



# SbO

Sessentas d'Obra Ciclo de construção, do projeto à obra

# 10, maio 2017

Reabilitação da Casa Andresen

Porto

Nuno Valentim, Frederico Eça,  
Vasco Freitas e Anibal Costa

**Editor**

Cadernos d'Obra

**Diretor**

Vitor Abrantes

**Coordenação Editorial**

Bárbara Rangel

**Comissão Editorial**

Abel Henriques

Ana Sofia Guimarães

António Silva Cardoso

Joaquim Poças Martins (presidente da OERN)

Paulo Conceição

Rui Faria

**Iniciativa e produção**

Departamento de Engenharia Civil da FEUP

**Com o apoio de**

Universidade do Porto

Câmara Municipal do Porto

Ordem dos Engenheiros Região Norte

**Conceção Gráfica**

Incomun

**Textos**

Textos da autoria de Nuno Valentim Lopes, Aníbal Costa e Vasco Freitas.

Inclui uma adaptação parcial de conteúdos da Tese de Doutoramento de Nuno Valentim Lopes "Projecto, património arquitectónico e regulamentação contemporânea: sobre práticas de reabilitação no edificado corrente.", FAUP, 2016.

**Créditos Fotográficos**

Aníbal Costa: fig. 13-16.

Arquivo da UP: fig. 3, 12.

João Ferrand: fig. 1, 2, 4A, 5, 7A, 18, 19B, 20B-C, 21B, 22-24.

Nuno Valentim: fig. 4B, 6, 7B, 8-11, 17, 19A, 20A.

Vasco Freitas: fig. 21A.

**Impressão**

Rainho e Neves

2.ª edição, setembro 2019

Depósito legal: 336727/11

ISSN 2184-6065

Tiragem: 500 exemplares

**Preço por número**

4,50 euros

**Publicação periódica**

n.º 10. Ano III, maio 2017

**Propriedade**

FEUP/DEC

R. Dr. Roberto Frias s/n

4200-465 Porto

Portugal

Tel./fax: + 351 22 508 19 40

cdo@fe.up.pt

É proibida a reprodução sem a autorização escrita dos autores e do editor.

A exatidão da informação, os copyrights das imagens, as fontes das notas de rodapé, bem como a bibliografia, são da responsabilidade dos autores dos artigos, razão pela qual a direção da revista não pode assumir nenhum tipo de responsabilidade em caso de erro ou omissão.

A iniciativa "Fora de Portas engenharia civil à mostra", resulta da colaboração entre o Departamento de Engenharia Civil da FEUP, a Mostra da UP e o Município do Porto. Realiza-se no contexto da iniciativa Porto Innovation Hub (PIH), que pretende envolver os cidadãos e visitantes da Invicta na descoberta da inovação que transformou a cidade nos últimos séculos. Através da visita a locais históricos e infraestruturas emblemáticas do Porto, procura-se demonstrar o impacto direto da inovação na melhoria da qualidade de vida dos cidadãos. O PIH é uma iniciativa do Município do Porto que pretende ser uma plataforma para o fortalecimento do ecossistema de inovação e empreendedorismo da cidade, contribuindo desta forma para que o Porto se possa destacar no panorama nacional e internacional como uma cidade inovadora e criativa. O PIH propõe a criação de um espaço de experimentação e laboratório vivo, potenciando cenários e oportunidades de desenvolver novos produtos, métodos ou conceitos à escala urbana, contribuindo, assim, para a cultura de transformação para a inovação.

**Editorial.** Para a décima edição da **Sebentas d'Obra**, promovida pelo Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, pela Mostra da Universidade do Porto e pela Porto Innovation Hub, propomos uma visita à Casa Andresen onde viveu a Sophia de Mello Breyner, um palacete do séc. XIX recentemente recuperado pela equipa de arquitetura e engenharia liderada pelos Arq. Nuno Valentim, o Eng. Aníbal Costa e o Eng. Vasco Freitas.

A Casa Andresen, o antigo Palacete do Campo Alegre mandado construir no início do séc. XIX pelo industrial João Andresen tem soluções construtivas que ainda hoje são um exemplo de inovação construtiva a nível estrutural e mesmo no que se refere ao desempenho energético do edifício. O rigor da sua composição paladiana é perceptível desde a sua organização espacial, à composição geométrica das fachadas até ao rigor construtivo. Todos os compartimentos distribuem-se à volta de um hall principal que abrange os dois pisos nobres. Esse hall, de dimensões quase desmesuradas, hoje é ocupado pela enorme baleia que a Sophia de Mello Breyner vira guardada na Faculdade de Ciências, revela-se como o coração da casa para onde todos os compartimentos se abrem. A iluminar este espaço interior, no telhado abre-se uma claraboia acessível por uma galeria, fazendo lembrar uma vigia de um barco. A importância desse espaço central reflete-se inclusivamente na composição das fachadas, as janelas, de dimensões sempre iguais em toda a casa, aproximam-se para marcar o eixo principal que estrutura não só a composição da casa como do jardim romântico que ocupa esta quinta.

O trabalho de intervenção desta equipa teve como ponto de partida revelar este rigor quase matemático em todas as suas vertentes. Antes de se dar início à intervenção, foi feita uma rigorosa inspeção por uma equipa do Instituto da Construção, liderada pelo Eng. Aníbal Costa. Percebeu-se que existiam soluções estruturais que pareciam desafiar os cálculos estruturais. Para ver se desempenhavam corretamente as suas funções, realizou-se um teste de carga com os alunos da aula prática de Construção do curso de Arquitetura lecionada pelo Arq. Nuno Valentim. Quando o Eng. Vasco Freitas estudou o desempenho higrótérmico do edifício, apercebeu-se que as janelas e portadas existentes, embora com vidro simples, seriam a solução ideal para responder aos requisitos atuais. Apenas com uma cortina exterior seria possível controlar as trocas de calor entre o exterior e interior. A equipa de restauro, pacientemente encontrou os acabamentos originais, reproduzindo o rendilhado dos rebocos e dos estuques. A intervenção de arquitetura assume-se com uma grande descrição e respeito por esta peça quase de relojoaria. A nova escada serpenteia-se timidamente como uma folha de papel e os espaços da cave para acomodar os espaços da sua nova ocupação, parecem ter estado aí desde sempre.

Convidamos nesta visita e com esta edição a espreitar o que será a Galeria da Biodiversidade e que foi outrora o berço dos sonhos da Sophia de Mello Breyner. Talvez se encontre ainda a Fada Oriana e a Menina do Mar à procura do Tesouro na Floresta com o Cavaleiro da Dinamarca e o Rapaz de Bronze!

Bárbara Rangel  
Porto, 3 maio 2017

# Reabilitação da Casa Andresen



Fig. 1. Casa Andresen e Jardim botânico do Porto antes da intervenção.



# Projeto

## Resumo

Apresenta-se o projeto e o processo de reabilitação da Casa Andresen, palacete portuense do final do séc. XIX, intervencionado em 2010 – para abrir ao público e receber a exposição internacional “A Evolução de Darwin” – e mais recentemente para acolher a futura Galeria da Biodiversidade dos Museus da Universidade do Porto.

A qualidade arquitetónica da Casa Andresen, escala, relação com o jardim, espacialidade interior, tipologia, sistema construtivo, materiais utilizados, cuidado decorativo, entre outros, muitos são os valores identificados que tornam este projeto de reabilitação um exercício particularmente exigente.

O seu bom estado geral de conservação (confirmado por um rigoroso e extenso relatório de inspeção e diagnóstico) permitiu, desde logo, a integração adaptativa destes valores no novo programa do edifício – a futura Galeria da Biodiversidade. Piso a piso foram definidos

níveis de intervenção ajustados ao diagnóstico de valores e estado de conservação. Mencione-se a necessidade de fasear a intervenção por força dos constrangimentos orçamentais e candidatura a fundos europeus de apoio – a incorporação no processo de projeto de uma lógica de faseamento introduz importantes alterações na abordagem ao edifício existente que, cada vez mais, e atendendo ao momento que vivemos, farão parte das metodologias de projeto.

## Situação existente e nota histórica

### Enquadramento urbano e histórico

A Casa Andresen é um edifício singular do ponto de vista arquitetónico, excepcional no seu espaço interior, iluminação natural, escala e relação notável com a envolvente onde se implanta o Jardim Botânico do Porto. Situa-se na Rua do Campo Alegre (antiga estrada que unia o centro da cidade ao mar) e tem uma área bruta de construção de 2.600 m<sup>2</sup> distribuída em 3

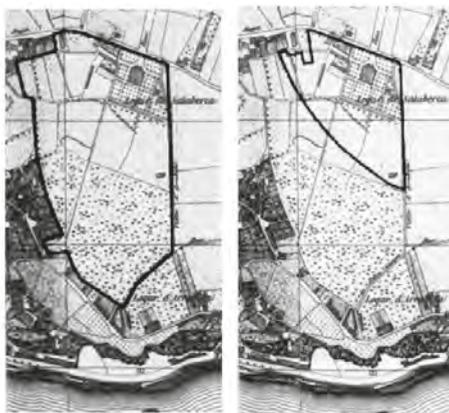


Fig. 2. Átrio da casa antes da intervenção. Planta de Telles Ferreira de 1892: os limites originais e os limites actuais do Jardim Botânico do Porto.

pisos correspondendo a uma implantação de 840 m<sup>2</sup> (29 m x 29 m). Atualmente a área do jardim onde se insere tem 47 600 m<sup>2</sup> fazendo parte de um conjunto de construções que incluem a antiga casa dos caseiros (Casa Salabert) e estufas.

A Quinta terá pertencido originalmente à Ordem de Cristo, tendo sido adquirida por um médico de origem francesa Jean Salabert. Em 1875 é comprada pelo brasileiro João Silva Monteiro que manda construir um palacete que é remodelado vinte anos mais tarde pelo novo proprietário, o negociante João Henrique Andresen, bisavô paterno da poetisa Sophia de Mello Breyner (a Casa e jardins estão frequentemente presentes em várias obras suas). No início da década de 50, a quinta é adquirida pelo Estado e integrada na Universidade do Porto, passando a denominar-se Jardim Botânico do Porto e a ser administrada pela Faculdade de Ciências e pelo Instituto de Botânica Dr. Gonçalo Sampaio.

A Casa e jardins fazem também parte da obra literária de Sophia de Mello Breyner Andresen:

“Naquela casa tudo era enorme: as portas, as janelas, a cozinha, a copa, os quartos, as salas, as escadas, os corredores. Mas a maior divisão da casa era o grande átrio onde no Natal se armava o pinheiro. À roda desse átrio ficavam as salas...”

### Tipologia e sistema construtivo

A Casa Andresen, construída ao gosto palladiano, tem uma planta de forma quadrangular, com 29 m de lado e um salão central que também funciona como distribuição e que se destaca pelo pé-direito, fortemente iluminado por um lanternim emergente da cobertura. Em torno deste salão dispõem-se os compartimentos com uma geometria e sequência muito claras.

“Tudo na casa era desmedidamente grande desde os quartos de dormir onde as crianças andavam de bicicleta até ao enorme átrio para o qual davam todas as salas e no qual, como Hans dizia, se poderia armar o esqueleto da baleia que há anos repousava, empacotado em numerosos volumes, nas caves da Faculdade de Ciências por não haver lugar onde coubesse armado.”

Embora tanto na organização em planta como no desenho dos alçados exista uma estrutura de grande clareza, persiste também a teoria de que a Casa terá sofrido sucessivas adaptações, tendo sido até levantada a possibilidade de ter ali funcionado inicialmente uma pequena indústria (não existem registos sobre o edifício anteriores a 1930). De facto, o edifício apresenta numa tipologia pouco convencional na cidade do Porto: toda a casa se desenvolve em torno do espaço central e a escadaria existente é remetida a uma posição periférica



Fig. 3. Fotografias antigas da Casa Andresen – fachada norte e uma das salas interiores.

- o que levanta a dúvida se não terá existido uma outra escada de maior presença.

As fachadas da Casa Andresen são compostas por paredes de alvenaria de granito rebocado e pintado, de dois panos com 0,28 m de espessura cada, num total de 0,70 m. Todas as paredes da casa e seus elementos decorativos exteriores em argamassa e pintados, com exceção da escadaria frontal à rua, em granito.

Destaque-se o cuidado no desenho e construção das caixilharias, portas e portadas existentes. Para além das dimensões absolutamente invulgares dos vãos exteriores que se traduz numa iluminação interior abundante, o pormenor construtivo (espessura dos perfis, as ferragens), a junta em chumbo com a alvenaria, a integração da caixilharia na espessura das fachadas e a articulação com a pormenorização interior de rodapés/guarnições atribuem a estes elementos construtivos um valor a ter em conta na operação de reabilitação.

A cobertura tem uma geometria complexa, formada por diversos corpos independentes de quatro águas cada, com a solução tradicional de estrutura de madeira e revestimento em telha marselha. Destacam-se, nos elementos emergentes da cobertura, o corpo central envidraçado com planta octogonal revestido a zinco e as quatro chaminés na continuidade dos cantos do espaço central da Casa (seguramente associado ao sistema centralizado de aquecimento entretanto suprimido). Refira-se ainda a particularidade de não existir platibanda em granito, mas sim, uma guarda em ferro forjado sobreposta ao beirado.

Os tetos estucados e os pavimentos em madeira são a solução corrente de revestimento na Casa Andresen. Encontram-se também pavimentos em grés porcelânico/mosaico artístico na antecâmara de entrada (os pavimentos exteriores afetos ao rés-do-chão da casa são revestidos a mosaico hidráulico). Com exceção do piso térreo, a estrutura destes elementos é constituída por vigas de madeira com diferentes secções e alguns reforços metálicos circunscritos. Decorrentes das intervenções anteriormente realizadas, fundamentalmente para a sua adaptação a edifício escolar e integração na Universidade do Porto, foram construídas lajes de betão armado (associadas às zonas de água - antigos laboratórios cozinha e instalações sanitárias).

Encontram-se no interior da casa paredes em alvenaria de granito (com função estrutural) e paredes divisórias de tabique (correspondentes ainda à sua função de habitação). Resultantes das obras de remodelação dos anos oitenta, situavam-se na cave algumas paredes de tijolo e divisórias em madeira. A solução corrente de revestimento das paredes é bastante homogénea, predominando os estuques finos ou estuques pigmentados sobre argamassa de saibro (geralmente pintadas com uma camada de tinta plástica). Refira-se ainda a existência, em quase todos os compartimentos, de rodapés, lambris e guarnições em madeira com acabamento em pintura de esmalte. Dispersos pela casa existem diversos painéis de azulejo, sendo o mais relevante o situado na entrada (executados na Fabrica do Carvalhinho, no Porto, por P. Gonçalves, em 1915) com excertos de cantos de "Os Lusíadas".



Fig. 4. Casa Andresen antes da intervenção (vistas desde os jardins). Obra de influência palladiana: Queen's House (1616-1619).



Fig. 5. Casa Andresen – imagens da situação existente:

- . fachada sul;
- . vão-tipo exterior em madeira pintada a recuperar, em parede de alvenaria de granito integralmente revestida a argamassa;
- . cobertura e corpos emergentes (chaminés, lanternim, trapeiras);
- . átrio central: vista da galeria do piso superior;
- . átrio central: vista do piso inferior;
- . escada interior existente em madeira;
- . sala no cumhal do edifício. Vista interior do vão-tipo exterior em madeira pintada.



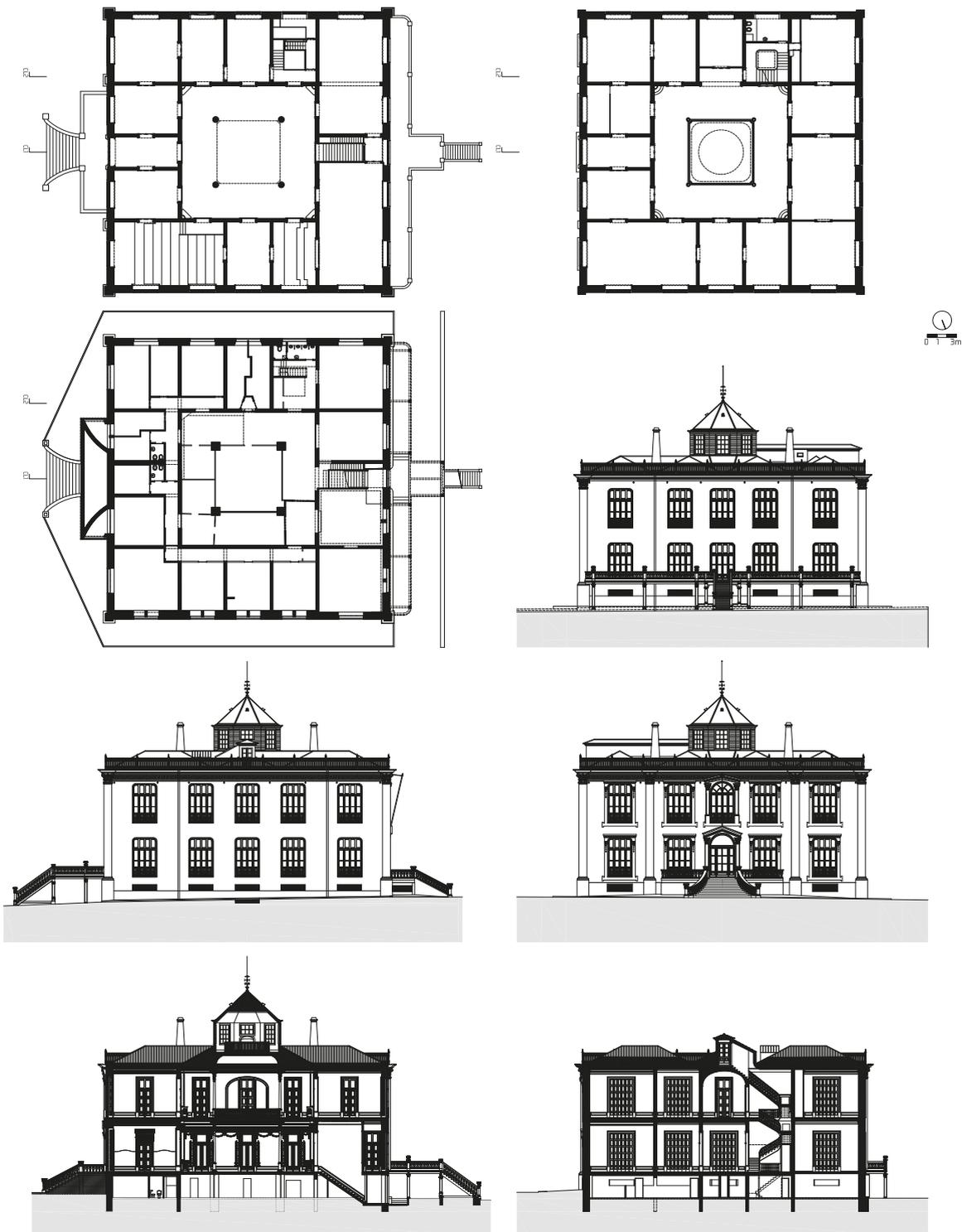


Fig. 6. Desenhos de levantamento: plantas do rés-do-chão, 1.º andar e cave; alçados sul, poente e da rua do Campo Alegre; cortes longitudinais CL1 e CL2.

## Programa

A celebração do Centenário da Universidade do Porto e a possibilidade de receber a importante exposição internacional, A Evolução de Darwin, sobre a sua vida e obra, proporcionaram a 1.ª fase da reabilitação, estendendo a intervenção às estufas concebidas nos anos 60 por Karl Franz Koepp.

No que se refere à Casa, o programa procurava essencialmente:

- configurar um percurso expositivo lógico resolvendo os problemas de circulação vertical (articulação entre pisos e acessibilidade a cidadãos com mobilidade condicionada);
- reformular as funções indispensáveis de apoio a um equipamento desta natureza como as instalações sanitárias, a cafetaria e as áreas técnicas;
- melhorar os níveis de conforto infraestrutural (térmico, acústico, de segurança, etc.);
- resolver as inúmeras patologias, degradações existentes e intervenções desajustadas realizadas no edifício ao longo do tempo.

Um outro pressuposto programático foi o faseamento da intervenção, realizando-se as obras indispensáveis para receber, numa 1.ª fase, a exposição supracitada, seguindo-se uma 2.ª fase de projetos, concursos e financiamentos destinados à futura Galeria da Biodiversidade, pólo de investigação e exposições permanentes/temporárias ligado aos museus da Universidade do Porto.

## Intervenção

### Do Estudo Diagnóstico e Estado de Conservação

A singularidade da Casa Andresen foi confirmada pelo Estudo Diagnóstico realizado. Como veremos, o Relatório de Inspeção e Diagnóstico coordenado pelo Prof. Aníbal Costa, constituiu uma ferramenta essencial no processo de identificação dos valores presentes e hierarquia das prioridades de intervenção face à caracterização construtiva e estado de conservação da preexistência, permitindo estabelecer os seguintes pontos de partida:

- problemas de acessibilidade/compartimentação interior existente: confirmou-se a grande dificuldade de acesso/circulação de cidadãos com mobilidade reduzida e a impossibilidade de criar um percurso interior através dos vários pisos, espaços e escadas existentes (de dimensão reduzida); os equipamentos de uso comum (sanitários, cafetaria) estão mal localizados e com problemas de utilização;
- comportamento estrutural: o edifício adotara inúmeras soluções distintas, espelhando a sequência de intervenções avulsas a que foi sujeito. A estrutura principal de alvenaria resistente de granito e a estrutura secundária (pavimentos e cobertura) em madeira, estavam generalizadamente em bom estado de conservação e com capacidade de receber o novo programa;
- natureza das patologias: resultavam sobretudo da degradação dos elementos construtivos existentes, falta de manutenção e algumas más intervenções realizadas ao longo do tempo sobretudo relativas à



Fig. 7. Átrio e cobertura - imagens do estado de conservação antes da intervenção.

cobertura (e consequentes humidades de infiltração) e a substituições inadequadas de rebocos, caixilharias e outros revestimentos;

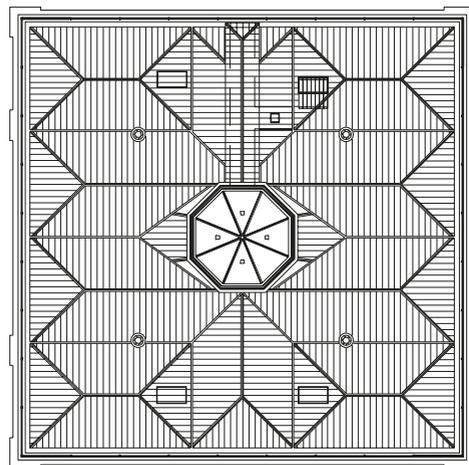
- situação infraestrutural: ausência de sistemas de aquecimento, ventilação, sistema de segurança, gás, dados e comunicação; redes de águas e eletricidade desadequadas;
- comportamento higrotérmico: apesar da massa e inércia térmica das paredes resistentes exteriores e interiores, o edifício está sujeito a uma grande carga térmica (sobretudo no verão) atendendo à dimensão excepcionalmente grande dos vãos exteriores (2,50 x 4,00 m).

### Proposta

Face aos valores identificados, as intervenções foram direcionadas aos pontos críticos programáticos e construtivos. As operações necessárias foram sobretudo de demolição pontual, reorganização de espaços e reparação/recuperação com construção localizada para resolução de problemas funcionais e construtivos.

A necessidade de criar um percurso no interior da Casa, com uma lógica adaptada à acessibilidade de visitantes das exposições, tornou-se o fio condutor da intervenção arquitetónica. Associou-se à pequena escada existente na ala nascente o espaço contíguo, que passaria a funcionar como átrio ao longo dos três pisos. Introduziu-se igualmente uma nova escada e um novo elevador, aproveitando a demolição de uma prumada de instalações sanitárias construídas em betão armado nos anos 50, com inúmeros problemas funcionais e construtivos, de forma a tornar a ligação entre pisos mais contínua e acessível. Através de um postigo existente no piso térreo, semienterrado, foi igualmente possível criar um acesso direto do novo átrio ao exterior evitando escadas.

As restantes funções de apoio como as instalações sanitárias, a cafetaria e as áreas técnicas situavam-se igualmente no piso inferior. Esta realocização permitiu abrir a casa ao jardim - a cafetaria tira agora partido de uma relação mais próxima e franca com o exterior. Note-se que, apesar destas alterações, apenas um terço da cave foi intervencionado, ficando a restante área destinada a armazenagem e reserva nesta fase, aguardando os próximos programas.



### Principais ações de reabilitação construtiva

O estado de conservação do edifício permitiu recuperar grande parte dos elementos construtivos preexistentes. Pelo exterior, foi conservada a fachada, substituindo pontualmente as argamassas quando apresentavam sinais de destacamento ou de excesso de composição cimentícia. Mantiveram-se todos os elementos decorativos singulares como: colunas, capitéis, cunhais, beirados, embasamentos, floreiras, etc. Atendendo ao razoável estado de conservação das caixilharias exteriores apenas se procedeu a uma pintura geral provisória (predominantemente de cor avermelhada que se verificou já ter pertencido à Casa) e ao arranjo da faixa ajardinada em contacto direto com o edifício.

Ao nível da estrutura procurou-se ligar as paredes exteriores às interiores para melhorar o comportamento fora do plano das paredes exteriores. Atendendo ao bom estado de conservação diagnosticado nas estruturas de madeira e ao facto de os pavimentos não apresentarem deformações, conservaram-se estes elementos existentes através de operações de limpeza/decapagem e tratamentos de preservação/substituição de peças e entregas degradadas; a intervenção passou ainda pela introdução de tarugos, com o objetivo de reduzir as vibrações e pelo reforço pontual de ligações. Realizou-se um tratamento de preservação das madeiras e aplicação de verniz/pinturas ignífugas em zonas acessíveis. Conservou-se assim

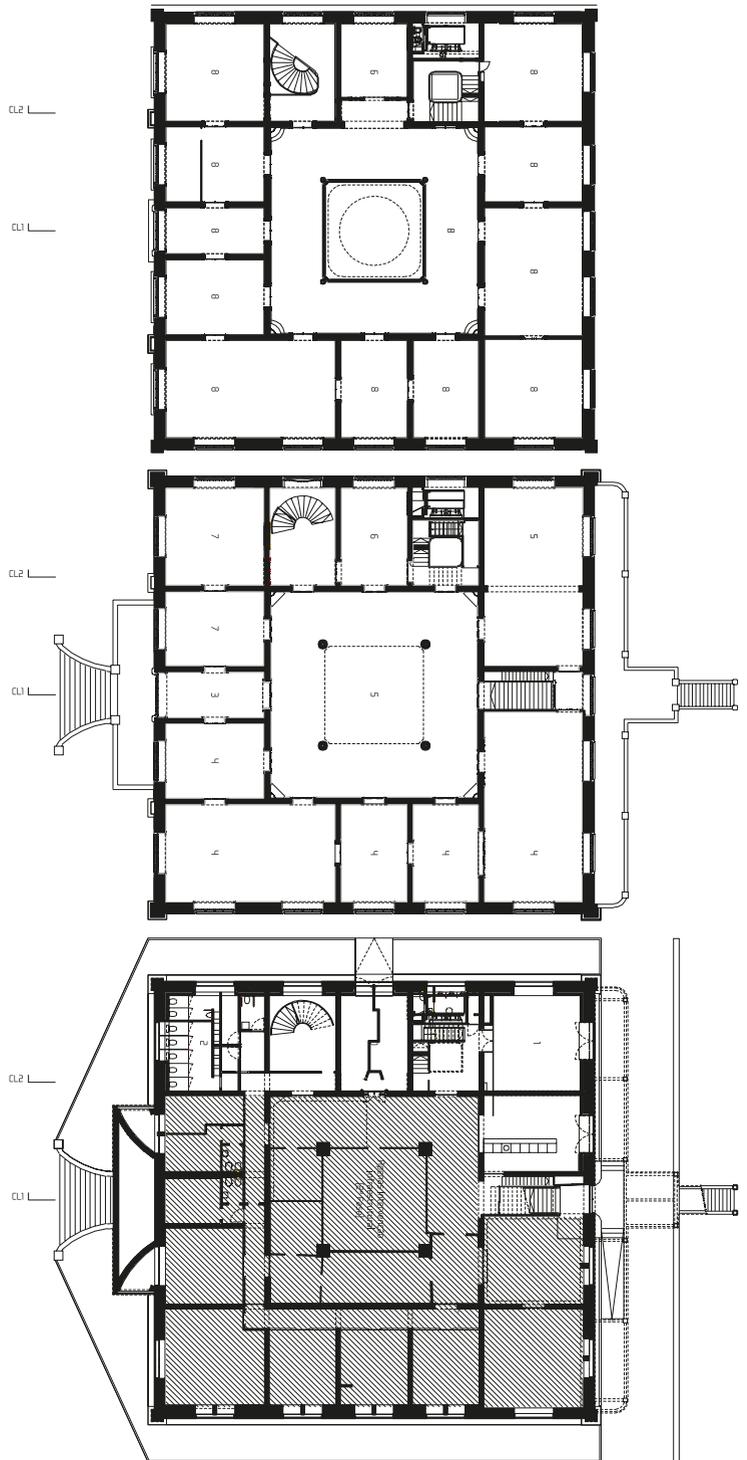
Fig. 8. Desenhos da proposta

< Planta da cobertura

Planta do 1.º andar

Planta do rés-do-chão

Planta da cave (1.º fase - na área com trama apenas foram realizadas demolições e trabalhos elementares de redes e pintura).



a estrutura e revestimento do teto (pavimento do piso superior e suas relações de cota), pavimento em lajeado de granito/cotas de soleiras/padieira de vãos interiores, fundações de paredes resistentes e a continuidade de cota dos pavimentos interiores e exteriores - mantendo as aberturas para o exterior/ventilação/relação direta entre estes espaços.

Tendo-se verificado ser prioritária a intervenção na cobertura, fonte de inúmeras anomalias, optou-se, neste caso, por uma reconstrução integral, introduzindo elementos de melhoria do desempenho de estanquidade e térmico, facilitando igualmente o acesso aos desvãos dos vários módulos da cobertura.

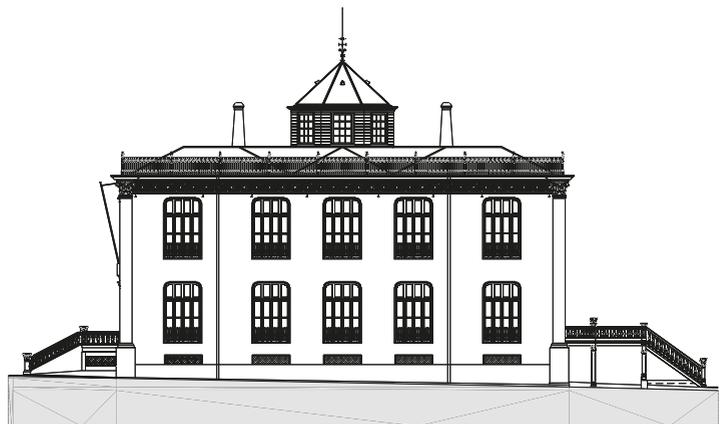
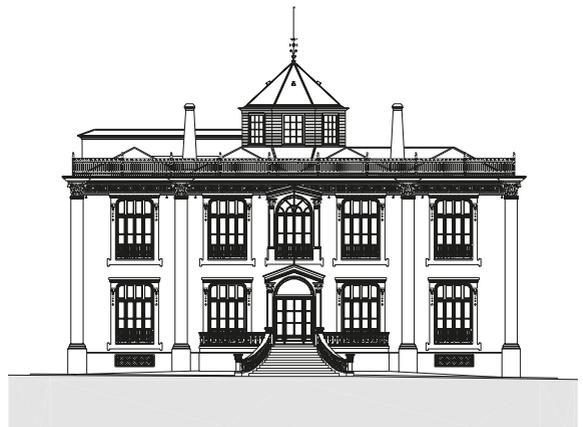
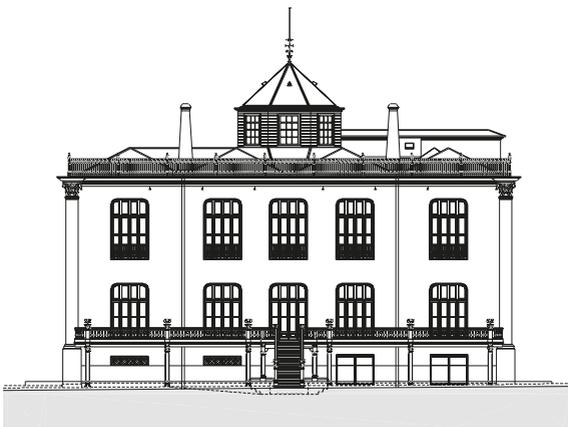
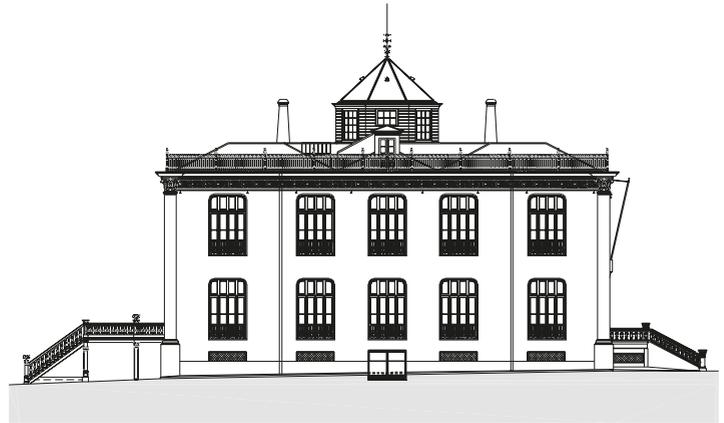


Fig. 9. Desenhos da proposta  
Alçado nascente  
Alçado sul (1.ª fase)  
Alçado rua do Campo Alegre  
Alçado poente.

Pelo interior, foram recuperados todos os elementos nestas paredes associados a vãos, pavimentos e tetos (alizes, rodapés, lambris, rodapés, sancas, estuques, etc).

Foram também substituídas as principais redes (eletricidade, segurança, águas, gás e aquecimento) e optou-se por sistemas portáteis de iluminação e humidificação/desumidificação nas exposições a ocorrer nesta fase. Todos os restantes trabalhos no interior foram sobretudo de recuperação dos materiais de revestimento e pinturas.

A 2.ª fase de obras, decorrida em 2014 - não documentada nesta publicação - contou com a continuação dos trabalhos de remodelação do piso térreo (áreas pedagógicas, administração e reservas), a finalização das medidas infraestruturais, a montagem dos módulos/conteúdos destinados à Galeria da Biodiversidade, o tratamento integral das fachadas exteriores (rebocos e caixilharias), a introdução de sombreamento exterior dos vãos envidraçados, a reabilitação da extensa varanda em betão armado, na fachada sul, construída nos anos 30

e a continuação da reabilitação de algumas estufas do Jardim Botânico.

Como notas finais releva-se:

1. A importância de um diagnóstico rigoroso para a correta definição da estratégia de intervenção.
2. O baixo custo por metro quadrado é um dado (uma circunstância) e não um atributo ou um estilo - não se trata de uma reabilitação 'low-cost' (como, distorcidamente, muitos pretendem que a reabilitação se designe e se faça) mas sim de um projeto que procura cumprir um teto orçamental e um prazo de execução encontrando a suas prioridades face aos valores identificados;
3. O faseamento da intervenção revela-se, neste caso, determinante para a própria estratégia de financiamento do conjunto de intervenções.

E por fim cumpriu-se a profecia poética de Sophia - a baleia já habita o átrio da casa.

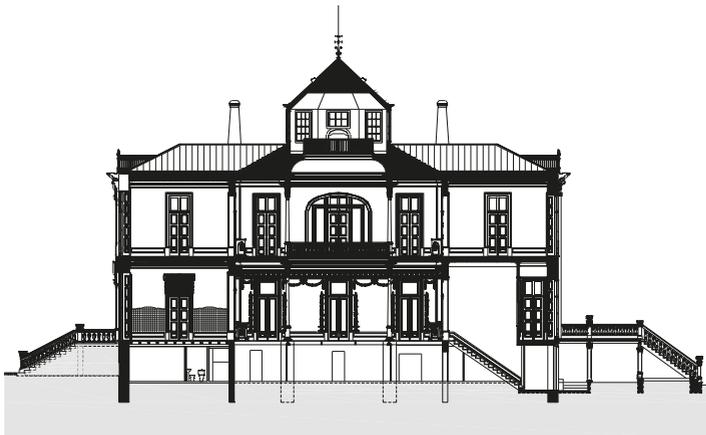
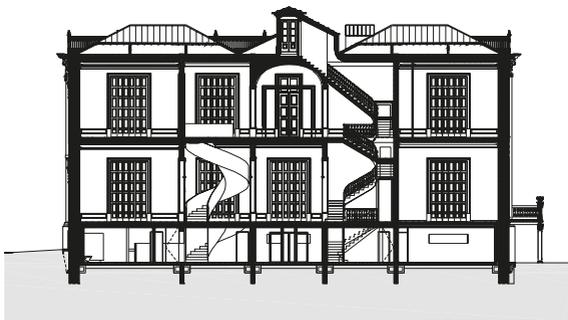


Fig. 10. Desenhos da proposta  
Corte Longitudinal CL2 (1.ª fase)  
Corte Longitudinal CL1 (1.ª fase).

Fig. 11 Apresentação de "A Saga" no átrio da Casa  
Andresen - futura Galeria da Biodiversidade do Porto,  
Museus da UP.

# Processo de inspeção e diagnóstico

O Relatório de Inspeção e Diagnóstico pretendia concluir acerca do estado de conservação da Casa Andresen assim como da necessidade/profundidade de intervenção a realizar. Com esse objetivo, foi efetuado o levantamento exaustivo das anomalias estruturais, dos materiais e dos sistemas construtivos existentes.

A pesquisa histórica é um dos procedimentos fundamentais, num processo de diagnóstico estrutural, para ser possível fazer uma retrospectiva do percurso do edifício ao longo dos tempos. A consulta do Arquivo Digital da Reitoria/IRICUP da Universidade do Porto permitiu compreender as diversas obras realizadas ao longo dos tempos, para adaptação do edifício a novas funções, nomeadamente as obras de remodelação realizadas em 1975 que terão introduzido algumas alterações estruturais (Fig. 12).

Com o intuito de complementar a informação fornecida através da inspeção visual foram efetuadas sondagens nos vários pisos, cujas localizações são

referenciadas em plantas que fazem parte do relatório. O objetivo destas sondagens é identificar de forma clara os materiais e os sistemas construtivos existentes no edifício. São igualmente realizados ensaios a alguns dos materiais de modo a ser possível a sua caracterização mecânica. Neste caso foram realizados ensaios aos elementos estruturais de madeira, com o Resistograph®, em zonas especificamente escolhidas, com o objetivo de confirmar se o bom estado de conservação aparente da maioria das peças de madeira dos pavimentos e das coberturas do edifício correspondia a um efetivo estado de conservação estrutural, ou seja, da totalidade da secção transversal das peças.

Posteriormente analisou-se as soluções estruturais existentes, transpondo-as para as plantas estruturais à semelhança dos sistemas construtivos que compõe o edifício (Fig. 13-15).

Neste caso a estrutura obedece ao que era tradicional na época, com paredes de alvenaria de granito e



Fig. 12. Planta de arquivo onde são referidas as obras de remodelação.

estrutura dos pavimentos em soalho e vigas de madeira de pinho e riga.

O relatório ainda identifica e caracteriza as anomalias do edifício ao nível dos compartimentos e dos alçados. Nestes casos é definida uma terminologia específica e a sua respetiva representação gráfica, associando uma trama a cada anomalia. Desta forma é possível apresentar a informação acerca das anomalias existentes, tanto no interior como nas fachadas, de uma forma mais clara.

De modo a ser possível transmitir a informação acerca do possível aproveitamento dos elementos estruturais é igualmente efetuada uma verificação estrutural a estes elementos existentes. Geralmente começa-se por uma apreciação global ao edifício e, neste caso, o edifício não apresentava problemas graves e grande parte das anomalias verificadas se deviam a alguma falta de ventilação e de manutenção. Depois é efetuada uma verificação de segurança a paredes e vigas de pisos.

Embora as vigas de madeira em questão, que vencem grandes vãos, na maioria dos casos não apresentem problemas em relação aos estados limites últimos, apresentam habitualmente problemas em relação aos estados limites de utilização, nomeadamente no que diz respeito aos “Estados Limites de Deformação e de Vibração”. Para além disso é habitual muitos destes pavimentos apresentarem problemas nas entregas das vigas e por vezes alguns problemas de fungos e podridão, que podem dar origem a perdas de secção e daí a problemas de segurança estrutural.

No presente caso alguns dos pavimentos não verificavam as flechas máximas admissíveis. Esta situação, que sucede frequentemente, teve de ser avaliada de uma forma quantitativa, mas também de uma forma qualitativa, uma vez que os modelos numéricos não conseguem representar de uma forma realista o existente e, por outro lado, as exigências regulamentares são muitas vezes demasiado elevadas. A avaliação qualitativa consiste em olhar para o pavimento e verificar se este apresenta deformações ou debilidades estruturais que possam pôr em causa a segurança de pessoas e bens. No caso da Casa Andresen o pavimento encontrava-se perfeitamente desempenado e não revelava anomalias, mas os cálculos estruturais, usando modelos numéricos simples, indicavam que o pavimento não respeitava as disposições regulamentares – no que diz respeito às

flechas máximas. Nestas circunstâncias opta-se habitualmente por uma modelação mais sofisticada ou pela realização de um ensaio de carga.

No presente caso optou-se pela realização de ensaios de carga.

Os ensaios de carga foram realizados através de carregamentos que consistiram na colocação de 34 pessoas, devidamente pesadas totalizando uma carga de 2349 kg (correspondendo a cerca de 4 kN/m<sup>2</sup>), em diversas posições. Para medir os deslocamentos verticais foram utilizados 9 transdutores de fio (Fig. 16).

Como conclusão refira-se que em todos os ensaios o valor máximo da flecha foi de 10,5 mm, muito inferior (cerca de metade) ao valor da flecha máxima regulamentar, que neste caso corresponde a L/300 (6850/300), correspondendo a um valor de 22,8 mm.

Para além disso salienta-se o facto de se ter sempre atingido respostas elásticas e com recuperações totais das flechas máximas obtidas.

Finalmente, o relatório integra algumas propostas de intervenção na área das estruturas e das redes prediais e sugestões de intervenção para outras especialidades que deverão ser devidamente enquadradas nos projetos respetivos.

A conclusão principal foi de que as implicações da arquitetura na estrutura existente são passíveis de serem executadas com alguma facilidade, não pondo em causa os elementos estruturais existentes. Para além disso foram recomendadas algumas medidas que consistiram essencialmente no reforço das ligações de algumas vigas que se encontravam ligeiramente empenadas, no reforço de algumas vigas e na sua substituição pontual.

Note-se que foi ainda prevista a substituição de cerca de 35% das varas na cobertura e 100% do ripado. Esta substituição de 100% do ripado prende-se com a necessidade de substituir o telhado existente (que já apresentava vários sinais críticos). O tratamento da cobertura é essencial, não só para preservar de forma conveniente os diversos elementos estruturais, como para prevenir o futuro – acresce o facto de ser necessário prever o isolamento térmico da mesma. No projeto foram ainda definidas uma série de medidas adicionais associadas à necessidade de tratamento dos elementos de madeira que constituem a cobertura como a limpeza (aspiração) da madeira e por tratamento com um fungicida apropriado.

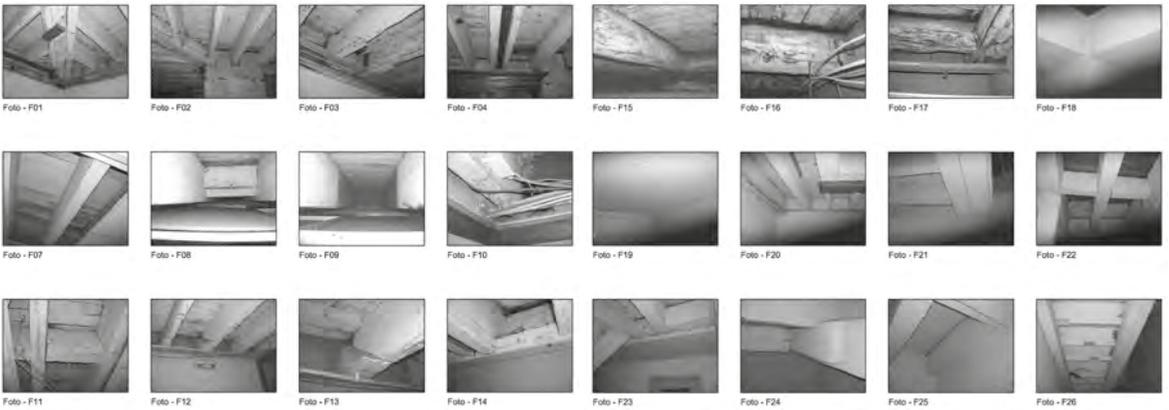
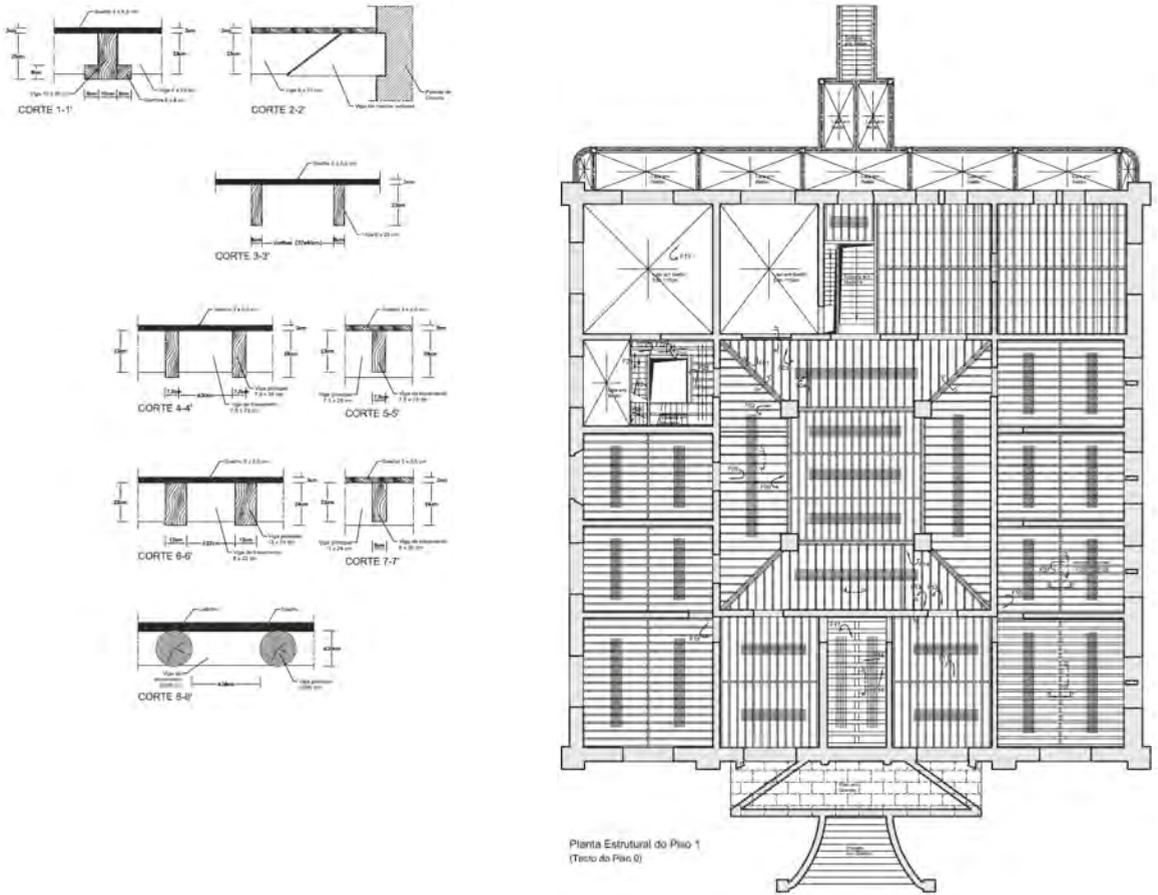
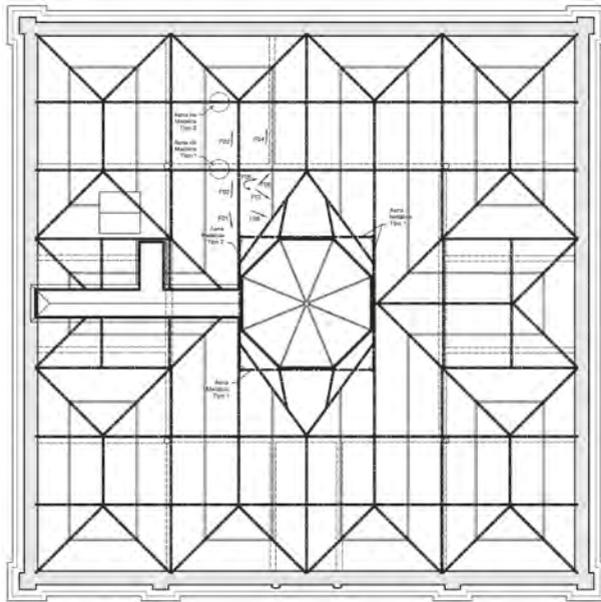


Fig. 13. Solução estrutural existente.



Planta Estrutural de Cobertura  
(Tecto do Piso 3)

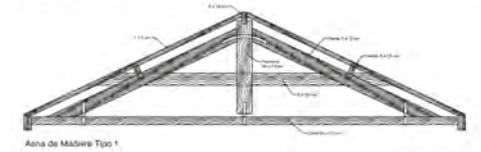
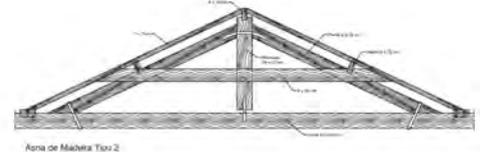
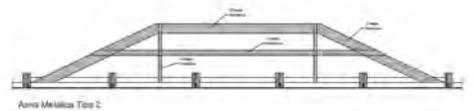


Fig. 14. Sistemas construtivos existentes.



Fig. 15. Sistemas construtivos existentes.  
Fig. 16. Transdutores de fio; ensaio de carga com pessoas.

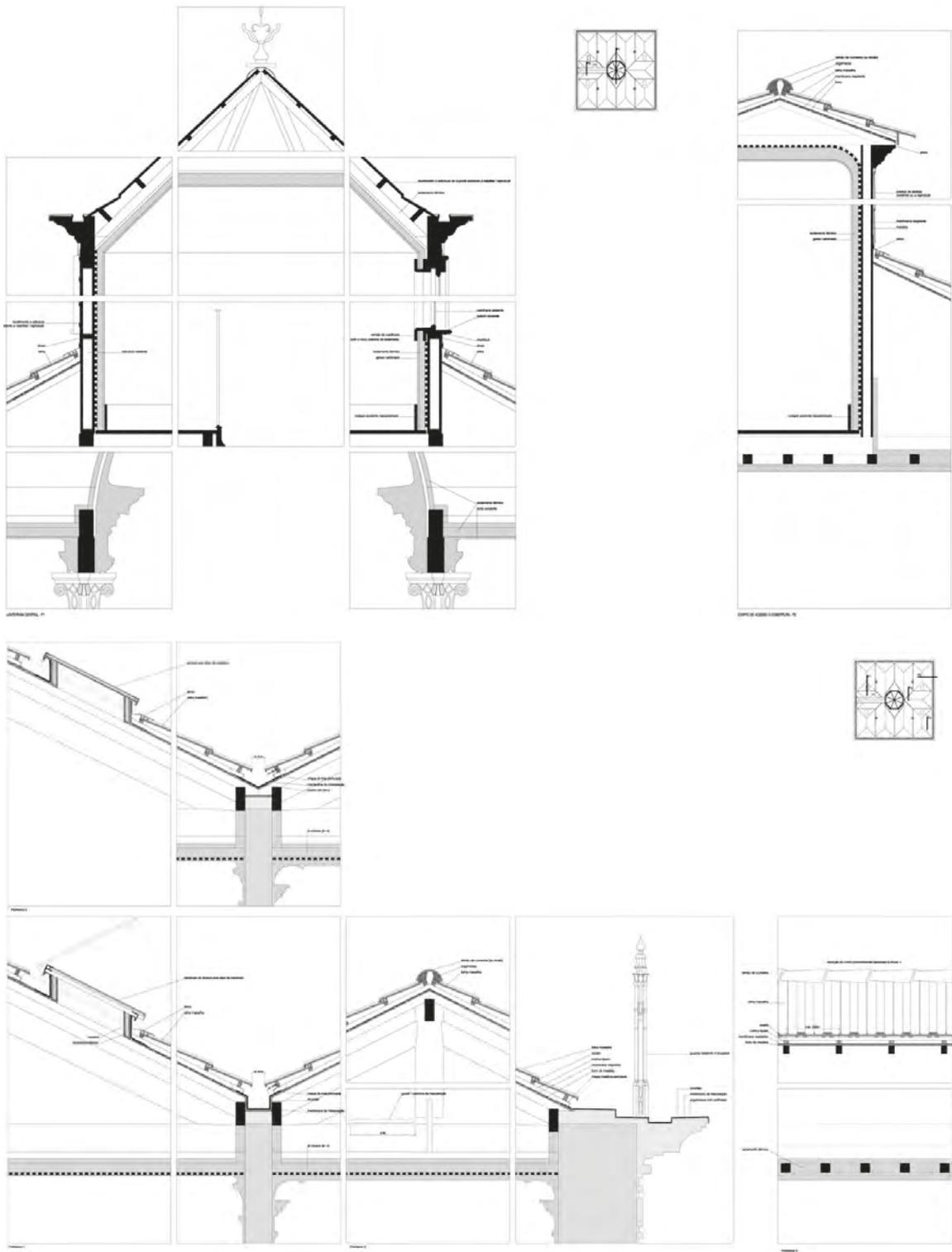


Fig 17. Pormenores construtivos da cobertura.

# Projeto de higrotérmica

## 1. Inércia térmica interior

O edifício apresenta uma inércia térmica interior média (forte ao nível da cave). Este facto é vantajoso, sobretudo no verão, porque se traduz numa maior capacidade de estabilização natural da temperatura interior, devido ao amortecimento e desfasamento temporal dos picos de temperatura (desde que não exista uma

excessiva ventilação nos períodos mais quentes do dia).

A aplicação de isolamento térmico nos pavimentos térreos (cave), sob uma betonilha armada com 10 cm de espessura, e pelo interior das paredes parcialmente enterradas da cave, associado a uma forra em alvenaria de tijolo, não terá influência significativa na inércia térmica interior do edifício.

## 2. Inércia higroscópica

Consideramos fundamental que os revestimentos interiores apresentem uma higroscopicidade adequada, de forma a contribuir para a inércia higroscópica dos compartimentos. Alguns materiais conseguem adsorver por higroscopicidade quantidades significativas de vapor de água, quando as humidades relativas são elevadas, e têm a capacidade de a restituir ao ambiente adjacente quando a humidade relativa é mais baixa. Estes materiais dizem-se higroscópicos, como é o caso da madeira não envernizada, dos revestimentos de gesso ou de cal, etc.

Neste sentido, foram utilizados revestimentos tradicionais à base de cal ou gesso nas paredes e tetos e as tintas aplicadas apresentavam uma elevada permeabilidade ao vapor de água.

## 3. Isolamento térmico

### 3.1 Coberturas

As coberturas do edifício foram fortemente isoladas.

Nas coberturas inclinadas com revestimento em telha cerâmica e desvão ventilado foram aplicados painéis rígidos de lã mineral não hidrófila, da classe de reação ao fogo A1, com espessura de 0,12 m, sobre a esteira horizontal. Esta intervenção permitiu reduzir o coeficiente de transmissão térmica desta cobertura ( $U$ ) para valores inferiores a  $0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \times ^\circ \text{C})$ .

Nas restantes coberturas da “Casa Andresen” (coberturas sobre o corredor e lanternim do 2.º andar) o



Fig 18. Grande espessura das paredes existentes exteriores e interiores e aplicação de revestimentos à base de cal.

isolamento térmico foi aplicado nas vertentes de modo a garantir um coeficiente de transmissão térmica não superior a  $0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \times ^\circ \text{C})$ .

### 3.2 Vãos envidraçados exteriores

Nos vãos exteriores dos espaços com permanência de pessoas (salas de apoio pedagógico, sala de reuniões e gabinetes previstos para a cave) foram aplicados novos caixilhos com vidros duplos.

Nos caixilhos de madeira existentes dos vãos exteriores dos espaços de exposição do r/c e 1.º andar mantiveram-se os vidros simples. Para minimizar as perdas térmicas durante a noite é desejável que as portadas interiores de madeira existentes sejam fechadas para reforçar a resistência térmica destes vãos.

### 3.3 Paredes exteriores

Nas paredes parcialmente enterradas da cave foi aplicado isolamento térmico pelo interior da alvenaria de pedra existente e executada uma forra interior de

alvenaria de tijolo. As paredes exteriores leves do 2.º andar (Piso 3) foram também isoladas termicamente.

### 3.4 Pavimentos em contacto com o solo

Nos pavimentos da cave foi aplicada uma camada de isolamento térmico constituída por placas de poliestireno extrudido, com 3 cm de espessura, sob uma camada de betonilha armada com espessura não inferior a 10 cm.



Fig. 19. Desvão do telhado durante o tratamento (antes da aplicação do isolamento térmico sobre o plano horizontal); Aplicação do forro de madeira ventilado para suporte do complemento de estanquidade permeável ao vapor.





Fig. 22. Casa Andresen - imagens de obra.

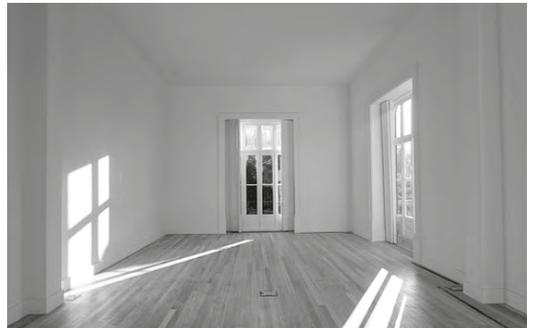


Fig. 23. Casa Andresen - imagens da obra concluída.

## FICHA TÉCNICA

### Dono de Obra

Universidade do Porto

### Director dos Museus da Universidade do Porto

Nuno Ferrand de Almeida

### Museografia

Jorge Wagensberg e Hernán Crespo

### Localização

Rua do Campo Alegre, 1191 - Porto

### Data de construção inicial

1875-1895

### Autoria da construção inicial

Desconhecida

### Programa funcional original

Habitação unifamiliar

### Programa funcional proposto

Equipamento cultural - Galeria da Biodiversidade, Museus da UP

### Estado de ocupação anterior à intervenção

Em utilização como pólo de aulas da Faculdade de Ciências da UP

### Área lote

48 500 m<sup>2</sup> (255 x 190 m)

### Área implantação

840 m<sup>2</sup>

### Área logradouro

47 600 m<sup>2</sup>

### Área bruta e pisos

2600 m<sup>2</sup>; 3 pisos + vão-do-telhado/zimbório

### Data do projecto

2009-2010 (1.ª fase) e 2013-2014 (2.ª fase)

### Data de construção

2010 (1.ª fase) e 2014 (2.ª fase)

### Custo m<sup>2</sup>

835.500 € : 2100 m<sup>2</sup> = 400 €/m<sup>2</sup> [1.ª fase]

810.000 € : 2600 m<sup>2</sup> = 300 €/m<sup>2</sup> [2.ª fase]

### Autoria do projecto de reabilitação arquitectónica

Nuno Valentim, Frederico Eça

com Pedro Costa, Maria Ana Coutinho, Rui Valentim, Nuno Borges

### Autoria Especialidades

Design e Projecto Expositivo: Luís Mendonça

Estruturas, Segurança e Saúde: Gepectrofa - Aníbal Costa

Hidráulica: Gepectrofa - Rossana Pereira

Consultoria Higrotérmica e Acústica: Vasco P. de Freitas

AVAC e Gás: Get - Raúl Bessa

Segurança Contra Incêndio e Telecomunicações: Maria da Luz Santiago

Instalações Eléctricas: Raúl Serafim e Vasco Sampaio

Arranjos Exteriores: Paulo F. Marques

Consultoria de Conservação e Restauro: António Vasques

### Construção

1.ª fase: Empreiteiro Geral - Novopca; Fiscalização - Sopsec; Montagem - JIZ

2.ª fase: Empreiteiro Geral - AOF; Fiscalização - VHM



Fig. 24. Casa Andresen - imagem de interior.



