



Caso de Estudo Sobre Reabilitação e Reforço Estrutural de Edifício Situado na Baixa Pombalina de Lisboa

Case Study on the Rehabilitation and Structural Reinforcement of a Building Located in Lisbon's Pombaline Downtown Area

MARQUES, Sérgio

sergio.marques@telhabel.net

Engenheiro Civil, Telhabel Construções, S.A.

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Baixa Pombalina

Reabilitação

Reforço Estrutural

Keywords:

Baixa Pombalina

Rehabilitation

Strutural Reinforcement

Resumo:

O presente artigo tem por objetivo apresentar um caso de estudo da reabilitação integral de um edifício objeto de intervenção, o Edifício Rossio 62, situado na Baixa Pombalina de Lisboa, procurando restituir-lhe alguns elementos da sua construção original que se encontrava profundamente adulterada por diversas alterações efetuadas ao longo da sua existência. O artigo tem como intuito apresentar algumas características arquitetónicas e estruturais encontradas neste tipo de edifícios, bem como alguns desafios encontrados e técnicas de reabilitação e reforço estrutural do edifício utilizadas no decorrer dos trabalhos.

Abstract

This paper intends to present a case study of the comprehensive rehabilitation of a building subject to renovation, the Rossio 62 Building, located in Lisbon's Baixa Pombalina district. The aim was to restore some elements of its original construction, which had been severely damaged by various alterations made throughout its existence. The article aims to present some of the architectural and structural characteristics found in this type of building, as well as some of the challenges encountered, and the rehabilitation and structural reinforcement techniques used during the renovation.

1. Introdução

A Baixa Pombalina de Lisboa é um dos primeiros exemplos mundiais de urbanismo moderno e planeamento urbano racional após a destruição resultante do violento terramoto de 1755, seguido por diversos focos de incêndio que devastaram uma parte significativa dos edifícios da antiga cidade.

O secretário de estado dos negócios estrangeiros e da guerra da altura, cargo homólogo ao atual Primeiro-ministro, o Marquês de Pombal, reuniu diversos

Engenheiros e Arquitetos, tais como Manuel da Maia, Eugénio dos Santos e Carlos Mardel, para desenvolverem um plano urbanístico inovador para a Baixa de Lisboa, cuja prioridade era garantir a segurança, salubridade e funcionalidade. A nova cidade deveria ser resistente a novos sismos e incêndios, organizada segundo critérios racionais, modernos e inovadores para a época e adaptada às necessidades comerciais da capital do Império.

A arquitetura da Baixa Pombalina reflete os ideais do iluminismo, foi pensada com base na racionalidade e ordem (ruas dispostas em grelha ortogonal), com um propósito prioritariamente prático e funcional (comércio no rés-do-chão e habitação nos andares superiores), segurança através inovações técnicas (gaiola pombalina, sistemas de drenagem modernos, ruas largas com melhor arejamento, iluminação e segurança contra incêndios), estética clássica e neoclássica (fachadas sóbrias, linhas retas, simetria, proporção e pouca ornamentação) e interesse pelo bem coletivo (acesso facilitado ao comércio, melhores condições de salubridade e com espaços públicos amplos que promovem a reunião e convivência social) [1].

2. Caso de Estudo: Edifício Rossio 62

2.1 Descrição do Edifício

O edifício em causa, designado por Edifício Rossio 62, situa-se no topo norte do conjunto de edifícios que delimitam a Praça D. Pedro IV a ponte. É composto por 5 pisos acima do solo (o último de mansarda) e uma cav e.

Figura 01 – Localização do edifício na baixa Pombalina



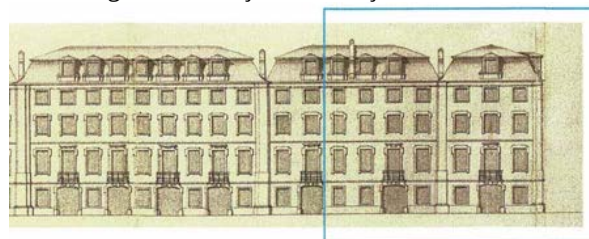
Fonte: Cóias, Vitor [2]

A construção do edifício data da década de 1840, correspondendo ao período ultra tardio da reconstrução da cidade de Lisboa pós-terramoto. Reconstrução esta que havia de ser sujeita a um plano regulador e a um sistema construtivo e tecnológico assente nos ideais iluministas. Os processos técnicos de construção incluíam o chamado sistema de gaiola e os princípios de pré-fabricação de peças normalizadas de cantaria e carpintaria [3].

Grande parte das alterações efetuadas no edifício, muitas vezes não licenciadas, transformaram profundamente o seu interior e, principalmente, a sua capacidade estrutural. Ao nível do piso térreo a configuração pombalina foi fortemente alterada, com as apropriações dos espaços comerciais.

Os primeiros registos que se encontram do edifício remontam à década de 60 do século XVIII e estão presentes no Cartulário Pombalino, onde à data se projetavam dois edifícios independentes.

Figura 02 – Alçado da Praça D. Pedro IV



Fonte: Mardel, Carlos [4]

Fazendo uma análise do que foi construído, a julgar pelo posicionamento da escada interior e pela ausência de cozinhas no que seria o edifício mais a norte, entende-se que se tratou sempre de um único edifício. Não obstante, a sua base construtiva é bipartida, funcionando como charneira a parede de alvenaria de pedra assinalada pela pilastra no alçado, ou mesmo tripartida, se considerarmos o saguão enquanto eixo de simetria.

Figura 03 – Alçado da Praça D. João da Câmara



Fonte: Cunha, Alexandre [5]

2.2 Sistema Construtivo do Edifício

2.2.1 Fachadas

As paredes de fachada são construídas em alvenaria de pedra com guarnecimento e regularizadas com argamassas de cal.

A composição das fachadas permite estabelecer um inteligente equilíbrio de forças que contribui para a sua estabilidade. Os vãos precisamente alinhados na vertical e na horizontal permitem utilizar métodos construtivos eficientes, com o intuito de diminuir as patologias ao longo do tempo e aumentar a estabilidade da fachada.

A construção dos vãos possuem algumas técnicas interessantes, tais como: a utilização de arcos de ressalva (arcos em tijolo lambaz sobre a padieira), que desviam as cargas da zona da padieira; as pedras das ombreiras passam abaixo do peitoril, ficando a pedra de peitoril entalada entre as pedras das ombreiras; e a utilização de arcos de compressão (arco reto de alvenaria de tijolo lambaz sob o peitoril) para que em caso de sismo os impulsos do arco de ressalva transmitidos às ombreiras não esmaguem o peitoril [6].

As cantarias dos vãos são fixas à estrutura de gaiola para que em caso de sismo não sejam projetadas para a via pública.

Figura 04 – Fachadas do Edifício



Fonte: Acervo do Autor

2.2.2 Pisos

O piso térreo do edifício sofreu diversas alterações ao longo da sua existência de forma a adaptar os espaços às diversas atividades comerciais, alterando em algumas situações a estrutura pombalina inicial, nomeadamente a substituição parcial de alinhamento de arcos em pedra por vigas em aço.

Figura 05 – Arco remanescente a alterações anteriores



Fonte: Acervo do Autor

Os pisos superiores, maioritariamente para uso habitacional, são constituídos por um vigamento principal, aplicado paralelamente entre si, com afastamentos de cerca de 40cm, e revestido superiormente por tábuas, que lhe conferiam uma função de contraventamento.

Figura 06 – Vigamento do piso



Fonte: Acervo do Autor

2.2.3 Paredes Meeiras

As paredes meeiras, de separação entre edifícios contíguos, são constituídas por pedra rebocada com argamassa de cal, com uma espessura média de 0,60m ao longo do seu desenvolvimento, as quais se projetam acima da cobertura, que lhe conferem o papel de elemento corta-fogo.

Figura 07 – Paredes meeira



Fonte: Acervo do Autor

2.2.4 Paredes de Empena e de Fachada Exteriores

As paredes exteriores, de fachada e empena, são constituídas por alvenaria de pedra, com espessuras entre 0,90 e 1,10m, ao nível do piso térreo, reduzindo a sua espessura sucessivamente nos pisos superiores, à medida que as cargas reduzem.

Estas paredes são interligadas transversalmente ao nível do piso térreo, por

outras com alvenaria de pedra, com espessura de 0.50 a 0.70 m de espessura, das quais algumas se prolongam até aos pisos superiores, servindo de separação entre fogos.

Figura 08 – Paredes exterior em alvenaria de pedra



Fonte: Acervo do Autor

2.2.5 Paredes de Frontal

As paredes interiores de frontal, resistentes, são constituídas por uma treliça de madeira preenchida por elementos cerâmicos e/ou pedras rebocadas. Apresentam-se no interior do edifício e fazem o travamento nas duas direções.

São constituídas por prumos, travessanhos ou travessas e diagonais de madeira, conhecido pela “Cruz de Santo André”. Estas paredes antissísmicas funcionam como travamento em duas direções no interior do edifício.

Figura 09 – Paredes de frontal (Cruz de Santo André)



Fonte: Acervo do Auto

2.2.6 Paredes de Tabique

As paredes de tabique são paredes divisórias, sem função resistente e de menor espessura, constituídas por tábuas costaneiras com fasquiado de madeira rebocado com argamassas de cal em ambas as faces [7].

Figura 10 – Paredes em tabique



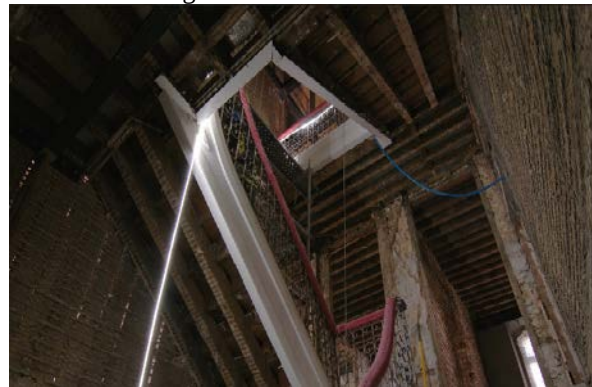
Fonte: Acervo do Autor

2.2.7 Escada interior

A escada em madeira, possuiu lanços constituídos por quatro vigas longitudinais apoiadas no vigamento transversal dos patamares (intermédio e de piso). O vigamento do patamar intermédio está encastrado nas duas paredes lateral da escada em tabique e na parede de frontal no topo, enquanto que o patamar de piso tem como estrutura o vigamento do próprio piso. Os degraus apoiados nas quatro vigas dos lanços de escada, estão solidários com as paredes laterais.

Os cobertores e espelhos eram constituídos por simples pranchas em madeira, pregadas sobre as pernas, com o focinho adossado. Os rodapés em madeira eram recortados com a forma do perfil dos degraus.

Figura 11 – Escada interior



Fonte: Acervo do Autor

2.2.8 Cobertura de mansarda

A cobertura, já intervencionada no passado, com estrutura em madeira e reforços com vigas em betão armado, apresentava-se de fraca qualidade, com um problema generalizado de deterioração, deformação e fissuração. As asnas em madeira encontravam-se em deformadas, com a madeira podre e fissurada em vários locais. O revestimento em telha cerâmica encontrava-se em mau estado de conservação, provocando infiltrações no interior.

As trapeiras tinham as suas laterais construídas em alvenaria de pedra e a projeção da sua cobertura em barrotes de madeira.

Figura 12 – Estrutura da trapeira



Fonte: Acervo do Autor

2.2.9 Saguão

O saguão, pátio interno estreito, descoberto, sem acesso direto ao exterior, permite garantir iluminação e ventilação a ambientes que não receberiam de outra forma luz direta da rua.

Este espaço do edifício encontrava-se com construções anexas nos diversos pisos, adicionadas pelos seus habitantes ao longo do tempo. Também foram colocados diversos equipamentos e a tubagem de exaustão dos comércios do piso térreo.

Figura 13 – Estado do saguão



Fonte: Acervo do Autor

2.3 Descrição da Intervenção no Edifício

As obras previstas visavam a reabilitação e conservação do imóvel num momento em que ainda se apresentava viável a possibilidade de recuperar parcialmente a sua estrutura pombalina.

O primeiro intuito das obras foi reabilitar, respeitar e preservar a memória dos espaços mais icónicos e identitários do edifício. Todas as alterações visavam não só recuperar os elementos originais, como também dotar o edifício com novos espaços capazes de responder às necessidades inerentes à alteração do seu uso [3].

Esta intervenção constitui uma 1.^a fase de execução dos trabalhos (a 2.^a fase será para execução de acabamentos), procedendo-se à reabilitação dos elementos que não se encontravam no melhor estado de conservação, mas capazes de continuar a cumprir a sua função com uma ação de recuperação e à completa ou parcial substituição dos elementos em estado degradado, não capazes de cumprir a sua função estrutural e/ou estética.

2.3.1 Fachadas

No exterior, pretendendo-se manter a linguagem de conjunto, as alterações foram pontuais. Foi substituída toda a caixilharia existente, por caixilharia em madeira nos pisos superiores e caixilharia em aço no piso térreo e saguão.

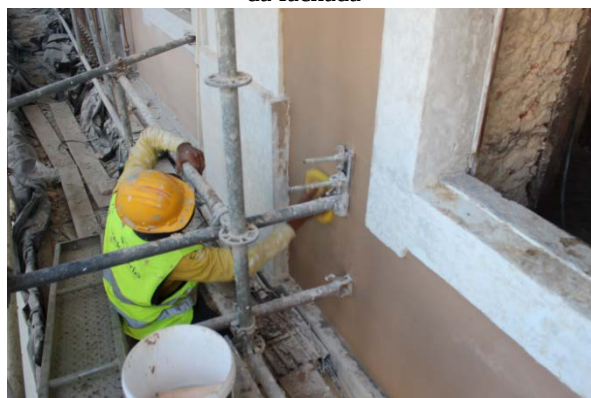
Figura 14 – Vãos exteriores em caixilharia de madeira



Fonte: Acervo do Autor

O reboco da fachada foi pontualmente picado em locais de alguma fissuração e despreendimento, restaurado com argamassas de reparação e aplicado um acabamento mineral colorido à base de cal.

Figura 15 – Aplicação de acabamento sobre o reboco da fachada



Fonte: Acervo do Autor

Todas as cantarias existentes (soleiras, parapeitos, ombreiras, padieiras, pilastras e cunhais) foram limpas e recuperadas. Procedeu-se à sua limpeza com jatos de água

à pressão, e à eliminação das imperfeições da pedra com argamassas de reparação.

Figura 16 – Cantarias reparadas



Fonte: Acervo do Autor

As cimalthas devido à dificuldade de fazer a sua manutenção são elementos que normalmente apresentam uma degradação acentuada. Este edifício, não foi exceção. As cantarias foram reparadas e as cimalthas substituídas por novas em GRC (*Glass fiber Reinforced Cement*).

Figura 17 – Cimalthas (antes e depois da intervenção)



Fonte: Acervo do Autor

As guardas metálicas em ferro forjado dos varandins do 1.º piso foram removidas para tratamento em serralharia, onde foram decapadas com abrasivo ao grau Sa 2 ½ e metalização. Após o tratamento, as guardas foram fixas novamente no seu local original e pintadas. Foi colocado um passa-mãos idêntico ao que já tinha existido na guarda, também ele pintado.

Figura 18 – Tratamento das guardas metálicas (antes e depois da intervenção)



Fonte: Acervo do Autor

Um trabalho relevante realizado, foi a reposição de uma réplica de pala metálica em Art Déco e cunhal em cantaria que foram removidos há já algumas décadas. Desta forma pretendeu-se restituir um carisma adicional ao edifício que tinha sido prejudicado por opções menos acertadas no passado.

Figura 19 – Pala original Art Déco do Stand “Castanheira, Lima & Rugeroni, Lda”



Fonte: Restos de Colecção Blogspot [8]

Figura 20 – Fachada sem pala e cunhal em cantaria



Fonte: Caiado, André [3]

Figura 21 – Nova pala Art Decó

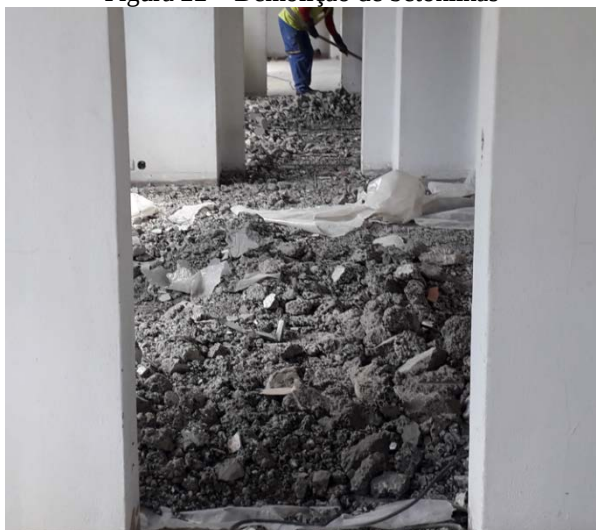


Fonte: Acervo do Autor

2.3.2 Pisos

Foram removidas todas as betonilhas assentes sobre o sobrado original, que em alguns transmitia sobrecargas permanentes excessivas.

Figura 22 – Demolição de betonilhas



Fonte: Acervo do Autor

Todos os elementos que constituíam o sobrado pombalino que se encontravam em mau estado de conservação foram substituídos por madeira tratada em autoclave da classe 2 por impregnação quase total de produtos para proteção ao ataque de insetos.

Figura 23 – Sobrado em mau estado de conservação



Fonte: Acervo do Autor

Todo sobrado existente no edifício foi tratado com produto de proteção anti-insetos da madeira.

No 1.º piso, devido à alteração da compartimentação, com a demolição de algumas paredes, houve necessidade de reforçar algumas lajes com perfis em aço S275JR encastrados nas paredes exteriores entretanto reforçadas com microbetão.

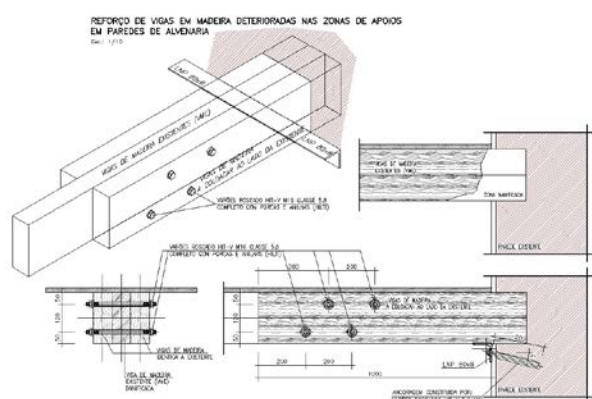
Figura 24 – Reforço estrutural com perfis em aço



Fonte: Acervo do Autor

Em situações em que os apoios das vigas em madeira se encontravam deteriorados, na sua entrega nas alvenarias, foram aplicados reforços.

Figura 25 – Reforço de vigas deterioradas nas zonas de apoio em paredes de alvenaria



Fonte: Marques, Luis [9]

Sobre o vigamento do piso existente foi efetuado o nivelamento com sarrafos em madeira e assoalhamento com painéis compósitos madeira/cimento (Viroc).

Figura 26 – Nivelamento dos pisos e assoalhamento com placas de Viroc

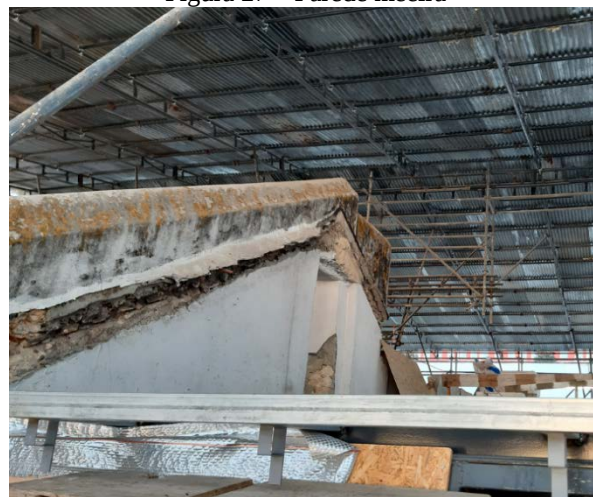


Fonte: Acervo do Autor

2.3.3 Parede Meeiras

As paredes meeiras, de separação, encontravam-se em bom estado, tendo sido apenas necessário, proceder à sua limpeza, pequenas reparações e posterior pintura.

Figura 27 – Parede meeira

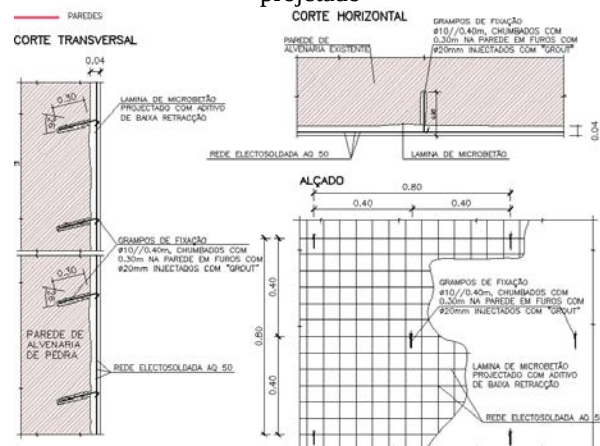


Fonte: Acervo do Autor

2.3.4 Paredes de empena e de fachada exteriores

O revestimento interior das paredes exteriores foi removido até ficar exposta a alvenaria de pedra. Estas paredes foram reforçadas com lâmina de microbetão projetado com espessura de 4cm e rede eletrossoldada AQ50.

28 – Reforço das paredes com lâmina de microbetão projetado



Fonte: Marques, Luis [9]

Figura 29 – Projeção de microbetão



Fonte: Acervo do autor

2.3.5 Paredes de frontal

O revestimento das paredes de frontal foi removido até ficar exposta a gaiola pombalina preenchida por elementos cerâmicos e/ou pedras rebocadas. Estas paredes foram reforçadas com argamassa com aditivo de baixa retração e rede de aço distendida zincado.

Figura 30 – Execução de reforço de parede frontal com argamassa e rede distendida



Fonte: Acervo do autor

2.3.6 Paredes de tabique

O revestimento das paredes de tabique foi removido até ficar exposta a sua estrutura em madeira. Estas paredes foram reforçadas com lâmina de microbetão projetado com espessura de 4cm e rede eletrossoldada AQ50.

Figura 31 – Reforço da parede de tabique com malha eletrossoldada AQ50



Fonte: Acervo do autor

2.3.7 Escada interior

O revestimento da escadaria interior foi retirado para receber novos acabamentos (a executar numa 2.^a fase). A escada em madeira, foi reforçada estruturalmente, com a inclusão de perfis metálicos nos patamares intermédios, procedeu-se à substituição de vigamento que não se encontrava em condições estruturais adequadas, executou-se o nivelamento das peças para as cotas de projeto e a colocação dos degraus e assoalhamento dos patamares. Manteve-se a lateral em madeira da escada, a guarda metálica em ferro forjado e o corrimão em madeira que se encontravam em bom estado.

Para acesso à zona técnica na cobertura, houve necessidade de prolongar a escada existente, mantendo a mesma configuração.

Figura 32 – Prolongamento da escada interior



Fonte: Acervo do autor

Para manter a harmonia estética de toda a escadaria foi replicada a guarda metálica existente e o corrimão em madeira.

Figura 33 – Réplica da guarda metálica e do corrimão existente



Fonte: Acervo do autor

2.3.8 Cobertura de mansarda

A cobertura existente não era recuperável e optou-se pela reexecução da mesma com uma estrutura leve em aço e madeira. Esta solução permitiu uma otimização dos espaços no último piso de mansarda e permitiu a criação de uma zona técnica para equipamentos de climatização e hidráulica, que são necessários para uma modernização do edifício e garantir um nível de conforto de acordo com os padrões atuais.

Com o intuito de receber as cargas provenientes da cobertura metálica foram executados lintéis de coroamento em betão

armado no topo das paredes exteriores resistentes.

Figura 34 – Lintéis de coroamento para reforço das paredes



Fonte: Acervo do autor

A estrutura da cobertura foi executada em perfis em aço procurando manter a configuração do telhado existente, mantendo-se as mesmas águas do telhado, as trapeiras e as paredes meeiras.

Figura 35 – Estrutura metálica da cobertura



Fonte: Acervo do autor

A estrutura foi revestida com painéis OSB de 20mm, barreira para-vapor, isolamento térmico XPS com 80mm, sub-telha e todos os acessórios necessários e telha cerâmica lusa.

Figura 36 – Telhado em execução



Fonte: Acervo do autor

Figura 37 – Pormenor do telhado de mansarda



Fonte: Acervo do autor

2.3.9 Saguão

Foram demolidos todos os anexos e estruturas provisórias construídas ao longo do tempo de utilização do edifício.

O revestimento das paredes exteriores foi removido até ficar exposta a sua estrutura original. Nas paredes exteriores ficou visível a sua alvenaria em pedra aparelhada. De salientar a utilização visível dos arcos de ressalva (ou descarga) sobre as padieiras.

Figura 38 – Alvenarias em pedra do saguão



Fonte: Acervo do autor

As paredes do saguão foram rebocadas com argamassa à base de cal hidráulica.

Foram detectados varandins com graves problemas estruturais, com fissuração acentuada e com pedras partidas e em falta.

Figura 39 – Varandins com graves patologias estruturais



Fonte: Acervo do autor

Para resolução destas patologias foram efetuados excertos de pedra e injeções com resina epóxi para selagem das fissuras.

Figura 40 – Selagens de fissuras com resina époxi



Fonte: Acervo do autor

3. Considerações Finais

Pretendeu-se com este estudo de caso caracterizar construtiva e estruturalmente o edifício intervencionado, de origem pombalina.

O edifício Pombalino caracteriza-se pela sua solidez, regularidade e simplicidade, concebido pelo engenho de técnicos que souberam através da sua experiência acumulada e pela observação, não só pelos estragos diretos provocados nos edifícios pelo grande terramoto de 1 de novembro de 1755 em Lisboa, mas também indiretamente, pelos subsequentes incêndios dos dias seguintes.

Estruturalmente, o edifício Pombalino apesar de aparentar ser em pedra e alvenaria, é constituído por uma estrutura tridimensional de madeira, usualmente chamada de Gaiola Pombalina, que não é visível por se encontrar embebida nas paredes internas de alvenaria, mas que tem um bom desempenho na absorção das ações e deslocamentos provocados por um sismo. A gaiola é uma armação em madeira constituída por peças verticais, horizontais e diagonais, devidamente interligadas, formando as cruces de Santo André, constituindo um sistema sólido e estável. Para tal, também contribui o pavimento formado por vigamentos em madeira perpendiculares às fachadas.

Também se procurou mostrar algumas técnicas contemporâneas de reabilitação, como o reforço com microbetão projetado,

perfis metálicos e substituição de componentes degradados por materiais de alta durabilidade, foi possível restaurar a integridade do sistema ancestral da “gaiola pombalina”. Estimativas baseadas em intervenções similares sugerem que estas medidas podem proporcionar uma redução do risco sísmico superior a 50% em relação à condição pré-intervenção [10], aproximando sensivelmente o comportamento global dos edifícios pombalinos reforçados, aos requisitos atuais definidos na legislação sísmica (Eurocódigo 8).

Em termos de durabilidade, a reabilitação permitiu, segundo padrões internacionais e referências do LNEC [11], aumentar a vida útil do edifício em pelo menos 50 anos, garantindo condições de segurança e habitabilidade muito superiores ao estado de conservação inicial. A substituição de madeiras comprometidas por madeira tratada, bem como a proteção anti-insetos, contribui para a estabilidade estrutural a longo prazo e reduz substancialmente a necessidade de intervenções corretivas futuras. Intervenções nas fachadas, cobertura e infraestruturas não só repuseram o valor estético e arquitetónico, mas também aumentaram a eficiência energética e o conforto dos utilizadores, aspetos fundamentais num contexto de sustentabilidade urbana.

A reabilitação dos edifícios pombalinos, para além do seu valor patrimonial e histórico inegável, revela-se estratégica no contexto urbano contemporâneo. Numa cidade com forte pressão turística e imobiliária, como Lisboa, a conservação qualificada do edificado existente representa uma resposta sustentável à necessidade de incorporar novas funções e estilos de vida sem recorrer à demolição integral e reconstrução. Mais do que resgatar técnicas construtivas e valorizar a memória coletiva, estas intervenções contribuem para a densificação urbana sustentável, a valorização do espaço público e o fortalecimento da identidade local, ao mesmo tempo que promovem a segurança sísmica e a resiliência da cidade face a futuros eventos naturais.

Investir na reabilitação e reforço do património construído é investir no futuro de Lisboa: é dotar o centro histórico de qualidade, resistência e atratividade, salvaguardando o passado enquanto se constrói para as futuras gerações.

4. Referências

- [1] FRANÇA, José-Augusto. *Lisboa Pombalina e o Iluminismo*. Lisboa, Imprensa Nacional Casa da Moeda, 2022.
- [2] CÓIAS, Vitor. *Reabilitação Estrutural de Edifícios Antigos*, p.18, Lisboa, Argumentum, 2019.
- [3] CAIADO, André. *Memória Descritiva e Justificativa do Projeto de Arquitetura para o Requerente Rossio 62 – Sociedade Imobiliária, SA*, Lisboa, 2017.
- [4] MARDEL, Carlos. *Cartulário Pombalino*, Arquivo Municipal de Lisboa, Cód. Ref. PT/AMLSB/CMLSBAH/PURB/007/020, <https://arquivomunicipal3.cm-lisboa.pt/X-arqWEB/Result.aspx?id=301560&type=PCD>, circa 1760.
- [5] CUNHA, Alexandre, *Lisboa de Antigamente*, Lisboa, circa 1900
- [6] MASCARENHAS, Jorge. *Sistemas de Construção – V*, Lisboa, Livros horizonte, 2004
- [7] LNEC, *Edifícios com estrutura de alvenaria (< 1755)*, Lisboa, 2005.
- [8] Autor Desconhecido, Restos de Coleção, <https://restosdecolecao.blogspot.com/2019/10/castanheira-lima-rugeroni.html> (31/08/1922)
- [9] MARQUES, Luis, *Projeto de Estruturas e Fundações, desenho 12*, Lisboa, 2017.
- [10] MORAIS, M.M. *Seismic Risk Mitigation in Pombalino Buildings. Bulletin of Earthquake Engineering*, vol. 12, 2014, pp. 1819–1848.
- [11] LNEC, *Guia para o Reforço de Edifícios de Alvenaria Não Armadas para Resistência a Sismos*, Lisboa, 2009.