



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Civil



Acompanhamento, desempenho e reforço estrutural de edifícios Pombalinos

CARLOS ANDRÉ DA SILVA ANTUNES
Licenciatura em Engenharia Civil

**Relatório de Estágio para obtenção do grau de Mestre em Engenharia na Área de
Especialização em Estruturas**

Orientador (es):

Dr. Jorge Manuel Neto Pereira Gomes
Licenciado Nuno Miguel da Conceição Santos Fernandes Peres

Júri:

Presidente: Professora Coordenador Cristina Brito Machado

Vogais:

Professor Coordenador Carlos José Trancoso Vaz

Abril de 2013

Acompanhamento, desempenho e reforço estrutural de edifícios Pombalinos

RESUMO

O presente relatório demarca para mim o início de uma nova etapa sempre desejada por mim, e o fim de um percurso académico que sempre irei recordar com nostalgia.

O relatório incide sobre um tema bastante atual, o da reabilitação. Desde à algum tempo que acompanho algumas obras, sendo que esta foi sem duvida a mais completa e diversa em todos os aspetos, enriquecido os meus conhecimentos em vários níveis.

Sem dúvida que o reforço estrutural foi para mim a etapa mais marcante, pois tratando-se de uma reabilitação com exigências camarárias severas, aliadas aos fatores surpresa sempre presentes em obras desta natureza, exigiu de mim uma forte pesquisa e recapitulação de todos os conhecimentos adquiridos ao longo de 5 anos de formação académica.

Neste relatório são caracterizados os edifícios pombalinos para que o leitor possa ter uma visão global acerca destes edifícios. De seguida são descritas as soluções propostas para o reforço estrutural do edifício em causa, bem como o relato do verificado em termos de execução da obra.

ABSTRACT

This report defines the beginning of a new stage always desired by me, and the end of an academic career that I will always remember with nostalgia. The report focuses on a very current topic, the rehabilitation. I have accompanied some works for a long time, however this work was without a doubt the most complete and diverse in all aspects, and contributed significantly to the enrichment of my knowledge at various levels.

I would like to emphasize that the structural reinforcement was for me the most remarkable stage, because since we are dealing with a rehabilitation with severe licence requirements, combined with surprise factors always present in works of this nature, this work took me a strong research and recapitulation of all knowledge acquired over 5 years of academic training.

In this report the Pombaline buildings are characterized so that the reader can get an overview about these constructions. Then we describe the proposed solutions to the structural reinforcement of the building in question, as well as the report verified in terms of execution of work.

PALAVRAS-CHAVE

Edifícios Pombalinos

Reforço Estrutural

Estrutura de Madeira

Estrutura Metálica

Recuperação

Paredes de Frontal

KEY WORDS

Pombalino Buildings

Strengthening

Wood Structure

Metallic Structure

Recovery

Frontal Walls

Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao Engenheiro Jorge Manuel Neto Pereira Gomes pelo seu tempo dispensado e pela sua orientação, de cariz objetivo, que aliado à sua forte componente paciente possibilitaram sem dúvida uma evolução clara e natural do presente relatório.

Ao Eng.º Nuno Miguel da Conceição Santos Fernandes Peres não só pela oportunidade de realização do estágio bem como pelo apoio prestado ao longo dos anos de colaboração mútua. Foi graças aos seus conselhos, paciência, e elevado conhecimento, que alcancei toda a experiência que atualmente possuo.

Gostaria de agradecer a todos os meus colegas de curso, que de forma direta ou indireta, uns mais que outros, me ajudaram a ultrapassar todas as barreiras e dissabores encontrados ao longo do percurso académico.

Ao meus Pais e Avós, que sempre acreditaram em mim, e através do seu enorme apoio, me permitiram alcançar as metas a que sempre me propus.

Ao Oliveira, ao Vagner, ao Guia, ao Hugo, ao Cartoon, à Carol ao Zé e ao Ruben, que sempre estiveram presentes.

Não posso deixar de demonstrar o meu profundo agradecimento à minha namorada, por todo o apoio dado ao longo não só da realização do estágio, como do momento chave de conclusão do meu percurso académico. Pela paciência, pelas palavras revitalizantes em todos os maus momentos, pela felicidade nos bons e pela força inigualável para elaboração deste relatório.

Lista de abreviaturas

JPP Empresa de Construções Cíveis Peres, Lda.

Índice do Texto

Capítulo 1 - Introdução.....	1
1.1 - Considerações gerais	1
Capítulo 2 – JPP Empresa de Construções Civis Peres, Lda.....	2
2.1 - Âmbito e objeto	2
2.2 - Organização	3
2.3 - Competência adquiridas.....	4
Capítulo 3 – Caracterização de edifícios Pombalinos	6
3.1 - Caracterização da construção Pombalina	6
3.2 - Patologias correntes em edifícios Pombalinos.....	12
3.2.1 - Degradação de elementos de madeira por agentes biológicos	12
3.2.2 - Degradação de elementos de madeira por fungos de podridão	14
3.2.3 - Degradação de elementos de madeira por acção da exploração e utilização.....	15
Capítulo 4 – Reabilitação do edifício Pombalino sito na Rua da Assunção n.88 - Lisboa	17
4.1 - Caracterização	17
4.2 - Concurso.....	22
4.3 - Contrato.....	23
4.4 - Plano de Segurança e saúde.....	23
Capítulo 5 – Execução da obra.....	24
5.1 - Projeto de execução	24
5.1.1 - Introdução.....	24
5.1.2 - Alterações propostas	27
5.1.3 - Fase de obra	32
Capítulo 6 – Conclusões	49

Referências bibliográficas	51
Sites consultados.....	51

Índice de figuras

Figura 2.1 – Logotipo JPP.....	2
Figura 2.2 – Organograma JPP.....	3
Figura 3.1 – Exemplo de preenchimento de Parede de Frontal como Argamassa de Cal e pequenas pedras e elementos cerâmicos.	7
Figura 3.2 – Ligação Respinga-Mecha.....	8
Figura 3.3 – Ligação tipo Malhete Topo a Topo.....	9
Figura 3.4 – Ligação tipo Malhete à meia Madeira.....	9
Figura 3.5 – Ligação à meia Madeira.....	10
Figura 3.6 – Fundações por estacas de madeira.....	11
Figura 3.7 – Exemplo parede de frontal.....	11
Figura 3.8 – Caruncho.....	12
Figura 3.9 – Galerias criadas pelo Caruncho.....	12
Figura 3.10 – Pó indicativo da presença do Caruncho.....	13
Figura 3.11 – Exemplo de viga com orifícios de saída.....	13
Figura 3.12 – Exemplo de apodrecimento da estrutura em zonas das casas de banho.....	14
Figura 3.13 – Exemplo de remoção de pilares ao nível do piso Terreo [Lopes e Monteiro, 2008].	15
Figura 3.14 – Exemplo de remoção de corte da travessa [Lopes e Monteiro, 2008].	16
Figura 4.1 – Planta de datação da reconstrução da baixa Pombalina.....	18
Figura 4.2 – Planta de localização.....	19
Figura 4.3 – Paredes de Frontal e vigamento dos pisos.....	20
Figura 4.4 – Evidência de presença de Caruncho.....	21
Figura 4.5 – Estrutura com indícios de apodrecimento.....	21
Figura 5.1 – Entrega do pavimento nas paredes de Frontal.....	25
Figura 5.2 – Entrega do pavimento nas paredes exteriores.....	25
Figura 5.3 – Estrutura da cobertura.....	26
Figura 5.4 – Estrutura da cobertura.....	26

Figura 5.5 – Planta de Amarelos e Encarnados.....	27
Figura 5.6 – Planta de estrutura de madeira dos pisos.....	28
Figura 5.7 – Planta de estrutura metálica dos pisos.....	29
Figura 5.8 – Pormenores de chapas de ligação de elementos de madeira constituintes das paredes de frontal.	30
Figura 5.9 – Interior do edifício antes da intervenção.....	32
Figura 5.10 – Fachada do edício antes da intervenção.....	32
Figura 5.11 – Parte demolida de tectos em estafe existentes.....	32
Figura 5.12 – Parte de viga de pavimento existente com indicio de Caruncho.	33
Figura 5.13 – Elementos estruturais após demolição dos revestimentos.....	34
Figura 5.14 – Vigas de madeira dos pisos em elevado estado de degradação.....	34
Figura 5.15 – Entrega das vigas de madeira em elevado estado de degradação.....	35
Figura 5.16 – Marcação das vigas a remover com spray.....	35
Figura 5.17 – Revestimento do pavimento já com elementos estruturais nivelados.....	36
Figura 5.18 – Osb por colocar perto dos encontros com as paredes de frontal para selagem.	37
Figura 5.19 – Elementos estruturais das paredes de frontal ligados com chapas.	37
Figura 5.20 – Elementos estruturais das paredes de frontal ligados com chapas.	38
Figura 5.21 – Fecho de vão existente com novas vigas de madeira.....	38
Figura 5.22 – Execução de meio fio com argamassa de cimento para fixação das cantoneiras metálicas.....	39
Figura 5.23 – Cantoneiras metálicas.....	39
Figura 5.24 – Soldadura topo a topo entre cantoneiras metálicas	40
Figura 5.25 – Paredes de frontal do último piso.....	41
Figura 5.26 – Corte do pavimento já executado para ligação inferior das novas paredes de frontal	41
Figura 5.27 – Fachada Mansarda.	42

Figura 5.28 – Ligação Estrutura-Mansarda	42
Figura 5.29 – Pormenor previsto em projeto para execução de frechal	43
Figura 5.30 – Execução de Frechal.....	44
Figura 5.31 – Execução de Frechal.....	44
Figura 5.32 – Chapas de ligação entre elementos da cobertura	45
Figura 5.33 – Estrutura da cobertura.....	45
Figura 5.34 – Pormenor de abertura em pavimentos.....	46
Figura 5.35 – Estrutura de madeira desligada da estrutura do elevador.....	46
Figura 5.36 – Elementos pré fabricados da estrutura do elevador.....	47
Figura 5.37 – Estrutura do elevador.....	47
Figura 5.38 – Abertura em pavimentos para execução de couretes.....	48

Capítulo 1 - Introdução

1.1 - Considerações gerais

Estágio Profissional foi sempre uma meta a atingir, e simultaneamente uma grande incógnita, acerca do enquadramento dos conhecimentos adquiridos durante a vida académica, e as necessidades reais do mundo laboral.

Após a sua conclusão, posso afirmar que o estágio profissional foi sem dúvida um marco de extrema importância na minha vida.

Foi através do mesmo que percepcionei a importância de todos os conhecimentos adquiridos ao longo da carreira académica, estes de aplicação direta ou indireta. Foi e continuará a ser uma primeira abordagem ao mercado de trabalho, e traduz-se numa constante auto formação.

Realizei o Mestrado na via referente a Estruturas, tendo sido o estágio realizado numa obra de reabilitação e reforço estrutural de um edifício Pombalino, que me permitiu enquadrar todos os conhecimentos, na realidade física da obra.

O presente relatório de estágio será subdividido basicamente em 5 partes. Uma primeira introdutória; A segunda parte com vista à apresentação da empresa na qual fui integrado para o desenvolvimento do relatório; A terceira parte numa descrição das tarefas desempenhadas durante o Estágio Profissional. Uma quarta parte na descrição e levantamento dos obstáculos encontrados durante a execução da empreitada. Uma quinta parte referente à conclusão, onde será feita a analogia entre os conhecimentos adquiridos academicamente, a realidade da obra, e o enriquecimento de competências profissionais adquiridas.

Capítulo 2 – JPP Empresa de Construções Cívicas Peres, Lda.

2.1 - Âmbito e objeto



Figura 2.1 – Logótipo JPP.

A Empresa foi fundada em 1957 pelos sócios José Manuel Pérez e Perez e Elvira Fernandez Martinez. Esta dedicou-se desde a sua fundação à construção de edifícios de habitação e comércio e posteriormente incluídos os trabalhos de reabilitação e obras públicas, constituindo assim o seu campo de intervenção.

Teve a sua primeira sede na Rua Conselheiro Arantes Pedroso, nº 20 em Lisboa, e com a sua expansão teve a necessidade de se adequar à mesma em termos administrativos e mudou a sua sede para a Avenida Pedro Alvares Cabral, nº 3-C na Amadora.

Atualmente, a empresa abrange todo o tipo de construção de edifícios, tendo-se focado nos últimos anos a um tema cada vez mais emergente, a reabilitação.

A Empresa tem como o seu principal objectivo a preservação e satisfação dos atuais Clientes mantendo assim em carteira um numero constante de obras anuais de forma a não comprometer a qualidade. Assim limita a resposta a concursos a um determinado número de Clientes, não tendo como objetivo um grande volume de obras, mas sim uma maior qualidade de construção.

2.2 - Organização

A JPP Empresa de Construções Civas Peres, Lda ("JPP") está organizada da seguinte forma:

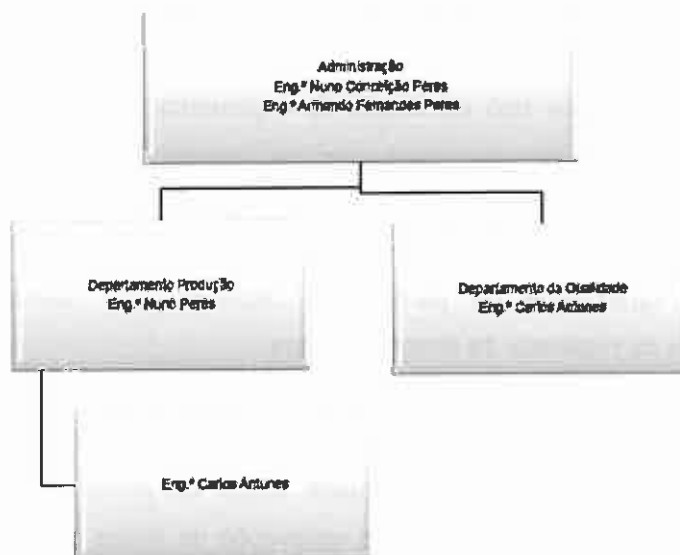


Figura 2.2 – Organograma JPP.

Os Elementos que constituem a JPP

Eng.º Armando Santos Fernandes Peres – Socio-Gerente da Empresa.

Eng.º Nuno Miguel da Concelção Santos Fernandes Peres – Coordenador e Gestor das finanças. Procura e Gere novas oportunidades de investimento e negócio. Diretor e coordenador de toda a área de produção;

Eng.º Carlos Antunes – Medidor orçamentista; Gestor da Qualidade da Empresa; Direção e coordenação de obra.

2.3 - Competência adquiridas

A minha entrada na Empresa, foi sem dúvida uma entrada em direção ao desconhecido, uma entrada inexperiente, o primeiro capítulo do meu percurso profissional.

O meu trabalho inicial consistia em dar apoio a medições e orçamentos, que sem qualquer tipo de bases de orçamentação, se revelou numa tarefa bastante árdua.

Em paralelo acompanhava sem grande intervenção numa obra então iniciada pela JPP na zona da grande Lisboa. Um edifício de escritórios com uma elevada quantidade de pormenores técnicos sem dúvida marcante para perceção da realidade de direção de obra.

Em pouco menos de 4 meses comecei a dispensar mais carga horária a obra e em pouco tempo estava a desempenhar o papel de adjunto de direção de obra. Comecei a intervir em quase todos os pontos do departamento de produção tais como, a medição e aprovação de Autos de medição, elaboração de Contratos, assistência em reuniões de Produção e Negociação, elaboração de pormenores técnicos de obra, encomenda de materiais e Segurança e Higiene no Trabalho.

A obra com uma duração de cerca de 12 Meses, viu-me encarnar no papel de Diretor de obra nos últimos 4 Meses. O Diretor de produção foi gradualmente permitindo a minha participação em obra sem supervisão, pelo que nesta fase final, apenas intervinha em decisões mais importantes, e delimitação de objetivos e prazos.

Após a conclusão desta obra, iniciámos a obra na qual realizei o estágio profissional, já como Diretor de Obra.

Nesta fase já elaborava os orçamentos, efetuava adjudicações, liderava reuniões de Contrato, estabelecia objetivos e delineava o Planeamento da obra.

Dada a estrutura da empresa ser mínima, sempre desempenhei e continuo a desempenhar todas as funções em todas as áreas da produção.

Atualmente faço a totalidade dos orçamentos da Empresa, preparação de obra, aprovação e medição da faturação das obras, Segurança e Higiene no Trabalho, encomenda de materiais e respetivo controle de qualidade dos mesmos, direção de obra, negociação com fornecedores e subempreiteiros e Gestão da Qualidade da Empresa, função atingida este ano após conclusão do curso de Auditor Coordenador da ISO 9001.

Tem sido um percurso gratificante já que tenho vindo a adquirir experiência um pouco por todas as áreas da produção e qualidade da Empresa.

Capítulo 3 – Caracterização de edifícios Pombalinos

3.1 - Caracterização da construção Pombalina

Conforme conhecimento de todos, após a Grande e trágica catástrofe de 1 de Novembro de 1755, Marquês de Pombal iniciou um processo de reconstrução da Grande Lisboa. Tal processo é conhecido por ter sido tecnicamente inovador, pois até à data nunca ninguém demonstrou preocupação em minorar a vulnerabilidade sísmica dos edifícios. Deve ser também valorizado o fato de que tal revolução construtiva, incide não só numa forte evolução técnica, mas na criação de soluções técnicas pré-fabricadas, levando a uma recriação facilitada em larga escala destas mesmas soluções. Os vários elementos normalizados eram produzidos em série, em oficinas destinadas para tal, para que os materiais chegassem ao destino com as dimensões corretas, facilitando assim a sua montagem e minimizando a mão-de-obra.

Existem relatos que indicam que aparentemente não existia grande pressa em reconstruir a cidade, e que o material resultante dos escombros dos edifícios antigos não só fazia parte da então paisagem criada da cidade de forma amontoada, como serviria para a reconstrução dos novos edifícios, na utilização para preenchimento do interior das treliças das paredes de Frontal.

Em termos arquitectónicos e apesar de se conseguirem detectar padrões construtivos, não existia uma regra específica na construção destes edifícios, facilmente perceptível na infinidade de tipologias que podemos encontrar de foro decorativo.

O típico edifício Pombalino é constituído por rés-do-chão comercial, e pisos elevados de habitação.

Uma fonte do departamento de Urbanismo da Câmara Municipal de Lisboa informou-me que contrariamente ao que se pensa, a Lisboa de antigamente não apresentava uma taxa de ocupação habitacional elevada, e que na realidade os pisos acima do rés-do-chão comerciais, destinavam-se a armazém e não a habitação.

Em termos estruturais, as novas edificações são caracterizadas pela existência de uma estrutura mista, composta por paredes de alvenaria e estruturas treliçadas de madeira, conhecidas por "Gaiola Pombalina" ou "Paredes de Frontal", vigamentos de piso, frechais e contra-frechais que ligam às paredes exteriores de alvenaria por peças de madeira.

As paredes de Frontal são nada mais, nada menos, que um sistema de treliça em madeira composta por elementos de madeira verticais (prumos), horizontais (travessas ou travessinhos) e diagonais (escoras), preenchida com elementos cerâmicos argamassados, sempre dispostos segundo os dois eixos ortogonais. A madeira utilizada nestas paredes é variável sendo comum o Castanho, Carvalho, Pinho, e o Azinho.

A geometria presente na Gaiola Pombalina é baseada no princípio de dificuldade de deformação de um triângulo. De forma geral os prumos apresentam uma secção de 14x10 cm as diagonais com cerca de 10x8 cm.

O interior desta estrutura treliçada era preenchido com uma argamassa á base de cal, pequenas pedras e elementos cerâmicos provenientes dos destroços originados pelo terramoto, sendo acabadas com reboco e estuque em ambas as faces.



Figura 3.1 – Exemplo de preenchimento de Parede de Frontal como Argamassa de Cal e pequenas pedras e elementos cerâmicos.

Este preenchimento interior aumenta a rigidez da parede, e por outro lado impede a encurvadura da diagonal comprimida da treliça em caso de sismo.

A utilização destes frontais segundo as duas direções, confere ao edifício um bom comportamento sísmico, aliado à forte possibilidade de a estrutura se poder deformar sem perda significativa de resistência.

A utilização desta técnica terá surgido por avaliação dos edifícios que tiveram melhor comportamento face ao sismo e aos elevados conhecimentos de construção naval.

As ligações entre estes elementos de madeira são bastante variáveis, sendo que esta ligação será tão mais forte quanto mais simples for. Existem basicamente 3 tipos de ligações, a Respinga-Mecha, Malhete e Meia Madeira.

Uma das ligações mais simples é a da Respinga-Mecha, que consiste basicamente numa ligação simples Macho-Fêmea. Consiste basicamente em talhar o topo de uma das peças, deixando uma saliência quadrada ou rectangular (Respinga), e na outra um negativo (Mecha).

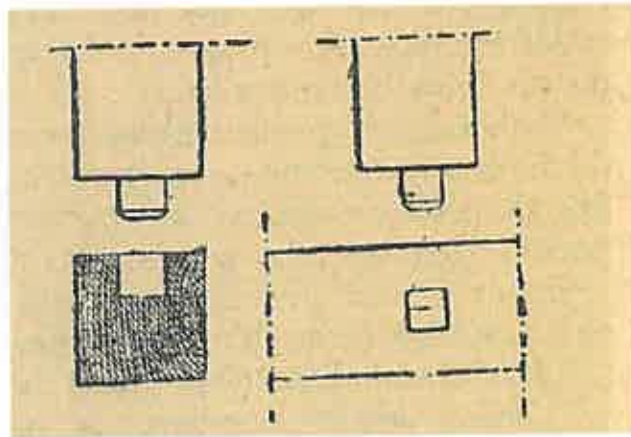


Figura 3.2 – Ligação Respinga-Mecha.

A ligação tipo Malhete é utilizada em ligações rectas dos elementos, e é basicamente uma ligação tipo Respinga-Mecha mas de forma diferente. É basicamente utilizada para elementos com necessidade de resistir a esforços de tração.

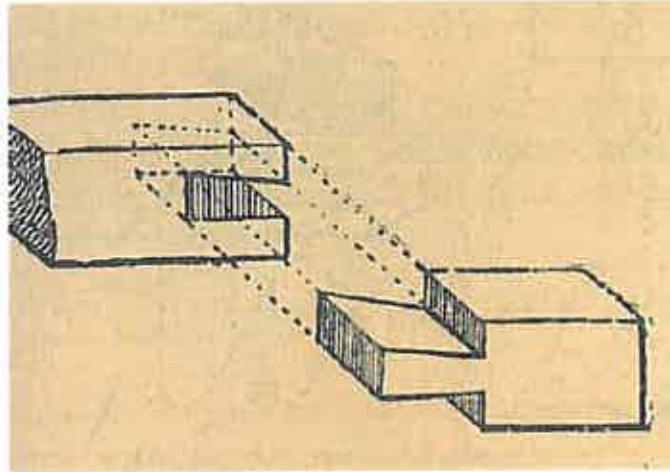


Figura 3.3 – Ligação tipo Malhete Topo a Topo.

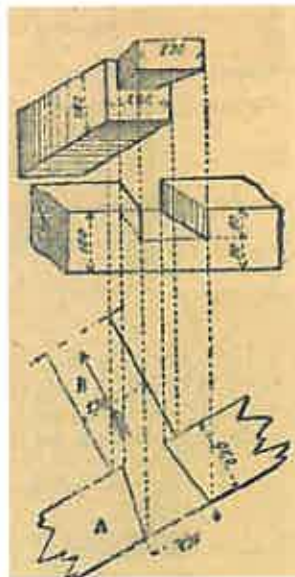


Figura 3.4 – Ligação tipo Malhete à meia Madeira.

Por último temos a ligação à Meia Madeira, e consiste basicamente num corte em cada peça que encaixa um no outro.

Esta ligação é feita para que ambos os elementos pareçam contínuos em ambas as faces, e podem ser reforçadas com cavilhas ou pregos de ferro forjado. É uma ligação bastante comum em ligações de prumos e travessas, mas também nos elementos oblíquos nas diagonais das Paredes de Frontal.

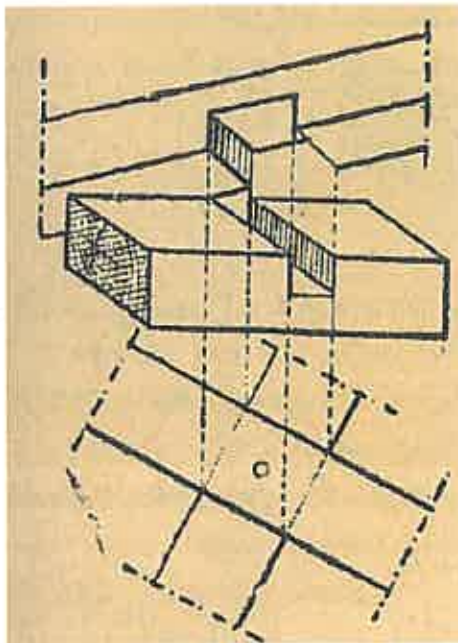


Figura 3.5 – Ligação à meia Madeira.

Em termos de fundações, é feito no sistema mais comum nos edifícios da baixa Pombalina, diretamente no solo ou através de pegões ou poços, onde existem conjuntos de arcos de alvenaria de pedra que serviriam de base para toda a estrutura superior, nomeadamente as paredes de frontal. Os arcos assentam num sistema de grade de madeira e estes por sua vez assentam diretamente em estacas. Estes são de pinho verde, com elevada capacidade de absorção da humidade do aterro, com cerca de 15 cm de diâmetro e cerca de 1,50 m de comprimento, que afastadas de 30 a 40 cm conferem um sistema rígido que melhora a capacidade resistente do terreno.

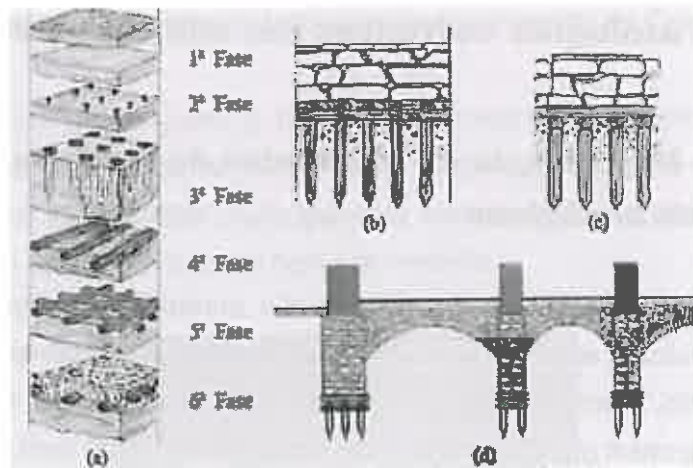


Figura 3.6 – Fundações por estacas de madeira.

A equipa de Marquês de Pombal por detrás do processo de reconstrução da cidade era liderada pelo Sargento-Mor Manuel da Maia.

A construção Pombalina não obteve instantaneamente o reconhecimento de grandiosidade, originalidade e comportamento face as ações sísmicas. Para a época em questão e para os materiais disponíveis, a solução adotada revela um elevado conhecimento técnico das pessoas envolvidas.



Figura 3.7 – Exemplo parede de frontal.

3.2 - Patologias correntes em edifícios Pombalinos

3.2.1 - Degradação de elementos de madeira por agentes biológicos

O envelhecimento da madeira não pressupõe a minoração das suas características resistentes. É bastante comum encontrarmos neste tipo de construção, elementos em serviço com elevado estado de degradação, mas temos também grandes exemplos de estruturas em muito bom estado.

A degradação de tais elementos surge portanto devido a ação de diversos agentes físicos, químicos, mecânicos ou biológicos.

O Caruncho é um inseto que tendencialmente ataca madeira seca, apesar de tolerante a valores consideráveis de humidade. As larvas resultantes da eclosão dos ovos postos pelas fêmeas nos poros ou fendas da madeira, são as responsáveis pela abertura de galerias. O ciclo de vida ronda geralmente 4-5 anos ou mais.

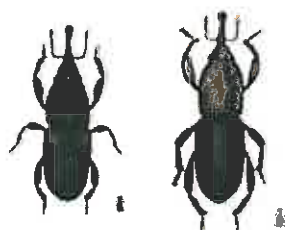


Figura 3.8 – Caruncho.



Figura 3.9 – Galerias criadas pelo Caruncho.

É frequente em Portugal a existência do caruncho grande (*Hylotupes bajulas*) que mede geralmente de 10 a 30 mm. Já o Caruncho pequeno mede geralmente de 2 a 4 mm. Não nos devemos esquecer que grande parte da

madeira aplicada nestes edifícios históricos foi serrada e aplicada ainda em verde, criando assim o ambiente perfeito para desenvolvimento do Caruncho.

A presença de caruncho é facilmente perceptível pela existência de orifícios de saída com cerca de 1,0 a 1,5 mm, e/ou pela presença de pó de madeira existente na superfície, muito parecida com a serradura. Estas galerias desenvolvem-se apenas na zona do borne da madeira.



Figura 3.10 – Pó indicativo da presença do Caruncho.



Figura 3.11 – Exemplo de viga com orifícios de saída.

Assim sendo, é facilmente perceptível que a perda de resistência por ação deste agente é devida à perda de secção do vigamento, devido à existência das galerias por estas formadas.

Existe uma variada gama de produtos para realização de tratamentos, geralmente próprios para tratamentos superficiais e eventualmente complementados com injeção do produto para o interior (com resultados bem mais falíveis).

3.2.2 - Degradação de elementos de madeira por fungos de podridão

Este tipo de fungo desenvolve-se em madeira cujo teor em água é superior a 20%.

Este tipo de patologia é facilmente visível pelas alterações típicas de coloração e aspecto.

É muito comum o aparecimento em zonas críticas da construção, tal como nas entregas às paredes exteriores, junto a canalizações e pontos de rotura das coberturas.



Figura 3.12 – Exemplo de apodrecimento da estrutura em zonas das casas de banho.

3.2.3 - Degradação de elementos de madeira por acção da exploração e utilização

Este é um tipo de degradação tão importante quanto os anteriores.

Ao longo do tempo o utilizador tem vindo a efectuar alterações com enorme desrespeito, ou até mesmo falta de conhecimento da construção original, quer pela remoção de paredes para alargamento de quartos, quer por introdução de caves.

Das mais gravosas de todas, estão as alterações efectuadas para execução de espaços comerciais mais amplos ao nível do piso térreo, com a supressão de elementos estruturais, originando uma brusca redução de rigidez e por sua vez redução do seu desempenho estrutural.



Figura 3.13 – Exemplo de remoção de pilares ao nível do piso Terreo [Lopes e Monteiro, 2008].

Já a utilização de materiais de diferentes características tais como o betão armado, metálicos, etc.. deve ser evitado já que o arranjo em plantas das

massas e rigidez inicialmente previsto é alterado, levando a um pior comportamento sísmico, já que são criadas excentricidades em planta entre a massa e rigidez, originando torções adicionais.

Outro tipo de danos estruturais causados pelo utilizador, são os da passagem à posteriori de instalações, tais como água, gás, eletricidade, provocando danos irreversíveis na estrutura existente, nomeadamente o corte das estruturas para passagem dos mesmos.



Figura 3.14 – Exemplo de remoção de corte da travessa [Lopes e Monteiro, 2008].

Capítulo 4 – Reabilitação do edifício Pombalino sito na Rua da Assunção n.88 - Lisboa

4.1 - Caracterização

O edifício localiza-se na Rua da Assunção nº 88 em Lisboa, pertencente à Freguesia de São Nicolau, inserido na malha Pombalina.

Através do Decreto nº95/78 de 12 de Setembro, foi-lhe reconhecido um grande valor patrimonial, classificado como imóvel de interesse público.

É um edifício pertencente à companhia de Seguros tranquilidade S.A., representativo da construção pombalina neoclássica, tendo como destino o comércio ao nível do Rés-do-chão, e a habitação nos pisos elevados.

O edifício terá sido provavelmente construído entre 1800 e 1809 (fig.4.1 – Planta do Inventário urbano da Baixa Pombalina – Datação da Reconstrução), após a grande catástrofe do grande terramoto ocorrido em Novembro de 1755, tendo havido sido empreendida pelo ilustre Marques de Pombal a ação de reconstrução da cidade de Lisboa.

É um construção com rés-do-chão, quatro pisos elevados (1º ao 4º andar) e o aproveitamento das águas furtadas no último piso (5º andar).

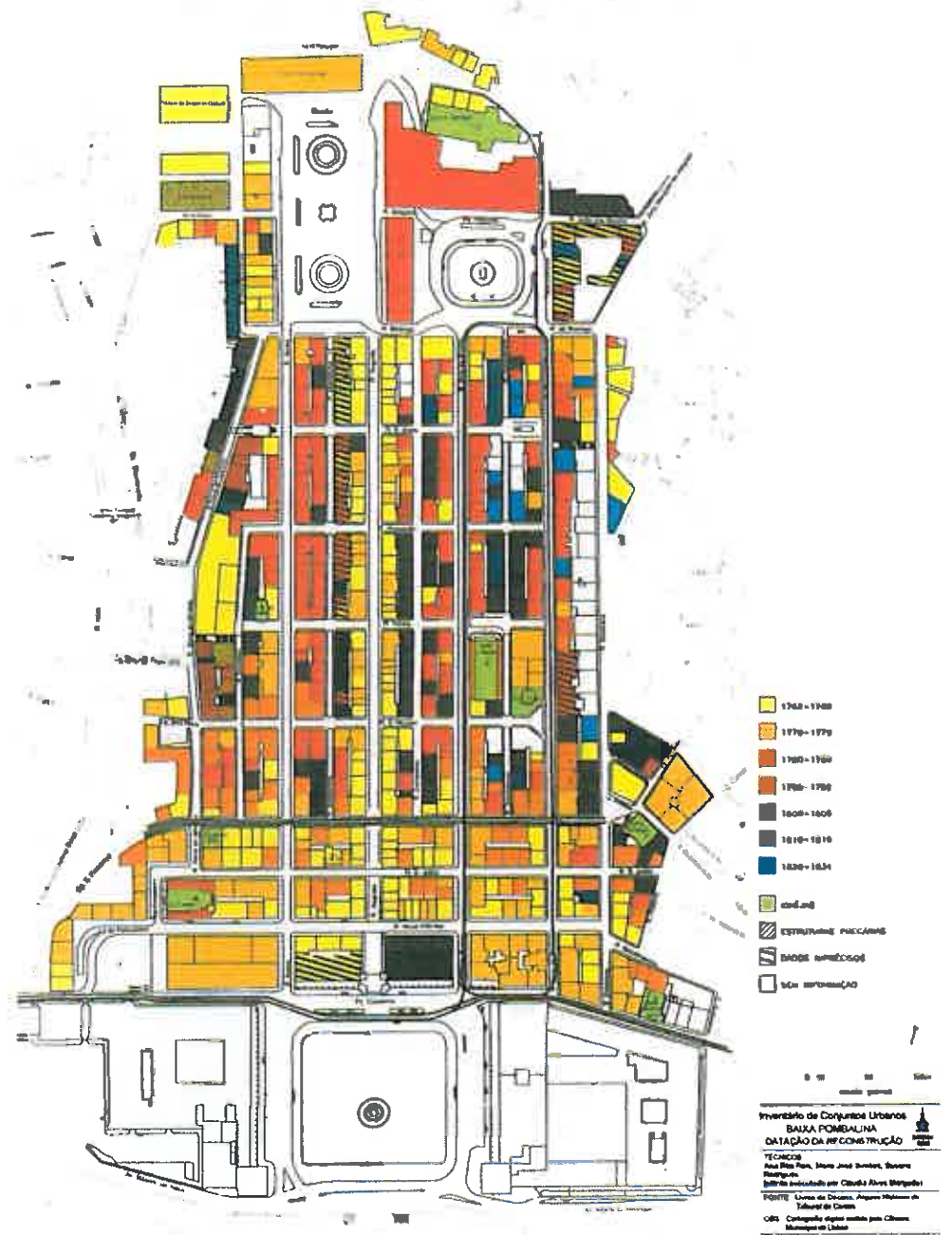


Figura 4.1 – Planta de datação da reconstrução da baixa Pombalina.

O terreno com aproximadamente 192,00 m² apresenta as fachadas principais orientadas para a Rua da Assunção e a outra para a Rua dos Sapateiros, tendo o acesso aos pisos elevados pela rua da Assunção.

As fachadas apresentam 4 aberturas por piso orientadas para a Rua da Assunção e 5 aberturas orientadas para a Rua dos Sapateiros, caracterizando uma frente com 12,70 m por 15,60 m.

Estas estão dispostas de acordo com a métrica característica da construção Pombalina.

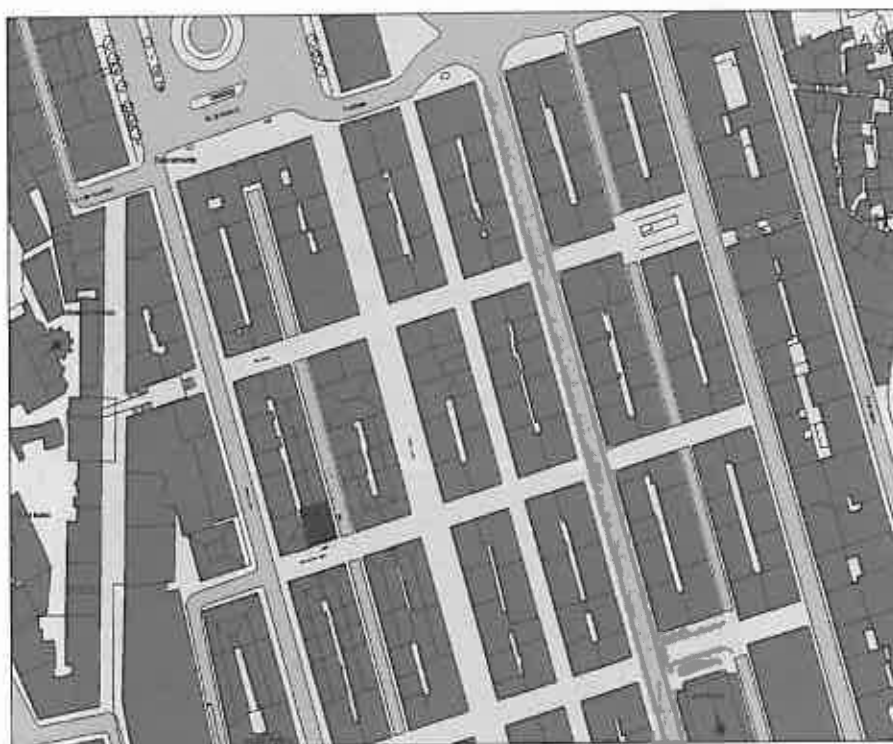


Figura 4.2 – Planta de localização.

O sistema construtivo do edifício apresenta-se bastante característico das construções Pombalinas, com paredes exteriores em alvenaria de pedra ordinária e tijolo de burro, rebocadas com argamassa à base de cal e pintadas, com revestimento a pedra ao nível do rés-do-chão.

As janelas e portas são guarnecidas a pedra de Lioz, caixilharia de vidro simples pintada, e portadas interiores em madeira pintada, sacadas em pedra de Lioz e guardas em ferro fundido, pintado.

Ao nível do piso térreo, temos paredes exteriores e pilares de alvenaria de pedra e tijolo ligadas com argamassa à base de cal. Estes pilares por sua vez suportam os arcos em pedra que servem de suporte às paredes interiores em frontal existentes (figura 4.3 – Paredes de Frontal), desde o piso 1 à cobertura.

Interiormente apresenta uma compartimentação executada através das paredes de frontal (resultam numa malha cruzada em barrotes de madeira preenchidos nos intervalos com argamassa, pedra e tijolos, rebocadas e pintadas), contribuindo para o comportamento estrutural do edifício, associadas aos tabiques de tábuas ao alto, já menos importantes para a estabilidade.

Os pavimentos são constituídos por barrotes de madeira e soalho, apoiados nas paredes exteriores e nas paredes de frontal.

Ao nível do Piso 1, a estrutura do pavimento está apoiada sobre os arcos de pedra que o suportam e às paredes de frontal existentes desde o piso 1 à cobertura.



Figura 4.3 – Paredes de Frontal e vigeamento dos pisos.

A cobertura existente apresenta 3 trapeiras originais, integradas estruturalmente no sistema de paredes de frontal. Esta apresenta uma solução de duas águas em telha do tipo Marselha, assente sobre barrotes de madeira que por sua vez assentam num frechal periférico e nas paredes de frontal.

Toda a estrutura do edifício encontrava-se bastante degradada, com a necessidade urgente de intervenção, devido às permanentes e duradouras infiltrações.



Figura 4.4 – Evidência de presença de Caruncho.



Figura 4.5 – Estrutura com indícios de apodrecimento.

A intervenção proposta está enquadrada no âmbito das ações de preservação e revitalização da baixa Pombalina, procurando salvaguardar os valores arquitectónicos fundamentais, integrando soluções técnicas aos sistemas construtivos existentes de forma sustentável.

4.2 - Concurso

O concurso teve 8 revisões de preço até à adjudicação tendo sido portanto um orçamento bastante exigente tendo sido necessário um grande nível de dedicação.

Todo o processo de orçamentação foi elaborado por mim, tendo sido a maior dificuldade no envio da primeira proposta, pois em pleno mês de Agosto, o insucesso na recolha de preços unitários para as mais diversas especialidades, materiais ou equipamento é bastante evidente, podendo ter originado a não entrega desta proposta e conseqüente eliminação do concurso.

A primeira proposta teve como valor 1.415.566,90 € (Um milhão quatrocentos e quinze mil e quinhentos e sessenta e seis euros e noventa cêntimos) e foi fechado com o valor de 1.150,00€ (Um Milhão, Cento e Cinquenta Mil Euros).

Uma redução importante no orçamento inicial, foi sem dúvida a alteração do pavimento, de réguado macheado de madeira de pinho de RIGA com a dimensão 90x22mm, assente sobre placas de OSB com 22mm de espessura, para pavimento flutuante, levando portanto a uma redução de cerca de 15.000,00 € num só artigo, cerca de 1,3% relativamente á proposta adjudicada.

4.3 - Contrato

O contrato estabelecido não foi nada mais, nada menos, que a colocação por escrito, do que tanto o Dono de Obra, como o Empreiteiro Geral pretendem, ou aceitam comprometer.

Tal teoria é interessante quando se resume a isso mesmo, a uma teoria, pois tal contrato não foi nada mais nada menos que uma Minuta enviada através da fiscalização, por parte do Dono de Obra, cujas alterações passíveis de se executar por parte do Empreiteiro, são quase inexistentes.

Através da cláusula que "obriga" a inclusão da aceitação dos erros e omissões, creio ser sempre uma maior valia apenas para o Dono de Obra, cujo empreiteiro salvo raras exceções sai beneficiado.

4.4 - Plano de Segurança e saúde

O Plano de Segurança e Saúde foi elaborado pelo Eng.º Rui Paiva, contratado diretamente pelo Dono de Obra.

Assim sendo, o Plano de Segurança e Saúde aprovado, teve como base o Plano de Segurança de projeto, com a inclusão e preenchimento de todos os anexos necessários à sua validação, tais como planta de estaleiro, Planos de formação e Informação aos trabalhadores, Lista de trabalhos com riscos especiais, etc.

Tal preenchimento foi efectuado por mim, bem como a implementação de todas as medidas de Segurança e Saúde em obra.

A aprovação do Plano de Segurança e saúde é um requisito obrigatório para consignação da Empreitada.

Tal aprovação foi efectuada no mesmo dia do auto de Consignação da Empreitada.

O plano de Segurança e Saúde, tem como objectivo elaborar, adaptar e implementar medidas, métodos construtivos, materiais, de forma a prever e minimizar os riscos a todos os trabalhadores em obra.

Tal implementação e cumprimento deverá ser contínua, e não pontual.

Capítulo 5 – Execução da obra

5.1 - Projeto de execução

5.1.1 - Introdução

O projeto de execução de estrutura do edifício em causa previa a conservação da estrutura existente na sua totalidade, mantendo paredes de frontal, madeiramento dos pisos, paredes exteriores de alvenaria de pedra, salvo a necessidade de substituição de alguns elementos degradados quer por apodrecimento, quer por existência de caruncho, quer por anomalias evidentes de resistência na capacidade estrutural.

A construção do edifício segue as linhas dos edifícios pombalinos, sendo à partida constituído por fundações tipo diretas com embasamento das paredes estruturais com pedra até á cota na ordem dos 3 metros de profundidade. Houve melhoramento dos solos de fundação com inserção de estacas de madeira. (Fundações não intervencionadas).

Ao nível do piso térreo, a estrutura é constituída por paredes exteriores de alvenaria de pedra e tijolo ligadas com argamassa à base de cal e pilares formados por blocos interiores de pedra emparelhada que servem de apoio aos diversos arcos em pedra que suportam não apenas o piso 1 mas também todas as paredes de frontal do piso 1 à cobertura.

Os pisos superiores são em madeira compostos por barrotes de madeira e soalho, com tetos em estafe na face inferior.

A entrega do vigamento dos pisos dá-se nas paredes exteriores e nas paredes de frontal do edifício. São nestas paredes exteriores de alvenaria de pedra, que as entregas apresentavam um maior estado de degradação.



Figura 5.1 – Entrega do pavimento nas paredes de Frontal.



Figura 5.2 – Entrega do pavimento nas paredes exteriores.

As paredes de frontal conforme já mencionado, são constituídas por elementos treliçados de madeira preenchidos com fragmentos de pedra.

O último piso (piso menos nobre do edifício) apresenta um pé direito bastante reduzido, e as paredes de frontal existentes no mesmo serviam de suporte a toda a cobertura

A cobertura era composta por barrotes de madeira, com entrega nas paredes exteriores em elementos de madeira (frechais).



Figura 5.3 – Estrutura da cobertura.



Figura 5.4 – Estrutura da cobertura.

As paredes exteriores, seguindo o traço Pombalino, vão reduzindo a sua espessura ao longo do desenvolvimento vertical do edifício.

Foi verificado que o edifício continha elementos metálicos de travamento das paredes de fachada, constituídos por varões roscados com barras de distribuição de esforços, aplicadas nos limites do varão, e embebidos nas paredes de alvenaria de pedra.

5.1.2 - Alterações propostas

Na sequência da enorme diferença entre a disposição dos espaços existente e o projeto de arquitetura, houve a necessidade de demolição integral de todas as paredes não resistentes em estafe.

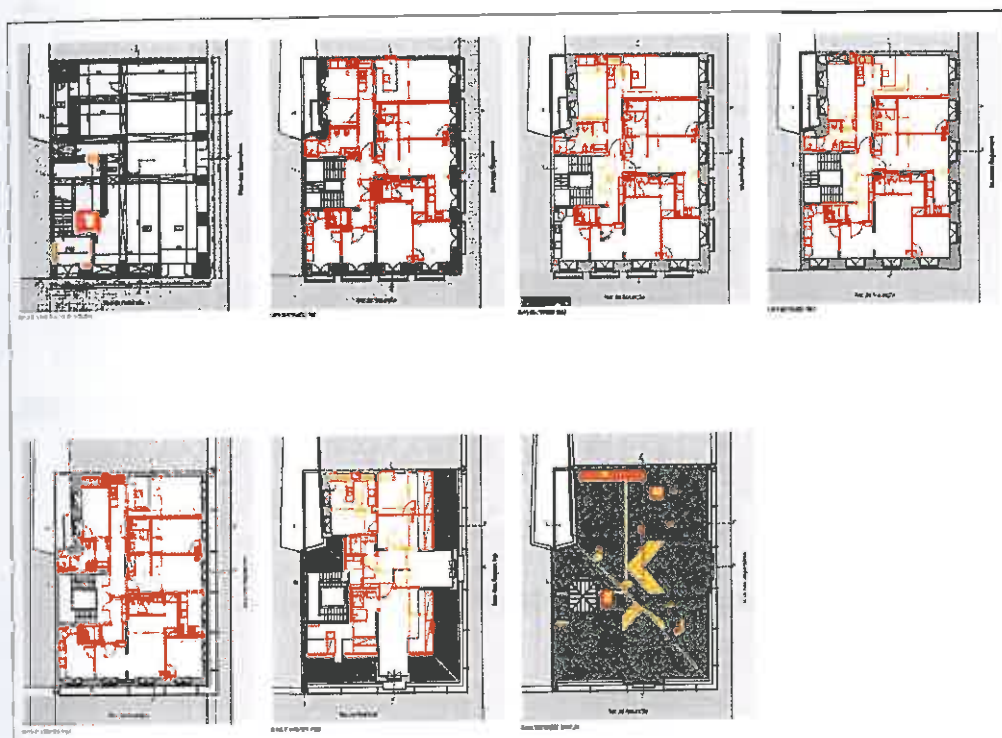


Figura 5.5 – Planta de Amarelos e Encarnados.

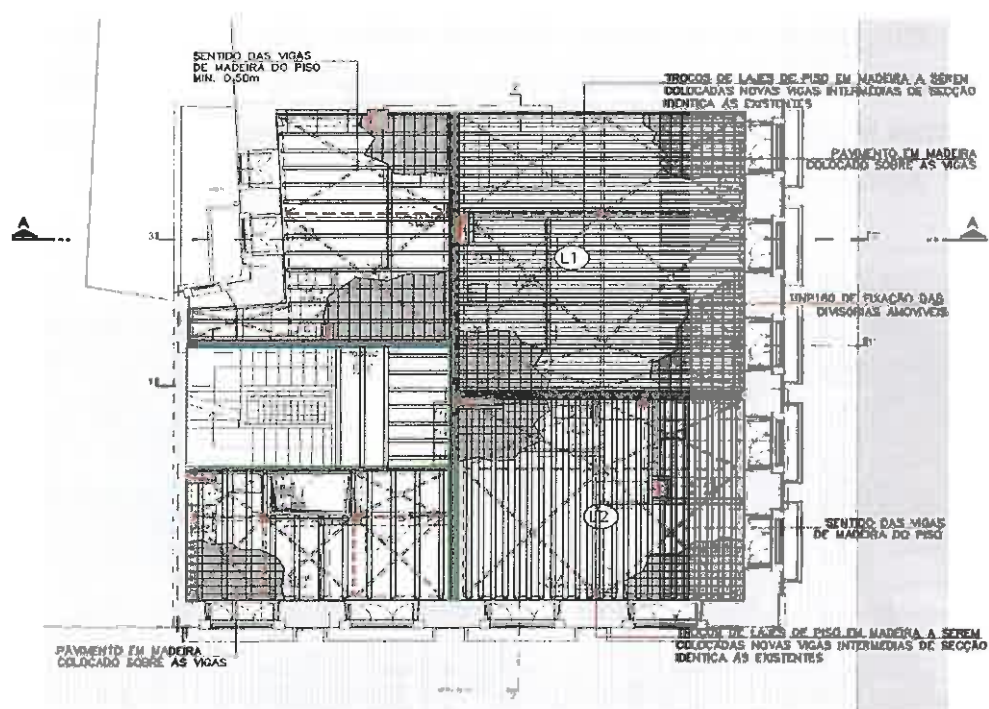


Figura 5.6 – Planta de estrutura de madeira dos pisos.

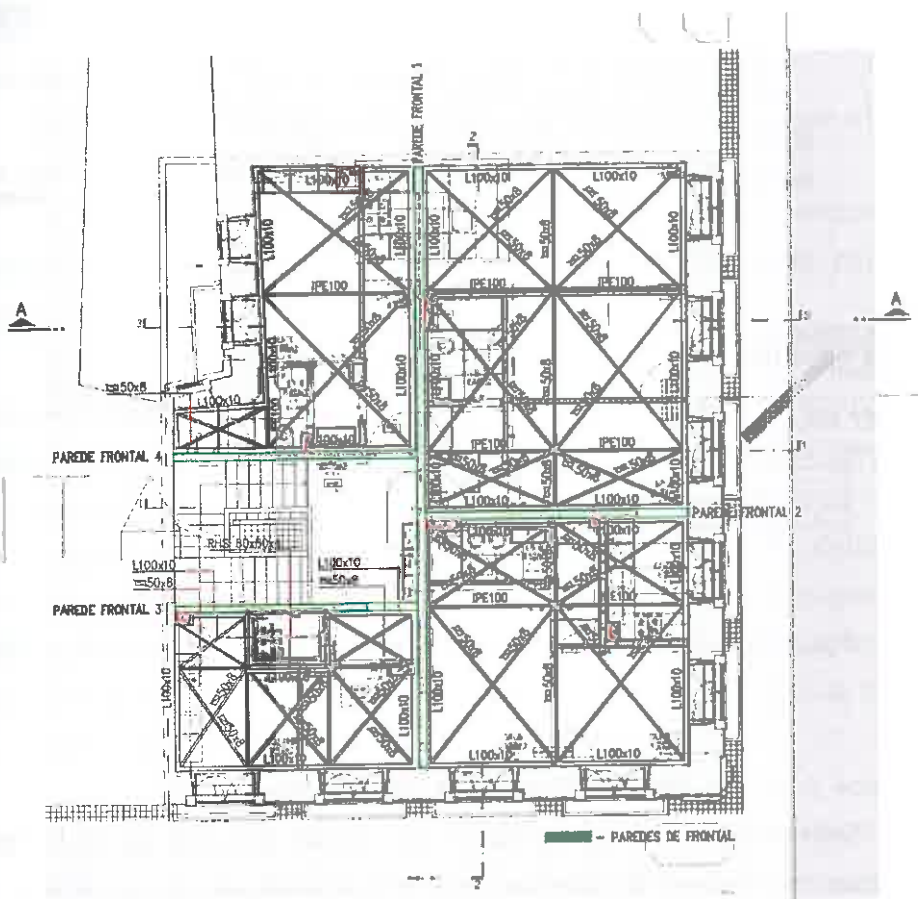


Figura 5.7 – Planta de estrutura metálica dos pisos.

As paredes resistentes do tipo frontal serão refeitas com recurso a madeiras resinosas de boa qualidade, de pinho de classe de resistência C24 Lameladas, sempre colocadas com as lamelas dispostas perpendicularmente aos planos de corte a que as mesmas estão sujeitas.

Tais elementos foram ainda ligados ao madeiramento existente, através de chapas de ligação duplas, ligadas com varões roscados com porcas de aperto em ambos os lados.

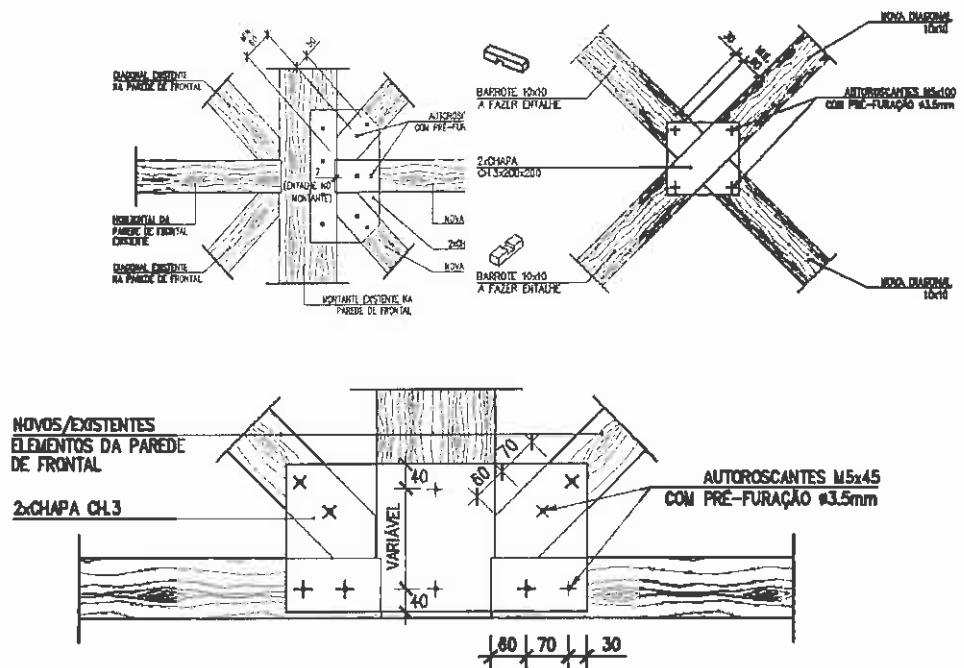


Figura 5.8 – Pormenores de chapas de ligação de elementos de madeira constituintes das paredes de frontal.

Todo o preenchimento do interior das treliças das paredes de frontal foi feito com recurso aos fragmentos cerâmicos aproveitados as demolição dos troços de parede de frontal alterados, e reassentes com recurso a argamassas de cal, mais especificamente cal aérea.

As paredes não resistentes construídas foram executadas em pladur, de forma a minorar a sobrecarga nos pisos.

A exceção deu-se ao nível do primeiro piso, que devido à existência de comércio no piso térreo, fora do âmbito na empreitada, e em permanente funcionamento, optou-se pela não substituição do vigamento, mas sim a colocação de um novo, em cima do existente, formando uma caixa para facilitar execução de esgotos ao nível do piso.

Com a implementação adicional do reforço metálico, verificou-se que as deformações sísmicas máximas espectáveis são reduzidas em cerca de 1/3 das verificadas na situação antes da intervenção.

Foi igualmente verificado que a aplicação dos travamentos nos pisos, permite que sejam substancialmente reduzidas as deformações diferenciais entre os cunhais do edifício, situação muito gravosa aquando de situações sísmicas.

A particularidade desta intervenção, foi a implementação de um elevador que serve todos os pisos excetuando as águas furtadas.

A sua estrutura, foi executada em estrutura metálica, composta por montantes, vigas e diagonais em perfis tubulares, com fundação em betão armado.

A execução do elevador levou à necessidade de demolição de um dos arcos em pedra localizados no piso 0. Como o arco em alvenaria não apresenta continuidade para os pisos superiores não está sujeito a grandes cargas de dimensionamento.

Já todas as paredes então construídas em pladur em torno da caixa de elevador nos pisos, foram afastadas do mesmo em cerca de 2 cm, para evitar qualquer tipo de transmissão das vibrações. O elevador sendo então parte integrante do edifício, foi construído de forma a ter o menos número de ligações ao mesmo, quanto possível.

A cobertura do edifício foi demolida na totalidade, já que o estado de degradação era demasiado elevado para qualquer tipo de aproveitamento.

A nova estrutura do telhado foi executada com recurso a madeira de pinho Lamelada, suportada interiormente por paredes de frontal e perifericamente por um frechal executado em betão armado, em todo o perímetro do edifício.

5.1.3 - Fase de obra

Quando iniciámos a obra, o velho edifício apresentava, apesar de em elevado estado de degradação, todos os revestimentos existentes, tanto em paredes e tetos, pelo que seria impossível numa primeira análise perceber qual o estado de conservação dos elementos estruturais.



Figura 5.10 – Fachada do edício antes da intervenção.



Figura 5.9 – Interior do edifício antes da intervenção.



Figura 5.11 – Parte demolida de tectos em estafe existentes.

De forma a aligeirar o peso e seguindo uma forma de organização comum, iniciámos a demolição de “cima para baixo”, iniciando toda a picagem de revestimentos no último piso.

O primeiro constrangimento detetado na totalidade dos pisos, e em grande parte das salas que os constituem, foi a existência de lambris de azulejos patrimoniais previstos em caderno de encargos a recuperar.

Com isto e aliada à repentina adjudicação da Empreitada, tivemos de alterar a estratégia inicialmente pensada e iniciar as demolições de revestimentos nas salas onde não existiam os ditos azulejos.

Só após entrada em obra de equipa especializada e reconhecida pelo IGESPAR, e remoção total dos azulejos no último piso, podemos então prosseguir com a demolição ordenada.

Foi neste piso que nos deparámos com a realidade do elevado estado de degradação dos elementos estruturais aí existentes. Foi necessária a substituição integral das paredes de frontal e estrutura de barrotes do piso, que devido à fraca impermeabilização da cobertura, esteve sujeita a entradas permanentes de água, apresentando existência de caruncho na totalidade do madeiramento.



Figura 5.12 – Parte de viga de pavimento existente com início de Caruncho.

Com vista ao aproveitamento de toda a madeira resistente passível de ser aproveitada, foram removidos todos os revestimentos de paredes e tetos de forma a avaliar cuidadosamente toda a madeira a substituir, mantendo o

revestimento dos pisos de forma a manter a segurança e acessibilidade a todas as divisões de todos os pisos. Nesta fase ainda se ponderava o aproveitamento ou não do soalho existente em madeira.



Figura 5.13 – Elementos estruturais após demolição dos revestimentos.



Foi então verificado que o estado de degradação dos vigamentos de madeira dos pisos era bastante elevado, apresentando forte evidência da presença de caruncho, e degradação excessiva nas entregas dos mesmos nas paredes exteriores.

Figura 5.14 – Vigas de madeira dos pisos em elevado estado de degradação.



Figura 5.15 – Entrega das vigas de madeira em elevado estado de degradação.



Assim sendo, optou-se pela remoção integral do soalho existente nos pisos, de forma a substituir e nivelar quase a totalidade do vigamento existente (cerca de 80%). Foram previamente marcados todos os barrotes a substituir a Spray, conjuntamente com a Fiscalização, após análise conjunta.

Figura 5.16 – Marcação das vigas a remover com spray.

As vigas decididas de aproveitamento nos pisos não apresentavam qualquer tipo de indício de presença de caruncho. Já que a substituição representava uma percentagem elevadíssima no edifício, não faria qualquer sentido assumir o tratamento de vigas sem correr riscos a longo prazo da permanência do mesmo.

Após marcação, foram removidos os soalhos existentes, sempre com execução sala a sala, e substituídas as vigas previstas a substituir com inserção de novas vigas de secção equivalente as existentes com respetivo nivelamento.

Logo após o nivelamento da estrutura foi colocado OSB 22 mm previsto para receber acabamento final, por questões de trabalhabilidade, deixando sempre por colocar as faixas ao longo das paredes exteriores para selagem das mesmas com argamassa e a faixa adjacente as paredes de frontal existente para ligação dos elementos verticais novos em substituição dos degradados.



Figura 5.17 – Revestimento do pavimento já com elementos estruturais nivelados.



Figura 5.18 – OSB por colocar perto dos encontros com as paredes de frontal para selagem.

Conforme previsto, todas as ligações entre elementos novos e existentes, e entre novos-novos das paredes de frontal, foram executadas com 1 chapa de 3mm em cada face ligadas com varões roscados. Apesar de não especificado em caderno de encargos, antes da colocação das chapas, todos os elementos de madeira foram interligados como parafusos autoroscantes.



Figura 5.19 – Elementos estruturais das paredes de frontal ligados com chapas.



Figura 5.21 – Fecho de vão existente com novas vigas de madeira.

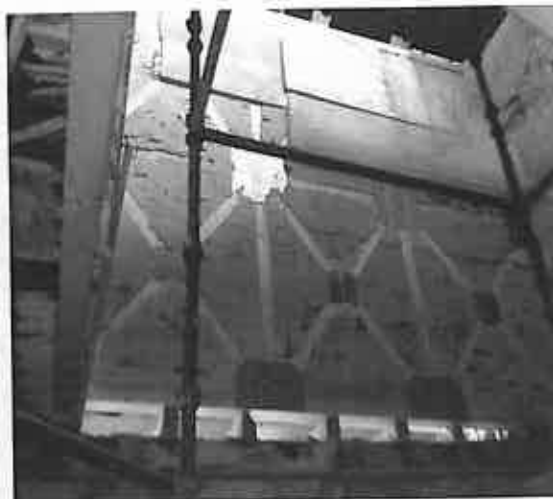


Figura 5.20 – Elementos estruturais das paredes de frontal ligados com chapas.

Após substituição de todos os elementos de madeira dos pisos, foram aplicados elementos metálicos para travamento global dos mesmos, constituídos por cantoneiras metálicas chumbadas nas paredes de fachada e entre paredes de frontal interior, delimitando desta forma os painéis de laje dos pisos. Adicionalmente foram colocadas barras metálicas, ligadas às cantoneiras metálicas periféricas, para contraventamento da estrutura.

Para fixação destas cantoneiras metálicas foi executado um meio fio com a única argamassa á base de cimento utilizada em obra, e os topos unidos com cantos metálicos soldados, já que a soldadura destas cantoneiras topo a topo em paredes sem esquadria se estava a tornar uma tarefa muito difícil.



Figura 5.22 – Execução de meio fio com argamassa de cimento para fixação das cantoneiras metálicas.



Figura 5.23 – Cantoneiras metálicas



Figura 5.24 – Soldadura topo a topo entre cantoneiras metálicas

O primeiro piso a ser reforçado estruturalmente, foi o piso das águas furtadas (pavimento). A meu ver o primeiro trabalho a ser executado deveria sem dúvida ter sido o desmonte e remoção de toda a estrutura da cobertura, de forma a aligeirar o edifício; Numa tentativa de otimização de custos para a não execução de cobertura provisória, optou-se por não o fazer. Foi na chegada do verão que percebemos que o risco que iríamos correr devido à incerta estabilidade das condições meteorológicas, que percebemos que a decisão foi um enorme erro, já que de certa forma dificultámos as ligações dos vigamentos de piso às paredes exteriores, devido á existência de um frechal que suportava toda a cobertura. Optou-se portanto por avançar com montagem da cobertura provisória.

Foi também aquando a remoção integral da cobertura, que percebemos que as paredes de frontal existentes neste piso se encontravam em muito mau estado de conservação (tanto pela existência de caruncho, como pelo apodrecimento na zona superior), e com o piso já executado, foi extremamente complicado efetuar as ligações inferiores das paredes de frontal deste piso às paredes de frontal suportantes destas.



Figura 5.25 – Paredes de frontal do último piso



Figura 5.26 – Corte do pavimento já executado para ligação inferior das novas paredes de frontal

Um das particularidades da execução da cobertura foram a da obrigatoriedade em manter as fachadas, neste caso específico, a de manter a parte frontal em pedra das Mansardas existentes.

Esta operação foi bastante complicada já que a estabilidade destes elementos deve-se em grande parte á existência da estrutura da cobertura (estrutura esta então demolida).



Figura 5.27 – Fachada Mansarda.



Figura 5.28 – Ligação Estrutura-Mansarda

Toda a estrutura da cobertura foi ligada às paredes exteriores, através da execução de um frechal em betão armado. Este frechal por opção nossa foi alterado, colocando embebido neste, uma viga de madeira para uma melhor ligação de madeira-madeira ao invés de madeira-betão.

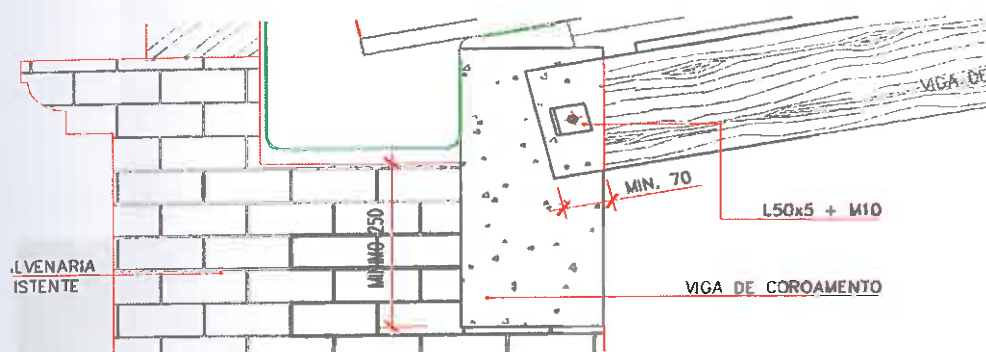


Figura 5.29 – Pormenor previsto em projeto para execução de frechal



Figura 5.30 – Execução de Frechal.



Figura 5.31 – Execução de Frechal.

A estrutura foi também ligada entre si com chapas duplas projetadas para o efeito, com estereotomias de acordo com os ângulos de união



Figura 5.32 – Chapas de ligação entre elementos da cobertura.



Figura 5.33 – Estrutura da cobertura.

Em paralelo com a execução de reforço estrutural, foi sendo executada a estrutura do elevador, sendo que as zonas de atravessamento dos pisos, ficou à espera da sua conclusão para se proceder à substituição da estrutura existente.

Estavam previstas as vigas de madeira na zona do elevador nos pisos, assentarem nas vigas de piso do elevador, tendo-se optado no decorrer da obra, por tarugar as vigas no limite do encontro com a estrutura do elevador, conforme pormenor previsto para aberturas nos pisos, para minoração da transmissão de vibrações da estrutura metálica, para a estrutura de madeira.

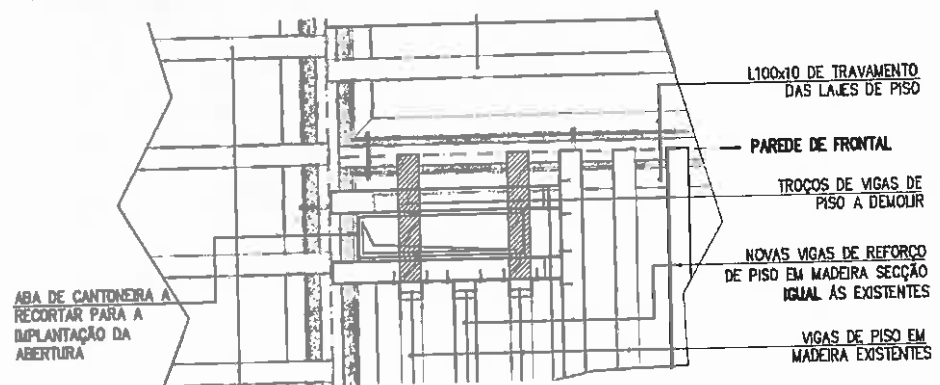


Figura 5.34 – Pormenor de abertura em pavimentos.



Figura 5.35 – Estrutura de madeira desligada da estrutura do elevador.

Dadas as condicionantes, quer em termos de espaço para armazenamento de materiais, quer por risco de execução de soldaduras em obra devido à existência de toda a estrutura de madeira, optou se por executar a estrutura do elevador através de elementos pré fabricados, e previamente soldados em fábrica, com ligações macha-fêmea conforme figura.



Figura 5.36 – Elementos pré fabricados da estrutura do elevador.



Figura 5.37 – Estrutura do elevador.

Para passagem de todas as prumadas em couretes foram executadas as aberturas conforme pormenor, para abertura de negativos em pavimentos conforme já referido.



Figura 5.38 – Abertura em pavimentos para execução de couretes.

Capítulo 6 – Conclusões

Neste relatório foram caracterizados os edifícios Pombalinos da baixa de Lisboa bem como as patologias que os caracterizam.

Revela-se portanto de extrema importância o conhecimento profundo de todos os traços característicos, patologias, ou seja, basicamente um conhecimento aprofundado da construção Original. Só através deste conhecimento podem ser identificados os elementos indispensáveis à estrutura do edifício, e serem executadas todas as alterações desejáveis, sem diminuição da resistência da estrutura existente.

Este tipo de construção, bastante inovadora para época, é sem dúvida um dos maiores valores de Portugal, e assim, devem ser incentivados todos os projetos de beneficiação do património existente na baixa pombalina, de forma à sua preservação para Gerações futuras. Devem ser também implementadas medidas eficazes de controlo, para evitar as inúmeras situações de intervenções negligentes neste tipo de edifícios, que alheias a qualquer responsabilidade ou conhecimento adequado, reduzem em muito, o comportamento estrutural existente.

É de lamentar por vezes a lentidão de resposta dos órgãos intervenientes que em muitas situações inviabilizam qualquer tipo de investimento.

Referências bibliográficas

Cruz, Helena (2001). "Patologia, avaliação e conservação de estruturas de madeira*".

Pena, André Franco (2008). "Análise do Comportamento Sísmico de um Edifício Pombalino", Dissertação para obtenção de Grau de Mestre em Engenharia Civil, IST.

Miranda, Francisco Antunes Sanches (2011). "Caraterização de edifícios pombalinos da baixa de Lisboa" Dissertação para obtenção de Grau de Mestre em Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

Sites consultados

Site 1: "Pragas de A a Z"; <http://espectrodesomas.weebly.com/caruncho-xiloacutefagos.html>.

Site 2: -" Wikipedia"; <http://pt.wikipedia.org>.