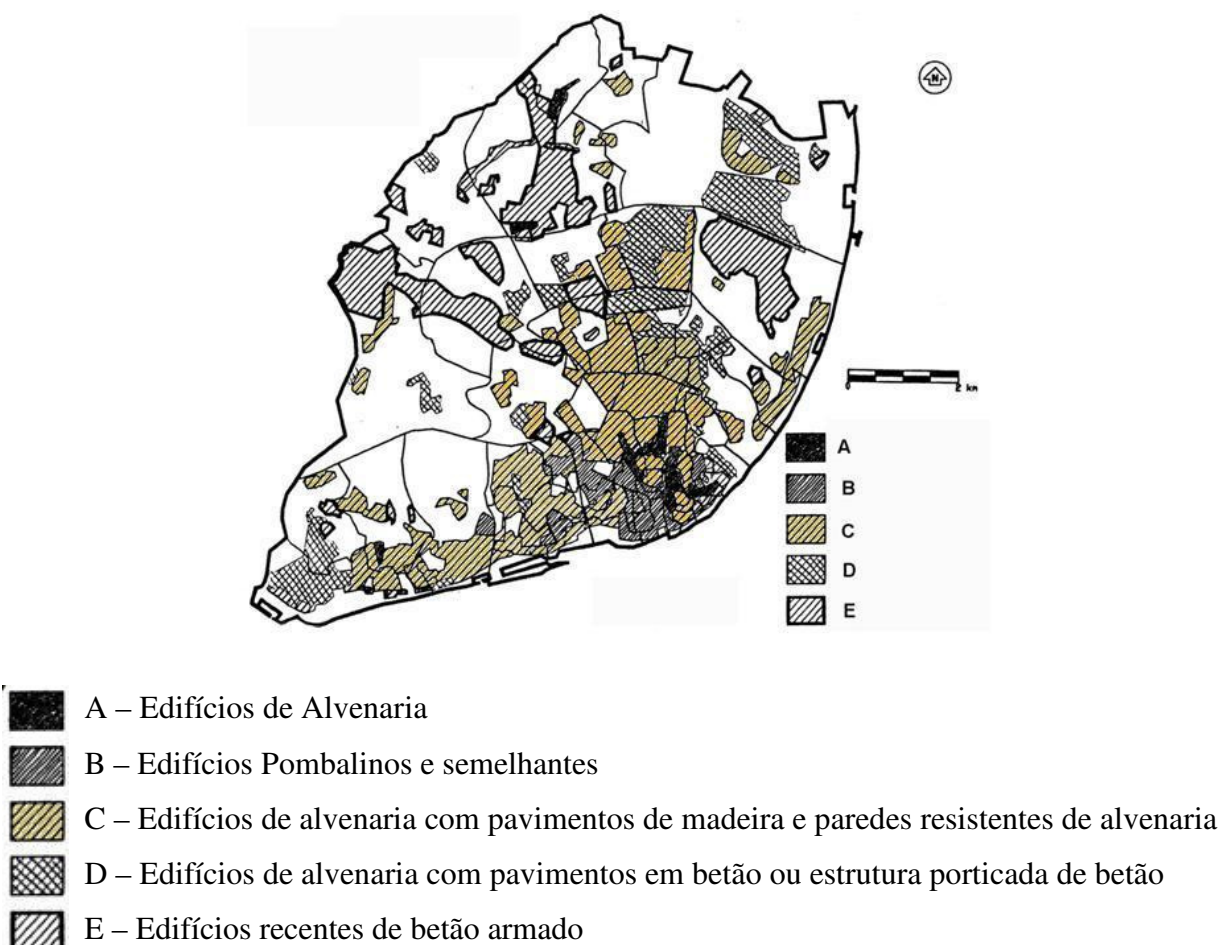


Figura 4.2 - Localização das zonas dominantes de cada tipologia de edifícios na cidade de Lisboa [16]

Estas novas zonas da cidade, surgidas a partir dos projectos de Ressano Garcia e da Repartição Técnica, foram o principal palco para a difusão desta nova tipologia construtiva que nos dias de hoje ainda é possível conferir.

Apesar de muito do edificado construído na época já não existir, ainda subsiste uma grande percentagem de edifícios do tipo “Gaioleiro” nestas zonas. Muitos destes edifícios encontram-se num estado de degradação avançado devido à sua idade, sendo a sua demolição quase inevitável. Estes dados podem ser verificados na tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Estado de conservação dos edifícios, segundo a época de construção, em 2001 [29]

ZONA GEOGRÁFICA Estado de Conservação	Época de construção			
	Total	Antes de 1919	1919 - 1945	1946-1960
Lisboa	105995	21975	34732	49288
Sem necessidade de reparação	32277	4245	8958	19074
Com necessidade de reparação	66533	14794	23188	28551
Pequenas reparações	32811	5866	10653	16292
Reparações médias	22132	5375	8098	8659
Grandes reparações	11590	3553	4437	3600
Muito degradado	7185	2936	2586	1663

A partir dos dados da tabela 4.2, apesar de não especificar o período de difusão desta tipologia construtiva, pode verificar-se que a maioria dos edifícios construídos até 1945 (67%), onde se incluem os “Gaioleiros”, necessitam de reparação e cerca de 10% destes apresentam-se em elevado estado de degradação. Atendendo ao facto de que estes valores são referentes ao ano de 2001 é provável que, passado quase uma década, nos dias de hoje esta situação se tenha agravado consideravelmente.

No entanto existem também alguns edifícios que, após efectuadas obras de reabilitação, se apresentam hoje em dia em muito bom estado de conservação e com bom aspecto. É exemplo o edifício localizado na avenida Visconde de Valmor, que se encontrava em mau estado de conservação e após a execução de obras de reabilitação apresenta no presente um excelente aspecto como se verifica na figura 4.3 b). As obras a realizar nestes edifícios devem ser planeadas com cuidado tendo em conta as soluções construtivas destes, de forma a aliar os novos materiais aos existentes a fim de evitar uma descaracterização profunda do edifício.



- a) Edifício Gaioleiro em mau estado de conservação, localizado na Rua Filipe Folque em Lisboa; b) Edifício Gaioleiro após sofrer obras de reabilitação, localizado na Avenida Visconde de Valmor em Lisboa

Figura 4.3 – Alguns edifícios “Gaioleiros” localizados em Lisboa, no presente

CAPÍTULO V

EDIFÍCIOS “GAIOLEIROS” - Caracterização Construtiva

5.1 Considerações Gerais

Os edifícios “Gaioleiros” possuem características próprias ao nível das soluções construtivas, que podem ser reconhecidas facilmente. Essas características, para além de possibilitarem a identificação desta tipologia assumem uma importância notável e devem ser totalmente conhecidas para que se obtenha o melhor resultado em casos de intervenção nestes edifícios.

A caracterização construtiva dos edifícios “Gaioleiros” é feita segundo os seus elementos principais, revestimentos e instalações especiais. Esta caracterização, principalmente ao nível dos elementos principais, está intimamente ligada ao comportamento sísmico destes edifícios. A elevada vulnerabilidade sísmica destes edifícios é também um factor caracterizador desta tipologia.

5.2 Descrição do Edifício

A disposição de um edifício “Gaioleiro” pode ser em banda, germinada ou isolada, sempre alinhada com a frente do lote. A geometria e dimensões dos lotes, aquando da sua construção, condicionavam o tipo de planta a adoptar, podendo ser compacta, em O ou V, nos lotes em triângulo (acutângulos e obtusângulos) e rectangular, nos lotes rectangulares [51].

A forma típica do fogo de um edifício “Gaioleiro” destaca-se pela sua forma estreita e aprofundada. O número de fogos por piso estava limitado pela dimensão da frente do edifício, executando-se geralmente dois quando a frente atingia os 15 m.

É possível estabelecer 4 tipos de edifícios “Gaioleiros” a partir da forma dos edifícios, da dimensão da sua frente e do número de fogos por piso.

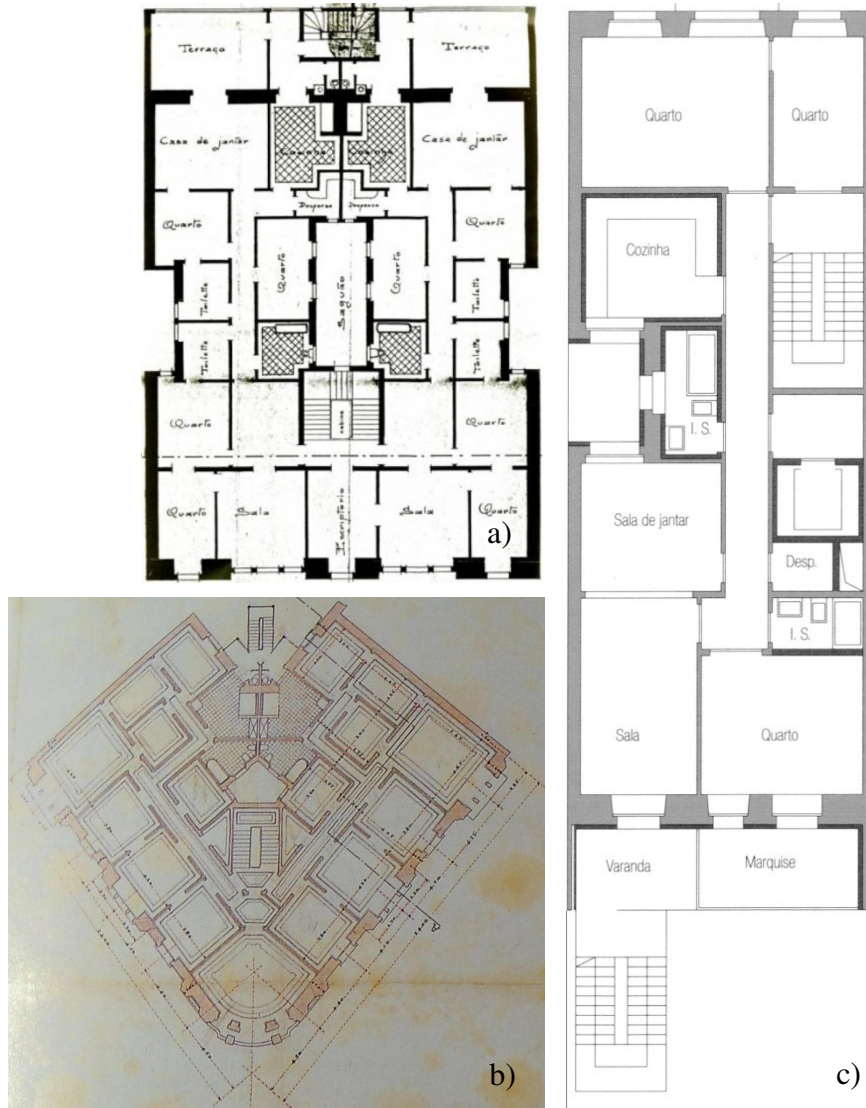
Tipo 1 – Edifícios de pequena/média dimensão, em lotes de frente estreita ou média, com saguão e escada lateral e um fogo por piso.

Tipo 2 – Edifícios de grande dimensão, em lote de frente larga, com escada lateral e um fogo de grande dimensão por piso.

Tipo 3 – Edifícios de grande dimensão, em lotes de frente larga, com dois saguões laterais e eventualmente um central, com escada central e dois fogos por piso.

Tipo 4 – Edifícios de grande dimensão, em lotes de gaveto, com dois ou mais saguões, escada central e dois ou mais fogos por piso.

A figura 5.1 apresenta diferentes plantas de edifícios “Gaioleiros” onde é possível verificar os vários formatos que estes podiam ter, consoante o lote onde eram construídos.



a) Planta rectangular com dois fogos por piso [10]; b) Planta de edifício de gaveto [60];

c) Planta rectangular com um fogo por piso [34]

Figura 5.1 - Plantas de edifícios “Gaioleiros”

5.2.1 Organização funcional dos fogos

A organização funcional dos fogos nesta tipologia construtiva, apesar de existir alguma flexibilidade, rege-se por um padrão aplicado à maioria dos edifícios construídos neste

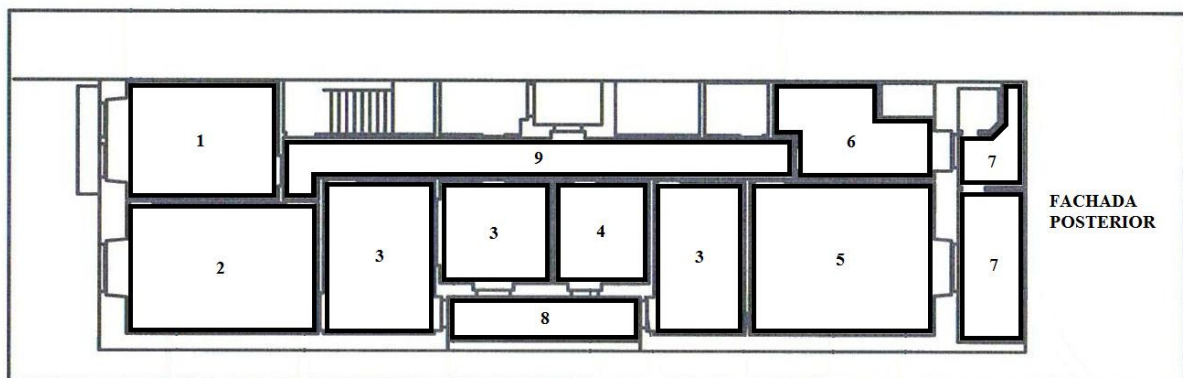
período. Este padrão pode ser descrito a partir da associação dos seguintes espaços à fachada principal e posterior e ao nível do plano intermédio da habitação [4]:

Fachada principal – Espaços públicos, "saleta", sala de estar ou escritório; Espaços privados, quartos;

Fachada posterior – Espaços públicos, sala de jantar; Espaço privado, instalação sanitária; Espaços de serviço, cozinha, despensa e quarto de arrumação;

Plano intermédio da habitação – Espaços privados, quartos e instalação sanitária; Espaços de serviços, quarto de arrumação e despensa [39].

A organização funcional típica de um edifício “Gaioleiro” é identificada na figura 5.2. Os fogos destes edifícios registam um grande número de assoalhadas, algumas sem iluminação e ventilação natural, ou com iluminação e ventilação precária, cedida pelo saguão. Geralmente na zona central do edifício existe um corredor longitudinal que faz a articulação entre todos os espaços interiores. As cozinhas, localizadas no tardo dos edifícios, eram articuladas com as varandas e as salas de jantar. As instalações sanitárias podiam estar localizadas na zona interior dos fogos ou na zona das marquises. Geralmente uma instalação sanitária servia todo o fogo [4, 39].



1) Escritório; 2) Sala; 3) Quarto; 4) Instalação sanitária; 5) Sala de jantar; 6) Cozinha; 7) Marquise; 8) Saguão; 9) Corredor.

Figura 5.2 - Organização funcional típica de um edifício "Gaioleiro" [4]

Neste período as soluções adoptadas na organização espacial das habitações foram condicionadas pelos processos construtivos disponíveis. O comprimento e a largura de cada espaço foram determinados pelas dimensões das peças de madeira disponíveis na época, que formavam os pavimentos de cada compartimento. O comprimento desses elementos era, em regra, de 4 a 5 m de forma a assegurar que não surgiam deformações excessivas [39].

5.2.2 Fachada principal

As fachadas dos edifícios “Gaioleiros” são constituídas por três zonas bem marcadas: soco, zona intermédia e sistema platibanda/telhado [4].

Estes edifícios apresentam uma liberdade de formas não existente no período pombalino, visualizado nas suas fachadas que, na generalidade dos edifícios, possuíam uma excessiva decoração ao nível das janelas, varandas e no guarnecimento de vãos. As formas variadas das janelas e cantarias e a utilização de frisos, cornijas e elementos escultóricos em várias partes do alçado são características desse facto [4].

As portas de entrada são dos elementos mais vistosos do edifício e podem ser em madeira ou ferro. Possuem quase sempre postigos de vidro que possibilitam alguma iluminação e ventilação. Podem estar localizadas na zona central ou lateral do edifício, consoante tenham um ou dois fogos por piso (figura 5.3).

As janelas das fachadas usualmente são de batente e é utilizado o sistema de cremona. São constituídas por madeiras resinosas, cerne de pinho ou casquinhas e apresentam desenhos mais livres que em períodos anteriores. A dimensão dos vidros também aumentou em relação ao período pombalino.



a) Fachada principal de edifício “Gaioleiro” de frente larga

b) Fachada principal de edifício “Gaioleiro” de frente estreita

Figura 5.3 – Fachadas principais de edifícios “Gaioleiros”, localizados em Lisboa

As guardas das varandas são em ferro, com desenhos exuberantes e tornam-se num dos motivos decorativos das fachadas. As cantarias nas fachadas são de pedra de lioz, tanto nos

socos como nas sacadas, e nas pedras de guarnição das janelas. Quando são utilizados outros tipos de pedra, esta é sempre de origem calcária. Os frisos de azulejos também são correntes nestes edifícios.

Nos edifícios construídos já no século XX são típicos os motivos florais, influência da Arte Nova [4].

5.2.3 Fachada tardoz e empenas

Nas fachadas posteriores destes edifícios é característico existirem terraços ou marquises metálicas. As marquises apresentam um formato muito elegante, composto por rectângulos de pequena dimensão (figura 5.4 a)). Outro elemento distintivo dos “Gaioleiros” é a existência de escadas de serviço metálicas, principalmente nos edifícios de maior altura [4]. Estas escadas comunicavam com a zona interior do quarteirão onde geralmente existiam quintais e hortas (figura 5.4 b)).

As paredes de empena são de execução simples, sem acabamentos vistosos, pois são geralmente confinantes com as empenas dos edifícios vizinhos. Quando estas apresentam grande profundidade normalmente existem saguões laterais, utilizados para iluminação e ventilação dos espaços interiores.



a) Marquises localizadas na fachada tardoz de um edifício “Gaioleiro”

b) Escadas de serviço localizadas na fachada tardoz de um edifício Gaioleiro

Figura 5.4 - Marquises e escadas de serviço localizadas na fachada tardoz de Edifício “Gaioleiro”.

5.2.4 Zona interior do edifício

O sistema de acesso aos edifícios “Gaioleiros” é constituído por um vestíbulo de entrada que comunica com a caixa de escada, localizada num plano mais elevado. Era normal na altura estes edifícios terem guarda ventos que asseguravam a separação entre a zona de entrada, normalmente revestida em materiais pétreos, e a zona das escadas interiores do edifício, como se confere na figura 5.5 a). As paredes e tecto no átrio de entrada de um edifício “Gaioleiro” são geralmente decorados com frisos e molduras que confinam zonas pintadas com motivos diversos [4].

São correntes nestes edifícios caixas de correio originais em ferro fundido, assim como intercomunicadores originais com bocal em latão, que permitiam comunicar com os vários pisos do edifício a partir da porta de entrada.



a) Atrio de entrada de edifício “Gaioleiro” com guarda-vento

b) Tecto do átrio de entrada de um edifício “Gaioleiro” decorado com frisos

Figura 5.5 – Átrio de entrada de edifícios “Gaioleiros”

5.3 Caracterização Construtiva dos Elementos Principais

5.3.1 Fundações

Ao longo do Concelho de Lisboa existe uma variação ao nível das formações geológicas que admitem uma alternância do tipo de solos. Estes variam desde solos muito macios, como é o caso dos terrenos aluvionares, até terrenos com resistências elevadas como é o caso dos terrenos calcareníticos ou carbonatados.

A partir da sobreposição dos mapas de localização dos edifícios “Gaioleiros” com a carta de tipos de solo no Concelho de Lisboa é possível verificar que os solos das novas zonas de expansão, onde foram construídos mais densamente os edifícios dessa tipologia, são constituídos por terrenos arenosos, argilosos ou areno-argilosos como se verifica na figura 5.6. Estes solos são considerados macios e de compacidade e resistência média/baixa [51].

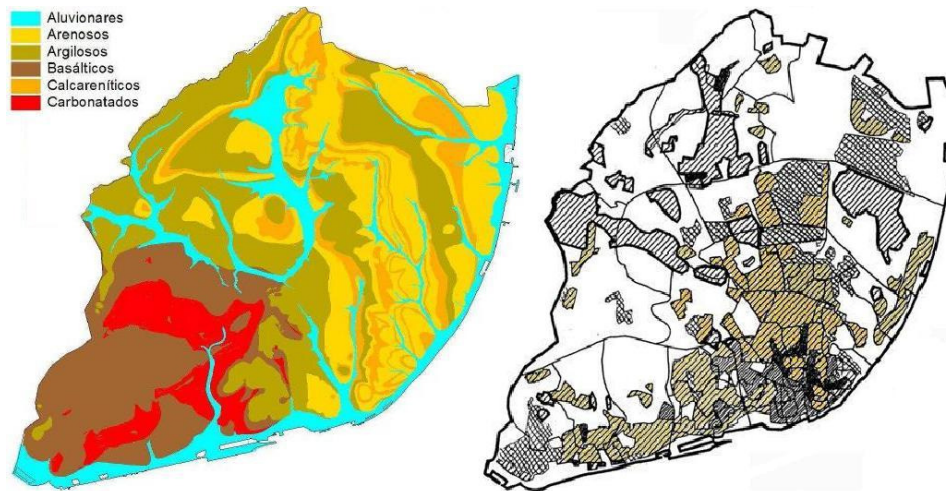


Figura 5.6 - Carta de tipos de solos do Concelho de Lisboa e mapa de localização de edifícios "Gaioleiros" [13,16]

A maioria destes edifícios foi fundada nesses terrenos, com poucos casos em que tenha ocorrido fundação em rocha. O tipo de fundação e a sua dimensão está dependente do tipo de terreno e da sua profundidade, podendo existir dois tipos de fundação [1, 24]:

- i. Fundação contínua e directa ao longo da parede a partir do prolongamento das paredes até ao terreno em solos com resistência boa a pequena profundidade. Este tipo de fundação foi o mais utilizado na construção dos edifícios deste período. Nestas fundações eram utilizadas sapatas contínuas sob paredes com funções de suporte;
- ii. Fundações semi-directas a partir da escavação de poços em alvenaria, com altura suficiente para atingir as camadas resistentes do solo e execução de arcos em pedra ou tijolo, que suportam as paredes de alvenaria do edifício. Este tipo de fundações era executado quando as zonas resistentes do solo ficavam a mais de 3 metros de profundidade [24].

A execução das fundações exigia a abertura de caboucos com geometria e dimensões fixadas no projecto, geralmente com uma largura superior à das paredes a suportar. Eram construídas em alvenaria de pedra rija calcária, com argamassas constituídas por areia de boa qualidade,

proveniente do pinhal de Leiria ou do Alfeite, e cal aérea, cozida a mato, na proporção de aproximadamente uma parte para o seu dobro (1:2, 2:5, 5:9), podendo em alguns casos ter um traço mais forte (3:5) [4, 51].

A largura das fundações podia variar com a altura dos edifícios, apesar de em edifícios de alturas diferentes existirem larguras de fundação semelhantes [4]. Em geral a sua largura é dupla da das paredes. As fundações das paredes da fachada principal e posterior são mais largas, apresentando espessuras de 1m, no mínimo, podendo chegar a valores de 1,50m. Existe frequentemente uma diferença na espessura das paredes da fachada principal e tardoz que pode ter sido tida em conta na execução das fundações. Nestes casos, a fundação da fachada tardoz tem uma espessura ligeiramente inferior à principal. As fundações das paredes meeiras e de empena são mais estreitas, apresentando espessuras de 0,7m. Por vezes há diferença entre parede esquerda e direita, principalmente no caso do edifício possuir um dos lados livre. As fundações das paredes dos saguões têm espessura semelhante à das paredes de empena [4, 10, 11].



Figura 5.7 – Fundação de edifício “Gaioleiro” em reabilitação

5.3.2 Paredes

Nestes edifícios podem ser classificados três tipos de paredes [43].

- i. Paredes-mestras construídas em alvenaria de pedra irregular. Estas paredes dispõem-se nas fachadas principais e posteriores dos edifícios e apresentam espessuras variáveis.
- ii. Paredes resistentes de tijolo maciço, com espessuras compreendidas entre 0,15 e 0,30 m, dispostas a uma ou meia vez nas empenas e em alguns locais no interior do edifício.

- iii. Paredes interiores de tabique, com espessura média de 0,15 m destinadas apenas à divisão das zonas interiores do edifício [31].

Uma característica dos edifícios “Gaioleiros” é a redução da espessura das paredes na vertical. Esta variação deveu-se certamente a razões de economia e de redução do peso próprio dos edifícios, que sofreram um aumento do número de pisos. Dessa forma, em cada piso existiam divisões mais leves, substituindo as paredes divisórias em alvenaria por paredes em madeira e tabiques [4]. Esta variação tinha a vantagem de aumentar as áreas úteis dos espaços interiores (figura 5.8).

Os “Gaioleiros”, apesar de serem maiores e mais altos comparados com os edifícios antecedentes, são edifícios muito débeis em que as suas paredes de alvenaria ordinária são de execução descuidada e as paredes em tabique muito deformáveis e com escassa resistência a esforços de compressão, corte e flexão.



a) Paredes resistentes do saguão em pedra e em tijolo furado

b) Redução na espessura das paredes do piso térreo para o último piso [10]

Figura 5.8 - Tipos de paredes executados num edifício “Gaioleiro” e transição de espessura de parede em altura

i. Paredes Exteriores

As paredes da envolvente (fachada principal e tardoz) dos edifícios apresentam geometrias, dimensões e processos construtivos diferenciados, em função das solicitações de suporte que

lhes são requeridas pelo assentamento dos pavimentos ou coberturas, ou ainda da sua particular configuração em resposta aos modelos estilísticos mais exuberantes. Como, geralmente, as paredes das empenas e dos saguões estão dispensadas do suporte de vigamentos, e de exigências de representação ou de estilo, têm geometrias mais simples.

As paredes exteriores têm como principal função resistir às cargas verticais (gravíticas) e horizontais (vento e sismos), sendo constituídas por elementos rígidos e pesados [11]. Estas podem ser de dois tipos identificados na figura 5.9:

- i. Constituídas por alvenaria de pedra calcária regular ou irregular de qualidade e argamassa de cal aérea e areia amarela sem argila num traço de uma parte para o seu dobro como acontece nas fundações (1:2, 2:5, 5:9). Existem ainda casos em que era utilizado saibro (agregado vermelho). Na sua constituição as areias utilizadas tinham granulometria entre 15 e 4,8mm. Nestas paredes era comum as juntas serem refechadas.
- ii. Constituídas por alvenaria de tijolo cerâmico maciço ou furado, de dimensões 0,22m x 0,11m x 0,07m, a 2 vezes, assentes por argamassa de areia amarela e cal aérea com traço 1:2, com prumos de reforço de madeira de 0,10 x 0,10 m. As juntas tinham cerca de 2 cm de espessura e a granulometria das areias era semelhante à anteriormente referida [4].



a) Parede exterior em alvenaria de pedra irregular

b) Parede da fachada tardoz em tijolo maciço

Figura 5.9 - Paredes exteriores de um edifício “Gaioleiro”, localizado na Avenida da República em Lisboa

As paredes de fachada, principalmente a fachada principal, são em geral as mais largas do edifício. Têm espessuras até 0,70 m ao nível do rés-do-chão e 0,50 m no último piso, com um decréscimo regular de cerca de 0,05 m por piso. Estas paredes da fachada principal e tardez são habitualmente constituídas por alvenaria de pedra, com a espessura da parede tardez geralmente mais estreita que a de fachada principal [4].

As paredes de empena ou meeiras são mais finas do que as anteriores e posteriores e têm em média 0,5 m ao nível do rés-do-chão e 0,4 m nos restantes pisos. Estas paredes são geralmente de tijolo furado. As paredes dos saguões são em média um pouco mais finas dos que as paredes meeiras e têm uma constituição semelhante a estas em tijolo furado, podendo por vezes ser em alvenaria de pedra [4]. É de referir que as paredes de empenas e de saguões têm, em geral, espessura constante a partir do piso térreo, ao longo da altura do edifício, característica que facilitava a aplicação dos novos tijolos produzidos industrialmente.

ii. Paredes Interiores

As paredes interiores executam a divisão horizontal do espaço definido pelas paredes da envolvente. Podem ser divididas em dois tipos: paredes de tijolo e paredes em madeira.

Na gíria construtiva da época, estas paredes interiores classificavam-se entre frontais e tabiques. No entanto esta classificação não é função da sua constituição [4]. As paredes consideradas frontais são aquelas que tinham funções de suporte no edifício, geralmente paralelas à fachada principal. A designação de tabique aplicava-se às paredes mais finas, perpendiculares à fachada principal e sem qualquer função estrutural [24].

As paredes interiores do piso térreo eram frequentemente executadas em pedra ou tijolo e possuíam funções resistentes [10]. Nos restantes pisos intermédios podem existir frontais semelhantes aos executados na construção Pombalina, armados por prumos e frechais, com travessanhos horizontais e escoras em Cruz de Santo André, cheios com alvenaria de pedra ou tijolo e com secções mais reduzidas, mas o mais comum nos edifícios “Gaioleiros” era a execução de outro tipo de frontal, idêntico ao anterior, mas retirando o travamento diagonal para simplificação do seu preenchimento com alvenaria de pedra e tijolo [51]. Podiam ainda ser executados frontais sem utilização de peças de madeira, sendo constituídos apenas por alvenaria de pedra ou tijolo. Este é mais um exemplo da perda de rigor construtivo ocorrido nesta época.

Os tabiques podem ser constituídos por uma ou duas ordens de tábuas de madeira de pinho bravo fasquiadas colocadas na vertical, às quais eram pregadas ripas de madeira na horizontal onde assentava o reboco [4]. Outra constituição típica dos tabiques destes edifícios era a execução de um pano de alvenaria de tijolo maciço ou furado que era posteriormente rebocado. Este tipo de tabique tinha uma execução muito mais simples que os primeiros, o que levou à sua construção em larga escala nos edifícios deste período (figura 5.10).

A espessura destas paredes interiores varia da seguinte forma: os frontais possuem uma espessura razoável, em média 16cm. A dimensão destas paredes pode variar significativamente em altura devido às mesmas razões apontadas para as paredes exteriores. Os tabiques são paredes divisórias de pequena espessura, podendo variar entre 0,10m (1/4 vez) e 0,15m (1/2 vez) se forem de tijolo e até 0,10m em fasquiado de madeira [4].

A partir de 1903, com a aprovação do RSEU, é tornada obrigatória a execução de caixa-de-ar ventilada nas paredes interiores do rés-do-chão, com 0,60 m de altura mínima, garantindo a salubridade desse piso.

Em muitos casos é difícil determinar com rigor as paredes frontais e as de tabique, pois podem não existir diferenças visíveis entre estes dois tipos de paredes.



Figura 5.10 - Parede de compartimentação em tijolo maciço

5.3.3 Pavimentos

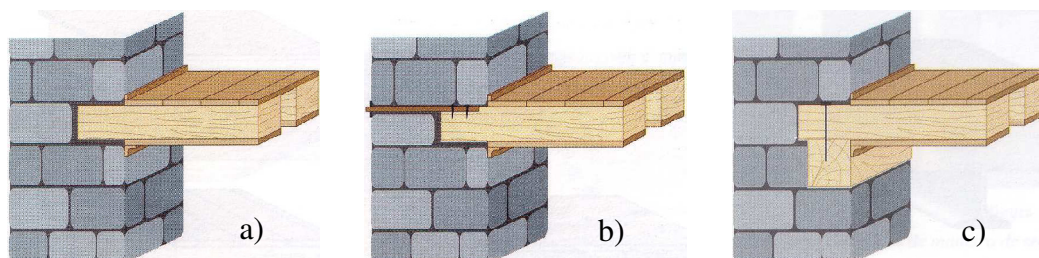
Nos edifícios “Gaioleiros” podem existir vários géneros de pavimentos, consoante a sua constituição e localização. Estes podem ser divididos em três tipos:

- i. Em estrutura de madeira, os mais correntes são utilizados nas diversas divisões. Nesta solução construtiva, os pavimentos têm uma estrutura constituída por vigamentos em madeira, de peça única, que apoiam directamente sobre as paredes resistentes, e com alguns centímetros de entrega. Eram dispostos na direcção de menor vão, perpendicular às fachadas. Quando a profundidade dos prédios ultrapassava os 15 m, dimensão máxima das vigas de madeira, executava-se uma emenda escolhendo-se posições alternadas para que não houvesse duas emendas consecutivas sobre o mesmo frontal. Nestes pavimentos utilizava-se geralmente o pinho bravo.

Os vigamentos, que são a principal estrutura do pavimento, têm afastamento variável entre 0,20 a 0,40m e possuem uma largura que varia entre 0,07 e 0,08m e um altura que varia entre 0,16m e 0,22m. Estas secções podem sofrer uma redução de espessura (0,12m x 0,07m) em situações cujo pavimento se localize em zonas não habitadas, como acontece, em alguns casos, no sótão. Sobre o piso era colocado um revestimento em tábuas de solho de 0,02x0,16m ou em mosaicos.

A ligação entre os pavimentos e as paredes de apoio é feita por encaixe das vigas em aberturas, dispostas nas paredes ou pela utilização de frechais pregados à parede, com afastamento entre os 20 e os 40cm e uma secção de 0,08 a 0,10x0,08m. Quando se pretendia que o pavimento tivesse uma maior importância no travamento horizontal do edifício, a ligação entre este e a parede era melhorada através da incorporação de peças metálicas pregadas às vigas de madeira e embebidas nas paredes, por vezes mesmo atravessando-as do interior para o exterior (figura 5.11) [10, 30].

Outros elementos importantes nestes pavimentos são os tarugos, que tornam mais estável o vigamento do pavimento. Estes elementos têm como principal função o travamento dos vigamentos perpendicularmente de forma a evitar a encurvadura, deformação transversal e torção das vigas por razões estruturais ou devido à secagem da madeira [51, 24].

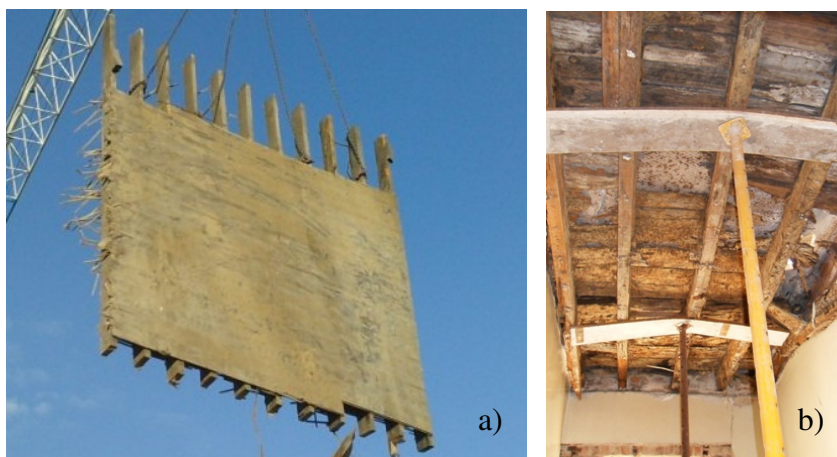


- a) Sistema simples por encaixe da viga em abertura na parede; b) Sistema com ancoragem; c) Sistema com utilização de frechal [4]

Figura 5.11 - Representação esquemática de sistema de ligação entre pavimentos e parede

- ii. Em estrutura metálica, posteriores aos pavimentos em madeira, que aparecem frequentemente nas varandas e nas zonas húmidas dos fogos (cozinhas e casas de banho). Estes pavimentos são constituídos por vigas de secção em I ou T invertido com 0,20m de altura, complementadas por estruturas de abobadilha de tijolo. A utilização dos pavimentos em perfis metálicos deveu-se à suposta durabilidade superior do ferro em relação à madeira, designadamente nas zonas em contacto com água. No entanto devido à ineficiente protecção destes elementos contra a corrosão, esta solução acabou por revelar-se igualmente vulnerável [4, 10, 24].
- iii. Nos pisos térreos, o pavimento era geralmente em terra batida ou constituída por um errocamento em alvenaria de pedra sobre a qual assentava uma camada de desgaste em laje de pedra, a qual podia ser revestida por ladrilhos cerâmicos. Também podia ser utilizado um pavimento de madeira no piso térreo, mas essa situação impunha a criação de uma barreira entre o pavimento e o terreno. Nesses casos era geralmente executada uma caixa-de-ar ventilada evitando o seu contacto com a humidade do terreno. Esta situação seria a principal razão para que esta solução não fosse comum [10].

Na figura 5.12 a) é possível identificar a constituição de um pavimento de madeira com os vigamentos e as tábuas de solho. A figura 5.12 b) apresenta um pavimento em elevado estado de degradação devido à sua localização sobreposta a uma instalação sanitária.



a) Pavimento com estrutura de madeira

b) Pavimento com estrutura de madeira em elevado estado de degradação

Figura 5.12 - Pavimentos em madeira de edifício “Gaioleiro”

5.3.4 Estrutura de Cobertura

As estruturas de cobertura utilizadas nestes edifícios são, em quase todos os casos, estruturas inclinadas de madeira com geometrias de uma ou duas águas em edifícios menos nobres, ou com várias águas nos edifícios mais complexos, contínuas ou quebradas em função da planta adoptada. Estas estruturas estão adaptadas muitas vezes à utilização dos sótãos.

Da construção Pombalina para a dos “Gaioleiros” dá-se a transição das águas-furtadas com trapeira para as mansardas, que são estruturas que apresentam uma vertente mais inclinada de modo a ampliar o espaço disponível nessa zona. As estruturas de cobertura em mansarda (figura 5.13 a)) são mais elaboradas que as coberturas simples em água furtada (figura 5.13 b)), no entanto a possibilidade de o edifício possuir mais essa zona habitável compensava a maior complexidade de execução. A utilização desses espaços era feita de forma independente à estrutura do resto do edifício, visto as suas compartimentações frequentemente não respeitarem a continuidade da estrutura subjacente [10]. A execução de estruturas de cobertura em mansarda ou em água-furtada também dependia da localização do edifício. Nas ruas mais humildes, devido à sua simples execução, eram construídas coberturas simples com trapeira enquanto nas ruas mais importantes eram executadas as mansardas.



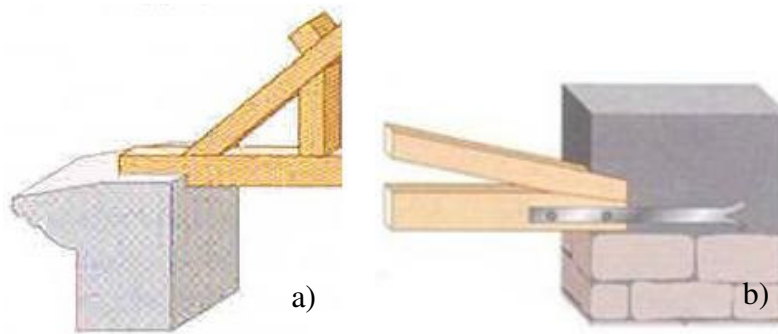
- a) Peça desenhada relativa a uma estrutura de cobertura em mansarda [18]
- b) Estrutura de cobertura em água furtada reabilitada num edifício “Gaioleiro”

Figura 5.13 – Tipos de estruturas de cobertura em edifícios “Gaioleiros”

As vigas principais da estrutura de cobertura eram geralmente paralelas às fachadas e apoiadas nas paredes de empena, que se prolongavam até ao ponto mais elevado do edifício,

podendo também estar apoiadas a paredes centrais do edifício. A estrutura de madeira era executada da forma tradicional por um conjunto de asnas de madeira, horizontais e inclinadas, travadas por pendurais e escoras, as quais suportavam as madres onde era aplicado o ripado. As secções destes elementos eram geralmente semelhantes (0,16x0,08m), no entanto podiam variar consoante a dimensão da estrutura a executar. As ligações entre os vários elementos era feita através de ligações pregadas, coladas, ou recorrendo-se a peças auxiliares de ferro (gatos metálicos). Podiam ainda existir prumos, em vários pontos da cobertura que tinham como principal função evitar a flexão das madres por fluência. A cobertura era revestida em telha Marselha, aplicada sobre o ripado de madeira [24, 30].

A transmissão das cargas da estrutura de cobertura às paredes resistentes podia ser feita de várias formas: através do apoio directo das asnas nas paredes (figura 5.14); pelo apoio simples das asnas em consolas de pedra (mísulas); ou pelo apoio sobre uma viga de transição (frechal) que promovia uma melhor distribuição das cargas na parede [24].



a) Sistema de fixação de cobertura por apoio directo na parede

b) Sistema de fixação de estrutura de cobertura com utilização de gato metálico [10]

Figura 5.14 - Representação esquemática de sistemas de fixação de estruturas de coberturas

5.3.5 Marquises e Terraços

As marquises e terraços existentes nas traseiras destes edifícios são um dos elementos mais caracterizadores dos “Gaioleiros” [4].

A construção das marquises tinha como principal objectivo a criação de uma instalação sanitária, constituída por um compartimento onde era colocada uma sanita. A sua construção era geralmente feita a partir do prolongamento da estrutura da cozinha segundo uma das seguintes tecnologias descritas:

- i. “As paredes de empena prolongavam-se para além da parede da fachada posterior e o vão entre as empenas era vencido por uma viga de bordadura à qual eram ligados perfis metálicos em I ou T perpendiculares à parede onde apoiavam as abobadilha em tijolo maciço ou furado interligadas por uma camada de argamassa de cal. O suporte a meio vão era feito por um pilar metálico com perfil em I ou circular”.
- ii. “A marquise era totalmente independente do edifício; nos topos das marquises colocavam-se elementos metálicos que funcionavam como tirantes e ligavam a viga de bordadura à parede, na diagonal permitindo que a varanda ficasse suspensa. Estes elementos eram chumbados à parede através de “caudas de andorinha” [31].

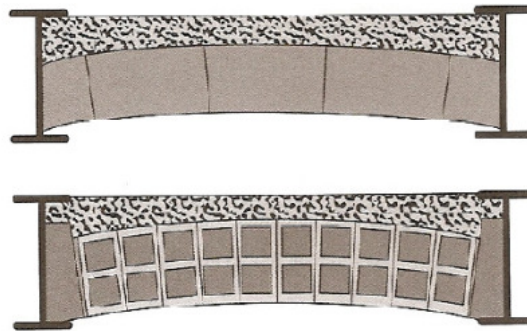


Figura 5.15 – Pormenores das abobadilhas de tijolo maciço e furado que apoiam em perfis metálicos I [4]

As dimensões dos elementos constituintes destas marquises e terraços são muito variáveis, de acordo com os vãos a vencer. É possível verificar essa diferença entre marquises na figura 5.16.

O pavimento destas marquises começou por ser executado em madeira, mas devido ao facto destas zonas estarem constantemente em contacto com uma zona húmida (instalação sanitária), a sua deterioração acontecia de forma rápida. Esta circunstância levou à substituição da madeira por abobadilha, solução que apresentava uma maior resistência à água e era um elemento que podia vencer vãos até 5 m [31].

As marquises, com o passar dos anos, sofreram uma intensa degradação devido a dois factores principais. Em primeiro lugar, a circulação de águas que aí se fazia; em segundo lugar, o facto de suportarem cargas muito superiores aquelas para que teriam sido construídas, pois estes elementos serviam em muitos casos como arrecadação. Estes dois factores em conjunto,

aliados à falta de protecção dos elementos metálicos contra a corrosão, agravaram a degradação desses elementos [31].



a) Tardoz de um edifício “Gaioleiro” onde se localizam as marquises

b) Marquises localizadas na empena de um edifício “Gaioleiro”

Figura 5.16 - Marquises localizadas no tardoz e na empena de edifícios “Gaioleiros”

5.3.6 Escadas

i. Escadas interiores

As escadas interiores dos edifícios eram executadas em madeira e, dependendo do número de fogos por piso, podiam estar localizadas no centro do edifício, geralmente em torno de um saguão central, iluminado e ventilado por clarabóia (edifícios com 2 fogos por piso) ou ainda localizadas na parte lateral junto da parede de empena (edifícios com 1 fogo por piso). Podiam ser executadas em 2 ou 3 lanços rectos, com patamares de descanso ou em secção curva (figura 5.17).



Figura 5.17 - Escadas interiores num edifício “Gaioleiro”

As escadas de acesso aos fogos são suportadas por pernas em pinho bravo cravadas nas paredes resistentes. Possuem prumos e corrimões geralmente em madeira mas também podiam ser em elementos metálicos, apresentando formas trabalhadas. No piso térreo, as escadas de acesso aos andares são em alinhamento recto e em pedra de modo a evitar os efeitos da humidade [51].

ii. Escadas exteriores (Escadas de serviço)

Agregadas às varandas ou marquises aparecem, numa fase posterior, escadas exteriores construídas em estrutura metálica. Este tipo de escadas surge por imposição do município que, em 1892, obrigou à implantação de escadas de salvação, ordinariamente justapostas à fachada posterior para situações de incêndio. As escadas de serviço são constituídas por 4 prumos tubulares metálicos de secção circular, contraventados por vigas em I ou T, entre as quais se dispõem os degraus em chapa xadrez. Os prumos são fixados a sapatas de alvenaria e os degraus estão encastrados alternadamente por um patamar aos vigamentos das varandas e marquises [51]. Apesar de serem raras podem ainda existir escadas em caracol no tardo de alguns edifícios como se verifica na figura 5.18 b).



a) Escada de serviço em lanços rectos; b) Escada de serviço em caracol [65]

Figura 5.18 - Escadas de serviço localizadas no tardo de um edifício “Gaioleiro”

5.3.7 Saguão

O saguão, característico deste tipo de edifício, pode ser definido como um pequeno pátio, estreito e descoberto, cuja função é ventilar e iluminar compartimentos interiores do edifício que não recebam ventilação e luz directa do exterior. Nos lotes adossados, em edifícios com planta rectangular, as empenas apresentavam um grande comprimento, justificando a execução de saguões laterais (figura 5.19 b)). O saguão central servia principalmente espaços de acesso e distribuição, como escadas, serviços comuns e corredores dos fogos, assim como espaços de serviço dos fogos, tais como dispensas e quartos de arrumação. A figura 5.19 a) apresenta o saguão central de um edifício “Gaioleiro” onde são visíveis as janelas dos compartimentos interiores. Os saguões laterais asseguravam a iluminação e ventilação dos espaços interiores localizados nas empenas.

Estes locais possuíam paredes em tijolo ou pedra com espessuras de 0,50m, como foi referido no ponto 5.3.2 e podiam ter funções estruturais no edifício, apesar de não ser essa a sua finalidade [10].

Na execução dos saguões não existia nenhuma preocupação ao nível da sua forma, visto que estes eram unicamente espaços técnicos, podendo ter formatos diferentes consoante a disponibilidade de espaço dentro do edifício. Em geral, estas zonas apresentam-se muito degradadas e sujas devido ao facto de serem locais para onde era enviado o lixo produzido no interior dos fogos.



a) Saguão central de edifício “Gaioleiro” localizado na Avenida da República n.º46

b) Saguão lateral de edifício “Gaioleiro” reabilitado na Avenida Visconde de Valmor

Figura 5.19 - Saguões central e lateral em edifícios “Gaioleiros”

5.4 Caracterização dos Revestimentos e Acabamentos

5.4.1 Revestimentos exteriores

Os revestimentos exteriores dos edifícios “Gaioleiros” em paredes, pavimentos e coberturas estão pouco documentados. Este facto dever-se-á à escassez de acabamentos possíveis, que levaria a que poucas alternativas houvessem. Nas referências existentes, o reboco das paredes era quase sempre constituído por argamassas tradicionais, aplicadas em camada dupla, sendo a primeira composta por cal aérea hidratada e areia amarela e a segunda por cal aérea e areia branca fina no traço 1:2 ou 1:2,5, com uma espessura média de 5 mm. A utilização de azulejos para revestimentos exteriores também era uma opção nestes edifícios, como se verifica na figura 5.20 a). Estes apresentavam geralmente motivos florais.

Nas paredes exteriores, principalmente de fachada, é característico existirem cantarias encastradas nas paredes em zonas de contorno de aberturas de portas e janelas. Tinham principalmente função decorativa mas podiam, em alguns casos, ter funções estruturais.



a) Edifício “Gaioleiro” com revestimento exterior em azulejo; b) Cantaria localizada na fachada principal de um edifício “Gaioleiro”

Figura 5.20 - Revestimentos exteriores de edifícios “Gaioleiros”

Os revestimentos dos pavimentos podem ter diferentes constituições, com por exemplo a utilização de azulejo. Os revestimentos das coberturas, tal como já foi referido no ponto 5.3.4, são em telha Marselha, uma solução que apresenta vantagens em casos de inclinação

reduzida, assegurando uma melhor estanquidade dos telhados em relação à solução tradicional em telha de canudo [4, 24].

5.4.2 Revestimentos interiores

Era muito característico, nesta época, a utilização de materiais mais económicos de forma a assemelhem-se a outros mais nobres. Esta situação acontecia principalmente nos revestimentos das paredes interiores dos edifícios, onde se tentava imitar, a partir de materiais com acabamentos em estuque, pedra natural ou madeiras exóticas. Esta situação também acontecia nas portas de entrada dos fogos. Nos dias de hoje é raro encontrar este tipo de acabamentos. Nos tectos, sobre o fasquiado de madeira, também se aplicava este tipo de acabamentos de “fingimento”, decorando-os com frisos e molduras que se assemelhavam a madeiras de qualidade superior (figura 5.21). As paredes e tectos dos átrios de entrada eram os locais onde os acabamentos tinham maior preponderância e possuíam quase sempre zonas pintadas com motivos diversos.

Os revestimentos dos pavimentos, podiam ter diferentes constituições, utilizando-se usualmente tábuas de solho nas zonas correntes e azulejo nas zonas “húmidas” do fogo (casa de banho, cozinha e marquise) [4, 24].



a) Tecto decorado com pinturas; b) Tecto decorado com frisos

Figura 5.21 - Tecto de edifícios “Gaioleiros” pintado e decorado com frisos

5.5 Caracterização das Instalações especiais

5.5.1 Esgotos de águas pluviais e domésticas

Os tubos de queda dos esgotos domésticos eram geralmente constituídos em grés vidrado e localizavam-se quase sempre nos saguões, zona mais próxima das casas de banho, e na fachada tardoiz, mais próxima da cozinha. Eram colocados normalmente pelo exterior.

Os tubos de queda e os colectores de águas pluviais eram geralmente executados em zinco ou chumbo e localizavam-se nas fachadas posteriores e também nos saguões. Os colectores dos esgotos domésticos e pluviais tinham constituição semelhante aos tubos de queda [4].

No presente, a grande maioria dos edifícios já não possui este tipo de instalações. A figura 5.22 apresenta o sistema de tubagem existente no saguão de um edifício “Gaioleiro” visitado.



Figura 5.22 - Canalizações localizadas no saguão do edifício

5.5.2 Elevador

Este era um equipamento muito luxuoso no início do século XX. Por isso só existia nos melhores edifícios da altura [4]. Na figura 5.21 apresenta-se o sistema de elevador e cabine existentes num edifício “Gaioleiro” localizado na avenida da República em Lisboa. Este era um edifício muito nobre na época da sua construção o que explica a existência deste elemento.



a) Sistema de elevador localizado na zona de escadas; b) Compartimento de elevador

Figura 5.23 – Sistema de elevador de um edifício “Gaioleiro”

5.6 Resumo da caracterização construtiva

De forma a sintetizar o exposto nas secções 5.3 a 5.5 apresenta-se de seguida a tabela 5.1 que resume a caracterização construtiva dos edifícios “Gaioleiros”. A tabela apresenta as dimensões, material e localização típica dos elementos construtivos destes edifícios.

Tabela 5.1 - Resumo da caracterização dos elementos construtivos dos edifícios "Gaioleiros"

Elemento	Material	Dimensões [m]	Localização
Fundações	Alvenaria de pedra calcária	Espessura: 1,00 - 1,50	Fachadas
		Espessura: 0,7	Empenas e saguão
Paredes Exteriores	Alvenaria de pedra ou alvenaria de tijolo	Espessura: 0,50 - 0,70	Fachadas
		Espessura: 0,40 - 0,50	Empenas e saguão
Paredes Interiores	Alvenaria de pedra ou tijolo	Espessura: 0,16	Frontais
	Fasquiado de madeira	Espessura: 0,10 - 0,15	Tabiques
	Alvenaria de tijolo	Espessura: 0,10	Tabiques
Pavimentos	Vigamento de madeira	Largura: 0,07-0,08 Altura: 0,16-0,22 Afastamento: 0,20-0,40	Zonas correntes
	Vigas metálicas e abobadilha de tijolo	Altura: 0,20	Zonas húmidas
	Laje de pedra		Piso térreo
Cobertura	Estrutura de madeira	Secção: 0,16 x 0,08	Coberturas em mansarda ou águas-furtadas
Marquises/ Varandas	Perfis metálicos e abobadilha de tijolo	Profundidade: até 2,50	Tardoz do edifício
Escadas	Madeira	Largura: até 1,20	Escadas interiores de acesso aos pisos
	Pedra		Escadas interiores do piso térreo
	Estrutura metálica		Escadas exteriores (tardoz)
Revestimentos Exteriores	Cal aérea e areia	Espessura: 0,005	Paredes
	Azulejo		Pavimentos
	Telha Marselha		Cobertura
	Rectângulos de vidro	Pequena dimensão	Marquises
	Cantaria		Portas e janelas
Revestimentos Interiores	Estuque sobre reboco de cal e areia		Paredes
	Estuque sobre fasquiado de madeira		Tectos
	Tábuas de solho	Secção: 0,02 x 0,16	Pavimentos: zonas correntes
	Azulejo	Pequena dimensão	Pavimentos: zonas húmidas
Instalações especiais	Grés vidrado (esgotos domésticos)		Tardoz e Saguões
	Zinco ou chumbo (águas pluviais)		

5.7 Caracterização do comportamento Sísmico

5.7.1 Avaliação da vulnerabilidade sísmica

A tipologia dos edifícios “Gaioleiros” tem constituído uma grande preocupação daqueles que têm abordado a vulnerabilidade sísmica do edificado de Lisboa, justificada pela deficiente qualidade das estruturas de alvenaria e madeira com que esses edifícios foram construídos. Dessa forma considerou-se importante fazer uma análise sobre esse assunto neste trabalho. No entanto, não cabe neste capítulo apresentar uma revisão exaustiva sobre avaliação da vulnerabilidade sísmica mas apenas dar uma breve explicação sobre o tema que permita qualificar os edifícios “Gaioleiros” a este respeito.






A avaliação da vulnerabilidade sísmica tanto pode ser realizada num contexto individual, quando se analisa um dado edifício, como num contexto colectivo, onde se recorre a um protótipo que simboliza as características de um conjunto de edifícios [15]. No primeiro caso, e por se tratar de um edifício específico, a avaliação resulta de um processo de recolha de informações sobre a sua estrutura, de modelação dos elementos estruturais e não estruturais, de análise da sua capacidade sísmica e de comparação com a solicitação sísmica pretendida para obter a resposta expectável. Já no segundo caso a avaliação assenta na definição de classes de edifícios, ditas tipologias construtivas, com características comuns e distintivas das demais. A cada uma delas é associada um protótipo que incorpora um conjunto de características “médias” e que define o comportamento considerado “médio” da tipologia. É com base nestes protótipos que depois se processam as avaliações que contemplam as dispersões de resultados do edifício “médio” relativamente ao conjunto de edifícios incluídos na tipologia. Esta segunda abordagem é, no entanto, conceptualmente equivalente à da avaliação individual, desde que o protótipo represente uma tipologia construtiva e a variabilidade nos dados se traduza numa dispersão de resultados [14]. Este tipo de avaliação é realizável para a maioria das tipologias de edifícios. No entanto em relação aos edifícios “Gaioleiros”, visto estes terem muitas possíveis variações construtivas, que resultam em várias deficiências a este nível, um protótipo “médio” provavelmente terá uma qualidade superior a possíveis edifícios específicos originando avaliações falaciosas.

Seja qual for o contexto, a avaliação da vulnerabilidade sísmica pode ser realizada com diferentes níveis de complexidade, consoante os objectivos pretendidos e a informação disponível, que podem ser classificados em dois grandes grupos, os métodos de vulnerabilidade calculada e os métodos de vulnerabilidade observada ou subjectiva [57]. Nos

primeiros incluem-se métodos onde se avaliam a resposta sísmica e os danos, podendo ser representados directamente como uma função da excitação, incorporando a resposta sísmica, designada por curvas de vulnerabilidade. Nos segundos a avaliação é mais expedita, baseada em indicadores de vulnerabilidade a que se associam classes de vulnerabilidade (quadro 5.2 a)). As bases para este procedimento assentam, frequentemente, em estatísticas de danos reais causados por sismos ou na opinião de especialistas em avaliação da vulnerabilidade sísmica. Em ambos os casos é comum estabelecer estados limites de dano descritivos, como se exemplifica na tabela 5.2 b), para classificar a resposta sísmica dos edifícios.

A vulnerabilidade sísmica de uma tipologia construtiva pode então ser qualificada pela análise dos danos registados em edifícios em consequência de eventos sísmicos ocorridos no passado [14].

Tabela 5.2 – Classificação de danos em edifícios de alvenaria e classes de vulnerabilidade

Classe de Danos	Descrição geral dos Danos	
Grau 1: Danos desprezáveis e leves	- Fendilhação ligeira em algumas paredes; - Queda de reboco em zonas - Poucos casos de queda de pedras soltas, de zonas superiores dos	
Grau 2: Danos moderados (danos estruturais ligeiros, danos não estruturais)	- Fendilhação em muitas paredes; - Queda de reboco com dimensões importantes; - Colapsos parciais de chaminés	
Grau 3: Danos substanciais a severos (danos estruturais moderados, danos não estruturais severos)	- Fendilhação larga e profunda na maioria das paredes; - Desagregação das telhas da cobertura; - Rotura das chaminés no plano da cobertura; - Rotura de elementos não estruturais como paredes divisórias e parte triangular das empenas junto	
Grau 4: Danos muito severos	- Rotura de paredes; - Rotura parcial de pavimentos e cobertura	
Grau 5: Colapso	- Grande parte ou a totalidade do edifício em ruína	

a) Classes de vulnerabilidade de edifícios de alvenaria [14]

b) Classificação de danos em edifícios de alvenaria adaptado [44]

a)

b)

Tipo de Estrutura		Classe de Vulnerabilidade					
		A	B	C	D	E	F
Alvenaria	Cascalho de pedra	○					
	adobe (tijolo de terra)	○	○				
	pedra simples	○	○	○			
	pedra maciça	○	○	○	○		
	sem reforço, com unidades fabricadas em pedra	○	○	○	○	○	
	sem reforço, com piso térreo reforçada ou confinada	○	○	○	○	○	○

5.7.2 Vulnerabilidade sísmica dos edifícios de alvenaria

A vulnerabilidade sísmica dos edifícios está intimamente relacionada com as características dos sistemas estruturais e tipologias construtivas. Os principais factores de vulnerabilidade das construções são:

- a) O tipo de elementos resistentes;

- b) Configuração dos sistemas estruturais (dimensões e forma em planta, número de pisos e disposição em altura, distribuição da massa);
- c) As disposições de dimensionamento do projecto;
- d) A qualidade da construção;
- e) Os materiais, métodos construtivos e a tecnologia próprios da região onde se localizam as construções e a sua época de construção.

A influência destes factores no comportamento sísmico adquire uma importância particular no caso das construções antigas, para as quais não foi considerada adequadamente a acção dos sismos. Como tem sido repetidamente comprovado por levantamentos em escala regional e nacional, uma parcela significativa, senão mesmo maioritária, do parque existente em regiões de sismicidade elevada corresponde a edifícios sem qualquer tipo de dimensionamento sísmico. Em função dos factores de vulnerabilidade atrás referidos, é assim de esperar que muitos destes edifícios apresentem um desempenho sísmico pouco satisfatório, chegando, em muitos casos, a não possuir a resistência sísmica mínima [31].

Dentro do grupo dos edifícios em alvenaria é possível, como foi visto, distinguir três tipologias diferentes: edifícios em alvenaria anteriores a 1755, edifícios Pombalinos e edifícios “Gaioleiros”. Estas três tipologias, apesar de se encontrarem dentro do mesmo grupo, apresentam vulnerabilidades sísmicas diferentes.

Antes do grande terramoto de 1755, a preocupação com a possibilidade de ocorrência deste tipo de catástrofes era inexistente, assim como a aplicação de qualquer tipo de dimensionamento sísmico nas construções, consequência desse pensamento. Essa situação aliada à fraca qualidade dos materiais e a sua degradação ao longo dos anos levou a que estes edifícios apresentem nos dias de hoje uma vulnerabilidade sísmica elevada. Pelo contrário, os edifícios Pombalinos, dada a necessidade, após o terramoto, de uma construção anti-sísmica, foram a tipologia construtiva que apresentou pela primeira vez dimensionamento sísmico, com a utilização de um sistema de travamento em madeira, a gaiola Pombalina. A utilização da gaiola conferia aos edifícios uma elevada resistência sísmica e consequentemente uma vulnerabilidade sísmica muito baixa. A partir da segunda metade do século XIX, com o desaparecimento progressivo dessa solução e a sua transformação em estruturas com pouca ou nenhuma contribuição para a resistência sísmica, a eficácia do sistema de travamento dos edifícios ficou comprometido. Esse desenvolvimento levou a uma regressão clara em termos de resistência sísmica destes edifícios, traduzida numa vulnerabilidade sísmica elevada.

Essas diferentes vulnerabilidades sísmicas teriam efeito no comportamento dos edifícios em caso de ocorrência de um sismo como é confirmado no livro “Redução da Vulnerabilidade Sísmica do Edificado”, editado pela SPES e GECORPA [58]. Aí são descritas as consequências hipotéticas para o parque habitacional de Lisboa caso ocorresse um sismo de magnitude 8.2 na escala de Richter com epicentro na cidade [1].

Segundo esse relatório e confirmando a sua boa resistência sísmica, os edifícios Pombalinos sem ampliação ou alteração profunda teriam um comportamento satisfatório. Pelo contrário, os edifícios anteriores a 1755 e principalmente os edifícios “Gaioleiros” apresentariam um mau comportamento em casos de ocorrência de sismo, de onde resultaria a ruína de muitos edifícios dessas tipologias [1].

Visto este trabalho incidir sobre a caracterização dos edifícios “Gaioleiros”, interessa neste capítulo perceber as causas da vulnerabilidade sísmica desta tipologia de edifícios.

5.7.3 Vulnerabilidade Sísmica de Edifícios “Gaioleiros”

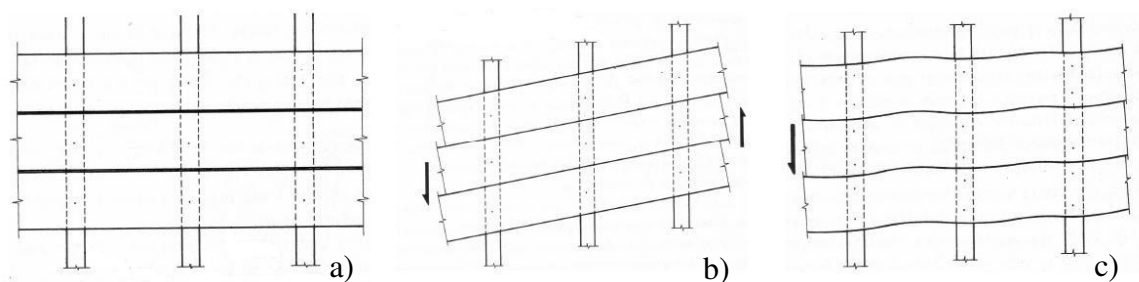
A ocorrência bastante espaçada no tempo de sismos de grande intensidade em Portugal Continental faz com que a informação de origem estatística sobre o comportamento sísmico da tipologia construtiva dos “Gaioleiros” seja escassa [14].

Atendendo à época de construção destes edifícios, os sismos mais importantes em Portugal Continental aos quais tiveram de sobreviver foram os de Benavente em 1909 e de Lisboa em 1969. No primeiro caso, o sismo de 23 de Abril de 1909, as tipologias construtivas presentes no epicentro eram maioritariamente de alvenaria de taipa ou de tijolo cru e com um piso [57] pelo que não é possível extrair qualquer informação relativa a edifícios “Gaioleiros”. Já no sismo de 28 de Fevereiro de 1969 é possível encontrar descrições de danos que podem ser relacionados com estes edifícios. Embora muitas das observações efectuadas em edifícios de alvenaria se refiram a igrejas, hospitais e faróis, encontram-se também algumas relativas a edifícios “com pavimentos de madeira e com idade, em geral, superior a 40 anos” que, atendendo à data da observação, enquadram-se na tipologia. Nestes edifícios, e passando citar os aspectos mais relevantes, “[...] verificaram-se estragos consideráveis [...]. Tais estragos deverão atribuir-se, em grande parte, à má qualidade da alvenaria, ao precário estado de conservação e à falta de travamento entre paredes resistentes e entre estas e as divisórias. Frequentemente a ligação entre paredes ortogonais é feita por simples encosto sem qualquer interligação dos elementos entre si, do que resultam muitas vezes fendas nos cunhais, com o

consequente desaprumo das paredes-mestras.”. Esta descrição vem confirmar o deficiente comportamento sísmico que esta tipologia de edifícios apresenta [14].

Na sequência do capítulo V deste trabalho é sabido que estes edifícios apresentam diversas deficiências estruturais que estão directamente relacionadas com a sua vulnerabilidade sísmica. A principal deficiência tem que ver, como já foi referido, com o abandono da estrutura em gaiola e utilização de paredes interiores sem propriedades resistentes e sem conveniente ligação com os pavimentos e cobertura. As ligações entre os elementos principais, paredes – cobertura, paredes – pavimento e parede – parede são determinantes para que esteja assegurada a estabilidade global do sistema, o que em muitos casos não acontece. Simultaneamente os pavimentos destes edifícios possuem baixa rigidez que reduz ou anula o efeito de diafragma rígido [10].

Comportamento de diafragma rígido significa que o pavimento tem a capacidade de manter a sua forma em planta, não sofrendo variações de dimensões ou distorções quando sujeito a acções horizontais (Figura 5.24). A principal vantagem desta característica é a de conseguir compatibilizar os deslocamentos horizontais e assim distribuir os esforços proporcionalmente à rigidez dos elementos verticais resistentes. Deste modo é possível controlar a distribuição dos esforços evitando a ocorrência da rotura das fachadas.



a) Estrutura do pavimento; b) Pavimento com baixa rigidez; c) Pavimento com rigidez superior

Figura 5.24 - Rigidez dos pavimentos de madeira no seu plano [14]

A deficiência nas ligações entre elementos principais, associada à baixa rigidez dos pavimentos e fraca qualidade das alvenarias, leva a que o sistema de travamento não se comporte como um todo, comprometendo a transmissão das forças induzidas do sismo às fundações do edifício. Nestas situações os frechais são elementos decisivos para que o edifício tenha esse comportamento.

Outros problemas estruturais importantes são o acréscimo do número de pisos, aumento dos pés direitos e dos vãos de paredes e redução das secções horizontais das paredes resistentes, aumentando as cargas a suportar pelo edifício.

Por último, mas não menos importante, salienta-se o facto de os edifícios “Gaioleiros” terem sido construídos em zonas cujos os solos apresentam uma vulnerabilidade sísmica média/alta como se verifica na carta de vulnerabilidade sísmica dos solos da cidade de Lisboa apresentada na figura 5.25. Essa ocorrência aliada as deficiências na forma e dimensões das fundações, que não tiveram em conta o tipo de solo, sendo apenas dimensionadas para as acções gravíticas, leva a que estas não tenham capacidade de suster os esforços impostos por uma acção sísmica. Este é um dos problemas estruturais que mais agrava a vulnerabilidade sísmica deste tipo de edifícios [17].

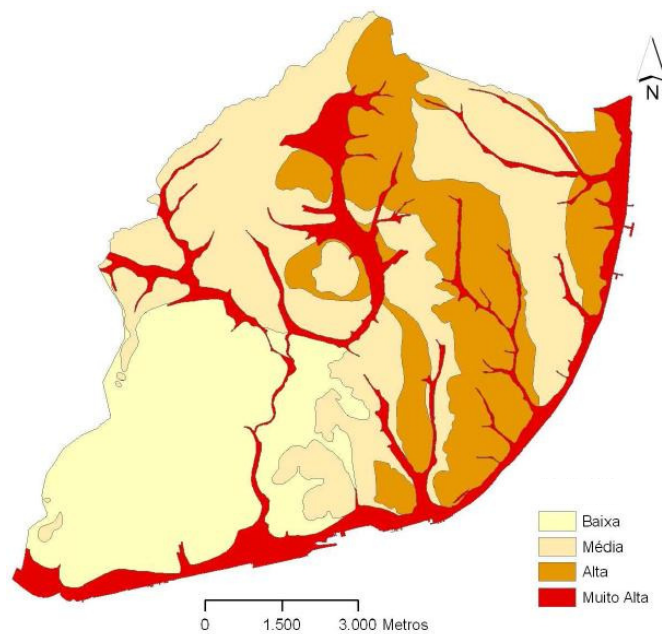


Figura 5.25 - Carta de vulnerabilidade sísmica dos solos do Concelho de Lisboa [13]

O conjunto destas transformações introduzidas na construção dos edifícios foi o principal desenvolvimento que levou à fraca resistência sísmica desta tipologia.

Por fim é importante referir que uma parte da resistência sísmica destes edifícios advém do facto de estes estarem inseridos num quarteirão. Este efeito deve ser tido em conta aquando da construção de novos edifícios. [11].

Actualmente a vida útil dos “Gaioleiros” já foi amplamente ultrapassada e sabendo que esta é uma tipologia construtiva do parque habitacional de Portugal Continental que possui uma

vulnerabilidade sísmica elevada, seria importante procurar soluções de reforço estrutural facilmente adaptáveis caso a caso que pudessem ser aplicadas em larga escala. A SPES e o GECORPA apresentaram uma proposta conjunta de um plano de redução da vulnerabilidade sísmica do edificado que contemplava esta hipótese [58]. A reabilitação em larga escala das tipologias construtivas mais vulneráveis é uma das soluções que mais contribui para a mitigação do risco sísmico global [1], justificando-se, por isso mesmo, a procura de soluções de reforço genéricas e a identificação das mais eficazes. No presente a maioria das reabilitações nestes edifícios visam apenas o melhoramento do plano estético ou do nível de conforto e, raramente, consideram a componente estrutural do mesmo, situação que para um comum observador pode ser ilusória [30].

A reabilitação estrutural, no entanto, deve ser cuidada, procedendo-se ao incremento da segurança da estrutura por forma a que seja mínima a interferência com a estrutura a nível estético e funcional, garantindo a reversibilidade das intervenções a efectuar.

CAPÍTULO VI EDIFÍCIOS “GAIOLEIROS”

- Caracterização Mecânica de parede de alvenaria de pedra irregular

6.1 Considerações Gerais

Neste capítulo é efectuado um breve estudo da caracterização mecânica das paredes de alvenaria de pedra irregular (alvenaria de pedra tradicional ou alvenaria ordinária). A caracterização desta solução construtiva, existente nos edifícios “Gaioleiros”, é feita a partir da avaliação dos seus parâmetros resistentes que foram obtidos essencialmente em pesquisa bibliográfica, tendo sido também realizado um ensaio de macacos planos para complemento dessa pesquisa.

Existem dois grandes grupos de métodos que permitem determinar as características mecânicas das alvenarias: métodos indirectos, baseados no conhecimento das propriedades mecânicas dos componentes da alvenaria obtendo valores nominais ou formulas semi-empíricas das propriedades mecânicas e métodos directos a partir de ensaios experimentais em laboratório ou in-situ.

Os ensaios in-situ para avaliação da resistência à compressão da alvenaria trazem dificuldades acrescidas inerentes à grande dimensão dos provetes. Também a extracção de um bloco de parede para posterior ensaio em laboratório implica cuidados especiais para além de ser apenas exequível em casos de estruturas para demolição ou em ruína devido ao seu cariz muito destrutivo.

Existe, no entanto, um método de avaliação mais simples: o ensaio de macacos planos (“flat-jack”). Este ensaio é uma técnica versátil que proporciona informação sobre as propriedades mecânicas de construções antigas [27].

Este ensaio pode ser realizado directamente no local (“in-situ”) ou em laboratório e, visto ser apenas necessária a remoção de uma pequena porção de alvenaria da estrutura, pode ser considerado como um ensaio não-destrutivo ou levemente destrutivo, pois o dano é pequeno e facilmente reparável após o teste [32].

O ensaio de macacos planos é utilizado para a determinação do estado de tensão e avaliação das características de deformabilidade de paredes e outros elementos estruturais de alvenaria e

os resultados obtidos são fiáveis se a realização do ensaio for feita sobre uma amostra não alterada e com dimensões suficientes para representar o comportamento médio do material.

Foi pretendido, numa primeira fase, a aplicação deste ensaio num edifício “Gaioleiro”, para obtenção de valores característicos da tipologia estudada. No entanto, dada a dificuldade em encontrar um edifício nessas condições onde fosse permitida a execução dos referidos ensaios, estes foram realizados num edifício da tipologia pré-pombalina. A decisão de aplicação deste ensaio num edifício pré-pombalino baseou-se no pressuposto de que a solução construtiva das paredes de alvenaria de pedra irregular não foi alterada significativamente desde esse período até à construção dos edifícios “Gaioleiros”.

A realização deste ensaio teve com o principal objectivo a aplicação em ambiente de obra do procedimento de realização de um ensaio de macacos planos simples.

6.2 Ensaio de Macacos Planos

O ensaio de macacos planos foi aplicado originalmente para determinar o nível de tensão in-situ da alvenaria e tem sido alargado para a detecção das suas características de deformabilidade. Estas duas características são obtidas a partir de dois tipos de ensaio designados como ensaio simples e duplo [20].

6.2.1 Ensaio de determinação in-situ do estado de tensão (Ensaio simples)

Este ensaio baseia-se no princípio da libertação do estado de tensão eliminando as tensões existentes no local, seguido de compensação dessas tensões de forma controlada.

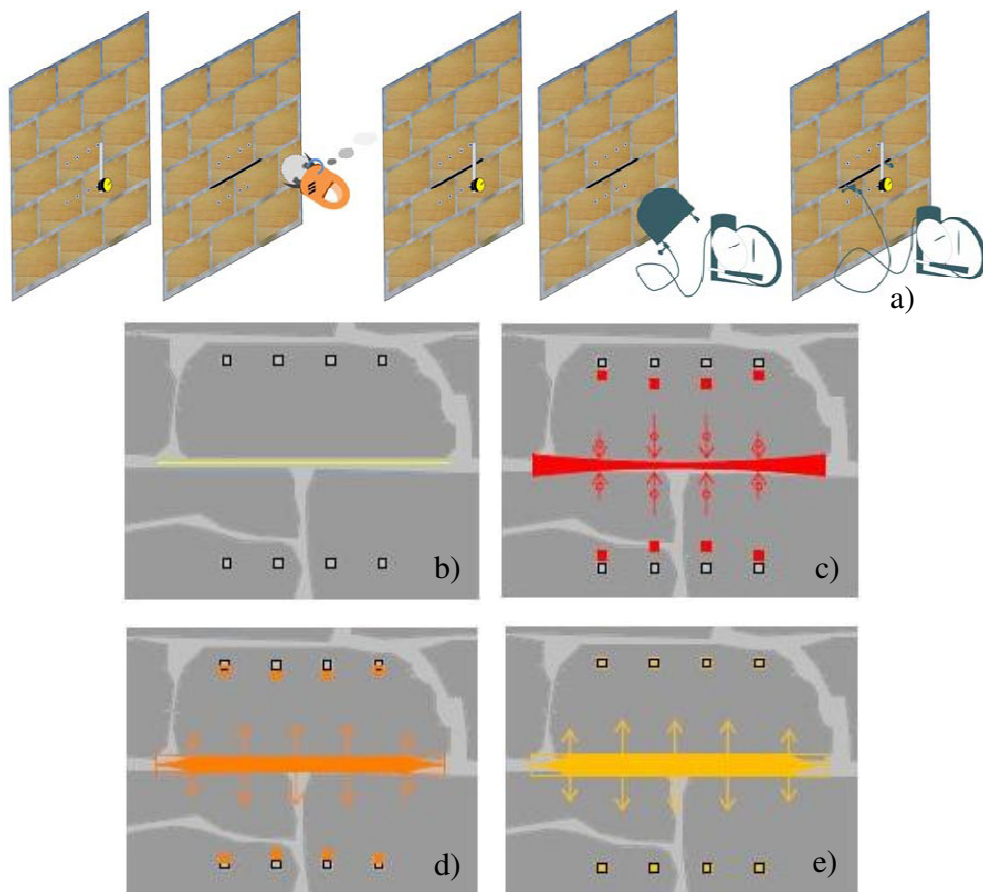
O campo de deslocamentos de referência é determinado a partir da medição das distâncias entre pontos de referência colocados em alinhamentos verticais na zona da parede onde irá ser realizado o ensaio. Este local está sob um estado de tensão vertical cujo valor se desconhece e se pretende identificar. Neste ensaio a determinação do estado de tensão é determinado a partir da libertação desse estado de tensão, através da realização de um rasgo profundo na parede, após o qual é medida a aproximação dos pontos de referência resultante da descompressão do local. É então introduzido no rasgo o macaco plano que se liga a uma bomba hidráulica que permite a injeção de óleo para o seu interior. A bomba hidráulica é dotada de um manómetro/ célula de pressão, que informa o utilizador da pressão instalada no macaco a cada instante. A partir da bomba hidráulica é injectada pressão gradual e crescente

com o objectivo de repor o estado de deformação inicial da parede. O ensaio termina quando todos os pontos de referência alcançam a situação inicial, registando-se o valor da pressão indicado no manómetro. O valor da tensão na parede é obtido através da equação 6.1 [20, 27, 48].

$$\sigma = k_m \times k_a \times p \quad (6.1)$$

Onde: k_m é uma constante adimensional que tem em conta as características geométricas do macaco plano (< 1); k_a é obtido através da razão entre a área do macaco (A_m) e a do rasgo (A_c); p é a pressão lida no manómetro e corresponde ao valor que repõe as condições iniciais da alvenaria.

A figura 6.1 apresenta a representação esquemática das fases do ensaio simples de macacos planos onde se indica o andamento esperado dos pontos de referência dos alinhamentos verticais durante o ensaio.



a) Fases do procedimento do ensaio: medição dos alinhamentos, execução do rasgo, medição dos deslocamentos relativos, colocação do macaco plano e medição dos deslocamentos após incrementos de carga [32]; b) Situação antes do corte; c) Deformação após o corte; d) Aplicação de carga no macaco plano; e) Restabelecimento da situação inicial [20]

Figura 6.1 – Representação esquemática das fases do ensaio de macacos planos simples

6.2.2 Ensaio de determinação das características de deformabilidade (Ensaio duplo)

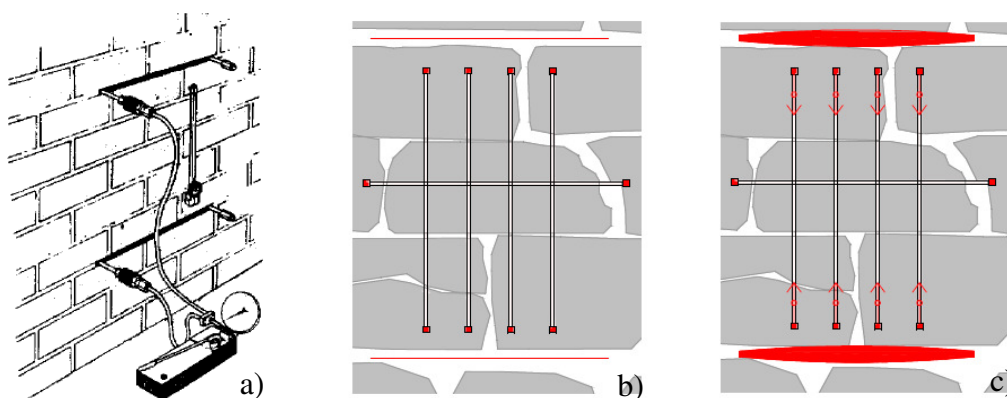
O princípio deste ensaio é similar ao ensaio padrão do estado de tensão anteriormente descrito. A diferença neste está apenas na utilização de dois macacos planos para a aplicação de carga em vez de apenas um. Como acontecia no ensaio do estado de tensão com a realização de dois rasgos paralelos eliminam-se as tensões existentes nessa zona da alvenaria isolando esse local do resto da parede criando o modelo de estudo. É assumido que a zona entre os macacos planos está sem tensões aplicadas.

Entre os dois rasgos são colocados os pontos de referência, geralmente quatro em alinhamento vertical e um em alinhamento horizontal, e são medidas as suas distâncias.

Após a aplicação dos macacos planos, estes são pressurizados com óleo exercendo pressão sobre o troço de parede entre eles. São aplicados carregamentos cíclicos (carga/descarga), com níveis de pressão máxima crescente. Os níveis máximos de tensão são seleccionados em função das características mecânicas da parede, não devendo exceder, normalmente, 50 por cento da resistência à compressão uniaxial [27, 48].

Os valores dos deslocamentos, lidos a partir das distâncias entre os pontos de referência, e da pressão do macaco plano são registados em todos os ciclos. Estes dados permitem traçar gráficos tensão versus deformação a partir dos quais pode ser calculado o módulo de deformabilidade da zona da alvenaria em estudo.

Na figura 6.2 é apresentada a configuração típica de um ensaio duplo de macacos planos, indicando o andamento esperado dos pontos de referência durante o ensaio.



a) Configuração típica de um ensaio duplo de macacos planos [60]

b) Situação inicial do ensaio; c) Incremento de pressão nos macacos planos [20]

Figura 6.2 – Representação esquemática das fases do ensaio para determinação das características de deformabilidade

6.2.3 Hipóteses e condicionantes

Os ensaios de macacos planos baseiam-se nas seguintes hipóteses [54]:

- O estado de tensão da parede é de compressão uniaxial uniforme;
- A alvenaria na zona do rasgo é homogénea;
- A alvenaria deforma-se simetricamente em relação ao rasgo;
- A tensão aplicada pelos macacos planos à alvenaria é uniforme;
- A alvenaria está em regime elástico antes do ensaio.

As condicionantes dos ensaios simples e duplo estão, essencialmente, relacionadas com [40]:

- Dificuldade de interpretação dos resultados, quando após o corte a recuperação das distâncias entre miras não se faz com sucesso;
- Fiabilidade do ensaio quando as cargas são muito baixas;
- Apoio insuficiente na parte superior da parede com vista a garantir reacção adequada à pressão introduzida pelo macaco plano;
- Fiabilidade da interpretação dos resultados em situações de material muito fraco e pouco homogéneo;
- Possibilidade de as tensões estimadas não serem representativas das tensões efectivamente instaladas na alvenaria, devido á distribuição assimétrica de tensões.

6.2.4 Normas de ensaio

A avaliação dos ensaios de macacos planos pode ser realizada segundo dois estudos. Um desenvolvido nos Estados Unidos pela ASTM e outra desenvolvida na Europa pela RILEM. Existem duas normas distintas para avaliação dos dois ensaios de macacos planos em alvenarias desenvolvidas pela ASTM e aprovadas em 1991: ASTM Standard Test Methods C 1196-91, In-Situ Compressive Stress Within Solid Unit Masonry Estimated Using Flatjack Measurements [5], e C1197-91, In-Situ Measurement of Masonry Deformability Properties Using the Flatjack Method [6].

A nível Europeu, a norma RILEM também desenvolveu duas normas distintas para cada um dos ensaios: RILEM Technical Recommendation LUM.D2, In-Situ Stress Tests on Masonry

Based on the Flatjack [47], e LUM D3, In-Situ Strength/Elasticity Tests on Masonry Based on the Flatjack [48], ambas aprovadas em 1990.

De acordo com a norma ASTM, a aplicabilidade dos ensaios de macacos planos está limitada a alvenaria cuja área útil de pedra, cerâmica ou blocos de betão, seja igual ou superior a 75% da área bruta [40].

6.2.5 Equipamento

Para a realização dos ensaios descritos são necessários dois macacos planos de forma semicircular ou rectangular (figura 6.3), um sistema hidráulico com bomba, um manómetro e mangueiras, equipamento de medição de deslocamentos, equipamento de corte, ferramentas para remoção de argamassa e equipamentos de segurança [27].

i. Macacos planos

Os macacos planos utilizados para avaliação de alvenarias são geralmente de aço inoxidável com uma espessura que pode variar entre 1 e 6 mm. Estes dispositivos podem ter uma ou duas portas de entrada que permitem a remoção do ar e é fornecido fluído para criar pressão. O tamanho e forma do macaco plano dependem da sua aplicação e das exigências da norma aplicada ao estudo. Estes elementos podem ter várias configurações. Como exemplo, na figura 6.3 apresentam-se dois tipos de macacos planos com formatos semicircular e rectangular.

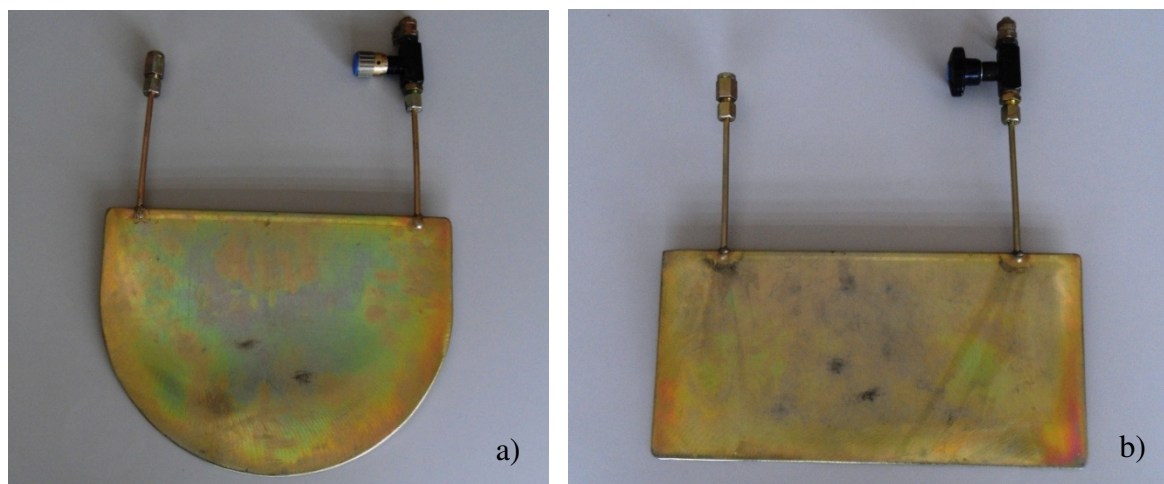


Figura 6.3 - Diferentes configurações de macacos planos

Segundo a norma ASTM, a dimensão do macaco plano para realização do ensaio simples tem de ser igual ou superior ao comprimento de uma única unidade de alvenaria, mas nunca inferior a 8 polegadas (20,3 cm). Para o ensaio duplo, a dimensão do macaco plano tem de ser igual ou superior ao comprimento de duas unidades de alvenaria e, como no ensaio simples, ter no mínimo 8 polegadas. A largura do macaco plano para os dois ensaios deve ser igual ou superior à espessura de uma unidade de alvenaria e nunca inferior a 3 polegadas (7,6 cm) [5, 6].

Segundo a norma RILEM, tanto para o ensaio simples como para o duplo a área do macaco plano não deve ser menor do que uma unidade de alvenaria. Se a forma do macaco plano for rectangular, o seu comprimento deve ser igual ou superior ao dobro da largura. Ambas as normas exigem que o raio da lâmina de serra circular para execução do rasgo na parede, seja igual ao raio do macaco plano. Para o ensaio duplo só devem ser utilizados macacos planos de forma rectangular ou semi-rectangular, pois com um plano circular não é possível aplicar um estado uniforme de tensão [47, 48].

ii. Factor de calibração

Os macacos planos são projectados para ter uma pressão de saída (aplicada à alvenaria) que é linearmente dependente da pressão hidráulica interna. O coeficiente que fornece a conversão Km é determinado durante a calibração do macaco plano.

Normalmente, para os novos macacos planos, o factor de calibração é fornecido pelo fabricante. No entanto, o uso repetido deste material pode torná-lo demasiado flexível, podendo surgir deformações excessivas durante os ensaios. É necessário recalibrar após 4 ou 5 ensaios [27].

A espessura original dos macacos planos deve ser restaurada após cada ensaio para garantir que o factor de calibração permanece inalterado. O processo de calibração do macaco plano está descrito na norma ASTM C1196-91.

iii. Sistema hidráulico

A pressão fornecida pela bomba hidráulica pode ser medida por meio de um medidor de pressão que tenha um intervalo semelhante à pressão máxima de funcionamento do macaco plano e precisão de 1% do total da escala hidráulica. O sistema deve ser capaz de manter uma

pressão constante durante, pelo menos, cinco minutos. A pressão máxima de funcionamento típica de um macaco plano é de 6,9 MPa (1000 Psi) [27]. Na figura 6.4 apresenta-se um exemplo de bomba hidráulica a utilizar neste tipo de ensaios.



Figura 6.4 - Bomba hidráulica utilizada para injeção de pressão nos macacos planos

iv. Equipamento de medição de deslocamentos

As deformações associadas aos ensaios podem ser medidas por equipamentos de medição que tenham uma precisão de pelo menos 0,005 mm e possam medir deslocamentos até 5 mm. As normas ASTM e RILEM admitem limites nas deformações máximas durante os ensaios que não podem ser ultrapassados, sendo considerados como inválidos os ensaios em que tal aconteça.

A norma RILEM exige que a distância entre os pontos de referência e o rasgo para o ensaio simples seja de 20 cm e para o ensaio duplo seja de 40 cm. A norma ASTM exige uma distância para o ensaio simples de 0,3A a 0,6A, onde A é o comprimento do macaco plano. Para o ensaio duplo, a norma ASTM não apresenta requisitos directos para essa distância.

O deflectómetro exposto na figura 6.5 é um exemplo de equipamento de medição com a precisão necessária à leitura das deformações associadas a estes ensaios.

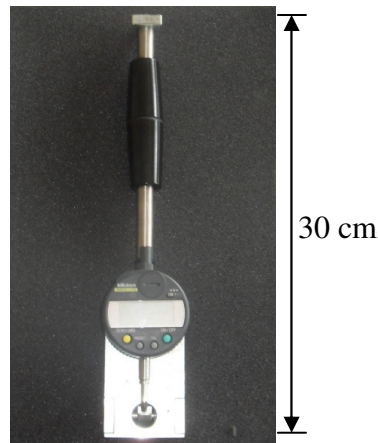
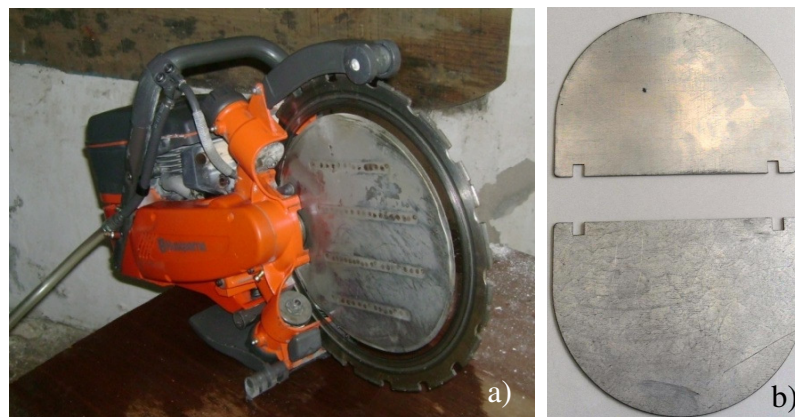


Figura 6.5 – Deflêctómetro utilizado para medição de deslocamentos entre pontos de referência

v. Preparação do rasgo para colocação do macaco plano

Os rasgos executados na alvenaria devem ser feitos com equipamento apropriado para que seja feito o menor dano possível na alvenaria. As dimensões do rasgo devem ser semelhantes às do macaco plano a aplicar para garantir uma transferência uniforme das tensões deste para a alvenaria. A norma ASTM admite uma diferença máxima de espessura entre o rasgo e o macaco plano de 1,25cm. Em paredes de alvenaria de pedra é necessária a utilização de serra de disco para a execução do rasgo (figura 6.6 a)).

Em situações em que a espessura do rasgo seja superior à do macaco plano, são utilizadas chapas de enchimento para completar o preenchimento. As chapas devem ter o mesmo tamanho do macaco plano e podem ser em peça única, em várias peças ou em almofada de líquido [27].



a) Serra de disco; b) chapas de enchimento

Figura 6.6 – Equipamento para execução do rasgo e chapas de enchimento

vi. Posição dos pontos de referência e distância dos rasgos

Na execução do ensaio simples, tanto a norma RILEM como a norma ASTM recomendam a colocação dos pontos de referência em alinhamentos verticais acima e abaixo da ranhura. A norma ASTM recomenda a colocação de, pelo menos, 4 pares de pontos espaçados ao longo do comprimento do macaco, enquanto a norma RILEM recomenda a colocação de, pelo menos, 3 pares na zona central. Para o ensaio duplo, ambas as normas recomendam a colocação de pontos simétricos em alinhamentos, na alvenaria imediatamente a cima e abaixo dos rasgos.

vii. Aplicação de cargas para o ensaio de determinação do estado de tensão

A norma ASTM recomenda a aplicação de incrementos de pressão de 25% do valor da pressão máxima estimada do macaco plano até ao valor de 75%. Em relação à norma RILEM, esta recomenda um pequeno aumento não especificando o valor. Alguns autores recomendam incrementos entre os 70 e os 140 KPa. A pressão necessária para repor as distâncias iniciais entre os pontos de referência é o valor base para o cálculo do estado de tensão de compressão. O desvio aceitável entre a posição final dos pontos de referência e a sua posição inicial deve ser, para cada ponto o maior valor entre $\pm 0,0025$ cm ou 10% do desvio inicial máximo, ou em média o maior valor entre $\pm 0,0013$ cm ou 5% do valor do desvio máximo inicial.

6.3 Descrição dos Ensaios Efectuados

Os ensaios de macacos planos que serão descritos foram realizados no edifício disponibilizado pela empresa EPUL, localizado na Rua dos Cordoeiros da Bica, n.º14, em Lisboa. A partir do levantamento deste e da sua localização na cidade, admite-se que este edifício se inclui na tipologia dos edifícios pré-Pombalinos.

O edifício apresenta 4 pisos e cobertura, com o piso térreo destinado a comércio, independente dos restantes andares. Devido ao estado de ruína, a visita foi limitada à loja comercial localizada no piso térreo.

Dois ensaios simples de macacos planos foram realizados no paramento interior da fachada principal e no paramento interior da parede da caixa de escadas, ambos no piso térreo do edifício. As zonas de ensaio estão indicadas na figura 6.7, onde também é apresentada a fachada do edifício, assim como as plantas do piso térreo e do 1º piso.

Ambas as paredes são constituídas por alvenaria de pedra irregular com espessuras de 1m (parede de fachada) e 0,4m (parede da caixa de escadas).

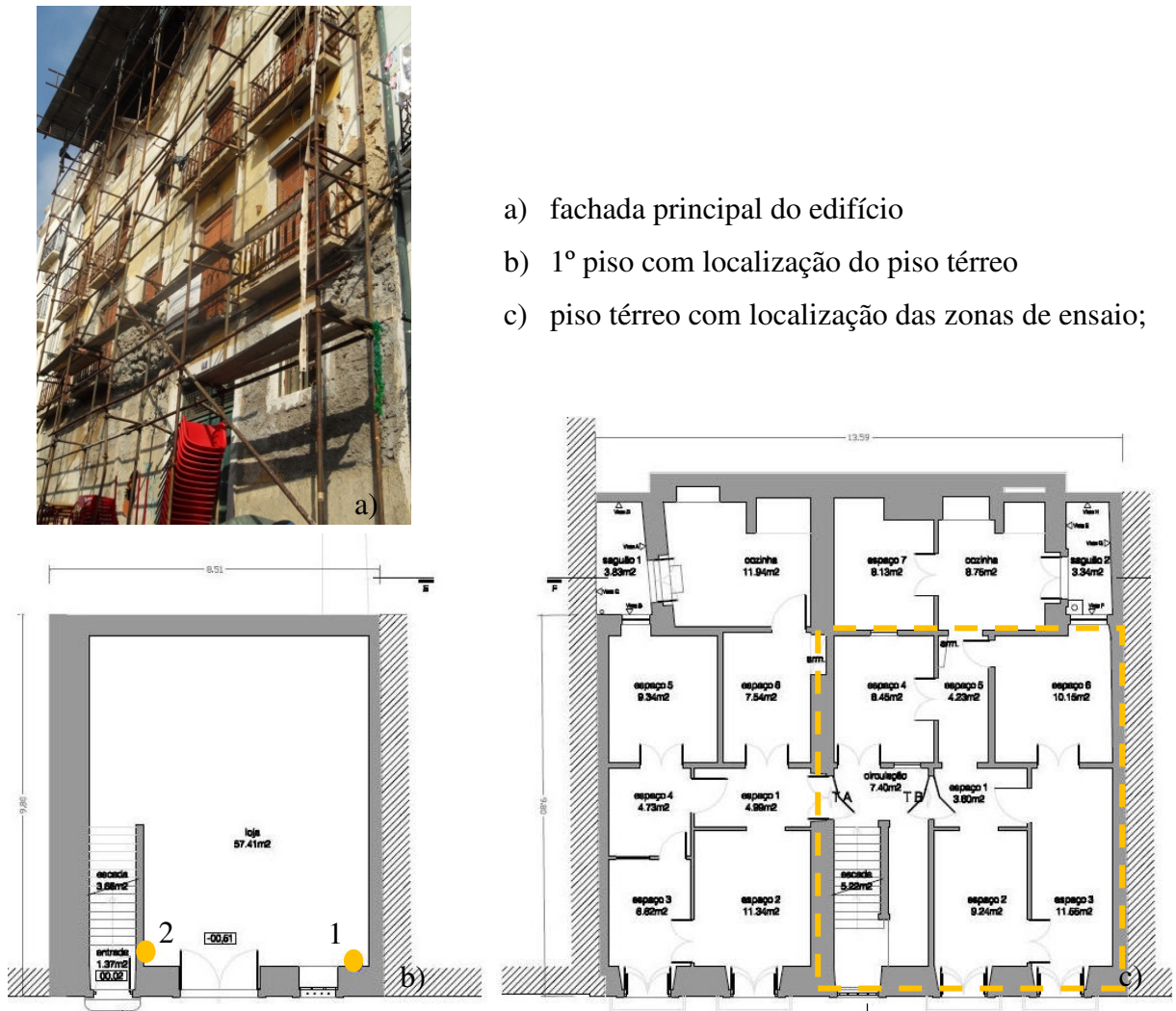


Figura 6.7 – Fachada principal e plantas do edifício da Rua dos Cordoeiros da Bica, n.º 14

Nos ensaios foram utilizados dois macacos planos de diferentes configurações. No 1º ensaio utilizou-se um macaco semicircular com dimensões 350x260x4,5mm, enquanto no 2º ensaio foi utilizado um com configuração rectangular de dimensões 400x200x4,5mm.

6.3.1 Estimativa do estado de tensão da parede

A estimativa das tensões instaladas nas paredes foi efectuada admitindo acções permanentes correspondentes ao peso próprio das paredes ao nível do piso térreo, às áreas de influência dos pavimentos e cobertura e ao peso próprio dos tabiques existentes nos 3 pisos na zona de influência.

A estimativa do estado de tensão da parede foi realizada apenas para a parede de fachada, pois a parede da caixa de escada não desempenha funções estruturais.

Os valores de cálculo foram obtidos a partir do levantamento do edifício com auxílio das plantas e cortes deste, apresentadas na figura 6.8. Nesta figura são também indicadas as paredes consideradas no cálculo, as áreas de influência dos pavimentos assim como as dos tabiques existentes nessas áreas.

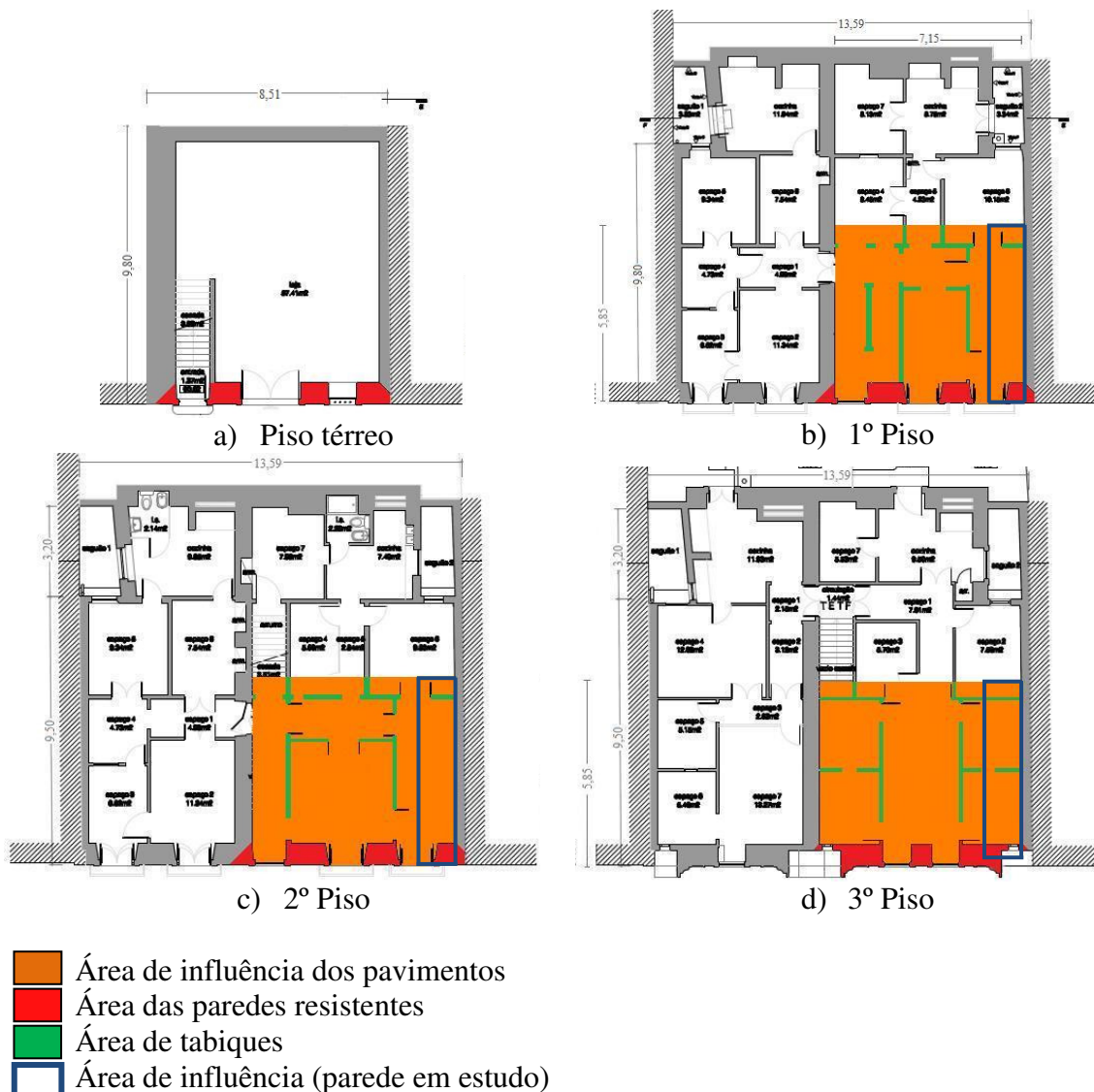


Figura 6.8 - Plantas dos quatro pisos do edifício

As áreas de influência dos pavimentos, uma vez que não foi possível verificar a disposição das vigas, foi considerado que estas estão dispostas perpendicularmente às fachadas o que implica que estas descarreguem as cargas na parede da fachada principal. Foi considerado este cenário, pois é o que implica maior carga à parede em estudo.

Na figura 6.9 é apresentado o corte do edifício onde são referidas as cotas de cada piso. Nas tabelas 6.1 e 6.2 são indicados os valores das áreas dos pavimentos, paredes e tabiques assim como o pé direito de cada piso.

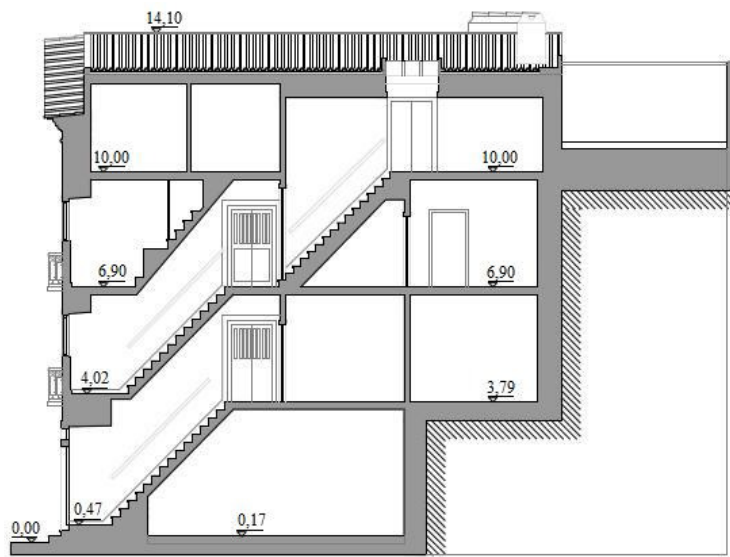


Figura 6.9 – Corte do edifício com cotas associadas a cada piso

Tabela 6.1 – Valores complementares ao levantamento do edifício (1ª estimativa)

Pisos	A Paredes [m ²]	A Tabiques [m ²]	Pé direito [m]	A Pavimento [m ²]
Piso térreo	3,51	-	3,60	41,83
1º Piso	3,82	1,61	3,00	
2º Piso	3,70	1,46	3,00	
3º Piso	3,80	1,76	2,20	
TOTAL	14,83	4,83	11,80	

Para as acções permanentes e sobrecarga foram adoptados, a partir das tabelas técnicas [11] os seguintes valores:

Peso próprio de parede de alvenaria de pedra = 18,0 kN/m³

Peso próprio da cobertura = 0,2 kN/m²

Peso próprio dos pavimentos = 0,2 kN/m²

As cargas introduzidas nas paredes em estudo devido às acções adoptadas e a sua tensão estimada foram calculadas da seguinte forma:

$$Q_{\text{Paredes}} = 18 \times 3,6 \times 3,51 + 18 \times 3,0 \times 3,82 + 18 \times 3,0 \times 3,70 + 18 \times 2,2 \times 3,8 = 784,0 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{Cobertura}} = 0,2 \times 41,83 = 8,37 \text{ kN} \quad Q_{\text{Pavimentos}} = 0,2 \times 41,83 \times 3 = 25,1 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{Tabiques}} = 1,35 \times 4,83 = 6,52 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{TOTAL}} = 824,0 \text{ kN}$$

$$\sigma_{\text{Estimada}} = \frac{824,0}{3,51} = 234,76 \text{ kN/m}^2 = 0,24 \text{ MPa}$$

Este valor de tensão estimada foi obtido a partir da média do conjunto de nembos da fachada principal do edifício no piso térreo logo, o valor apresentado representa a tensão média das paredes da fachada principal ao nível do rés-do-chão, onde se encontra a zona de ensaio. No entanto, o valor da tensão instalada para cada nembo da fachada não é igual, logo, para uma avaliação mais rigorosa, foi realizado o mesmo cálculo tendo em conta apenas a parede em estudo e a área de influência dos pavimentos e cobertura para esse local.

Tabela 6.2 – Valores complementares ao levantamento do edifício (2ª estimativa)

Pisos	A Paredes [m²]	A Tabiques [m²]	Pé direito [m]	A Pavimento [m²]
Piso térreo	1,13	-	3,60	3,68
1º Piso	0,88	0,09	3,00	
2º Piso	0,88	0,09	3,00	
3º Piso	0,20	0,24	2,20	
TOTAL	3,09	0,42	11,80	

$$Q_{\text{Paredes}} = 18 \times 3,6 \times 1,13 + 18 \times 3,0 \times 0,88 + 18 \times 3,0 \times 0,88 + 18 \times 2,2 \times 0,2 = 176,2 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{Cobertura}} = 0,2 \times 8,20 = 1,64 \text{ kN} \quad Q_{\text{Pavimentos}} = 0,2 \times 8,20 \times 3 = 4,92 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{Tabiques}} = 1,35 \times 0,42 = 0,57 \text{ kN} \quad Q_{\text{TOTAL}} = 183,3 \text{ kN}$$

$$\sigma_{\text{Estimada}} = \frac{183,3}{1,13} = 162,2 \text{ kN/m}^2 = 0,16 \text{ MPa}$$

6.3.2 Procedimento do ensaio

No ponto que segue são apresentadas as fases do procedimento de ensaio, aplicado segundo a norma ASTM, na execução de dois ensaios de macacos planos simples realizados no edifício da Rua dos Cordoeiros da Bica, n.º 14.

Estes ensaios tinham como objectivo a determinação do estado de tensão das paredes estudadas. O mesmo procedimento foi aplicado aos dois ensaios realizados.

O procedimento de ensaio começou com a escolha das paredes e locais a ensaiar. Após a escolha iniciou-se a remoção do reboco, com abertura de uma “janela” com cerca de 1m^2 , até uma zona onde fosse possível verificar a constituição da parede (devido à não existência de corrente eléctrica no edifício, este processo realizou-se com recurso a martelo e escopo).

Após a abertura da janela definiram-se as localizações dos rasgos a efectuar nas paredes e marcou-se a giz o seu desenvolvimento.

Nas figuras 6.10 a 6.13 são apresentadas, em quatro partes, as fases do procedimento do ensaio de macacos planos simples, descritas neste ponto.



- a) Remoção do reboco; b) Zona de execução do ensaio na parede de fachada;
c) Zona de execução do ensaio na parede da caixa de escadas;
d) Marcação do desenvolvimento do rasgo.

Figura 6.10 - Fases do procedimento do ensaio de macacos planos simples (1ª parte)

De seguida foram definidas as localizações dos quatro alinhamentos verticais de pontos. Os dois pontos de cada alinhamento foram aplicados a uma distância de 15cm acima e abaixo do rasgo e distando 30cm entre si. Os alinhamentos foram colocados paralelamente e a distância entre eles dependeu do tipo de macaco plano utilizado. Para o macaco plano rectangular, o

afastamento entre alinhamentos foi de 10cm enquanto para o macaco plano semi-circular esse afastamento foi de 8,2cm.

Em ambos os casos, os primeiros alinhamentos de cada lado foram aplicados a uma distância de 5cm das extremidades.

A posição dos pontos de medição foi definida pela colocação de pregos de pequena dimensão onde foram coladas as pastilhas que permitiam a medição das distâncias. As fases do procedimento de ensaio descritas são ilustradas na figura 6.11.



- a) Definição da localização dos alinhamentos de pontos;
- b) Colocação de pregos nos pontos definidos;
- c) Aspecto final da localização dos alinhamentos de pontos

Figura 6.11 - Fases do procedimento do ensaio de macacos planos simples (2ª parte)

Após a definição e colocação dos pontos dos alinhamentos, foram efectuadas as leituras iniciais dessas posições com o recurso ao deflectómetro.

De seguida foi executado o rasgo na parede com auxílio da serra de disco. O corte foi feito de forma a que a sua espessura fosse o mais semelhante possível à espessura do macaco plano. A área do rasgo foi medida para utilização no cálculo do factor K_a , obtido através da razão entre a área do macaco plano e a do rasgo, com foi descrito anteriormente.

Foi limpo o rasgo e cerca de uma hora depois foram realizadas as leituras das distâncias dos quatro alinhamentos de pontos, verificando-se, como esperado, a aproximação destes. Estas fases do procedimento de ensaio são apresentadas na figura 6.12.



- a) Execução do rasgo na parede com auxílio da serra de disco;
b) Janela de ensaio com rasgo efectuado;
c) Leitura, com recurso ao deflectómetro, das distâncias entre pontos dos alinhamentos.

Figura 6.12 - Fases do procedimento de ensaio de macacos planos simples (3ª parte)

De seguida efectuou-se a colocação do macaco plano no rasgo. Foi também colocada uma chapa de enchimento por cima e por baixo deste para completar o seu preenchimento e foi efectuada a ligação da bomba hidráulica ao macaco plano.

Para que existisse um melhor ajuste do macaco plano ao rasgo, foi aplicada uma pressão de valor igual a 50% da tensão estimada da parede. Após o ajuste do macaco, este foi despressurizado para se iniciar a aplicação dos incrementos de carga.

Foi aplicado um primeiro incremento de 0,05MPa ao macaco plano e esperou-se um minuto para a sua estabilização.

Foram realizadas as leituras das distâncias entre os pontos dos 4 alinhamentos para essa tensão aplicada. Este procedimento deve ser repetido até os pontos dos 4 alinhamentos reporem ou excederem as posições iniciais antes do corte. No entanto, nos ensaios realizados os valores obtidos não possibilitaram essa actuação.

No primeiro ensaio foram aplicados incrementos de 0,05MPa até ao valor de tensão de 0,40MPa e respectivo registo de distâncias entre pontos. No 2º ensaio foi apenas aplicado um incremento de carga de 0,05MPa, dado que após essa aplicação não foi possível o registo das distâncias entre os pontos dos alinhamentos.

Após a aplicação destes incrementos o ensaio foi suspenso e os macacos planos despressurizados.

Na figura 6.13 são apresentadas as fases do procedimento de ensaio descritas anteriormente.



a) Macaco plano colocado no rasgo da parede;

b) Leitura das distâncias entre pontos dos alinhamentos após incremento de carga

Figura 6.13 - Fases do procedimento de ensaio de macacos planos simples (4ª parte)

De forma a organizar de forma mais metódica a descrição do procedimento de ensaio simples de macacos planos, a sua sistematização segundo a norma ASTM é apresentada de seguida, enumerando as várias fases para a sua realização:

1. Calibração do macaco plano segundo a norma;
2. Definição da localização da ranhura a efectuar na parede;
3. Marcação na parede do desenvolvimento da ranhura;
4. Definição da localização das miras acima e abaixo da ranhura, com aproximadamente 10 cm de afastamento da ranhura para cada mira;
5. Colocação dos alinhamentos verticais, com um afastamento mínimo de 5 cm das extremidades;
6. Realização das medições das posições iniciais;
7. Execução da abertura da ranhura com recurso a máquina de corte com disco;
8. Colocação do macaco na ranhura da junta com um papel químico entre folhas brancas e chapas de enchimento;
9. Ligação da bomba ao macaco;
10. Purgação do macaco;
11. Ajuste do macaco ao rasgo com a aplicação de cerca de 50% da tensão estimada da parede. Despressurização até zero;
12. Aplicação de incrementos da pressão de 0,05 MPa e espera durante 1 minuto ou até estabilização do manómetro. Registo das distâncias entre miras para cada alinhamento;
13. Suspensão do ensaio quando ultrapassados os valores medidos para as posições iniciais;
14. Despressurização dos macacos.

6.3.3 Resultados

Os valores obtidos no ensaio de macacos planos simples realizado são descritos neste ponto. No entanto, devido a vários factores, que serão enumerados à frente, os resultados do ensaio efectuado não se revelaram consistentes, e dessa forma os valores apresentados não devem servir de referência ao estado de tensão real de parede.

Na tabela 6.3, são apresentados os valores das distâncias dos pontos de referência de cada alinhamento. A distância entre pontos após a sua colocação idealmente seria 30cm, visto ser esse o comprimento do deflectómetro. No entanto essa precisão é impossível na colocação desses pontos e dessa forma os valores expostos na tabela 6.3 referem-se à distância para além dos 30cm que cada conjunto de pontos apresenta. Como exemplo o valor registado para o primeiro alinhamento (4,199 mm) informa que os pontos desse alinhamento, na posição inicial têm uma distância de 30,4199 cm.

Os restantes valores apresentados (após o corte e com os incrementos de carga) são as diferenças entre o valor medido no deflectómetro e o valor da posição inicial. Dos valores da tabela 6.3 resulta o gráfico 6.1 que regista o andamento dos pontos de cada alinhamento a partir da sua posição inicial para cada incremento de carga aplicado.

Tabela 6.3 – Resultados do ensaio de macacos planos simples n.º 1 - Deslocamentos relativos entre pontos dos alinhamentos

		Deslocamentos relativos entre pontos [mm]			
		Alinhamentos			
		1	2	3	4
Posição inicial		4,199	4,482	0,419	3,013
Após o corte		-0,111	-0,024	-0,145	-0,211
Incrementos de Tensão [MPa]	0,05	-0,036	-0,027	-0,121	-0,278
	0,10	0,056	-0,032	-0,124	-0,256
	0,15	0,239	-0,001	-0,097	-0,263
	0,20	0,207	0,000	-0,101	-0,083
	0,25	0,272	-	-0,162	-0,543
	0,30	0,196	-	-0,116	-0,804
	0,40	0,209	-	-0,124	-0,758

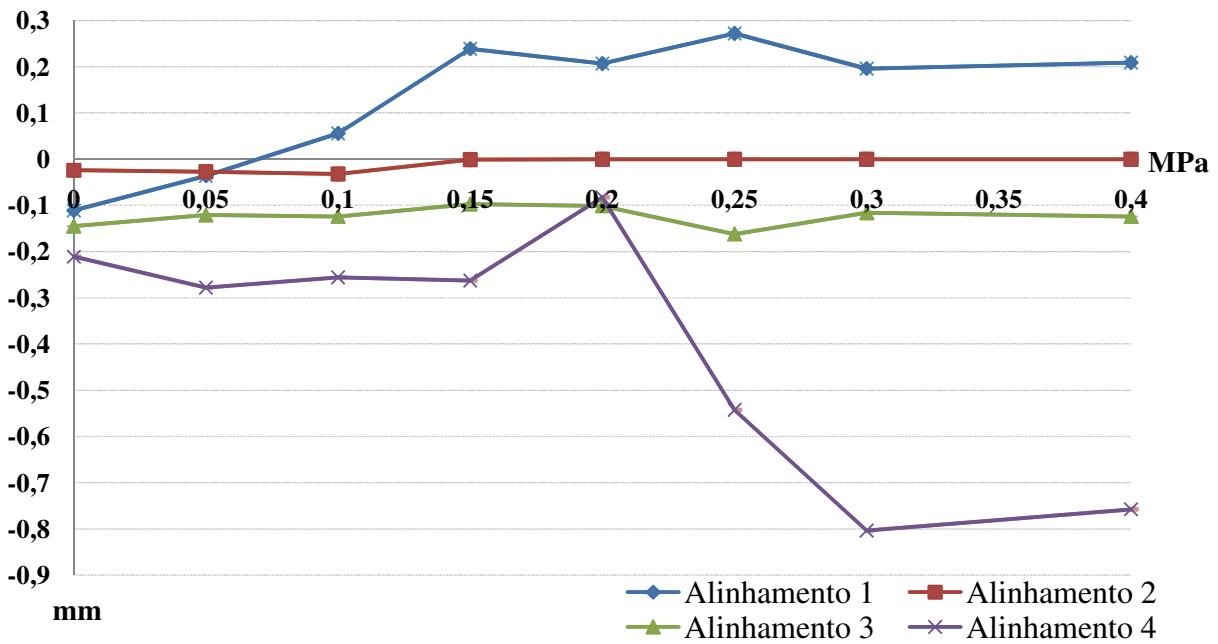


Figura 6.14 - Andamento dos deslocamentos relativos (mm) entre pontos de referência por cada alinhamento em função da tensão instalada (MPa)

Considera-se que no ensaio de macacos planos simples os pontos dos alinhamentos sofrem uma aproximação após o rasgo na parede que é anulada pela aplicação de carga pelo macaco. Dessa forma o valor do andamento dos pontos deveria começar negativo (aproximação dos pontos) para cada alinhamento, alterando gradualmente para valores próximos de zero e mesmo positivos, o que indicaria a reconciliação dos pontos às suas posições iniciais. A partir dos valores da tabela 6.3 verifica-se que os alinhamentos 3 e 4 não apresentam um andamento característico visto as diferenças de distâncias entre pontos não se anularem.

O valor da tensão instalada na parede corresponde à média das pressões que anulam a deformação dos quatro alinhamentos de pontos. A partir dos valores dos alinhamentos 1 e 2, e dos valores que mais se aproximam da posição inicial nos alinhamentos 3 e 4, calculou-se que essa pressão corresponde ao valor de 0,2 MPa medido no manómetro da bomba hidráulica.

O factor de calibração K_m , dado que os macacos planos utilizados eram novos, foi fornecido pelo fabricante, tendo o valor de 0,8. Quanto ao valor de K_a , foi obtido através da razão entre a área do macaco plano e do rasgo. Obtidos estes valores e a partir da equação 6.1, foi calculado o valor da tensão instalada na parede ensaiada.

$$k_m = 0,8 \quad (6.2)$$

$$k_a = \frac{A_{mp}}{A_r} = \frac{583}{767} = 0,76 \quad (6.3)$$

$$P = 0,2 \text{ MPa} \quad (6.4)$$

$$\sigma = 0,8 \times 0,76 \times 0,2 = 0,122 \text{ MPa} \quad (6.1)$$

Dado que os valores obtidos nos ensaios não são consistentes, nem em quantidade nem em qualidade, não é possível fazer uma análise destes de forma a poder caracterizar mecanicamente as paredes de alvenaria de pedra irregular. Dessa forma a caracterização mecânica desta solução construtiva será feita a partir de valores obtidos em outros estudos, onde foram realizados os mesmos ensaios de macacos planos em paredes com constituições semelhantes às paredes estudadas.

6.3.4 Limitações e condicionantes do ensaio realizado

A realização dos ensaios deparou-se com várias dificuldades que não permitiram a obtenção de resultados válidos.

Alguns factores importantes que levaram à não obtenção de resultados válidos nestes ensaios tiveram a ver com algumas restrições que foi necessário respeitar, visto estes ensaios serem realizados em colaboração e num edifício pertencente à EPUL.

Uma das limitações teve a ver com o tempo disponibilizado para a execução dos ensaios. Estes foram realizados em apenas um dia, das 10 às 18 horas, o que se revelou muito limitado para a execução de dois ensaios simples de macacos planos. Outro factor condicionante foi a limitação à realização de dois ensaios, não havendo possibilidade de repetição destes em situações em que estes apresentassem resultados inválidos.

Em relação à execução dos ensaios as dificuldades que condicionaram a validade dos valores estão relacionadas com a constituição da alvenaria e com o sistema de marcação dos pontos de medição.

A constituição da alvenaria apresentava muito fraca consistência. Este facto ficou comprovado após a execução do rasgo e conseqüente limpeza para colocação do macaco plano, onde a zona interior da alvenaria se desagregou de forma a que não existisse qualquer

contacto entre a parte superior do macaco e a própria alvenaria da parede. O contacto entre o macaco plano e a parede era feito apenas numa faixa exterior da parede de pequena espessura. Outro factor importante teve a ver com o sistema de pregos e pastilhas colocados para marcação dos pontos de referência dos alinhamentos. Este sistema revelou mau desempenho para o tipo de alvenaria onde o ensaio foi realizado. A fraca adesão dos materiais nesta alvenaria não permitiu que a fixação dos pregos fosse suficiente para se efectuarem medições precisas. O sistema de colagem das pastilhas nos pregos também não apresentou o desempenho esperado, visto uma das pastilhas se ter descolado após o corte com a serra de disco.

Na tentativa de melhorar a fixação dos pregos nos pontos de medição no segundo ensaio, estes foram aplicados a uma profundidade superior aos do primeiro. Esta tentativa revelou-se prejudicial à obtenção dos valores das medições, pois após a aplicação de um incremento de tensão pelo macaco as chapas de enchimento sofreram um deslocamento para fora do rasgo não permitindo o posicionamento do deflectómetro nos pontos dos alinhamentos para a medição das suas distâncias.

6.3.5 Valores de referência para caracterização mecânica de paredes de alvenaria de pedra irregular

A avaliação dos parâmetros resistentes da alvenaria é uma tarefa complicada, uma vez que se trata de um material heterogéneo que apresenta uma grande variabilidade de propriedades devido à composição das argamassas e à natureza dos inertes utilizados. Dessa forma e visto ter sido realizado um número muito reduzido de ensaios, os quais, além disso, não apresentaram resultados consistentes, foi decidido apresentar os valores das características resistentes de paredes de alvenaria de pedra irregular obtidos pelo mesmo tipo de ensaio noutros estudos, em semelhantes condições.

É importante referir que os resultados apresentados não apresentam uma correlação directa entre si, devendo ser interpretados de acordo como o edifício onde foram realizados. No entanto, são uma forma de alcançar uma ordem de grandeza para o valor do estado de tensão, o módulo de elasticidade e o valor de tensão de rotura de paredes de alvenaria de pedra irregular. Na tabela 6.4 são apresentados esses valores, referindo-se também a referência bibliográfica onde foram obtidos, a localização dos edifícios, o número de ensaios, o tipo de alvenaria e o número de pisos.

Tabela 6.4 - Valores de referência de outros estudos executados em paredes de alvenaria de pedra em condições semelhantes

Localização	Tentúgal	Bragança	Ponta Delgada	Porto	Ljubljana
Referência	[40]	[54]	[36]	[20]	Retirado de [54]
Autores	Filipe Pagaimo Paulo Lourenço	João Roque Paulo Lourenço	Carlos Mesquita Pedro Lança	João Guedes Luís Miranda	Tomazevic
N.º de ensaios	2 Simples 8 Duplos	3 Simples 3 Duplos	3 Simples 3 Duplos	1 Simples 1 Duplo	-
Nº Pisos	2	2	2	3	-
Tipo de alvenaria de pedra	Calcário	Xisto	Basalto	Granito	Calcário
Estado de tensão [MPa]	0,08 - 0,15	0,08 - 0,13	0,02 - 0,09	0,4 - 0,7	-
E Mínimo [GPa]	0,21	0,8	-	-	
E Máximo [GPa]	0,38	1,2	-	-	
Módulo de Deformabilidade [GPa]	0,3	1,0	-	1,0	2,6
Tensão de rotura mínima [MPa]	0,65	0,60	0,48	-	
Tensão de rotura máxima [MPa]	0,74	0,80	0,96	-	
Tensão de rotura [MPa]	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8

A tabela 6.4 permite identificar valores das características mecânicas das paredes de alvenaria de pedra irregular que podem ser considerados como representativos do comportamento destas alvenarias. Nos resultados descritos, o estado de tensão das alvenarias varia

consideravelmente podendo apresentar valores entre 0,08 e 0,7MPa. O módulo de elasticidade também exibe variação, apresentando valores entre 0,3 e 2,6GPa. Em relação à tensão de rotura da alvenaria, o valor de 0,7MPa é identificado em quatro estudos, alterando apenas em 0,1MPa no último estudo (0,8MPa).

Os valores apresentados, tendo sido retirados de outros estudos, não apresentam as descrições de cada caso, sendo necessário a consulta bibliográfica referida para se poder fazer uma avaliação crítica coerente dos resultados.

CAPÍTULO VII
COMENTÁRIOS FINAIS E CONCLUSÕES.
DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

7.1 Comentários Finais e Conclusões

Em conclusão ao estudo realizado, salientam-se de seguida os aspectos mais relevantes sobre o tema abordado e apresentam-se as respectivas conclusões.

Pode referir-se que, actualmente, a cidade de Lisboa enfrenta a problemática da existência de um parque edificado envelhecido. Nesta realidade encontram-se os edifícios “Gaioleiros” cuja caracterização foi tema desta dissertação.

Como caracterização histórica desta tipologia de edifícios, é possível dizer que o crescimento populacional e a expansão da cidade de Lisboa, ocorridos a partir do último quarto do século XIX, influenciaram o tipo de construção existente na época. Para sustentar esse crescimento, foi necessária uma construção rápida e económica de novos edifícios, surgindo assim os “Gaioleiros”, cuja definição se deve às alterações ao nível da gaiola existente na tipologia anterior.

Esta tipologia de edifícios, posterior ao período pombalino, caracteriza-se fundamentalmente pela perda do rigor construtivo existente nos edifícios dessa época, bem como na decadência da utilização da gaiola e uso de mão-de-obra e materiais de qualidade inferior.

A caracterização construtiva realizada neste trabalho a partir da confrontação de informação obtida na análise de outros estudos sobre o tema com a observação directa de edifícios “Gaioleiros” existentes na cidade de Lisboa, permite afirmar que existem diversas deficiências, a nível construtivo e estrutural, as quais se traduzem numa vulnerabilidade elevada, comprometendo muitas vezes a estabilidade dos edifícios.

Em termos geográficos, esta tipologia de edifícios encontra-se difundida em várias zonas da cidade de Lisboa, apresentando uma maior predominância nas novas zonas urbanas surgidas a partir da construção de novas artérias na cidade.

Grande percentagem dos edifícios “Gaioleiros” ainda existentes apresenta-se desajustada às condições de habitabilidade exigidas e em avançado estado de degradação. Para além deste aspecto, a sua elevada vulnerabilidade sísmica classifica-os como estruturas de risco, constituindo uma grande preocupação para a segurança dos seus utilizadores.

A existência de uma percentagem significativa destes edifícios no parque habitacional de Lisboa impele a adopção de medidas que modifiquem esta realidade.

Embora, por vezes, a solução passe pela demolição e posterior construção de novos prédios, correspondendo às exigências actuais, esta opção apresenta diversas implicações sociais, económicas e ambientais que a tornam incomportável a curto prazo.

Assim, a solução passa pela reabilitação estética e principalmente estrutural dos edifícios “Gaioleiros”, a nível global da cidade.

Esta reabilitação deve no entanto tentar minimizar a interferência a nível estético, estrutural e funcional, garantindo dentro do possível a reversibilidade das intervenções e mantendo a identidade do edifício.

Ao nível da caracterização mecânica destes edifícios, são apresentados valores que permitem identificar o estado de tensão, o módulo de elasticidade e a tensão de rotura de paredes de alvenaria de pedra irregular, solução construtiva existente nesta tipologia. Apesar de não se terem obtido resultados válidos nos ensaios de macacos planos, estes foram importantes para entender, na prática, as condicionantes e limitações do procedimento de ensaio, para próximas realizações.

Este trabalho, para além de caracterizar este tipo de edifícios, enquadra a sua realidade na cidade de Lisboa. O conhecimento teórico e prático dos edifícios “Gaioleiros”, apresentado nesta dissertação, será certamente útil para posterior adopção de medidas de reabilitação para recuperação deste tipo de construções antigas.

Assim, este estudo remete para uma visão mais abrangente do tema, à luz da engenharia actual e da sua aplicação para a sustentabilidade habitacional e preservação deste tipo de património nacional.

7.2 Objectivos alcançados

Como referido no início deste trabalho, o principal objectivo proposto para esta dissertação era caracterizar os edifícios antigos de forma geral e em particular os “Gaioleiros” em quatro vertentes: caracterização histórica, geográfica, construtiva e mecânica.

Os principais objectivos foram alcançados, visto ter sido encontrada diversa bibliografia referente ao tema, capaz de fundamentar este estudo e a caracterizar estes edifícios nas quatro vertentes indicadas.

A caracterização mecânica destes edifícios foi o único objectivo que não foi completamente alcançado, visto os ensaios de macacos planos realizados não terem apresentado valores válidos. No entanto, dentro do âmbito geral deste estudo, o objectivo de caracterizar os edifícios antigos e especificamente a tipologia construtiva dos edifícios “Gaioleiros” foi conseguido.

7.3 Sugestões para Desenvolvimentos Futuros

O conhecimento destes edifícios alerta para a necessidade de realização de outros estudos neste âmbito. Assim, aponta-se para a realização de mais estudos para um futuro conhecimento e modificação da realidade deste tipo de edifícios, nomeadamente:

- Realização de uma caracterização geográfica mais específica desta tipologia construtiva em Portugal e levantamento do seu estado de conservação;
- Caracterização dos materiais existentes nestes edifícios através de técnicas de inspecção e ensaios “in-situ” que permitam descrever a sua contribuição a nível estrutural.
- Execução de ensaios de macacos planos em paredes de alvenaria de pedra irregular desta tipologia de edifícios, para caracterização mecânica das paredes destes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] APPLETON, João, A. – *O Megassismo De Lisboa No Século XXI. Redução da Vulnerabilidade Sísmica do Edificado*. SPES e GECORPA, Lisboa, 2001.
- [2] APPLETON, João A. S. – *Reabilitação de Edifícios Antigos, Patologias e técnicas de Intervenção*. 1ª Edição. Edições Orion, Amadora, 2003.
- [3] APPLETON, João G. e DOMINGOS, Isabel – *Biografia de um Pombalino – Um caso de reabilitação na baixa de Lisboa*. 1º Edição. Edições Orion, Alfragide, 2009.
- [4] APPLETON, João. G. – *Reabilitação de Edifícios “Gaioleiros”*. 1ª Edição, Edições Orion, Alfragide, 2005.
- [5] ASTM STANDARD C 1196-91 – In-situ compressive stress within solid unit masonry estimated using flat-jack measurements. ASTM, 1991.
- [6] ASTM STANDARD C 1197-91 – In-situ measurement of masonry deformability properties using flat-jack Method. ASTM, 1991.
- [7] BARREIROS, Maria H. – *Arquitectura do Século XIX. Portugal entre o fim do Absolutismo e a abertura da Avenida da Liberdade*. Arte Portuguesa da Pré-História ao século XX – Volume 15. FUBU Editores, Lisboa, 2009.
- [8] BECKER, A., TOSTÕES, A. e WANG, A. – *Portugal. Arquitectura do século XX – III Volume*. Prestel Muchen, New York, 1997.
- [9] BINDA, Luigia e TIRABOSCHI, Claudia – *Flat-Jack Test: A slightly destructive technique for the diagnosis of brick and stone masonry structures*. Dept. of Structural Engineering Politecnico of Milano, 1999.
- [10] BRANCO, Miguel E. – *Avaliação do Comportamento Sísmico de um Edifício “Gaioleiro” – Métodos de Reforço*. Trabalho final de curso. IST, Lisboa, 2005.
- [11] BRANCO, Miguel E. M. – *Reforço Sísmico de Edifícios de Alvenaria. Aplicação a edifícios “Gaioleiros”*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil. IST, Lisboa, 2007.

- [11] BRAZÃO, Farinha e CORREIA, Reis – *Tabelas Técnicas*. Edições P.O.B, 1993
- [12] CÂMARA MUNICIPAL DE LISBOA – *Lisboa de Frederico Ressano Garcia: 1874-1909*. Câmara Municipal de Lisboa/Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1989.
- [13] CÂMARA MUNICIPAL DE LISBOA – *Relatório síntese de Caracterização Biofísica de Lisboa, no âmbito da Revisão do Plano Director Municipal de Lisboa*. CML, 2010.
- [14] CANDEIAS, Paulo J. – *Avaliação da vulnerabilidade sísmica de edifícios de alvenaria*. Tese de Doutoramento. Universidade do Minho, Guimarães, 2008.
- [15] CANDEIAS, Paulo J. – *Avaliação sísmica de edifícios existentes – Contribuição para a avaliação da vulnerabilidade em Portugal*. Tese de Mestrado. IST, Lisboa, 2000.
- [16] CARDOSO, Rafaela, LOPES, Mário e BENTO, Rita – *Vulnerabilidade Sísmica de Edifícios Antigos de Alvenaria da Cidade de Lisboa*. Colóquio. IST, Lisboa, 2003.
- [17] CARDOSO, M. R. – *Vulnerabilidade Sísmica de Estruturas Antigas de Alvenaria – Aplicação a um Edifício Pombalino*. Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Estruturas. IST, Lisboa, 2002.
- [18] CARITA, Hélder – *Bairro Alto – Tipologias e Modos Arquitectónicos*. CML, 1990.
- [19] COIAS E SILVA, V. – *Viabilidade técnica de execução do “Programa Nacional de Redução da Vulnerabilidade Sísmica do Edificado”*. *Redução da Vulnerabilidade Sísmica do Edificado*. SPES e GECORPA, Lisboa, 2001.
- [20] COSTA, Aníbal, GUEDES, João M. e MIRANDA, Luís – *Síntese dos ensaios Não Destrutivos. Edifícios da rua António Carneiro*. Relatório de Doutoramento. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2009.
- [21] COSTA, Vicente C. – *Barcelona, Lisboa y Forestier: Del Parque Urban a la Ciudad-Parque*. Universidad de Barcelona, Barcelona, 2009.
- [22] FERNANDES, José M. e JANEIRO, Maria L. – *Arquitectura do princípio do século em Lisboa (1900-1925)*. CML, 1991.

- [23] FERNANDES, José M. – *Lisboa Arquitectura e Património*. Livros Horizonte, Lisboa, 1989.
- [24] FERREIRA, José D. – *Aplicabilidade dos novos regulamentos da construção em edifícios “Gaioleiros”*. Caso de estudo. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil. IST, Lisboa, 2008.
- [25] FRANÇA, José Augusto – *Lisboa: Urbanismo e Arquitectura*. Livros Horizonte, Lisboa, 1997.
- [26] GAGO, Catarina W. – *Habitação na Baixa Pombalina. Análise de Tipos e Estudo de Intervenções*. Dissertação para obtenção de Grau de Mestre em Arquitectura. IST, Lisboa, 2007.
- [27] GREGORCZYK Paweł e LOURENÇO, Paulo B. – *A Review on Flat-Jack Testing*. Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil, Guimarães, 2000.
- [28] INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA – *Censos 1991. Região de Lisboa e Vale do Tejo*. INE, Lisboa, 1996.
- [29] INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA – *Censos 2001. Resultados definitivos – Lisboa*. INE, Lisboa, 2002.
- [30] JESUS, Cátia S. – *Vulnerabilidade Sísmica de um Edifício “Gaioleiro” – Proposta de Reforço*. Dissertação para a obtenção de Grau de Mestre em Engenharia Civil. IST, Lisboa, 2007.
- [31] LNEC – *Evolução das tipologias construtivas em Portugal*. Núcleo de engenharia Sísmica e Dinâmica de Estruturas. LNEC, Lisboa, 2005.
Disponível em: <http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE>
- [32] LOMBILLO, I., VILLEGAS, L. e ELICES, J. – *Non (Minor) Destructive methodologies applied to study and diagnosis of masonry structures of building heritage: a state of the art*. Building Technology R+D Group of the University of Cantabria, E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Santander, Spain.

- [33] MATOS, Francisco e MANGORRINHA, Jorge – *Do Saldanha ao Campo Grande. Os originais do arquivo municipal de Lisboa*. CML – Departamento de Património e Cultura, Lisboa, 1999.
- [34] MENDES, Nuno e BARBOSA, Paulo – *Redução da vulnerabilidade sísmica de edifícios antigos de alvenaria – Relatório de Actividades*. FCT, 2004.
- [35] MÉTODOS DE INSPECÇÃO E ENSAIO 1F 0011 – *Ensaaios com macacos planos para avaliação do estado de tensão e das características mecânicas de estruturas de alvenaria*. OZ Diagnóstico, Levantamento e controlo de Qualidade em Estruturas e Fundações, Lda.
- [36] MESQUITA, Carlos e LANÇA, Pedro – *Levantamento, Inspeção e Ensaaios para avaliação da segurança estrutura de edifícios antigos, em Ponta Delgada, Açores*. OZ Diagnóstico, Levantamento e controlo de Qualidade em Estruturas e Fundações, Lda e Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Beja.
- [37] MESQUITA, Marieta D. – *Lisboa no século 19 – Intervêções urbanas*. Conferência Faculdade de Arquitectura e Urbanismo Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil, 2008.
- [38] MIRA, Diana. R. – *Análise do sistema construtivo Pombalino e recuperação de um edifício*. Dissertação – Licenciatura em Arquitectura, IST, Lisboa, 2007.
- [39] NEREU, Sílvia L. C. – *Evolução das exigências funcionais da habitação – Um ensaio da aplicabilidade ao parque das avenidas novas*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil. IST, Lisboa, 2001.
- [40] PAGAIMO, Filipe A. – *Caracterização Morfológica e Mecânica de Alvenarias Antigas. Caso de estudo da Vila Histórica de Tentúgal*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil – Especialidade de Estruturas. FCTUC, Coimbra, 2004.
- [41] PENA, André F. – *Análise do comportamento sísmico de um edifício Pombalino*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia civil. IST, Lisboa, 2008.
- [42] PEREIRA, Paulo – *Lisboa. Séculos XVI-XVII*. Simpósio Internacional Novos Mundos. Portugal e a Época dos Descobrimentos. Berlim, 2006.

- [43] PINHO, Fernando F. S. – *Paredes de edifícios Antigos em Portugal*. 2ª Edição, Coleção Edifícios n.º8. LNEC, Lisboa, 2008.
- [44] POMBA, F. J. – *Comportamento Sísmico de Edifícios de Pequeno Porte*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil. IST, Lisboa, 2007.
- [45] RAMOS, Luís e LOURENÇO, Paulo B. – *Análise das Técnicas de Construção Pombalina e Avaliação do Estado de Conservação Estrutural do Quarteirão do Martinho da Arcada*. Universidade do Minho, Guimarães, 2000.
- [46] REPÚBLICA PORTUGUESA – Ministério das Finanças. Direcção geral de estatística – *Censo extraordinário da população das cidades de Lisboa e Porto de 1 de Dezembro de 1925*. Imprensa Nacional de Lisboa, 1927.
- [47] RILEM, LUM.D.2 – *In-situ stress tests on masonry based on the flat-jack*. RILEM, 1990.
- [48] RILEM, LUM.D.3 – *In-situ strength/elasticity tests on masonry based on the flat-jack*. RILEM, 1990.
- [49] RODEIA, João – *Sete paragens na Lisboa «iluminada» do século XVIII*. Ciclo “Baixa depois da Baixa”. Ordem dos Arquitectos, 2006.
- [50] RODRIGUES, Isabel Maria – *As Avenidas de Ressano Garcia*. Boletim Lisboa Urbanismo n.º13 e 14. CML, 2000.
- [51] RODRIGUES, Isabel Maria – *Edificação das avenidas de Ressano Garcia*. Boletim Lisboa Urbanismo n.º15 e 16. CML, 2001.
- [52] RODRIGUES, Isabel M. – *Prédios de Rendimento das Avenidas de Ressano Garcia 1889-1926: Caracterização Construtiva*. Dissertação – Mestrado em Construção. IST, Lisboa, 2000.
- [53] RODRIGUES, Teresa F. e FERREIRA, Olegário A. V. – *As cidades de Lisboa e Porto na viragem do século XIX – Características da sua evolução demográfica: 1864-1930*. 1º Congresso de arqueologia peninsular, Porto, 1993.

- [54] ROQUE, João e LOURENÇO, Paulo – *Caracterização Mecânica de Paredes Antigas de Alvenaria*. Universidade do Minho, Guimarães, Setembro 2002.
- [55] SALGUEIRO, Teresa B. – *A cidade em Portugal. Uma geografia urbana*. 3ª Edição. Edições Afrontamento, Porto, 1999.
- [56] SILVA, Álvaro F. – *A construção residencial em Lisboa: Evolução e estrutura empresarial (1860-1930)*. *Análise Social*, Volume XXXI. ICSUL, Lisboa, 1996.
- [57] SOUSA, M. L. – *Risco sísmico em Portugal Continental*. Tese de Doutoramento. IST, Lisboa, 2006.
- [58] SPES & GECORPA – *Redução da Vulnerabilidade Sísmica do Edificado*. SPES e GECORPA. Ordem dos Engenheiros, Lisboa, 2001.
- [59] TOSTÕES, Ana – *Arquitectura moderna e obra global a partir de 1900*. *Arte Portuguesa da Pré-História ao século XX – Volume 16*. FUBU Editores, Lisboa, 2009.
- [60] VIEGAS, Inês M. e MARTINS, Miguel G. – *Do Passeio à avenida. Os originais do arquivo municipal de Lisboa*. CML – Departamento de Património e Cultura, Lisboa, 1998.
- [61] VIEGAS, Inês M. – *Levantamento da Planta de Lisboa: 1904-1911*. CML, 2005.

WEBSITES

- [62] http://www.gplrecife.com.br/Col_henriquedias.html – GPLR
- [63] <http://jmgs.fotosblogue.com> – Recordar o Passado Blogue de Fotos
- [64] <http://baixapombalina.blogspot.com/2007/11/avaliacao-sismica-da-estrutura-de-gaiola.html> – Baixa Pombalina
- [65] <http://catedral.weblog.com.pt/arquivo/015874.html> – Escada impossível