



UNIVERSIDADE  
**LUSÓFONA**

Centro Universitário do Porto

Mestrado Integrado em Arquitetura

# **Patologias em Edifícios Antigos**

Reabilitação da Universidade Lusófona do Porto

Dissertação apresentada a provas públicas para a obtenção do grau de Mestre em Arquitetura, orientada pela Doutora Isabel Clara Neves da Rocha Marques e coorientada pelo Professor João Carlos Martins Lopes dos Santos.

Catarina Filipa Oliveira Couto

Novembro 2023



UNIVERSIDADE  
LUSÓFONA

Centro Universitário do Porto

Mestrado Integrado em Arquitetura

# Patologias em Edifícios Antigos

Reabilitação da Universidade Lusófona do Porto

Dissertação apresentada para obtenção do Grau de Mestre em Arquitetura no Curso de Mestrado Integrado em Arquitetura, conferido pela Universidade Lusófona Centro- Universitário do Porto. Dissertação defendida em provas públicas na Universidade Lusófona- Centro Universitário do Porto, no dia 27/11/2023, perante o júri, nomeado pelo Despacho de Nomeação nº438/2023, com a seguinte composição:

**Presidente:** Professor Doutor Pedro Cândido Almeida D'Eça Ramalho

**Arguente:** Professora Doutora Lígia Paula Simões Esteves Nunes Pereira da Silva

**Orientadora:** Professora Doutora Isabel Clara Neves da Rocha Marques

Catarina Filipa Oliveira Couto

Novembro 2023

## **Agradecimentos**

Gostava de agradecer a todas as pessoas que me acompanharam durante o meu percurso até aqui. Estes sabem as dificuldades que tive durante o curso e que nunca me deixaram ir abaixo ou pensar em desistir.

À minha mãe por todo o apoio que me deu durante a minha vida toda e por fazer de tudo para me dar um futuro melhor. Aos meus amigos, que sempre me proporcionaram momentos bons em tempos mais difíceis. À minha amiga Mariana Silva, que partilhou comigo 3 anos do ensino secundário e 5 anos de faculdade, que sempre me ajudou em todas as minhas dificuldades e que partilhou o seu gosto pela arquitetura. Ao meu namorado pelo apoio incondicional. Aos meus irmãos e ao meu sobrinho por estarem sempre dispostos a ajudar.

Gostava de agradecer também aos arquitetos e engenheiros do projeto de reabilitação da Casa Estúdio Carlos Relvas pela disponibilização do relatório prévio e outras informações adicionais.

## **Resumo**

As patologias são anomalias que surgem numa construção ao longo da vida, sendo essencial que seja feita uma manutenção durante a existência da mesma.

Nesta dissertação procuram-se estudar as patologias em edifícios antigos, cuja construção data entre o século XIX e o século XX. Vão ser estudadas as patologias compreendidas nos casos de estudo e as suas possíveis causas. São ainda apresentados métodos de diagnóstico que poderão ser utilizados.

Nos três edifícios estudados, é feito um enquadramento histórico e uma análise detalhada das patologias. Na reabilitação da Universidade Lusófona do Porto é também apresentada a proposta do projeto de reabilitação, que está inserida nos anexos.

Por fim, comparam-se as patologias dos três edifícios e as causas das mesmas.

Palavras-Chave: Patologias em edifícios; Patologias do Mercado do Bolhão; Patologias da Casa-Estúdio Carlos Relvas; Técnicas de Diagnóstico; Patologias da Universidade Lusófona do Porto;

## **Abstract**

Pathologies are anomalies that arise in a construction throughout its life, and it is essential that maintenance is carried out during its existence.

This dissertation seeks to study the pathologies in old buildings, whose construction dates between the 19th and 20th centuries. There will be studied pathologies included in the case studies and its possible causes. Diagnostic methods that can be used are also presented.

In the three studied buildings, a historical framework and a detailed analysis of the pathologies are made. In the rehabilitation of the Universidade Lusófona of Porto, the proposal for the rehabilitation project is also presented, which is included in the annexes.

Finally, a comparison is made of the pathologies of the three buildings and their causes.

Keywords: Pathologies in buildings; Pathologies of the Bolhão Market; Pathologies of the Carlos Relvas House-Studio; Diagnostic Techniques; Pathologies from the Lusófona University of Porto;

# ÍNDICE

<b>Agradecimentos</b> .....	I
<b>Resumo</b> .....	II
<b>Abstract</b> .....	III
<b>Índice</b> .....	4
<b>Índice de Imagens</b> .....	7
<b>Índice de Quadros</b> .....	11

## 1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações Iniciais.....	13
1.2. Objetivos do Trabalho.....	14
1.3. Organização e Estrutura do Trabalho .....	14

## 2. PATOLOGIAS E AS SUAS CAUSAS

2.1. Patologias .....	16
2.1.1. Humidade .....	17
2.1.2. Fissuras e Fendas .....	23
2.1.3. Eflorescências .....	24
2.1.4. Perda de Coesão .....	24
2.1.5. Degradação do Material.....	25
2.1.6. Corrosão .....	26
2.2. Causas das Patologias.....	27
2.2.1. Causas de Origem Humana.....	28
2.2.2. Ações Naturais.....	29

2.2.3. Desastres Naturais .....	30
2.2.4. Desastres de Causa Humana .....	30

### **3. TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO**

3.1. Técnicas de Diagnóstico.....	31
3.1.1. Técnicas de Diagnóstico Não-Destrutivas.....	32
3.1.1.1. Ensaio Sónicos.....	32
3.1.1.2. Tomografia Sónica.....	34
3.1.1.3. Ensaio de Radar.....	35
3.1.1.4. Vibrações Induzidas .....	35
3.1.1.5. Detecção Acústica de Insetos Xilófagos.....	35
3.1.1.6. Ensaio de Carga.....	36
3.1.1.7. Resgístógrafo (RESGISTOGRAPH).....	37
3.1.1.8. Georadar .....	37
3.1.1.9. Radiografia – Raios-X e Raios-Y .....	38
3.1.1.10. Termografia .....	38
3.1.2. Técnicas de Diagnóstico Poucos-Destrutivas.....	39
3.1.2.1. Carotagem .....	39
3.1.2.2. Macacos Planos (FLAT-JACK) .....	41
3.1.2.3. Dilatómetro.....	41

### **4. CASOS DE ESTUDO**

4.1. Generalidades.....	42
<i>MERCADO DO BOLHÃO</i>	
4.2. Generalidades.....	43
4.3. Patologias Identificadas e Medidas de Intervenção .....	43

4.3.1. Patologias Estruturais .....	44
4.3.2. Patologias Não Estruturais.....	48
<i>CASA-ESTÚDIO CARLOS RELVAS</i>	
4.4. Generalidades .....	52
4.5. Patologias Identificadas e Medidas de Intervenção .....	54
4.3.1. Patologias Estruturais .....	55
4.3.2. Patologias Não Estruturais.....	58
<b>5. PROJETO DE REABILITAÇÃO</b>	
5.1. Generalidades .....	71
5.2. Patologias Identificadas e Medidas de Intervenção .....	72
5.2.1. Patologias Estruturais .....	81
5.2.2. Patologias Não Estruturais.....	82
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>86</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>88</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>90</b>

## ÍNDICE DE IMAGENS

Figura 1 – Humidade por ascensão em parede de alvenaria de granito .....	18
Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;	
Figura 2 – Humidade por precipitação ou infiltração .....	19
Fonte: Autora;	
Figura 3 – Humidade por ascensão .....	19
Fonte: Autora;	
Figuras 4 e 5 – Humidade por capilaridade ou absorção .....	22
Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas;	
Figuras 6 e 7 – Fenda e fissura .....	23
Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas; Autora;	
Figura 8 - Eflorescência .....	24
Fonte: Autora;	
Figura 9 – Perda de Coesão .....	25
Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas;	
Figuras 10 e 11 – Degradação da cobertura de madeira .....	25
Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;	
Figuras 12 e 13 – Corrosão elementos metálicos .....	26
Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;	
Figura 14 – Ensaio sónico .....	33
Fonte: <a href="https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Execucao-do-Ensaio-de-Propagacao-do-Pulso-Ultra-sonico_fig1_283721912">https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Execucao-do-Ensaio-de-Propagacao-do-Pulso-Ultra-sonico_fig1_283721912</a>	
Figura 15 – Aparelho de ensaios sónicos .....	33
Fonte: <a href="https://perta.pt/produto/pet-avaliacao-da-integridade-de-estacas-de-betao-pelo-metodo-sonico/">https://perta.pt/produto/pet-avaliacao-da-integridade-de-estacas-de-betao-pelo-metodo-sonico/</a>	
Figura 16 – Tomografia sónica .....	34
Fonte: <a href="https://eqsglobal.com/pt/gestao-de-ativos/inspecao-e-avaliacao-em-engenharia-civil/ensaios-de-engenharia-civil/">https://eqsglobal.com/pt/gestao-de-ativos/inspecao-e-avaliacao-em-engenharia-civil/ensaios-de-engenharia-civil/</a>	
Figura 17 – Aparelho de tomografia sónica.....	34
Fonte: <a href="https://www.screeningeagle.com/pt/products/pundit-250-array">https://www.screeningeagle.com/pt/products/pundit-250-array</a>	
Figuras 18 e 19 – Ensaio de carga – Mercado do Bolhão .....	36

Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;	
Figuras 20 e 21 – Registógrafo – Mercado do Bolhão .....	37
Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;	
Figuras 23 e 24 – Ensaio de Termografia e aparelho.....	38
Fonte: <a href="https://grupocht.com.br/termografia-na-construcao-civil/">https://grupocht.com.br/termografia-na-construcao-civil/</a>	
<a href="https://grupoacre.com.pt/catalogo-productos/camara-termografica-avancada-e75-e85-e95/">https://grupoacre.com.pt/catalogo-productos/camara-termografica-avancada-e75-e85-e95/</a>	
Figuras 25 e 26 – Ensaio de carotagem em pavimento de betão.....	40
Fonte: <a href="https://www.deltatau.pt/portfolio_page/carotagempaveiro/">https://www.deltatau.pt/portfolio_page/carotagempaveiro/</a>	
Figura 27 – Macacos planos .....	41
Fonte: <a href="https://perta.pt/produto/macacos-planos/">https://perta.pt/produto/macacos-planos/</a>	
Figura 28 - Deformação estrutural da galeria inferior .....	44
Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;	
Figuras 29 e 30 - Presença de humidade .....	45
Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;	
Figuras 31 e 32 - Fissuração/ Abertura de Juntas.....	46
Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;	
Figura 33 - Pilar da galeria.....	47
Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;	
Figuras 34 e 35 - Destacamento do betão de recobrimento e corrosão de elementos metálicos numa viga .....	48
Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;	
Figuras 36 e 37 - Humidade na parede de alvenaria.....	49
Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;	
Figura 38 - Corrosão dos pilares metálico.....	50
Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;	
Figuras 39 e 40 - Elementos decorativos na fachada em falta; Acumulação de água zona central do comércio .....	51
Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;	
Figuras 41 e 42 – Fachada poente da Casa-Estúdio após a construção e antes intervenção.....	53
Fonte: 3ENCORE – Conservação e Restauro da Casa Estúdio Carlos Relvas;	
Figura 43 – Fachada Poente da Casa-Estúdio após reabilitação.....	53

Fonte: 3ENCORE – Módulo 4- Estudos de Diagnóstico: exemplos Casa Estúdio Carlos Relvas, Golegã;

Figuras 44 e 45 - Fendilhação Vertical em Paredes..... 55

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 15);

Figura 46 - Fendilhação horizontal em Paredes interiores ..... 56

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 11);

Figuras 47 e 48 - Fendilhação oblíqua em Paredes interiores e exteriores ..... 57

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 12);

Figuras 49 e 50 - Corrosão em elementos metálicos ..... 58

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 1);

Figuras 51 e 52 - Caixilharia degradada ..... 59

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 2);

Figura 53 - Pintura descamada ..... 60

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 19);

Figuras 54 e 55 - Desprendimentos e desagregações ..... 61

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 3 e 4);

Figuras 56 e 57 - Desprendimentos e desagregações em tetos ..... 62

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 6);

Figuras 58 e 59 - Degradação de pavimentos de madeira ..... 63

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 5);

Figuras 60 e 61 - Degradação do telhado ..... 64

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 7);

Figuras 62, 63 e 64 - Empolamentos e eflorescências em paredes e tetos..... 65

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 8 e 9);

Figuras 65 e 66 - Fendilhação generalizada ..... 66

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 10);

Figuras 67 e 68 - Fendilhação nas sancas e tetos ..... 67

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 13);

Figuras 69, 70 e 71 - Humidade generalizada ..... 68

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 16);

Figuras 72 e 73 - Humidade em paredes ..... 69

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 17);

Figura 74 - Humidade em tetos..... 70

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 18);

Figura 75 - Edifício do Recolhimento das meninas órfãs do “Postigo do Sol” ..... 71

Fonte: Boletim Cultural da Câmara do Porto. – Porto. - Volume 14;

Figura 76 – Corte Construtivo pela fachada – resolução pontes térmicas e colocação segundo caixilho (Anexo 18 e 19) ..... 73

Fonte: Autora;

Figura 77 e 78 - Levantamento de patologias piso 3; Planta de Cobertura ..... 75

Fonte: Autora;

Figura 79 e 80 - Levantamento de patologias piso 2; Planta do piso 2 - Proposta ..... 76

Fonte: Autora;

Figura 81 e 82 - Levantamento de patologias piso 1; Planta do piso 1 - Proposta ..... 77

Fonte: Autora;

Figura 83 e 84 - Levantamento de patologias piso 0; Planta do piso 0 - Proposta ..... 78

Fonte: Autora;

Figura 85 e 86 - Levantamento de patologias piso -1; Planta do piso -1 - Proposta .... 79

Fonte: Autora;

Figura 87 e 88 - Levantamento de patologias piso -2; Planta do piso -2 – Proposta ... 80

Fonte: Autora;

Figura 89 - Fissuração exterior piso 3 e 2 ..... 81

Fonte: Autora;

Figura 90 - Fissuração horizontal interior piso 3 e 2 ..... 82

Fonte: Autora;

Figura 91 e 92 - Humidade por infiltração - caixilharia piso 3 e 2 ..... 83

Fonte: Autora;

Figura 93 e 94 - Humidade por infiltração - varanda piso ..... 83

Fonte: Autora;

Figuras 95, 96 e 97 - Humidade por condensação instalações sanitárias e cantina .... 84

Fonte: Autora;

Figura 98 e 99 - Eflorescências piso 2 ..... 85

Fonte: Autora;

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro I- Diagnose das Causas da Humidade (Paiva, 1969).....	21
Quadro II- Principais causas das patologias estruturais – Causas Humanas (Costa, 2006) .....	28
Quadro III- Continuação do quadro Principais causas das patologias estruturais – Acções Naturais (Costa, 2006) .....	29
Quadro IV- Continuação do quadro principais causas das patologias estruturais – Desastres Naturais (Costa, 2006).....	30
Quadro V- Continuação do quadro principais causas das patologias estruturais – Desastres de Causas Humanas (Costa, 2006) .....	30
Quadro VI- Análise dos elementos construtivos, casos de estudo .....	42
Quadro VII- Deformação Estrutural.....	44
Quadro VIII- Humidade em estruturas de betão.....	45
Quadro IX- Fissuração/ Abertura de juntas .....	46
Quadro X - Deformação estrutural (estrutura metálica) .....	47
Quadro XI - Patologia Destacamento do betão de recobrimento e corrosão de armaduras .....	48
Quadro XII - Humidade (Alvenaria de granito) .....	49
Quadro XIII - Corrosão de elementos metálicos.....	50
Quadro XIV – Degradação generalizada.....	51
Quadro XV -Fendilhação vertical em paredes.....	55
Quadro XVI – Fendilhação horizontal em paredes interiores .....	56
Quadro XVII – Fendilhação Oblíqua em paredes interiores e exteriores .....	57
Quadro XVIII – Corrosão em elementos metálicos .....	58
Quadro XIX – Caixilharia degradada.....	59
Quadro XX – Pintura descamada, no interior e no exterior do edifício .....	60

Quadro XXI -Desprendimento e desagregações generalizados, em revestimentos interiores e exteriores .....	61
Quadro XXII- Desprendimentos e desagregações em tetos do edifício .....	62
Quadro XXIII- Degradação de pavimentos de madeira, ou dos seus revestimentos ...	63
Quadro XXIV – Degradação do telhado .....	64
Quadro XXV- Empolamentos e eflorescências em paredes.....	65
Quadro XXVI- Fendilhação generalizada .....	66
Quadro XXVII – Fendilhação nas sancas e revestimentos do teto .....	67
Quadro XXVIII – Humidade Generalizada de algumas zonas do edifício .....	68
Quadro XXIX – Vestígios de humidade em paredes .....	69
Quadro XXX – Vestígios de humidade em tetos .....	70
Quadro XXXI - Anomalia – fissuração.....	81
Quadro XXXII - Anomalia – fissuração horizontal interior, piso -2 .....	82
Quadro XXXIII- Anomalia – Humidade por infiltração, piso 3, 2, 1, 0, -1 e -2 .....	82
Quadro XXXIV - Anomalia – Humidade por condensação, piso 3, 2, 1, 0, -1 e -2.....	84
Quadro XXXV - Anomalia – eflorescências piso 2 e 0.....	85

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1. Considerações Iniciais

As patologias são anomalias que aparecem em qualquer edifício independentemente do seu ano de construção. Estas anomalias aparecem devido a uma variedade de causas, como por exemplo: causas de origem humana, ações naturais, desastres naturais e desastres de causas humanas.

A construção de edifícios novos é muito superior relativamente à reabilitação de edifícios em antigos fazendo com que haja uma crescente degradação dos centros urbanos (Ferreira, 2010), por falta de obras de manutenção ou conservação dos edifícios antigos.

Devido à falta de intervenção em construções antigas, estas vão acumulando patologias, aumentando a sua degradação a um ponto em que a reabilitação passa a ter custos elevados, que por sua vez aumenta o desinteresse pela mesma.

Nos edifícios antigos muitas anomalias surgem devido ao uso ou intervenções inadequadas, que ocultam as patologias, podendo agravá-las ainda mais.

Torna-se assim fundamental um diagnóstico completo do edifício e de todas as patologias, para que se possa optar por uma resolução e tratamento mais adequado.

Neste trabalho vão ser analisados três edifícios: Mercado do Bolhão, Casa Estúdio Carlos Relvas e a Universidade Lusófona do Porto. Os edifícios foram construídos entre o século XIX e o século XX, com métodos e sistemas construtivos tradicionais, podendo por isso serem enquadrados como edifícios antigos. A reabilitação dos dois casos de estudo teve como objetivo principal devolver aos edifícios a sua forma ou características do projeto inicial. A partir do estudo dos mesmos, tenta-se aplicar a mesma ideia no projeto de reabilitação.

## 1.2. Objetivos do Trabalho

Neste trabalho pretendem-se estudar as patologias presentes em edifícios entre o século XIX e século XX, focando-se apenas nas anomalias identificadas nos casos de estudo. São também propostos métodos de diagnóstico que ajudem a identificação e futura resolução das mesmas.

Os objetivos do trabalho são:

- Conhecer as patologias estruturais e não estruturais possíveis em edifícios do século XIX e do século XX;
- Conhecer as possíveis causas;
- Conhecer diversas formas de solucionar as mesmas;
- Com o estudo e experiência adquirida propor soluções de mitigação para o aparecimento de patologias através de soluções construtivas adequadas a introduzir no projeto de reabilitação da Universidade Lusófona.

## 1.3. Organização e Estrutura do Trabalho

O trabalho está dividido em seis capítulos:

- Capítulo 1 – *Introdução*: é feita uma breve introdução ao tema em estudo, descrevendo os principais objetivos que se pretende alcançar com o trabalho e a estruturação do mesmo;
- Capítulo 2 – *Patologias e as suas causas*: são descritas as patologias identificadas nos edifícios em estudo na dissertação e as principais causas, como: origem humana, ações naturais, desastres naturais e desastres de causas humanas;
- Capítulo 3 – *Técnicas de diagnóstico*: assim como no segundo capítulo, este descreve técnicas de diagnóstico possíveis a ser usadas na inspeção dos casos de estudo. Apenas são utilizadas técnicas de diagnóstico não destrutivas ou pouco destrutivas;
- Capítulo 4 – *Casos de estudo*: vão ser analisados a nível histórico, localização, patologias identificadas (estruturais e não estruturais) e a resolução das patologias. Os edifícios em análise são: Mercado do Bolhão e Casa Estúdio Carlos Relvas.

- Capítulo 5 – Projeto: assim como no quarto capítulo, o edifício da Universidade Lusófona vai ser analisado nas mesmas categorias.
- Capítulo 6 – Conclusão: apresentam-se as conclusões finais do trabalho, onde é feita uma comparação dos três edifícios estudados e se os objetivos iniciais foram alcançados

## 2 PATOLOGIAS E AS SUAS CAUSAS

### 2.1. Patologias

Ao longo dos anos, são identificadas insuficiências ou desajustamentos estruturais, ou não estruturais, que levam o edifício a perder requisitos a que devia obedecer, sendo estas insuficiências identificadas como anomalias ou patologias.

Segundo o autor Aníbal Costa (Costa, 2006) a maior parte das patologias não estruturais identificadas nos edifícios são de origem humana. Os estudos apresentados pelo autor sobre a causa do aparecimento das patologias apresentam as seguintes percentagens:

- *Erros de projeto e/ou cálculo – 51,5%*
- *Erros de execução – 38,5%*
- *Qualidade dos materiais – 16,2%*
- *Mau uso ou falta de manutenção – 13,4%*
- *Causas naturais ou excepcionais – 4,0%*

As patologias podem ter quatro causas, sendo estas causas humanas, ações naturais, desastres naturais e desastres de causas humanas (Costa, 2006). É importante também referir que as patologias podem ser de caráter estrutural ou não estrutural.

Neste capítulo é feita uma análise das principais patologias presentes nos casos de estudo. Os edifícios antigos têm sido deixados ao abandono durante vários anos e substituídos por outros mais recentes devido à preferência da população, o que traduz num aumento das patologias.

### 2.1.1. Humidade

A existência de humidade nos edifícios do ponto de vista estrutural não coloca a sua segurança em causa, trazendo apenas implicações no funcionamento e eficiência construtiva. Esta reduz a durabilidade dos materiais, sendo uma das principais causas de deterioração dos edifícios, provocando ao mesmo tempo *“condições de deficientes, habitabilidade e salubridade, que podem afectar, dum modo sensível, os utentes dos edifícios, especialmente destinados a habitação”*.<sup>1</sup>

A humidade pode ser resultado da fase de construção do edifício ou aparecer posteriormente, tendo origem no interior ou exterior. A humidade pode classificar-se de quatro formas:

- Ascensional;
- Precipitação ou infiltração;
- Condensação;
- Capilaridade e absorção;

#### Humidade Ascensional

Em edifícios antigos, a humidade ascensional manifesta-se maioritariamente quando as fundações entram em contacto com água ou solo húmido. A água em questão pode ter duas origens: superficial e freática. Segundo os autores Maria Isabel Moreira Torres e Vasco Peixoto de Freitas, pode-se tratar das paredes com humidade ascensional das seguintes formas (Torres, 2006):

- *Ventilação da base das paredes;*
- *Execução de corte hídrico;*
- *Criação de um potencial oposto ao potencial capilar;*
- *Aplicação de drenos atmosféricos/tubos de arejamento;*
- *Ocultação de anomalias;*
- *A ventilação da base das paredes deve ser executada preferencialmente à “cota da fundação da parede se for superior à do nível freático. (...) As valas deverão possuir inferiormente uma caleira de drenagem das águas infiltradas e*

---

<sup>1</sup> Torres, Maria (2006). 2º Encontro Sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, PATORREB2006. Porto, FEUP (Página 105);

*superiormente serem cobertas, mas ventiladas. A sua grande vantagem é possibilitarem a secagem da parede”;*<sup>2</sup>



Figura 1 – Humidade por ascensão em parede de alvenaria de pedra;

Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;

### Humidade por Precipitação ou Infiltração

Este tipo de humidade pode danificar paredes e muros durante o impacto, a partir da penetração da água por capilaridade através dos poros da parede. A água, na forma líquida, sólida e gasosa, penetra nos materiais envolventes exteriores do edifício. Causa bolores, líquens, fungos e musgo, entre outros, provoca também o apodrecimento de materiais como a madeira.

---

<sup>2</sup> Torres, Maria (2003). *1º Encontro Nacional Sobre: Patologia e Reabilitação de Edifícios*, Actas do Encontro. Editores Vasco Peixoto de Freitas e Vítor Abrantes. FEUP.



Figura 2 – Humidade por precipitação ou infiltração;

Fonte: Autora;

### Humidade de Condensação

Este tipo de humidade provém do vapor de água que se condensa no interior dos elementos construtivos ou exterior dos mesmos. A humidade por condensação pode ser dividida em: superficial e interna;

A humidade de condensação superficial está associada ao aparecimento de manchas de bolores. Encontra-se com maior frequência em zonas em que o isolamento térmico é insuficiente, tais como: parapeitos, elementos estruturais e zonas em que a ventilação é menor (Freitas, 2003);



Figura 3 – Humidade por ascensão;

Fonte: Autora;

Para solucionar as condensações superficiais, segundo o autor Vasco Freitas e colaboradores, deve-se (Freitas, 2003):

- *Garantir uma temperatura média no interior de pelo menos 17°C, recorrendo ao aquecimento dos edifícios;*
- *Garantir uma ventilação geral e permanente (...);*
- *Localizar as entradas de ar nas salas e quartos (...). Aplicar dispositivos de extração de ar nas casas de banho, mesmo com vãos exteriores;*
- *Tratar de pontes térmicas (...);*
- *Limitar a produção de vapor no interior;*

A humidade por condensação interna “*ocorre quando o vapor de água atravessa uma parede por difusão e iguala a pressão de saturação*”<sup>3</sup>. Esta aparece sob a forma de mancha, degradando o material.

Para a resolução é necessário um aquecimento contínuo ou a colocação de um revestimento que seja permeável ao vapor de água (Freitas, 2003).

---

<sup>3</sup> Pereira, Erike (2021). *Humidade no interior dos edifícios: Estudo de Casos*. Dissertação de natureza científica para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil – Ramo de Construções, ISEL (página 10).

Humidade por capilaridade e absorção

A humidade por capilaridade e absorção acontece quando os materiais porosos absorvem e armazenam água quando interagem com a mesma no estado líquido.

Quadro resumo das causas da humidade:<sup>4</sup>

<i>Aspeto da manifestação de humidade</i>	<i>Localização</i>	<i>Tempo de aparecimento</i>	<i>Causa</i>
<i>Eflorescência, manchas de humidade ou água visível – em zonas localizadas, acompanhadas por vezes de difusão da humidade em círculos concêntricos.</i>	<i>Em paredes exteriores, especialmente nas que são mais batidas pela chuva e vento. Frequentemente perto de vãos das fachadas ou de acidentes construtivos exteriores.</i>	<i>Depois de chuva forte ou de longos períodos sem tempo seco.</i>	<i>Penetração da chuva.</i>
<i>Linha de eflorescência sensivelmente horizontal, em paredes, com área inferior húmida.</i>	<i>Logo acima do nível do solo ou do piso térreo.</i>	<i>Permanentemente, se bem que a altura da linha de eflorescência varie com as estações.</i>	<i>Humidade ascendente do solo.</i>
<i>Humidade sem eflorescências, mas muitas vezes com fungos.</i>	<i>Espalhada em paramentos frios; ou localizadas em zonas frias como, por exemplo, em pontes térmicas de paredes exteriores.</i>	<i>. Durante o tempo frio, mas não necessariamente húmido. . Em alterações bruscas do tempo frio para quente e húmido (somente em construções maciças)</i>	<i>Condensações: . persistentes . temporária</i>
<i>Humidade com leves ou nenhuma eflorescências</i>	<i>Em manchas localizadas sobre paramentos estucados.</i>	<i>Aparece com ar húmido desaparecendo quando o ar está seco.</i>	<i>Condensação reforçada por contaminação com sais deliquescentes.</i>
<i>Humidade e manchas acastanhadas.</i>	<i>Nos panos de apanhar chaminés.</i>	<i>Fenómeno mais pronunciado quando o ar está húmido.</i>	<i>Condensações no interior das chaminés.</i>

Quadro I- Diagnose das Causas da Humidade (Paiva, 1969);

<sup>4</sup> Paiva, José (1969). *Laboratório Nacional de Engenharia Civil – Humidade nas Edificações*. Tese apresentada a concurso para especialista do laboratório nacional de engenharia civil; Lisboa.



Figuras 4 e 5 – Humidade por capilaridade ou absorção;  
Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas;

### 2.1.2. Fissuras e Fendas

As fissuras são aberturas que não cortam o material em toda a sua espessura, não dividindo em duas partes separadas, o que acontece no caso das fendas.

A fissuração nos elementos construtivos não estruturais é cada vez mais frequente, fazendo com que haja um grande impacto no custo da reabilitação e no desempenho na construção. Estas aparecem quando a capacidade de resistência dos materiais é excedida, sendo provocadas por assentamentos diferenciais das fundações. As fissuras devem ser observadas não só nas paredes fissuradas ou fissura, mas deve-se observar o edifício no seu conjunto.

As fissuras estáveis ou estabilizadas geralmente indicam que as causas estabilizaram, porém, não significa que os seus efeitos negativos tenham terminado.

Já as fissuras não estabilizadas não permitem prever a sua estabilização, nem possíveis danos futuros (Torres, 2006).

As fendas dividem o material em duas partes, ocorrendo essencialmente em pilares, vigas e lajes. Estas acontecem devido a forças excessivas no material, que não tenham sido bem calculadas durante o projeto.



Figuras 6 e 7 – Fenda e fissura;

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas; Autor;

### 2.1.3. Eflorescências

As eflorescências são formadas a partir da recristalização da superfície do material geralmente contaminado durante o fabrico ou obra. Os sais podem ser provenientes dos compostos selenitosos presentes no fertilizante do solo (Gómez, 2006).



Figura 8 - Eflorescência;

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas;

### 2.1.4. Perda de Coesão

A perda de coesão corresponde à separação dos materiais de revestimento, quando perdem as partículas que os compõem, tornando os materiais frágeis e suscetíveis à degradação. As causas do aparecimento consistem em (Sequeira, 2017):

- *Humidade seguida de cristalização de sais;*
- *Fraco reboco, sem dureza superficial;*
- *Ação de microrganismos e organismos;*
- *Reação química entre os materiais que constituem os revestimentos e os componentes naturais ou artificiais contidos no meio ambiente;*



Figura 9 – Perda de Coesão;

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas;

### 2.1.5 Degradação do Material

A degradação dos materiais pode ocorrer devido a ações químicas ou físicas, sendo a causa principal o envelhecimento dos mesmos. A partir da reposição do material degradado e de uma boa manutenção do novo, permite que as estruturas tenham uma longa duração de vida (Freitas, 2012).



Figuras 10 e 11 – Degradação da cobertura de madeira;

Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;

### 2.1.6. Corrosão

A corrosão ocorre quando um material entra em contacto com o meio ambiente, sendo mais comum em metais, levando estes a perder as suas características. Para evitar a corrosão é necessário serem aplicados revestimentos por cima do material, garantindo que este possua uma maior longevidade.



Figuras 12 e 13 – Corrosão elementos metálicos;

Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;

## **2.2. Causas das Patologias**

A identificação correta das causas das patologias é um fator muito importante para que seja possível solucioná-las. Nem sempre é possível identificar de forma exata a causa da patologia, dado a quantidade de materiais que um edifício possui, as diversas funções que desempenha, o meio ambiente que se encontra e os utentes que utilizam (Sequeira, 2012).

Apesar de várias patologias terem a mesma identificação não significa que as causas do aparecimento sejam as mesmas. Raramente apresentam uma única causa, mas várias sucessivas, que vão aparecendo durante a passagem dos anos. A partir de uma patologia podem aparecer várias outras. Cada patologia deve ser analisada caso a caso, dado não existir nenhum procedimento predefinido na identificação da anomalia (Sequeira, 2012).

O estudo das patologias deve ser feito de forma cuidadosa, tendo em mente que o tratamento permanente da causa é a única solução para a patologia.

As patologias podem ter várias causas, podendo-se agrupar em quatro grupos: causas de origem humana, ações naturais, desastre naturais e desastres de causa humana.

### 2.2.1. Causa de Origem Humana

A maioria das anomalias identificadas em edifícios tem origem na fase de concepção, projeto geral e projeto de especialidades. As causas de origem humanas podem ser divididas em três fases (Costa, 2006): *concepção e projecto, execução e utilização*.

<i>Tipo de causa</i>	<i>Fase</i>	<i>Agente</i>
HUMANAS	<i>Na fase de concepção e projecto</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Ausência de projecto</i></li> <li>• <i>Má concepção</i></li> <li>• <i>Inadequação ao ambiente (geotécnico, geofísico, climático)</i></li> <li>• <i>Inadequação a condicionalismos técnicos – económicos</i></li> <li>• <i>Informação Insuficiente</i></li> <li>• <i>Escolha ou quantificação inadequada de acções</i></li> <li>• <i>Modelos de análise ou de dimensionamento incorrectos</i></li> <li>• <i>Pormenorização deficiente</i></li> <li>• <i>Erros numéricos ou enganos de representação</i></li> </ul>
	<i>Na fase de execução</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Má qualidade dos materiais</i></li> <li>• <i>Impreparação da mão de obra</i></li> <li>• <i>Má interpretação do projecto</i></li> </ul>
	<i>Na fase de utilização</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Ausência ou deficiência de fiscalização</i></li> <li>• <i>Acções excessivas face ao projecto</i></li> <li>• <i>Alteração das condições de utilização</i></li> <li>• <i>Remodelação dos materiais (deteriorização anormal, incúria na utilização)</i></li> <li>• <i>Ausência, Insuficiência ou inadequação da manutenção</i></li> </ul>

Quadro II- Principais causas das patologias estruturais – Causas Humanas (Costa, 2006);

### 2.2.2. Ações Naturais

As ações naturais podem ser divididas em três fases (Costa, 2006): *ações físicas*, *ações químicas* e *ações biológicas*. As patologias causadas por estas ações estão muito presentes nas fachadas, dado que estas protegem o interior do edifício. Contudo, não quer dizer que não existam patologias no interior em que a causa tenha vindo das ações naturais.

<i>Tipo de causa</i>	<i>Fase</i>	<i>Agente</i>
<i>Ações Naturais</i>	<i>Ações físicas</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Gravidade</i></li> <li>• <i>Variações de temperatura</i></li> <li>• <i>Temperaturas extremas</i></li> <li>• <i>Vento (pressão, abrasão, vibração)</i></li> <li>• <i>Presença de água (chuva, neve, humidade no solo)</i></li> <li>• <i>Efeitos diferidos (retracção, fluência, relaxação)</i></li> </ul>
	<i>Ações químicas</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Oxidação</i></li> <li>• <i>Carbonatação</i></li> <li>• <i>Presença de água</i></li> <li>• <i>Presença de sais</i></li> <li>• <i>Chuva ácida</i></li> <li>• <i>Reacções electroquímicas</i></li> <li>• <i>Radiação solar (ultra-violeta)</i></li> </ul>
	<i>Ações biológicas</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Vegetais (raízes, líquenes, bolores, fungos)</i></li> <li>• <i>Animais (vermes, insectos, roedores, pássaros)</i></li> </ul>

Quadro III- Continuação do quadro Principais causas das patologias estruturais – Ações Naturais (Costa, 2006);

### 2.2.3. Desastres Naturais

Os desastres naturais danificam os edifícios ao nível estrutural e de revestimento, levando-os por vezes a colapsar.

<i>Tipo de causa</i>	<i>Fase</i>	<i>Agente</i>
<i>Desastres Naturais</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Sismo, ciclone, tornado</i></li> <li>• <i>Trovoada, cheia, tempestade marítima, tsunami</i></li> <li>• <i>Avalanche, deslizamento de terras, erupção vulcânica</i></li> </ul>

Quadro IV- Continuação do quadro principais causas das patologias estruturais – Desastres Naturais (Costa, 2006);

### 2.2.4. Desastres de Causa Humana

Os materiais utilizados nas estruturas ficam com as suas propriedades reduzidas quando expostas a fogo, explosões, choque e inundações. Dependendo da severidade do desastre, os elementos construtivos podem colapsar. Esta é uma causa difícil de tratar dado que parte destes desastres têm por norma um grande impacto no edifício.

<i>Tipo de causa</i>	<i>Fase</i>	<i>Agente</i>
<i>Desastres de Causas Humanas</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Fogo, explosão, choque, inundação</i></li> </ul>

Quadro V- Continuação do quadro principais causas das patologias estruturais – Desastres de Causas Humanas (Costa, 2006);

## 3 TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO

### 3.1. Técnicas de Diagnóstico

Durante o processo de reabilitação de edifícios é necessário avaliar o estado em que o mesmo se encontra, para se proporem soluções que permitam atingir o desempenho desejado. No projeto de reabilitação não existem abordagens de intervenção pré-definidas, pelo que é necessário ser feito um diagnóstico específico, onde se permita propor uma metodologia adequada ao edifício e ao mesmo tempo, económica (Freitas, 2012).

Quando um edifício apresenta várias patologias não é possível realizar uma intervenção sem que primeiro seja feito um relatório prévio, que corresponde à primeira fase do projeto de reabilitação.

Este estudo deverá ser executado por um investigador com um alto conhecimento na área, nas técnicas construtivas, materiais e comportamento estrutural.

No presente capítulo, vão ser apresentadas técnicas de diagnóstico não destrutivas ou pouco destrutivas, que podem ser aplicadas no diagnóstico dos casos de estudo em análise. Dado que este trabalho se foca no estudo de patologias em edifícios antigos, não serão estudadas técnicas de diagnóstico destrutivas, porque não são adequadas para este tipo de edifícios e devem ser evitadas.

### 3.1.1. Técnicas de Diagnóstico Não-Destrutivas

As técnicas de diagnóstico não destrutivas, como o próprio nome indica, não aplicam ações negativas sobre a estrutura e os resultados obtidos fornecem uma avaliação das características mecânicas dos materiais (Freitas, 2012).

Estes ensaios são importantes e podem ser usados para (Freitas, 2012):

- *Deteção de elementos estruturais ocultos tais como pilares, arcos, estruturas de piso intermédio, etc;*
- *Qualificação dos materiais e caraterização das zonas de heterogeneidade;*
- *Avaliação da extensão dos danos;*
- *Deteção de vazios e cavidades;*
- *Avaliação do teor de humidade e da altura de ascensão capilar;*
- *Avaliação de algumas propriedades físicas e mecânicas dos materiais;*

A videoscopia permite uma “*análise da estrutura interior de paredes, ou inclusive de pavimentos*”<sup>5</sup> e “*visualizar zonas de difícil acesso através de pequenos orifícios existentes ou a executar nos elementos a analisar*”.<sup>5</sup>

#### 3.1.1.1. Ensaios Sónicos

Este método de diagnóstico baseia-se na “*geração de um impulso sonoro ou de impulso ultra-sónico numa ponta da estrutura, sendo o sinal captado por um receptor que pode estar posicionado em vários locais*”<sup>5</sup>. Faz-se a medição do tempo que os impulsos demoram a percorrer o material, ao longo das medidas previamente definidas, desde o gerador ao recetor, onde depois se faz uma análise dos resultados obtidos (Freitas, 2012).

Este tipo de ensaio é usado em estruturas contínuas que apresentem um elevado nível de homogeneidade. Nas estruturas de alvenaria, normalmente heterogéneas, usam-se os impulsos sonoros (Freitas, 2012).

---

<sup>5</sup> Freitas, Vasco. (2012). *Manual de Apoio ao Projeto de Reabilitação de Edifícios*. OERN. Região Norte;



Figura 14 – Ensaio sónico;

Fonte: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Execucao-do-Ensaio-de-Propagacao-do-Pulso-Ultra-sonico\\_fig1\\_283721912](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Execucao-do-Ensaio-de-Propagacao-do-Pulso-Ultra-sonico_fig1_283721912)



Figura 15 – Aparelho de ensaios sónicos;

Fonte: <https://perta.pt/produto/pet-avaliacao-da-integridade-de-estacas-de-betao-pelo-metodo-sonico/>

Neste tipo de ensaio é possível obter (Freitas, 2012):

- *Uma estimativa do módulo de elasticidade e da resistência à compressão, a partir de correlações empíricas com a velocidade de propagação das ondas sónicas;*
- *A homogeneidade das características dos materiais constituintes;*
- *A presença de fendas no material contínuo;*
- *A presença e efeitos de anteriores reforços (existências de consolidações);*

### 3.1.1.2. Tomografia Sónica

Este tipo de ensaio é idêntico ao anterior, “sendo mais elaborada no processamento e análise dos resultados da propagação das ondas sónicas”<sup>6</sup>, desenha um mapa detalhado com a velocidade do som numa secção plana da estrutura. Este ensaio é usado principalmente em estruturas de betão, mas tem recentemente vindo a ser usado para a análise de estruturas antigas e de grande valor histórico (Freitas, 2012).



Figura 16 – Tomografia sónica;

Fonte: <https://eqsglobal.com/pt/gestao-de-ativos/inspecao-e-avaliacao-em-engenharia-civil/ensaios-de-engenharia-civil/>



Figura 17 – Aparelho de tomografia sónica;

Fonte: <https://www.screeningeagle.com/pt/products/pundit-250-array>

<sup>6</sup> Freitas, Vasco. (2012). *Manual de Apoio ao Projeto de Reabilitação de Edifícios*. OERN. Região Norte;

### 3.1.1.3. Ensaio de Radar

Este tipo de ensaio consiste *“no uso de ondas eletromagnéticas de alta-frequência (100MHz-1GHz) emitidas com impulsos muito curtos”*<sup>7</sup>, permitindo localizar superfícies separadas de materiais com diferentes características onde as ondas eletromagnéticas são refletidas.

*“O estudo de tais fenómenos de reflexão permite determinar alterações ou defeitos nos materiais constituintes da estrutura, possibilitando, por exemplo, detectar juntas, defeitos ou cavidades na alvenaria, encontrar estruturas ou tubagens ocultas”*.<sup>7</sup>

### 3.1.1.4. Vibrações Induzidas

Este método de ensaio permite medir a velocidade de propagação das ondas de choque ao longo das fibras de madeira. As ondas de choque propagam-se *“mais rapidamente em madeira sã do que em madeira degradada, é possível identificar podridões/defeitos/vazio interiores, tal como na técnica de medição da velocidade de propagação de ultra-sons”*.<sup>7</sup>

### 3.1.1.5. Detecção Acústica de Insetos Xilófagos

Este método de diagnóstico permite detetar *in situ* zonas atacadas no interior das peças de madeira, que não são possíveis analisar a partir de uma inspeção visual. Este método *“consiste na utilização de um aparelho para detecção de insecto xilófagos, nomeadamente térmitas e carunchos, pela captação e amplificação das ondas sonoras que estes produzem durante a sua actividade, as quais se propagam através das fibras de madeira”*.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Freitas, Vasco. (2012). *Manual de Apoio ao Projeto de Reabilitação de Edifícios*. OERN. Região Norte;

### 3.1.1.6. Ensaio de Carga

Este tipo de método de diagnóstico permite avaliar *in situ* a capacidade de carga dos elementos estruturais, ou seja, avalia a segurança estrutural do edifício. Este método consiste na colocação de carga na estrutura a ensaiar, fazendo-se medições “dos deslocamentos e (ou) das deformações correspondentes”<sup>8</sup>. O deslocamento pós-carga é um indicador do estado da estrutura, pelo que posteriormente ao ensaio deve-se fazer uma “recuperação total do deslocamento imposto pela carga”.<sup>8</sup>



Figuras 18 e 19 – Ensaio de carga – Mercado do Bolhão;

Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;

<sup>8</sup> Freitas, Vasco. (2012). *Manual de Apoio ao Projeto de Reabilitação de Edifícios*. OERN. Região Norte;

### 3.2.1.7. Registógrafo (*REGISTOGRAPH*)

Este método de diagnóstico é realizado a partir de uma perfuração nas peças de madeira, avaliando a resistência, em função da energia despendida na perfuração. A perfuração é quase impercetível e sem qualquer influência na resistência mecânica de onde a amostra foi retirada, permitindo “*detectar defeitos internos, variações de densidade e secções dos elementos estruturais, quando tal não é possível medir ou avaliar visualmente de forma directa*”.<sup>9</sup>

Este ensaio permite identificar nos elementos de madeira vazios internos, podridões e degradações.



Figuras 20 e 21 – Registógrafo – Mercado do Bolhão;

Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;

### 3.1.1.8. Georadar

Este método de ensaio é utilizado desde os anos cinquenta do século XX nas áreas da engenharia, geologia, arqueologia, etc. Este método consiste na análise dos meios materiais (Freitas, 2012).

É bastante útil na área do património edificado, dado que permite obter informação com grande precisão sobre a deteção dos diferentes materiais de alvenaria, humidades e fendas nas estruturas de madeira, pavimentos ou abóbadas (Freitas, 2012).

<sup>9</sup> Freitas, Vasco. (2012). *Manual de Apoio ao Projeto de Reabilitação de Edifícios*. OERN. Região Norte;

### 3.1.1.9. Radiografia – Raio-X e Raios-Y

Este método de diagnóstico consiste na transmissão de energia radiográfica através do material a estudar, na forma de raios-X. Esta técnica é utilizada para identificar vazios e degradações sem perfurar a estrutura.

No entanto, os raios-X possuem um elevado nível de radiação, sendo, perigoso para a saúde, levando a que esta técnica fosse progressivamente abandonada e substituída por raios-Y.

### 3.1.1.10. Termografia

A termografia consiste na utilização de sistemas de infravermelhos que captam a radiação emitida pelos materiais, possibilitando medir temperaturas. Estas radiações são apresentadas no ecrã da máquina, permitindo identificar vários componentes do que se analisa.



Figuras 23 e 24 – Ensaio de Termografia e aparelho;

Fonte: <https://grupocht.com.br/termografia-na-construcao-civil/>

<https://grupoacre.com.pt/catalogo-productos/camara-termografica-avancada-e75-e85-e95/>

### 3.1.2. Técnicas de Diagnóstico Pouco Destrutivas

As técnicas de diagnóstico pouco destrutivas permitem “*quantificar parâmetros que caracterizam o comportamento específico dos vários materiais constituintes de uma estrutura (caso dos ensaios de tomografia sónica e de radar), ou uma quantificação da rigidez global (caso dos ensaios dinâmicos e dos ensaios de carga) e mesmo a estimativa da rigidez local (com recurso aos ensaios sónicos ou ultra-sónicos apoiadas em correlações empíricas)*”<sup>10</sup>, para uma informação mais detalhada devem, sempre que possível, ser apoiadas em ensaios que causem o mínimo de perturbações na estrutura possível (Freitas, 2012).

#### 3.1.2.1. Carotagem

A carotagem consiste na extração de pequenos carotes em pontos mais importantes da estrutura. Permite a execução de ensaios laboratoriais sob uma amostra dos materiais constituintes da estrutura e, uma observação direta do interior a partir do furo resultante da carotagem. No caso de estruturas antigas, em especial de pedra, este método de diagnóstico tem uma grande importância, dado que permite observar o material de enchimento nas paredes de paramento duplo.

A partir do ensaio laboratorial da amostra da carote “*é possível obter características mecânicas, físicas e químicas dos materiais. As carotes devem ser obtidas com uma máquina de corte rotativa dotada de coroas com dentes de diamante e a sua extracção deve ser feita de modo a introduzir a menor perturbação possível nas amostras*”.<sup>10</sup>

O furo de remoção da carote pode ser usado para uma inspeção com vídeo, onde deve ser arquivada para posteriormente ser analisada. Esta informação permite obter informação sobre (Freitas, 2012):

- *Características da alvenaria;*
- *Medidas das cavidades internas da alvenaria;*
- *Análise de propagação de fendas internas e medida das suas aberturas;*

---

<sup>10</sup> Freitas, Vasco. (2012). *Manual de Apoio ao Projeto de Reabilitação de Edifícios*. OERN. Região Norte;



Figuras 25 e 26 – Ensaio de carotagem em pavimento de betão;

Fonte: [https://www.deltatau.pt/portfolio\\_page/carotagempaveiro/](https://www.deltatau.pt/portfolio_page/carotagempaveiro/)

### 3.1.2.2. Macacos Planos (*FLAT-JACK*)

Este método de diagnóstico permite avaliar *in situ* algumas das características mecânicas das alvenarias. Este ensaio é pouco destrutivo, dado “*que se baseia na realização de um corte horizonte que permita a introdução de um macaco-plano de reduzida espessura na direcção perpendicular ao plano da parede em estudo*”.<sup>11</sup>



Figura 27 – Macacos planos;

Fonte: <https://perta.pt/produto/macacos-planos/>

### 3.1.2.3. Dilatómetro

O dilatómetro é muito idêntico aos macacos-planos, recorrendo apenas a equipamentos diferentes. Este obtém apenas características de deformabilidade de alvenaria.

Permite estudar características da parte interior da parede, sendo indicado para o estudo das paredes de folha dupla. Os macacos-planos apenas permitem avaliar o plano exterior das paredes de alvenaria. A utilização de ambos os métodos permitem determinar com rigor o motivo da deformabilidade da alvenaria interna e das camadas externas (Freitas, 2012).

<sup>11</sup> Freitas, Vasco. (2012). *Manual de Apoio ao Projeto de Reabilitação de Edifícios*. OERN. Região Norte;

## 4 CASOS DE ESTUDO

### 4.1. Generalidades

Na escolha dos casos de estudo apresentados neste capítulo procuraram-se edifícios do mesmo século de construção ou próximos do edifício da Universidade Lusófona - Centro Universitário do Porto. Levou-se também em consideração as características dos materiais constituintes dos três. A nível funcional os edifícios serviram e servem propósitos diferentes, à exceção do mercado que manteve a mesma função.

	Estrutura Alvenaria de Pedra	Estrutura de Madeira	Estrutura Metálica	Estrutura Betão	Função do Edifício
<i>Universidade Lusófona - Centro Universitário do Porto (&lt; 1809)</i>	●	●		●	Orfanato - Universidade
<i>Casa Estúdio Carlos Relvas (1875)</i>	●	●	●		Casa-Estúdio - Museu
<i>Mercado do Bolhão (1914)</i>	●	●	●	●	Mercado

Quadro VI- Análise dos elementos construtivos, casos de estudo;

Os quadros apresentados neste capítulo foram feitos com o auxílio dos relatórios prévios fornecidos, pelo que o conteúdo é da autoria de quem os desenvolveu. Apenas foi retirada informação relevante para esta dissertação.

## **Mercado do Bolhão**

### **4.2. Generalidades**

O mercado do bolhão foi construído em 1914 pelo arquiteto António Correia da Silva, no porto. O projeto teve a intenção de substituir a praça do mercado que ali existia com um edifício que representasse a cidade. Durante o século XX o edifício foi sofrendo alterações no seu exterior, *“as caixilharias, montras e toldos foram quase totalmente substituídos por elementos dissonantes, e foram introduzidos infraestruturas e elementos publicitários nas fachadas sem critério”*.<sup>12</sup>

O projeto de reabilitação, coordenado pelo Arquiteto Nuno Valentim, desenvolveu-se sob três princípios (Valentim, 2021):

- Recuperação física do edifício – devolução da identidade e coerência;
- Atualização do mercado de frescos – um mercado de referência, com melhores espaços;
- Restituição da relação deste equipamento com a cidade;

O objetivo do projeto é devolver o edifício à sua forma original, retirando todas as mudanças que foram feitas durante o século XX e melhorando a salubridade geral do mercado.

### **4.3. Patologias Identificadas e Medidas de Intervenção**

As patologias identificadas no mercado do bolhão são, maioritariamente, derivadas pela falta de manutenção e requalificação do edifício. O mercado apresenta deficiências a nível estrutural, proveniente dos assentamentos das paredes resistentes das fachadas e problemas de degradação geral dos espaços (Costa, 2009). Apesar das deformações estruturais dos assentamentos (da metade sul do edifício), este apresenta condições estruturais razoáveis. No relatório prévio identifica-se a necessidade de reforçar as fundações da metade sul do mercado, sendo este um lado sensível do edifício (Costa, 2009).

---

<sup>12</sup> Valentim, Nuno. (2021). *Reabilitação do Mercado do Bolhão. Sebentas d’Obra Ciclo de Construção, do projeto à obra*. Porto, Cadernos d’Obra.

### 4.3.1. Patologias Estruturais

No relatório prévio efetuado pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, identifica-se que o edifício apresentava condições estruturais razoáveis, apresentando apenas algumas patologias derivadas dos assentamentos nas paredes portantes da metade sul da estrutura.<sup>13</sup>

<i>Anomalia</i>	<i>Descrição e Diagnóstico</i>	<i>Medias de Intervenção</i>
<i>Deformação Estrutural (Betão)  (Figura 28)</i>	<i>A ocorrência destas deformações estará relacionada com assentamentos ao nível das fundações;</i>	<i>Do ponto de vista estrutural, a correção destas deformações não será necessária uma vez que, tal como foi possível aferir após a realização dos ensaios de carga, a capacidade de carga da estrutura não se encontra diminuída pela presença das referidas deformações. Assim, a deformação apresentada pela galeria tem apenas um impacto visual e não estrutural. Caso a opção seja a de proceder à correção da deformação da galeria, este processo poderá ser efetuado através da colocação de macacos hidráulicos nos pontos de maior deslocamento, corrigindo-se gradual e iterativamente os seus desvios;</i>

Quadro VII- Deformação Estrutural;



Figura 28 - Deformação estrutural da galeria inferior;

Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;

<sup>13</sup> Costa, Aníbal. (2009). *Edifício do Mercado do Bolhão – Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural*. Porto, FEUP.

Anomalia	Descrição e Diagnóstico	Medias de Intervenção
<p>Humidade (Estrutura de Betão)</p> <p>(Figuras 29 e 30)</p>	<p>Presença de diversos focos de humidade nos elementos de betão armado da estrutura do edifício, uma vez que a sua presença representa, a médio prazo, uma debilidade material, com implicações no seu funcionamento estrutural;</p>	<p>A reposição do pleno funcionamento dos sistemas de drenagem de águas pluviais apresenta-se como o fator essencial para a eliminação da humidade. Nestas zonas, onde as manchas de humidade se apresentam com maior intensidade, deverá ser verificado o estado das armaduras dos elementos de betão armado, pois poderão eventualmente apresentar-se corroídas;</p>

Quadro VIII- Humidade em estruturas de betão;



Figuras 29 e 30 - Presença de humidade;

Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;

Anomalia	Descrição e Diagnóstico	Medias de Intervenção
<p>Fissuração/ Abertura de juntas  (Figuras 31 e 32)</p>	<p>Foram observados alguns casos de fissuração / abertura de juntas em paredes de alvenaria de granito. Existem diversas fissuras de abertura considerável, visíveis quer pelo interior quer pelo exterior do edifício. Em muitas destas fissuras existem testemunhos de gesso que, na generalidade dos casos, se encontram partidos indicando que após a sua colocação ocorreram movimentos nas paredes no sentido de aumentar a abertura das fissuras existentes.</p> <p>A ocorrência da fissuração / abertura de juntas observada terá tido origem nos assentamentos das fundações;</p>	<p>Nos casos em que possa estar em risco a perda de apoio de padieiras, terá de se proceder à consolidação dessas zonas por injeção ou por fixação mecânica;</p>

Quadro IX- Fissuração/ Abertura de juntas;



Figuras 31 e 32 - Fissuração/ Abertura de Juntas;

Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;

<i>Anomalia</i>	<i>Descrição e Diagnóstico</i>	<i>Medias de Intervenção</i>
<p><i>Deformação estrutural (estrutura metálica)</i></p> <p><i>(Figura 33)</i></p>	<p><i>Verificou-se que alguns pilares metálicos da zona Sul do edifício se encontram visivelmente deformados. Estas deformações representam excentricidades importantes na aplicação das cargas provenientes da galeria;</i></p>	<p><i>Os pilares que se encontram inclinados devem ser reposicionados de modo a garantir a sua verticalidade, sendo desmontados e novamente montados na sua posição correta, sempre com a estrutura do passadiço devidamente escorada;</i></p>

Quadro X - Deformação estrutural (estrutura metálica);



Figura 33 - Pilar da galeria;

Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;

## 4.3.2. Patologias Não Estruturais

As patologias não estruturais identificadas ocorrem devido à falta de manutenção que o edifício teve ao longo dos anos. Esta falta de manutenção levou a que o edifício apresentasse diversas patologias em vários pontos do edifício.

Anomalia	Descrição e Diagnóstico	Medias de Intervenção
Destacamento do betão de recobrimento e corrosão de armaduras (Figuras 34 e 35)	O destacamento do betão nos vários elementos tem origem nas reações expansivas de oxidação das armaduras e/ou perfis metálicos existentes no seu interior. Por se tratar de elementos de secção reduzida, geralmente situados no exterior ou em zonas onde se verifica a presença de água e logo menos protegidos dos ataques atmosféricos;	O tratamento dos elementos de betão armado que apresentam sinais de corrosão poderá ser feito segundo as recomendações: Remoção do betão degradado (“picagem”); Limpeza das superfícies; Nas zonas em que as armaduras fiquem expostas poderá proceder-se à sua proteção da seguinte forma: Execução de uma barreira estanque, constituída por uma resina epoxídica (anticorrosão), precedida por vezes da aplicação de uma camada primária; Aplicação de uma proteção “passivante”, constituída geralmente por uma argamassa à base de ligantes hidráulicos com adjuvantes; neste caso a proteção é assegurada pelo pH elevado do cimento hidratado e os adjuvantes deverão ser inibidores de corrosão;

Quadro XI - Patologia Destacamento do betão de recobrimento e corrosão de armaduras;



Figuras 34 e 35 - Destacamento do betão de recobrimento e corrosão de elementos metálicos numa viga;

Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;

Anomalia	Descrição e Diagnóstico	Medias de Intervenção
<p>Humidade (Alvenaria de granito)  (Figuras 36 e 37)</p>	<p>Verificou-se que existem diversos elementos de alvenaria de granito afetados pela humidade. Esta humidade é a principal causa da degradação material da alvenaria, nomeadamente a degradação da argamassa que constitui as juntas. Identifica-se dois tipos de humidade: ascensional e infiltrações;</p>	<p>Para as infiltrações propõem-se a reposição do pleno funcionamento dos sistemas de drenagem de águas pluviais apresenta-se como o fator essencial para a sua eliminação;</p>

Quadro XII - Humidade (Alvenaria de granito);



Figuras 36 e 37 - Humidade na parede de alvenaria;

Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;

<i>Anomalia</i>	<i>Descrição e Diagnóstico</i>	<i>Medias de Intervenção</i>
<p><i>Corrosão de elementos metálicos</i></p> <p><i>(Figura 38)</i></p>	<p><i>A presença de humidade na proximidade dos pilares metálicos, potenciada pela sua localização num espaço aberto, faz com que existam diversos pilares com problemas de corrosão;</i></p>	<p><i>As medidas de reparação dos elementos metálicos consistem num tratamento inicial da superfície por limpeza manual ou aplicação de produtos decapantes. Após o tratamento da superfície, o ferro bem seco deve ser imediatamente pintado para evitar nova oxidação, aplicando um primário e por cima uma tinta de base metálica, anticorrosiva, podendo ainda ser ponderada a adoção de uma proteção ao fogo;</i></p>

Quadro XIII - Corrosão de elementos metálicos;

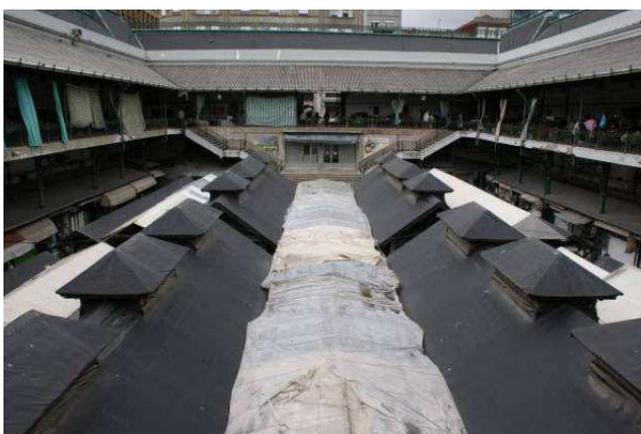


Figura 38 - Corrosão dos pilares metálico;

Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;

Anomalia	Descrição e Diagnóstico
<p><i>Degradação Generalizada</i>  (Figuras 39 e 40)</p>	<p><i>A ausência de ações de reabilitação e/ou manutenção ao longo dos anos levaram a que muitos pequenos danos, sem influência no comportamento estrutural do mercado, se desenvolvessem. Alguns casos registados são:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>. Degradação de elementos decorativos das fachadas, que culminou na sua remoção;</i></li> <li><i>. A acumulação de água nas lonas de cobertura da zona central de comércio;</i></li> <li><i>. A redução da salubridade de alguns espaços pela degradação dos revestimentos das paredes e tecos;</i></li> <li><i>. A redução da salubridade de alguns espaços pela presença de pombas no interior do Mercado do Bolhão, junto de zonas de venda de produtos frescos;</i></li> </ul>

Quadro XIV – Degradação generalizada;



Figuras 39 e 40 - Elementos decorativos na fachada em falta; Acumulação de água zona central do comércio;

Fonte: Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural – Edifício Mercado do Bolhão;

## **Casa Estúdio Carlos Relvas**

### **4.4. Generalidades**

A Casa Estúdio Carlos Relvas foi construída em 1875 pelo arquiteto Henrique Carlos Affonso, na Golegã. Este edifício inicialmente desempenhava a função de estúdio de fotografia de Carlos Relvas, tendo sido posteriormente modificado pelo próprio fotógrafo, que procurou incorporar no edifício a função habitacional. Inicialmente a construção era de ferro e vidro, que veio a ser tapada na criação de uma envolvente mais opaca. As modificações concentram-se principalmente na cobertura e paredes laterais. A cobertura em vidro foi substituída por telha e as paredes laterais foram substituídas por alvenaria, em maior parte dos casos. Após as modificações o edifício passou a desempenhar a função de casa-estúdio (Mestre, 1998).

Após vários anos de utilização a casa-estúdio ficou abandonada, sem que tivessem havido cuidados na sua conservação, dando origem ao estado em que o edifício se encontrava antes de ser reabilitado.

O edifício possuía vários problemas de *“origem construtiva, nomeadamente na falta de conservação e manutenção da cobertura do edifício e das suas caixilharias, acompanhados pelas naturais consequências da não utilização do edifício”*.<sup>14</sup> Os revestimentos interiores e exteriores apresentavam degradações e desprendimentos, devido à infiltração de água da chuva e pela falta de ventilação e excesso de sombreamento. As madeiras encontravam-se bastante danificadas devido à degradação da cobertura, que facilitava a entrada de água da chuva dando origem à podridão da madeira.

---

<sup>14</sup> Appleton, João. *Conservação e Restauro da Casa Estúdio Carlos Relvas, Restoration and Preservation of Casa-Estúdio Carlos Relvas*. 3ENCORE.

O projeto de reabilitação teve como objetivo devolver ao edifício a sua forma original e proporcionar a sua utilização como museu, privilegiando a história da casa e da pessoa que a mandou construir, com o objetivo dos espaços serem usados para a fotografia.

*“A recuperação da Casa-Estúdio Carlos Relvas foi entendida pelos autores como uma oportunidade e um privilégio, com responsabilidades acrescidas que advieram da singularidade do edifício, bem como da carga histórica que ele comporta”<sup>15</sup>*



Figuras 41 e 42 – Fachada poente da Casa-Estúdio após a construção e antes intervenção;

Fonte: 3ENCORE – Conservação e Restauro da Casa Estúdio Carlos Relvas;



Figura 43 – Fachada Poente da Casa-Estúdio após reabilitação;

Fonte: 3ENCORE – Módulo 4- Estudos de Diagnóstico: exemplos Casa Estúdio Carlos Relvas, Golegã;

<sup>15</sup> Appleton, João. *Conservação e Restauro da Casa Estúdio Carlos Relvas, Restoration and Preservation of Casa-Estúdio Carlos Relvas*. 3ENCORE.

#### 4.5. Patologias Identificadas e Medidas de Intervenção

O projeto de reabilitação dos Arquitetos Vitor Mestre e Sofia Aleixo identificou 4 tipos de medidas a serem tomadas na intervenção do edifício, destinando-se “*a dar resposta às diversas patologias detectadas na fase de diagnóstico e em repor os níveis de desempenho do edifício*”.<sup>16</sup> As medidas consistem em:

- Reposição da Construção – esta fase teve como objetivo a recomposição do edifício ao seu modelo inicial, eliminando todas as alterações feitas pelo fotógrafo Carlos Relvas quando transformou o estúdio em parcial habitação. Esta intervenção procurou recuperar todos os elementos da estrutura de ferro existentes e os elementos em falta, foi proposta a fabricação dos mesmos com o auxílio de elementos idênticos aos existentes.
- Verificação das Condições de Segurança- o projeto de reabilitação pretende remover as alterações realizadas ao edifício por Carlos Relvas, fazendo com que haja a necessidade de verificar as condições de segurança estrutural existentes (estruturas de ferro e de alvenaria).
- Resolução das Anomalias Construtivas- como o próprio nome indica, procuraram-se eliminar as causas das patologias. Maior parte das patologias identificadas teve origem na cobertura e na falta de proteção da água da chuva.
- Satisfação das Necessidades Projetuais- para responder a todos os requisitos da proposta arquitetónica foi necessária a criação de uma “*cave na ligação do Estúdio ao anexo, onde se instala o corredor de acesso, as instalações sanitárias públicas e um espaço para equipamentos especiais, incluindo uma caleira técnica para a rede de ventilação e tratamento do ar*”.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> Appleton, João. *Conservação e Restauro da Casa Estúdio Carlos Relvas, Restoration and Preservation of Casa-Estúdio Carlos Relvas*. 3ENCORE.

#### 4.5.1. Patologias Estruturais

No relatório prévio de 1998 fornecido pelos arquitetos e engenheiros responsáveis pelo projeto de reabilitação são identificadas as seguintes patologias estruturais:

<i>Anomalia</i>	<i>Descrição e Diagnóstico</i>	<i>Medias de Intervenção</i>
<i>Fendilhação vertical em paredes  (Figuras 44 e 45)</i>	<i>Anomalia com origem estrutural, em geral, que pode consistir num desligamento entre panos de alvenaria ortogonais, em assentamentos de fundação ou ainda em movimentos de deformação das próprias paredes ou dos pavimentos subjacentes, ou ainda em excessos de carga;</i>	<i>Nos casos em que a causa da anomalia seja o assentamento de fundações, a forma de a resolver será através de recalçamentos das mesmas. Quando se dá o desligamento, o modo de impedir a propagação da anomalia ou de a resolver será através de execução de ligação entre os panos de alvenaria com o recurso a tirantes de aço, embebidos nas paredes;</i>

Quadro XV -Fendilhação vertical em paredes;



Figuras 44 e 45 - Fendilhação Vertical em Paredes;

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 15);

<i>Anomalia</i>	<i>Descrição e Diagnóstico</i>	<i>Medias de Intervenção</i>
<p><i>Fendilhação horizontal em paredes interiores</i></p> <p><i>(Figura 46)</i></p>	<p><i>A ocorrência desta Fendilhação, provocada por pequenos movimentos de assentamento das paredes subjacentes à afetada, ou das fundações destas;</i></p>	<p><i>Reparação das fendas, mediante avivamento destas numa superfície de 5 cm para cada lado da fenda, até ao tosco, e reconstrução do revestimento, com as camadas de emboço, esboço e estuque, no caso de não se detetar fendilhação na própria alvenaria. Caso isso suceda, dever-se-á procurar determinar a origem do fenómeno;</i></p>

Quadro XVI – Fendilhação horizontal em paredes interiores;



Figura 46 - Fendilhação horizontal em Paredes interiores;

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 11);

<i>Anomalia</i>	<i>Descrição e Diagnóstico</i>	<i>Medias de Intervenção</i>
<p><i>Fendilhação oblíqua em paredes interiores e exteriores</i></p> <p><i>(Figuras 47 e 48)</i></p>	<p><i>Esta anomalia encontra-se associada a movimentos das paredes ou da fundação, indiciando também, quando associada a fendilhação vertical em cantos;</i></p>	<p><i>É necessário limitar ou até acabar com a origem destes fenómenos, através de recalçamentos de fundações; após a estabilização do fenómeno, repará-lo, de modo a evitar o seu agravamento através de desprendimentos de reboco;</i></p>

Quadro XVII – Fendilhação Oblíqua em paredes interiores e exteriores;



Figuras 47 e 48 - Fendilhação oblíqua em Paredes interiores e exteriores;

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 12);

#### 4.5.2. Patologias Não Estruturais

As patologias não estruturais, como anteriormente referido, são maioritariamente de origem construtiva devido à falta de conservação e manutenção da cobertura. As patologias não estruturais identificadas são:

<i>Anomalia</i>	<i>Descrição e Diagnóstico</i>	<i>Medias de Intervenção</i>
<p><i>Corrosão em elementos metálicos</i></p> <p><i>(Figuras 49 e 50)</i></p>	<p><i>Trata-se de uma anomalia visível em certos elementos estruturais ou decorativos, em ferro, agravada pela falta de proteção contra o fogo quando se trata das asnas de cobertura, as quais têm, evidentemente, função estrutural;</i></p>	<p><i>Limpeza com escovas de aço, manual ou mecanicamente, seguida de aplicação de sistema de proteção contra a corrosão com sistema de pintura, posteriormente, complemento de proteção contra o fogo;</i></p>

Quadro XVIII – Corrosão em elementos metálicos;



Figuras 49 e 50 - Corrosão em elementos metálicos;

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 1);

<i>Anomalia</i>	<i>Descrição e Diagnóstico</i>	<i>Medias de Intervenção</i>
<p><i>Caixilharia degradada</i></p> <p><i>(Figuras 51 e 52)</i></p>	<p><i>Algumas caixilharias apresentam-se extremamente degradadas, parcialmente apodrecidas;</i></p>	<p><i>Reparação ou substituição, conforme o nível de degradação da madeira, das caixilharias, por caixilharias novas (...);</i></p>

Quadro XIX – Caixilharia degradada;



Figuras 51 e 52 - Caixilharia degradada;

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 2);

<i>Anomalia</i>	<i>Descrição e Diagnóstico</i>	<i>Medias de Intervenção</i>
<p><i>Pintura descamada, no interior e no exterior do edifício</i></p> <p><i>(Figura 53)</i></p>	<p><i>Este fenómeno deve-se à aplicação de sistemas de pintura inadequados, ou mal-executados;</i></p>	<p><i>Remoção da pintura, com decapantes ou por queima, ou ainda com espátula, a frio, e aplicação de sistemas de pintura adaptados às condições interiores e exteriores;</i></p>

Quadro XX – Pintura descamada, no interior e no exterior do edifício;



Figura 53 - Pintura descamada;

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 19);

Anomalia	Descrição e Diagnóstico	Medias de Intervenção
<p><i>Desprendimentos e desagregações generalizados, em revestimentos interiores e exteriores</i></p> <p><i>(Figuras 54 e 55)</i></p>	<p><i>Este fenómeno deve-se à ocorrência de infiltrações, no caso dos revestimentos interiores, ou à ação direta da chuva, conjugada com a falta de ventilação e excessivo sombreamento de algumas zonas, no exterior do edifício. Os naturais envelhecimentos dos revestimentos, à base de cal e areia, implicaram, em algumas zonas, a demolição e reconstrução dos rebocos;</i></p>	<p><i>Em revestimentos exteriores, refazer rebocos que se encontrem degradados, ou pouco firmes, assim como rebocos mais recentes à base de cimento; consoante o resultado dos ensaios executados sobre as amostras recolhidas no local, poder-se-á proceder à aplicação de rebocos com cal aérea apagada e areia;</i></p>

Quadro XXI -Desprendimento e desagregações generalizados, em revestimentos interiores e exteriores;



Figuras 54 e 55 - Desprendimentos e desagregações;

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 3 e 4);

<i>Anomalia</i>	<i>Descrição e Diagnóstico</i>	<i>Medidas de Intervenção</i>
<p><i>Desprendimentos e desagregações em tetos do edifício</i></p> <p><i>(Figuras 56 e 57)</i></p>	<p><i>Este fenómeno deve-se, em geral, a infiltrações que degradam o fasquiado sob o qual está aplicado o teto, ou a fendilhações que, por descuido, não são reparadas enquanto assumem pequena expressão, o que origina a amplificação do fenómeno;</i></p>	<p><i>No caso de o fasquiado se encontrar em bom estado, o revestimento deverá ser refeito mediante o recurso a estucagem com linhadas de gesso. No caso de não se poder aproveitar o fasquiado original, dever-se-á aplicar novo fasquiado, de madeira de pinho, estabilizada e impregnada em profundidade com sais metálicos, em autoclave, sobre os quais será refeito.</i></p>

Quadro XXII- Desprendimentos e desagregações em tetos do edifício;



Figuras 56 e 57 - Desprendimentos e desagregações em tetos;

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 6);

Anomalia	Descrição e Diagnóstico	Medias de Intervenção
<p><i>Degradação de pavimentos de madeira, ou dos seus revestimentos</i></p> <p><i>(Figuras 59 e 60)</i></p>	<p><i>Pode considerar-se esta degradação de pavimentos de madeira como uma consequência da degradação da caixilharia, uma vez que, quando a caixilharia deixa de assegurar a estanquidade, o pavimento de madeira adjacente à abertura fechada por essa caixilharia ressentese, sendo evidenciado esse fenómeno através do apodrecimento das tábuas de soalho e dos tacos de madeira;</i></p>	<p><i>Impor-se-á uma inspeção dos pavimentos, de forma a averiguar acerca da sua constituição e características de conservação, nomeadamente junto a vãos exteriores, assim como junto a paredes que apresentem sinais de infiltrações; os vigamentos de madeira com secção deteriorada deverão ser reparados mediante o recurso a argamassas moldadas de resina epoxy, com ligação às zonas em bom estado, que se mantêm, com varões de aço inox ou de poliéster. Os revestimentos danificados deverão ser levantados e substituídos por elementos novos, em madeira velha semelhante à original;</i></p>

Quadro XXIII- Degradação de pavimentos de madeira, ou dos seus revestimentos;



Figuras 58 e 59 - Degradação de pavimentos de madeira;

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 5);

Anomalia	Descrição e Diagnóstico	Medias de Intervenção
<p>Degradação do telhado  (Figuras 60 e 61)</p>	<p>A degradação do telhado, originada pela meteorização da argila e pelo crescimento de plantas é respectivamente consequência da idade do edifício e da falta de manutenção da cobertura; é importante salientar que os beirados se encontram, nalguns casos, em muito mau estado, podendo entrar em colapso.</p>	<p>O telhado deverá ser levantado, de modo a poder proceder-se à inspeção da estrutura da cobertura;</p>

Quadro XXIV – Degradação do telhado;



Figuras 60 e 61 - Degradação do telhado;

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 7);

Anomalia	Descrição e Diagnóstico	Medias de Intervenção
<p><i>Empolamentos e eflorescências em paredes</i></p> <p><i>(Figuras 62, 63 e 64)</i></p>	<p><i>O fenómeno de empolamento de revestimentos de parede, ou criptoflorescência e/ou a sua variante superficial (eflorescência) é consequência da existência de sais nas paredes, conjugada com a ocorrência de infiltrações, que lavam da argamassa nesses sais, fazendo-os aflorar sob ou sobre os revestimentos, respetivamente;</i></p>	<p><i>Antes de se proceder à reparação dos revestimentos de parede, é importante que acabados todos os trabalhos de coberturas, alvenarias exteriores e caixilharias, de modo que se possam considerar eliminadas as causas da humedificação e que as paredes e tetos a tratar se encontrem estabilizados em termos de teor de água;</i></p>

Quadro XXV- Empolamentos e eflorescências em paredes;



Figuras 62, 63 e 64 - Empolamentos e eflorescências em paredes e tetos;

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 8 e 9);

<i>Anomalia</i>	<i>Descrição e Diagnóstico</i>	<i>Medias de Intervenção</i>
<p><i>Fendilhação generalizada</i> <i>(Figuras 65 e 66)</i></p>	<p><i>A aplicação de rebocos de cimento em exteriores resulta, por vezes, neste fenómeno; noutros casos, o natural envelhecimento dos revestimentos é causa suficiente</i></p>	<p><i>Nos casos em que a fendilhação generalizada ocorre, esta fica a dever-se à ausência de cuidados na dosagem de ligantes na argamassa utilizada posteriormente à construção original, com excesso de cimento, vulgarmente; nestes casos, recomenda-se a demolição e substituição por rebocos de cal (...);</i></p>

Quadro XXVI- Fendilhação generalizada;



Figuras 65 e 66 - Fendilhação generalizada;

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 10);

Anomalia	Descrição e Diagnóstico	Medias de Intervenção
<p><i>Fendilhação nas sancas e revestimentos de teto</i></p> <p><i>(Figuras 67 e 68)</i></p>	<p><i>Geralmente, esta anomalia encontra-se associada a fendilhações em paredes e tetos, estabelecendo a ligação entre estes dois tipos de fenda; quando tal não sucede o fenómeno é, normalmente, apenas superficial;</i></p>	<p><i>Quando a anomalia se deve a fenómenos superficiais, nomeadamente fendilhação de juntas de remate das sancas, bastará reparar as fendilhações com massa de estucar; quando o fenómeno tem uma incidência mais profunda, nesse caso já não basta reparar a fenda superficial;</i></p>

Quadro XXVII – Fendilhação nas sancas e revestimentos do teto;



Figuras 67 e 68 - Fendilhação nas sancas e tetos;

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 13);

Anomalia	Descrição e Diagnóstico	Medias de Intervenção
<p><i>Humidade generalizada de algumas zonas do edifício</i></p> <p><i>(Figuras 69,70 e 71)</i></p>	<p><i>Quando esta anomalia ocorre no interior do edifício, tem origem em infiltrações de vários tipos, assim como em condensações, e manifesta-se conjuntamente com eflorescências e empolamentos; quando ocorre no exterior do edifício, são visíveis grandes manchas verdes, e a sua origem é a ocorrência de condensações na superfície da parede, por falta de ventilação, ou ainda por excessivo sombreamento de certos recantos;</i></p>	<p><i>Limpeza e lavagem dos paramentos, e reparação da infiltração que lhes deu origem, no caso das humidades em interiores, ou aplicação de complementos fungicidas ou herbicidas, no caso das humidades em exteriores,</i></p>

Quadro XXVIII – Humidade Generalizada de algumas zonas do edifício;



Figuras 69, 70 e 71 - Humidade generalizada;

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 16);

<i>Anomalia</i>	<i>Descrição e Diagnóstico</i>	<i>Medias de Intervenção</i>
<p><i>Vestígios de humidade em paredes</i></p> <p><i>(Figuras 72 e 73)</i></p>	<p><i>Têm como consequência a degradação de revestimentos, e o seu posterior colapso;</i></p>	<p><i>Processo semelhante ao descrito no caso anterior, com reparação de infiltrações e/ou aplicação de aditivos que limitem o desenvolvimento das manchas;</i></p>

Quadro XXIX – Vestígios de humidade em paredes;



Figuras 73 e 74 - Humidade em paredes;

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 17);

<i>Anomalia</i>	<i>Descrição e Diagnóstico</i>	<i>Medias de Intervenção</i>
<p>Vestígios de humidade em tetos</p> <p>(Figura 74)</p>	<p>Quando esta anomalia ocorre, e não é convenientemente reparada, tem como consequência última a queda do revestimento; na sua origem estão infiltrações através da cobertura;</p>	<p>Reparação da cobertura, assim como remoção e reposição dos estuques;</p>

Quadro XXX – Vestígios de humidade em tetos;



Figura 75 - Humidade em tetos;

Fonte: Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas (página 18);

## 5 PROJETO DE REABILITAÇÃO

### 5.1. Generalidades

No dia 15 de abril de 1809, é criada uma instituição para acolher as meninas que ficaram órfãs no desastre da ponte das barcas no dia 29 de março de 1809. Esta instituição encontrava-se situada junto da muralha Fernandina, onde ganhou a designação de “Postigo do Sol”. A instituição acolhia cerca de noventa meninas. Vários anos depois a instituição é deslocada para outro edifício, deixando o que hoje é a universidade lusófona ao abandono.<sup>17</sup>

Durante o 25 de abril de 1974, o edifício é ocupado ilegalmente, deixando-o bastante degradado. Em 1994 foi fundada a Universidade Moderna do Porto e em 2005 o nome foi mudado para Universidade Lusófona do Porto, que mais recentemente veio a ser mudado para Universidade Lusófona - Centro Universitário do Porto.

Ao longo dos anos o edifício foi sofrendo adaptações consoante as necessidades que lhe eram exigidas. Primeiramente existia um volume retangular com um pátio no meio e uma capela, este edifício possuía três pisos (piso de entrada, primeiro andar e segundo andar). Seguidamente outro volume adicionado pela autoria do filho de Fernando Távora, com quatro pisos (piso de entrada, primeiro, segundo e terceiro andar).



Figura 75 - Edifício do Recolhimento das meninas órfãs do “Postigo do Sol”;

Fonte: Boletim Cultural da Câmara do Porto. – Porto. - Volume 14;

<sup>17</sup> <https://sites.google.com/a/g.uporto.pt/postigo-de-sol---grupo-5/instituicao/historia>

## 5.2. Patologias Identificadas e Medidas de Intervenção

O projeto de reabilitação procura devolver ao edifício algumas das características que antes possuía, tentando resolver as patologias existentes e fazer com que este obedeça aos requisitos mínimos de funcionamento.

Como em todos os edifícios até ao momento analisados, muitas das patologias identificadas devem-se ao facto da falta de manutenção e conservação durante os anos em que estes estiveram ao abandono.

É possível prever que este edifício possuísse uma estrutura em alvenaria de pedra, com lajes de pavimento, cobertura, janelas e portadas em madeira. Atualmente, o edifício mantém apenas a estrutura de paredes de alvenaria de pedra original, tendo sido alterados os sistemas construtivos das lajes, pilares e cobertura para betão armado. Algumas das caixilharias foram substituídas por outras mais recentes em aço ou alumínio.

O edifício teve várias adições durante os anos, estas alterações pioraram as condições do edifício devido à má execução construtiva. Com a adição de um terceiro piso, é aproveitada a cobertura para salas de aula, onde foi necessária a execução de uma cobertura nova em betão que vai contra a forma construtiva das coberturas dos edifícios deste século, fazendo com que estas alterações tenham um grande impacto na fachada e na estrutura de alvenaria de pedra. A colocação da cobertura e lajes em betão fez com que houvesse a necessidade de colocar pilares de betão, que têm um grande impacto visual no interior do edifício.

O projeto visa a resolver maior parte das patologias e problemas funcionais do edifício. Visto isto, o terceiro piso deixa de ser utilizado, dado que este não existe no projeto inicial. As janelas de guilhotina existentes (fachada norte e oeste) mantêm-se, estas não possuem qualquer isolamento térmico, pelo que será colocado um segundo caixilho em madeira no interior. As janelas do pátio serão removidas e colocadas outras em madeira que possuam um melhor isolamento térmico e acústico. A varanda existente no pátio a sul será completamente removida e o acesso que esta permite ao edifício mais recente será feita pelo interior.

A patologia que se encontra com maior frequência na Universidade Lusófona é a humidade devido a pontes térmicas e à deficiência de renovação de ar. Visto isto o projeto procura resolver as pontes térmicas e assegurar a renovação de ar nos locais mais fechados, nomeadamente salas de aula e gabinetes, sendo estes os locais mais afetados pela patologia.

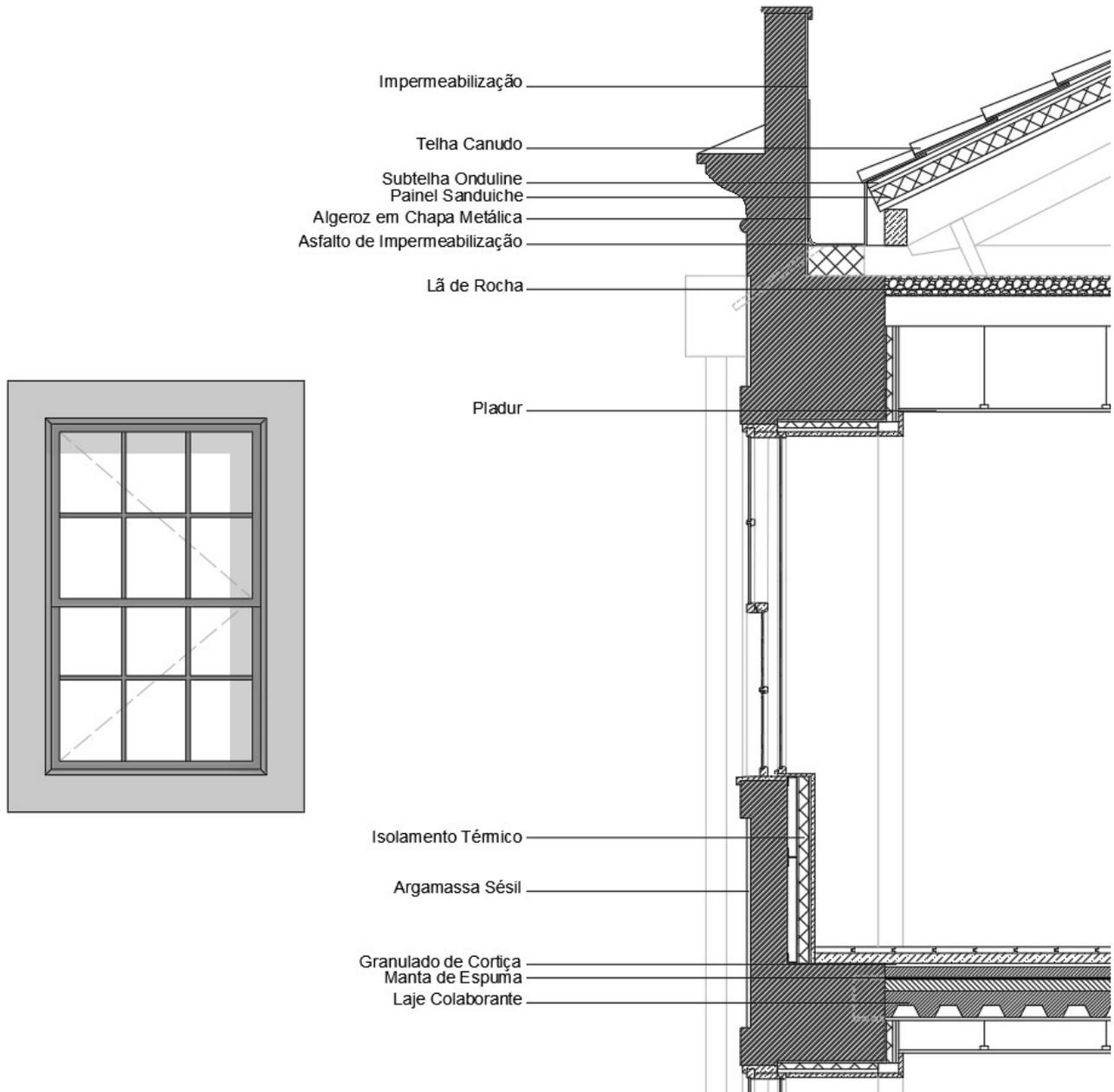


Figura 76 – Corte Construtivo pela fachada – resolução pontes térmicas e colocação segundo caixilho (Anexo 18 e 19);

Fonte: Autora;

As fissuras são outra patologia presente ao longo do edifício. Apesar desta não ter grande impacto visual, porque vão sendo resolvidas pela manutenção da faculdade, estas encontram-se sobretudo no chão de marmorite e em paredes estruturais de alvenaria de pedra. Aqui propõe-se a remoção total do chão em marmorite e a colocação de um pavimento cerâmico. Já nas paredes fissuradas propõe-se acabar com a origem desta patologia através de recalçamentos de fundações e quando estabilizada repará-la para evitar o desprendimento do reboco.

Outro ponto necessário abordar é o aquecimento e arrefecimento do ar. Por norma, os edifícios antigos são bastante frescos no verão e muito frios no inverno. Nesta situação tenta-se perceber qual a importância do arrefecimento e aquecimento do ar e como se faz num edifício desta escala. Visto isto, opta-se apenas pela colocação de um sistema de aquecimento por radiação nas salas de aula e gabinetes.

É necessário referir que a universidade tem tido várias reabilitações, pelo que as patologias identificadas são as que requerem uma reabilitação de maior escala. Até ao momento as reparações aparecem sobretudo de uma forma temporária. Pinturas e algumas massas são colocadas de forma a disfarçar os problemas existentes.

O levantamento das patologias foi feito em quase todas as divisões da faculdade. As que não foram visitadas são apresentadas com uma trama de linhas. Estas zonas consistem em instalações sanitárias masculinas, áreas de arrumos e zona de administração.

A seguir serão apresentadas as plantas com o levantamento das patologias e a proposta de reabilitação para cada piso. A mesma está simplificada para uma melhor compreensão. Nos anexos estão colocadas as plantas e cortes com informações adicionais sobre o projeto de reabilitação.

## . Piso 3

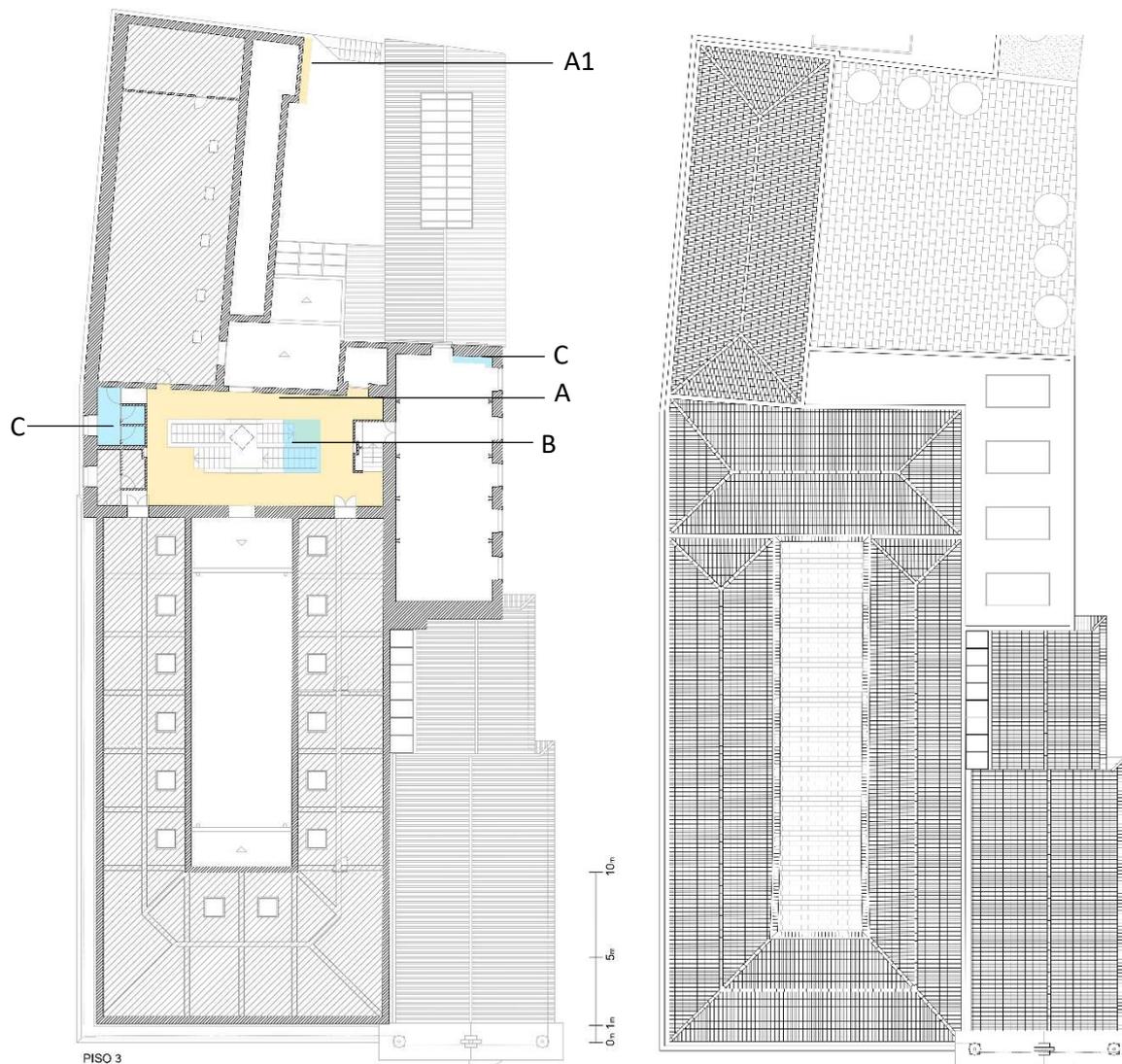


Figura 77 e 78 - Levantamento de patologias piso 3; Planta de Cobertura;

Fonte: autora;

A- Fissura; B- Humidade por infiltração; C- Humidade por condensação;

No piso 3, foi criada uma cobertura em betão para albergar os vários laboratórios. Este excesso de carga pode ser uma das causas das origens do aparecimento de fissuras ao longo do edifício. O aparecimento de humidade neste andar ocorre sobretudo devido a infiltrações de água pela claraboia (B) e pela falta de renovação de ar (C). Neste piso assim como no piso 2, existe uma fissura na parede exterior (A1). Desde o início existiu uma vontade de remover o piso 3 dado não existir no projeto inicial. Visto isto, faz-se uma cobertura com estrutura de madeira, para diminuir a carga exercida sobre as paredes do edifício.

. Piso 2



Figura 79 e 80 - Levantamento de patologias piso 2; Planta do piso 2 - Proposta;

Fonte: autora;

A- Fissura; B- Humidade por infiltração; C- Humidade por condensação; D- Eflorescências;

Neste piso encontram-se sobre tudo humidade por condensação nas salas de aula que albergam vários alunos durante longos períodos, e nas instalações sanitárias. Existe também humidade por infiltração de água (B). As fissuras aparecem sobretudo no chão de marmorite e paredes interiores. A fissura (A1) descrita no piso 3 prolonga-se até ao piso 2.

A resolução das pontes térmicas, a colocação de um caixilho novo e renovação de ar nas salas será essencial para resolver a patologia da humidade.

. Piso 1

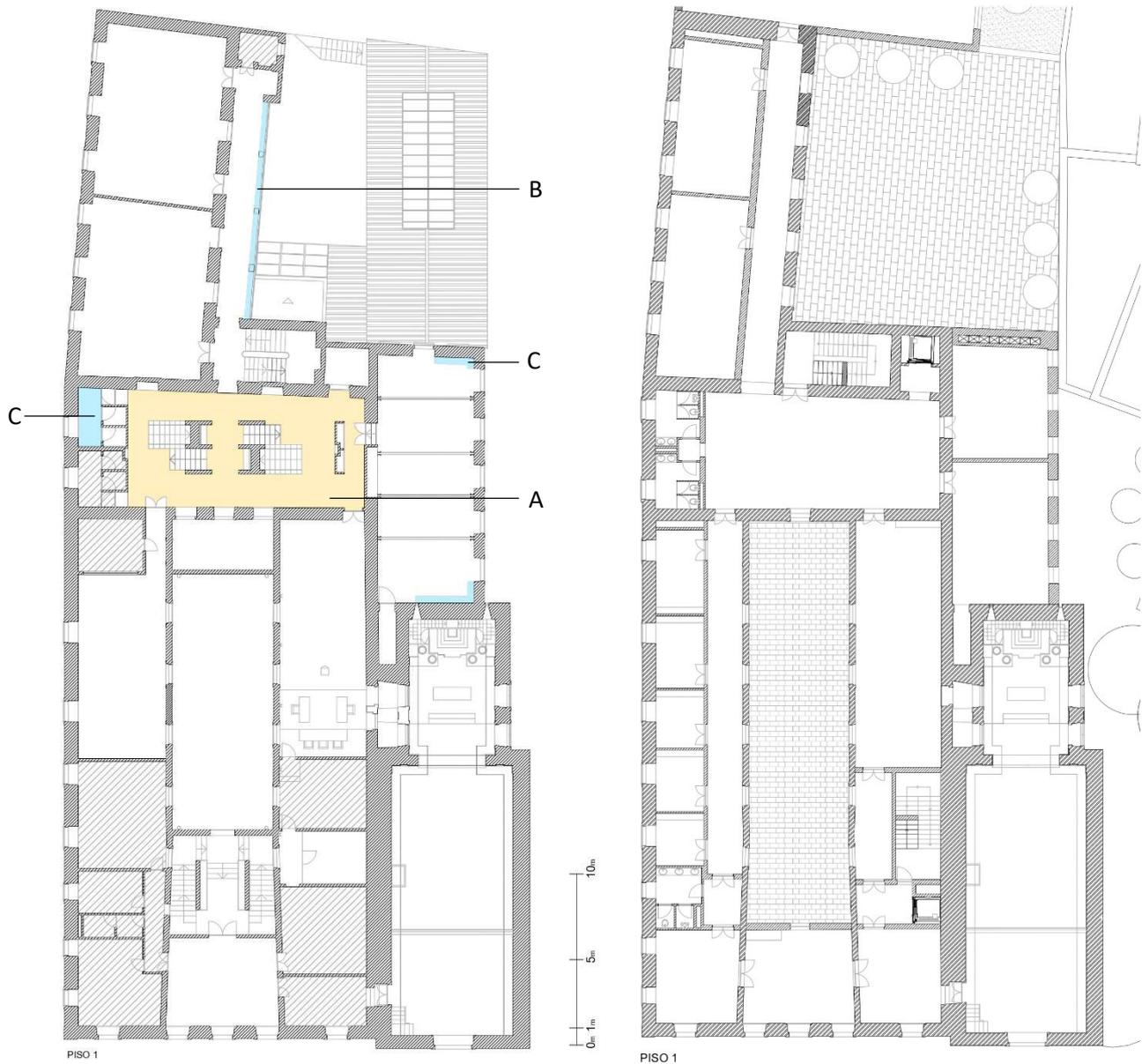


Figura 81 e 82 - Levantamento de patologias piso 1; Planta do piso 1 - Proposta;

Fonte: autora;

A- Fissura; B- Humidade por infiltração; C- Humidade por condensação;

Ao contrário do piso 2, este apresenta um menor nível de humidade. Encontra-se humidade por condensação (C) nas casas de banho e nas salas de aula. Já na varanda verifica-se humidade por infiltração (B) de água e propõe-se a remoção total da mesma. Neste piso localiza-se a administração da faculdade, pelo que algumas dessas zonas não foram visitadas.

. Piso 0



Figura 83 e 84 - Levantamento de patologias piso 0; Planta do piso 0 - Proposta;

Fonte: autora;

A- Fissura; B- Humidade por infiltração; C- Humidade por condensação; D- Eflorescências;

Mais uma vez encontra-se bastante humidade por infiltração na varanda (B). No pátio interior foi identificada uma eflorescência (D).

. Piso -1



Figura 85 e 86 - Levantamento de patologias piso -1; Planta do piso -1 - Proposta;

Fonte: autora;

A- Fissura; B- Humidade por infiltração; C- Humidade por condensação;

No piso -1 identifica-se humidade por infiltração na varanda (B).

. Piso -2

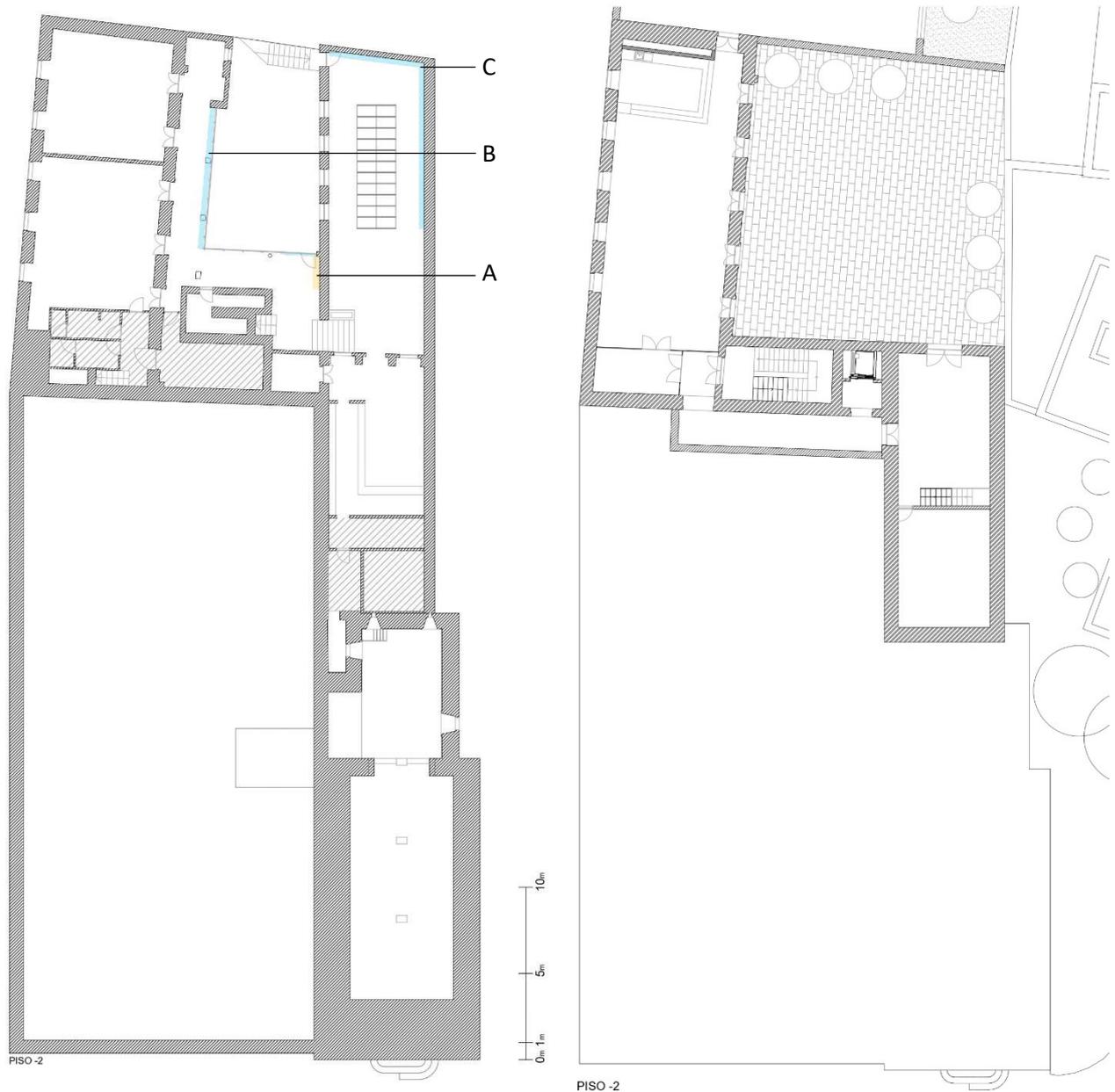


Figura 87 e 88 - Levantamento de patologias piso -2; Planta do piso -2 - Proposta;

Fonte: autora;

A- Fissura; B- Humidade por infiltração; C- Humidade por condensação;

Neste piso identificaram-se dois tipos de humidade, por infiltração (B) na varanda e condensação (C) na cantina. Aqui identificou-se também uma fissura horizontal (A).

### 5.2.1. Patologias Estruturais

Anomalia	Descrição e Diagnóstico	Medidas de Intervenção
Fissuração exterior, piso 3 e 2 (A1) (Figura 89)	Provocado por assentamentos diferenciais nas fundações.	No caso da varanda ser mantida resolve-se a fissura a partir da consolidação da zona por injeção; no entanto propõe-se a remoção total da mesma;

Quadro XXXI - Anomalia – fissuração;

Fonte: Autor



Figura 89 - Fissuração exterior piso 3 e 2;

Fonte: Autora;

Anomalia	Descrição e Diagnóstico	Medidas de Intervenção
Fissuração horizontal interior, piso -2 (A) (Figura 90)	Provocado por assentamentos diferenciais nas fundações.	Resolve-se a fissura a partir da consolidação da zona por injeção;

Quadro XXXII - Anomalia – fissuração horizontal interior, piso -2;

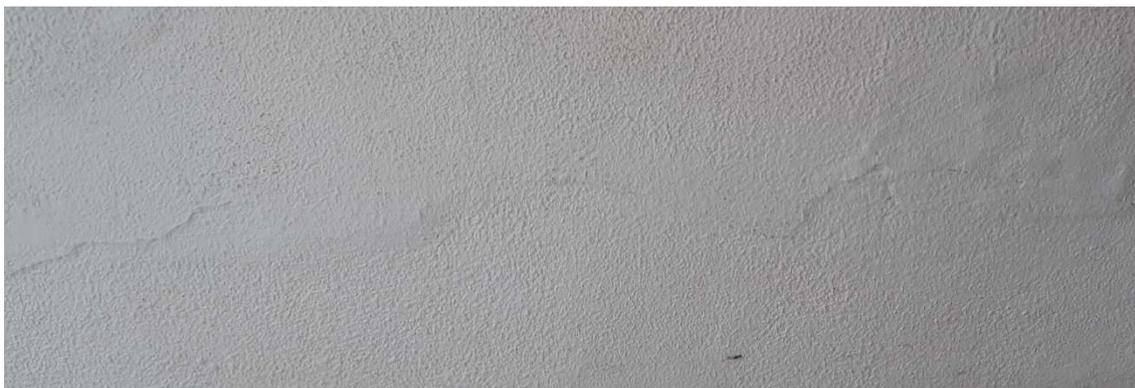


Figura 90 - Fissuração horizontal interior piso 3 e 2;

Fonte: Autora;

### 5.2.2. Patologias Não Estruturais

Anomalia	Descrição e Diagnóstico	Medidas de Intervenção
Humidade por infiltração, Pisos 3, 2, 1, 0, -1 e -2 (B) (Figuras 91 e 92, 93 e 94)	Má aplicação de estrutura de vidro na varanda, possibilitando a entrada de água da chuva; Infiltração pelos caixilhos;	Propõe-se a remoção total da varanda e a colocação de novos caixilhos, isto é, caixilhos originais mantêm-se e será colocado um segundo caixilho no interior; as caixilharias de alumínio serão substituídas por outras que possuam melhor isolamento térmico e acústico;

Quadro XXXIII- Anomalia – Humidade por infiltração, piso 3, 2, 1, 0, -1 e -2;



Figura 91 e 92 - Humidade por infiltração - caixilharia piso 3 e 2;

Fonte: Autora;



Figura 93 e 94 - Humidade por infiltração - varanda piso;

Fonte: Autora;

Anomalia	Descrição e Diagnóstico	Medidas de Intervenção
Humidade por condensação Pisos 3, 2, 1, 0, -1 e -2 (C) (Figuras 95, 96 e 97)	Manchas de bolor na parede devido à falta de ventilação das divisões e pontes térmicas;	Resolução das pontes térmicas, aumento da ventilação e renovação de ar nas divisões;

Quadro XXXIV - Anomalia – Humidade por condensação, piso 3, 2, 1, 0, -1 e -2;



Figuras 95, 96 e 97 - Humidade por condensação instalações sanitárias e cantina;

Fonte: Autora;

Anomalia	Descrição e Diagnóstico	Medidas de Intervenção
Eflorescências Piso 2 e 0 (D) (Figuras 99 e 100)	Aparecimento devido à existência de sais nas paredes, em conjunto com infiltrações de água que lava a argamassa nesses sais;	Medir os teores de humidade até que se verifiquem estabilizados para posteriormente revestir a parede.

Quadro XXXVI - Anomalia – eflorescências piso 2 e 0;



Figura 98 e 99 - Eflorescências piso 2;

Fonte: Autora;

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As patologias em edifícios antigos não podem ser catalogadas como exclusivas aos mesmos. Estas devem ser analisadas caso a caso, pois a história do edifício e o estado de conservação são dois fatores importantes na análise das patologias.

Ao longo do estudo deste trabalho foram identificadas patologias com a mesma designação, no entanto, aparecem sob formas e causas diferentes. Uma anomalia pode surgir devido à existência de outra, fazendo com que seja necessária uma análise mais detalhada sobre as causas usando os métodos de diagnóstico.

Na análise da Casa Estúdio Carlos Relvas e da Universidade Lusófona do Porto identifica-se a falta de manutenção em anos de abandono como a causa principal para o aparecimento de patologias. Esta falta de manutenção surge também no Mercado do Bolhão, apesar deste nunca ter ficado ao abandono.

Patologias como humidade e fendas, são comuns aos três edifícios, quer seja por envelhecimento dos materiais, por falta de preservação ou por deficiências na construção. Visto isto, não se deve assumir a falta de conservação dos edifícios como a única causa de aparecimento das patologias, pois materiais contaminados durante a fase de obra trarão anomalias.

É importante também apontar que os edifícios antigos foram projetados numa altura que não existiam equipamentos de aquecimento ou arrefecimento de ar, pelo que as próprias janelas abertas faziam a ventilação necessária. Atualmente no projeto de reabilitação integram-se sistemas de renovação de ar, aquecimento e arrefecimento que possuem grandes dimensões e têm um grande impacto nos edifícios que, por vezes, se mal-executados, criam patologias que em anos anteriores não existiam.

Durante o projeto de reabilitação, houve inconscientemente, uma vontade de devolver ao edifício algumas características que este possuía inicialmente. No entanto, estas vontades não foram todas concretizadas como acontece no Mercado do Bolhão e na Casa Estúdio Carlos Relvas, onde as reabilitações devolveram aos edifícios as características dos projetos originais.

Neste trabalho foi possível compreender a importância do estudo da história do edifício a reabilitar, os seus métodos construtivos, a análise detalhada a partir dos métodos de diagnóstico para uma compreensão mais detalhada das patologias e a importância da ventilação nos edifícios.

Apesar do trabalho compreender muitas patologias, este não se pode identificar como um catálogo de patologias, pois o estudo e conhecimento das diversas anomalias serviu para encontrar soluções construtivas e aplicá-las no projeto no sentido de as resolver.

Considera-se que os objetivos lançados para este trabalho foram atingidos. Fazendo com que fosse possível abordar de uma melhor maneira as patologias no projeto de reabilitação da faculdade.

## REFERÊNCIAS

Appleton, João. *Conservação e Restauro da Casa Estúdio Carlos Relvas, Restoration and Preservation of Casa-Estúdio Carlos Relvas*. 3ENCORE. (Documento fornecido pelos responsáveis do projeto de arquitetura)

Costa, Aníbal (2006). *2º Encontro Sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios*, PATORREB2006. Porto, FEUP. Volumes I e II.

Costa, Aníbal. (2009). *Edifício do Mercado do Bolhão – Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural*. Porto, FEUP.

Croce, Sergio (2003). *1º Encontro Nacional Sobre: Patologia e Reabilitação de Edifícios*, Actas do Encontro. Editores Vasco Peixoto de Freitas e Vitor Abrantes. FEUP.

Ferreira, Joana (2010). *Técnicas de Diagnóstico de Patologias em Edifícios*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Especialização em Construções, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Freitas, Vasco (2003). *1º Encontro Nacional Sobre: Patologia e Reabilitação de Edifícios*, Actas do Encontro – Patologias associadas a condensações. Editores Vasco Peixoto de Freitas e Vitor Abrantes. FEUP.

Freitas, Vasco. (2012). *Manual de Apoio ao Projeto de Reabilitação de Edifícios*. OERN. Região Norte.

Henriques, Fernando (2006). *2º Encontro Sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios – A importância do conhecimento da patologia no ensino da engenharia civil*, PATORREB2006. Porto, FEUP. Volumes I (página 112).

Mestre, Victor. (1998). *Relatório Diagnóstico acerca das condições de conservação da Casa-Estúdio Carlos Relvas*. (Documento fornecido pelos responsáveis do projeto de arquitetura)

Mestre, Victor. (2000). *Ficha de Anomalias, Casa Estúdio Carlos Relvas*. (Documento fornecido pelos responsáveis do projeto de arquitetura)

Paiva, José (1969). *Laboratório Nacional de Engenharia Civil – Humidade nas Edificações*. Tese apresentada a concurso para especialista do laboratório nacional de engenharia civil; Lisboa.

Pereira, Erike (2021). *Humidade no interior dos edifícios: Estudo de Casos*. Dissertação de natureza científica para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil – Ramo de Construções, ISEL.

Sequeira, Carla (2017). *Análise de Patologias num Edifício e Soluções Corretivas*. Relatório de estágio submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestrado em Engenharia Civil – Ramo de Construções, ISEP.

Torres, Maria (2003). *1º Encontro Nacional Sobre: Patologia e Reabilitação de Edifícios, Actas do Encontro*. Editores Vasco Peixoto de Freitas e Vitor Abrantes. FEUP.

Valentim, Nuno. (2021). *Reabilitação do Mercado do Bolhão. Sebentas d’Obra Ciclo de Construção, do projeto à obra*. Porto, Cadernos d’Obra.

Powerpoint: *3ENCORE – Módulo 4 – Estudos de Diagnóstico: exemplos Casa Estúdio Carlos Relvas, Golegã*. Mestrado em Engenharia Civil, Reabilitação de Edifícios; (Documento fornecido pelos responsáveis do projeto de arquitetura)

<https://sites.google.com/a/g.uporto.pt/postigo-de-sol---grupo5/instituicao/historia>  
(Setembro, 2022)

[https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Execucao-do-Ensaio-de-Propagacao-do-Pulso-Ultra-sonico\\_fig1\\_283721912](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Execucao-do-Ensaio-de-Propagacao-do-Pulso-Ultra-sonico_fig1_283721912) (Junho, 2023)

<https://perta.pt/produto/pet-avaliacao-da-integridade-de-estacas-de-betao-pelo-metodo-sonico/> (Junho, 2023)

<https://eqsglobal.com/pt/gestao-de-ativos/inspecao-e-avaliacao-em-engenharia-civil/ensaios-de-engenharia-civil/> (Junho, 2023)

<https://www.screeningeagle.com/pt/products/pundit-250-array> (Junho, 2023)

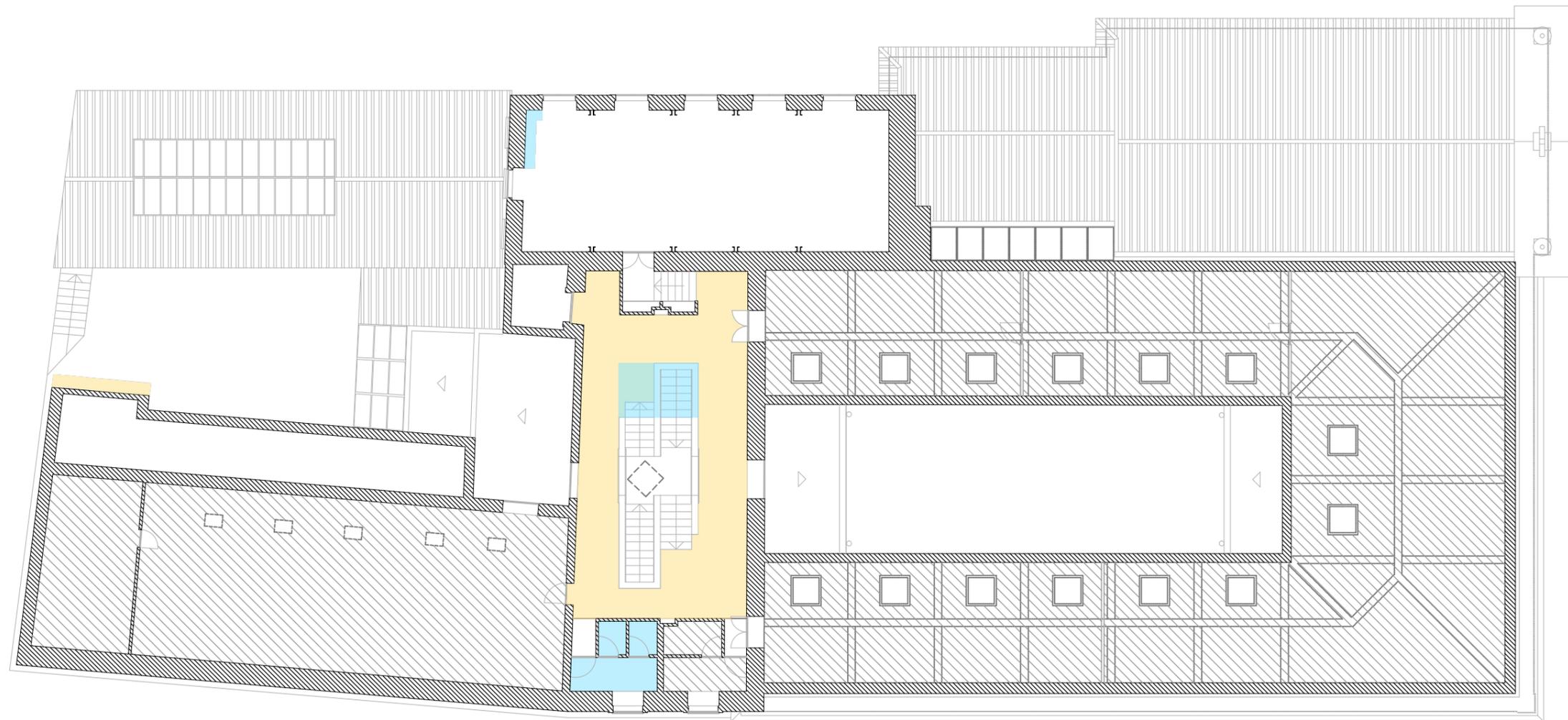
<https://grupocht.com.br/termografia-na-construcao-civil/> (Junho, 2023)

<https://grupoacre.com.pt/catalogo-productos/camara-termografica-avancada-e75-e85-e95> (Junho, 2023)

[https://www.deltatau.pt/portfolio\\_page/carotagempaveiro/](https://www.deltatau.pt/portfolio_page/carotagempaveiro/) (Junho, 2023)

<https://perta.pt/produto/macacos-planos/> (Junho, 2023)

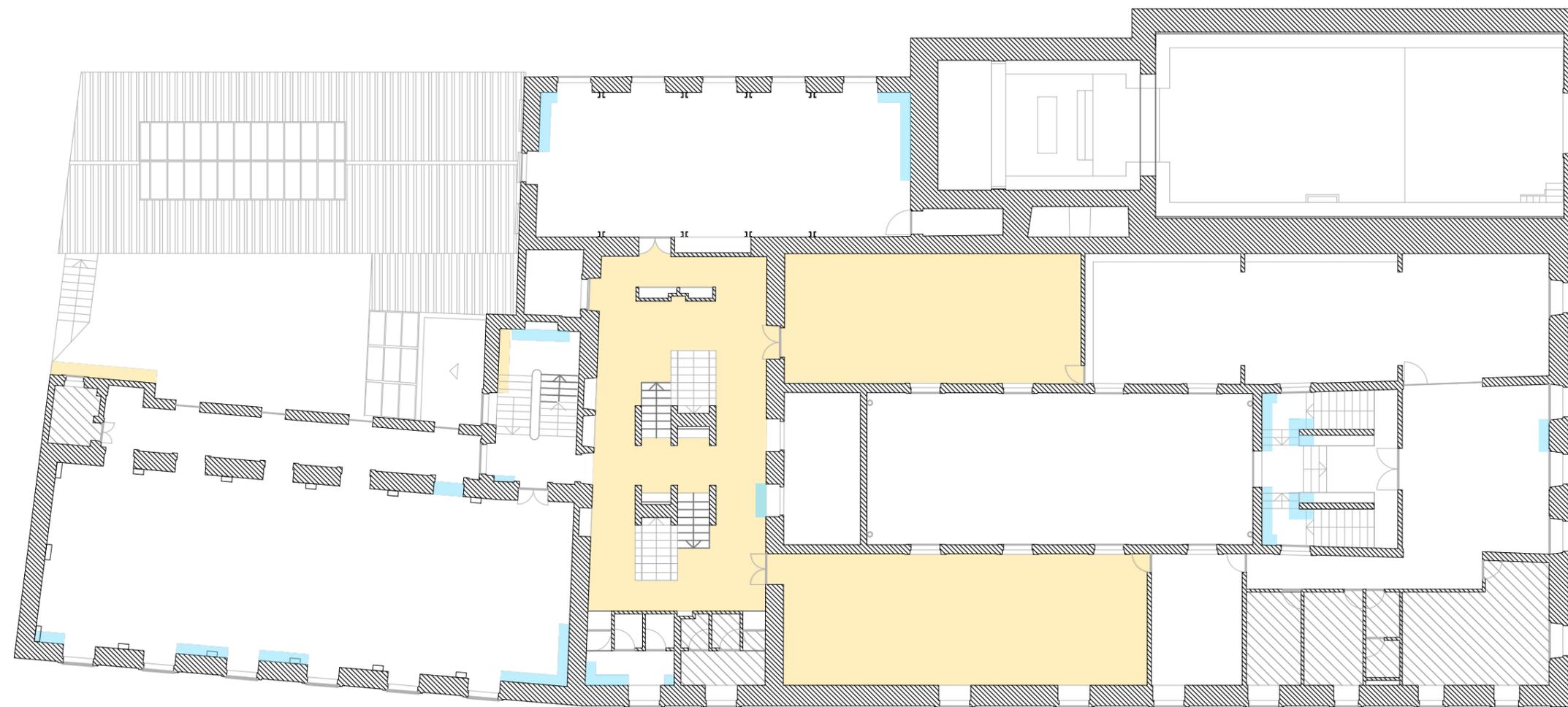
## **ANEXOS**



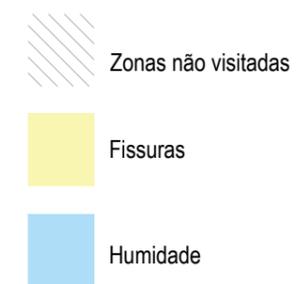
Planta piso 3

-  Zonas não visitadas
-  Fissuras
-  Humidade

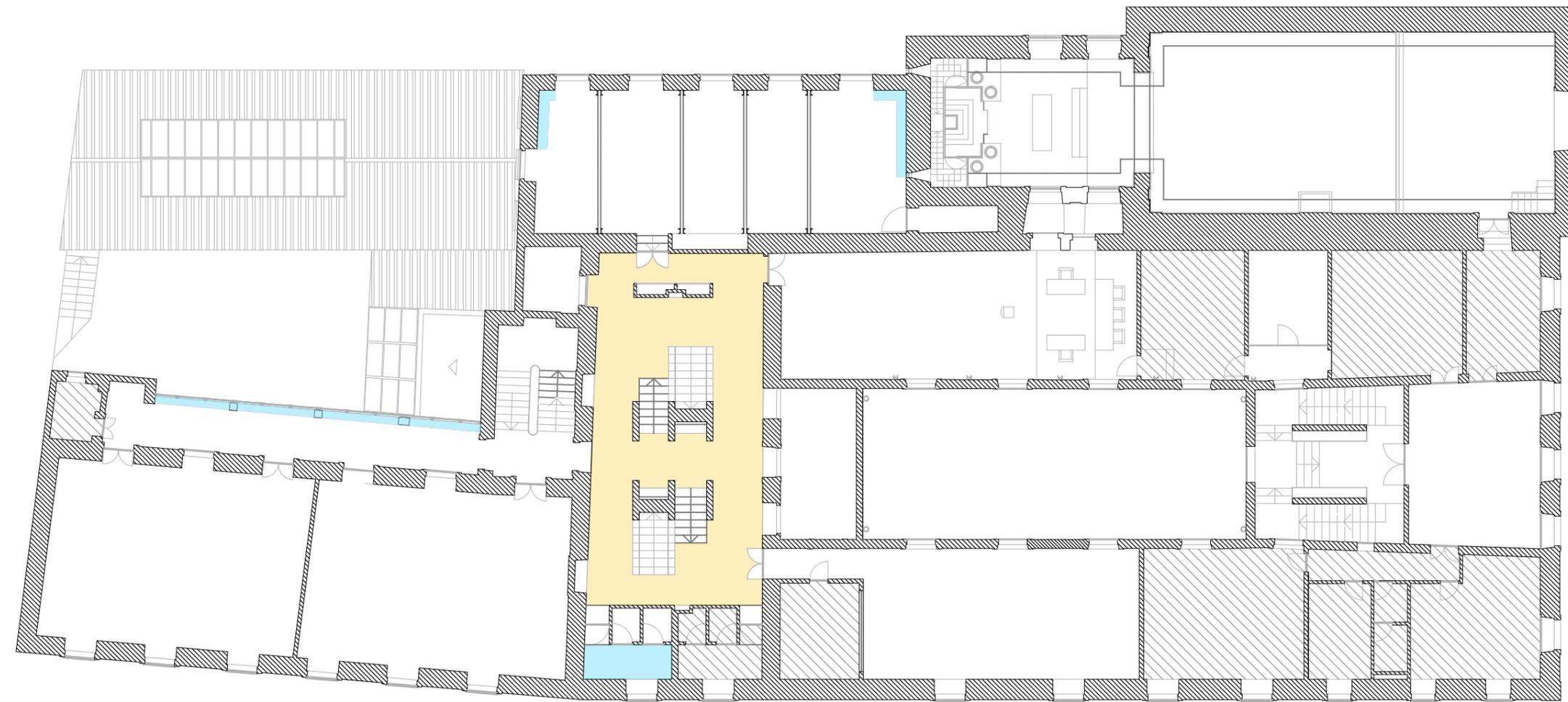
Universidade	
Universidade Lusófona do Porto , 5º Mestrado Integrado em Arquitetura	
Nome	Data
Catarina Filipa Oliveira Couto, a21803597	27/11/2023
Projeto	Escala
Reabilitação da Universidade Lusófona do Porto	1/200
Desenhos	Página
Levantamento de Patologias piso 3	91



Planta piso 2



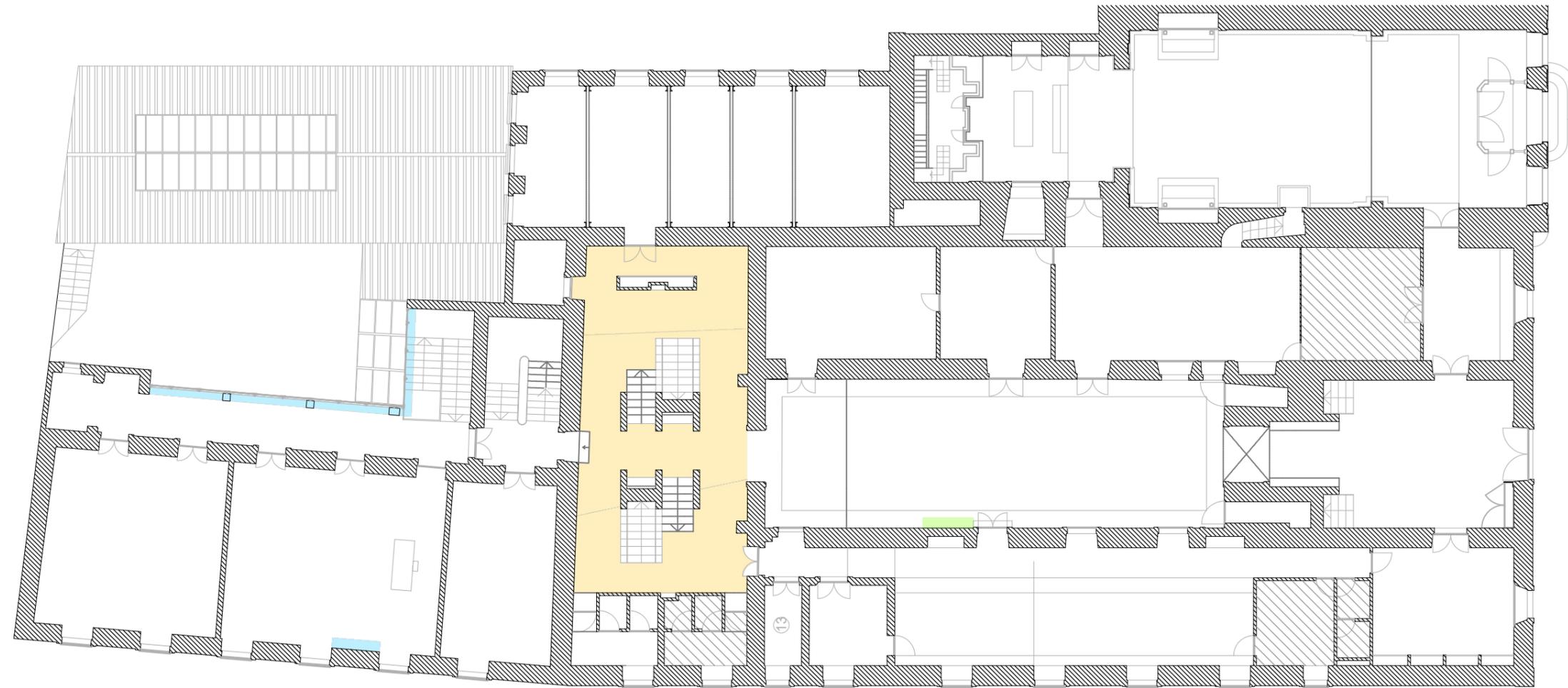
Universidade	
Universidade Lusófona do Porto , 5º Mestrado Integrado em Arquitetura	
Nome	Data
Catarina Filipa Oliveira Couto, a21803597	27/11/2023
Projeto	Escala
Reabilitação da Universidade Lusófona do Porto	1/200
Desenhos	Página
Levantamento de Patologias piso 2	92



Planta piso 1

-  Zonas não visitadas
-  Fissuras
-  Humidade

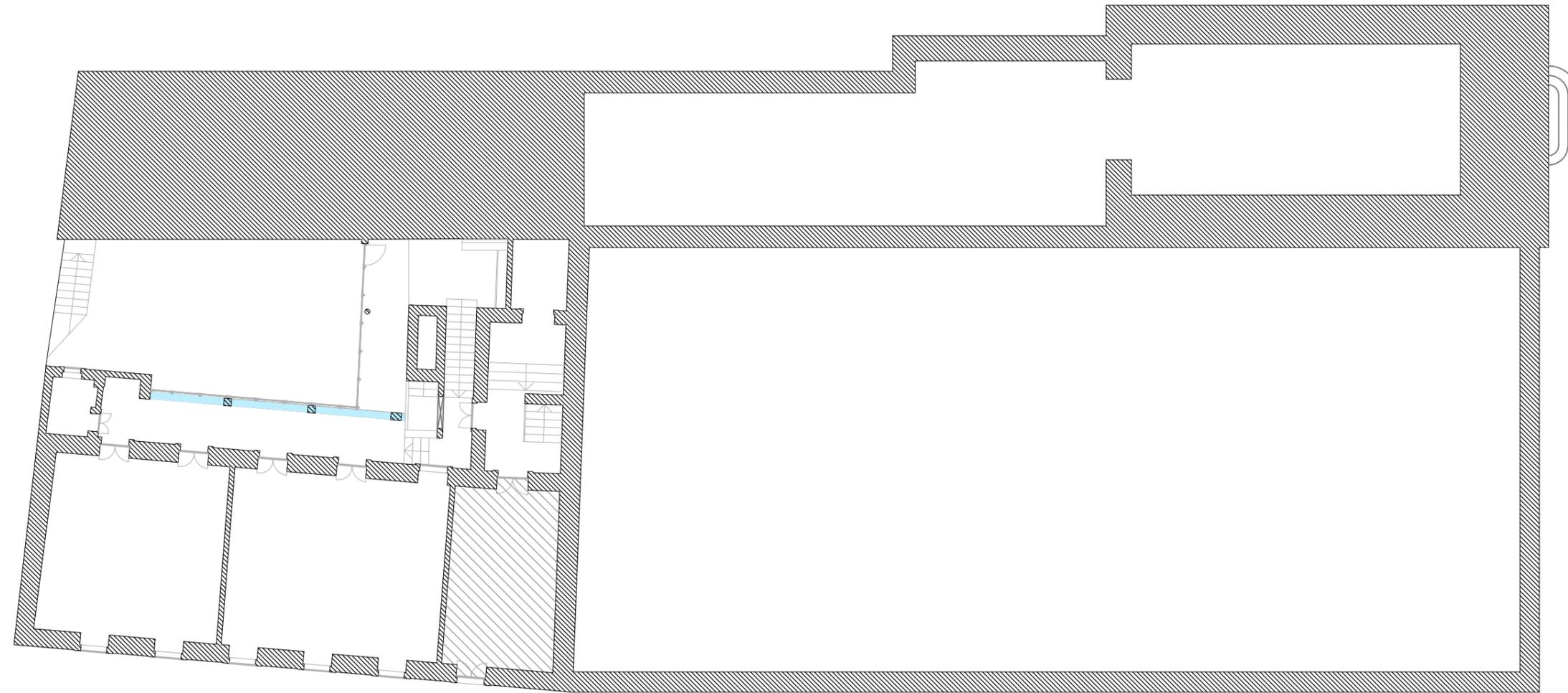
Universidade	
Universidade Lusófona do Porto , 5º Mestrado Integrado em Arquitetura	
Nome	Data
Catarina Filipa Oliveira Couto, a21803597	27/11/2023
Projeto	Escala
Reabilitação da Universidade Lusófona do Porto	1/200
Desenhos	Página
Levantamento de Patologias piso 1	93



Planta piso 0

- Eflorescências
- Zonas não visitadas
- Fissuras
- Humidade

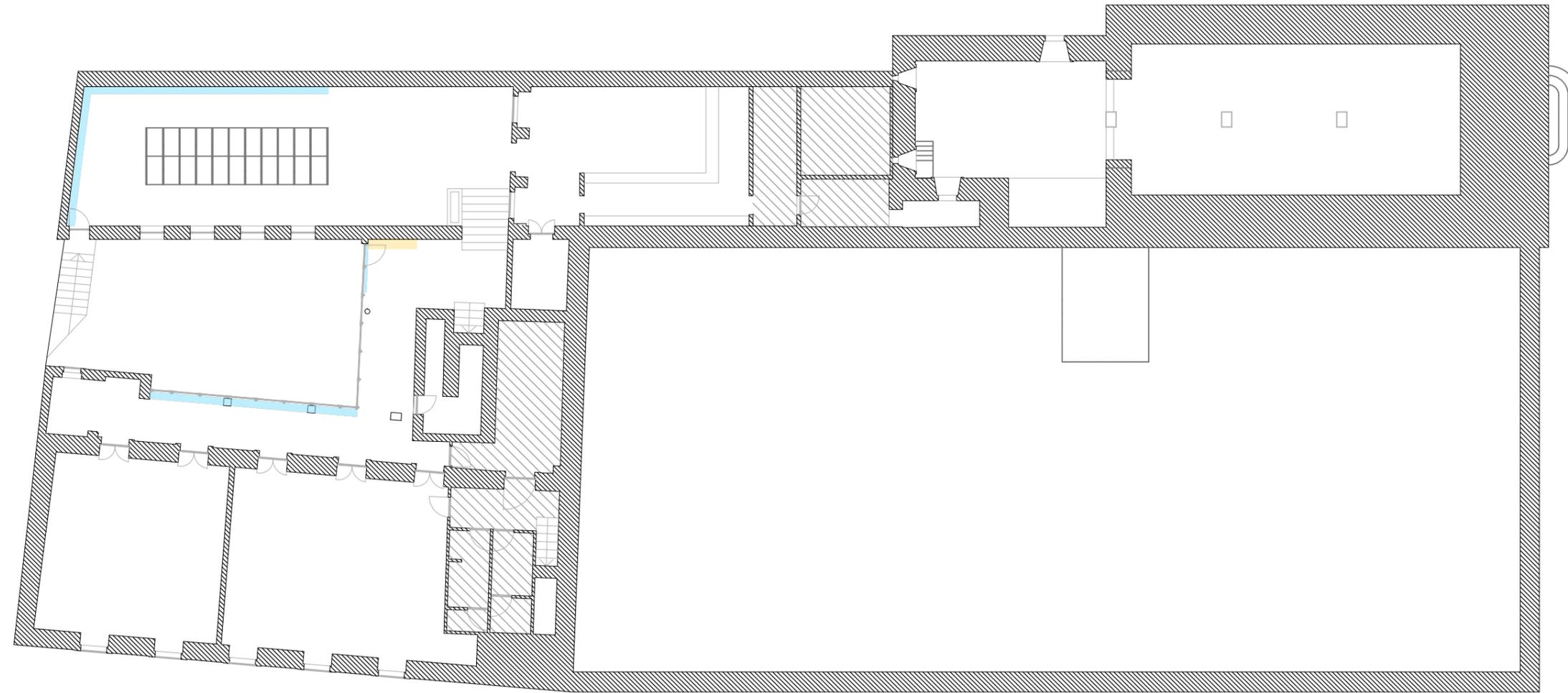
Universidade	
Universidade Lusófona do Porto , 5º Mestrado Integrado em Arquitetura	
Nome	Data
Catarina Filipa Oliveira Couto, a21803597	27/11/2023
Projeto	Escala
Reabilitação da Universidade Lusófona do Porto	1/200
Desenhos	Página
Levantamento de Patologias piso 0	94



Planta piso -1

-  Zonas não visitadas
-  Fissuras
-  Humidade

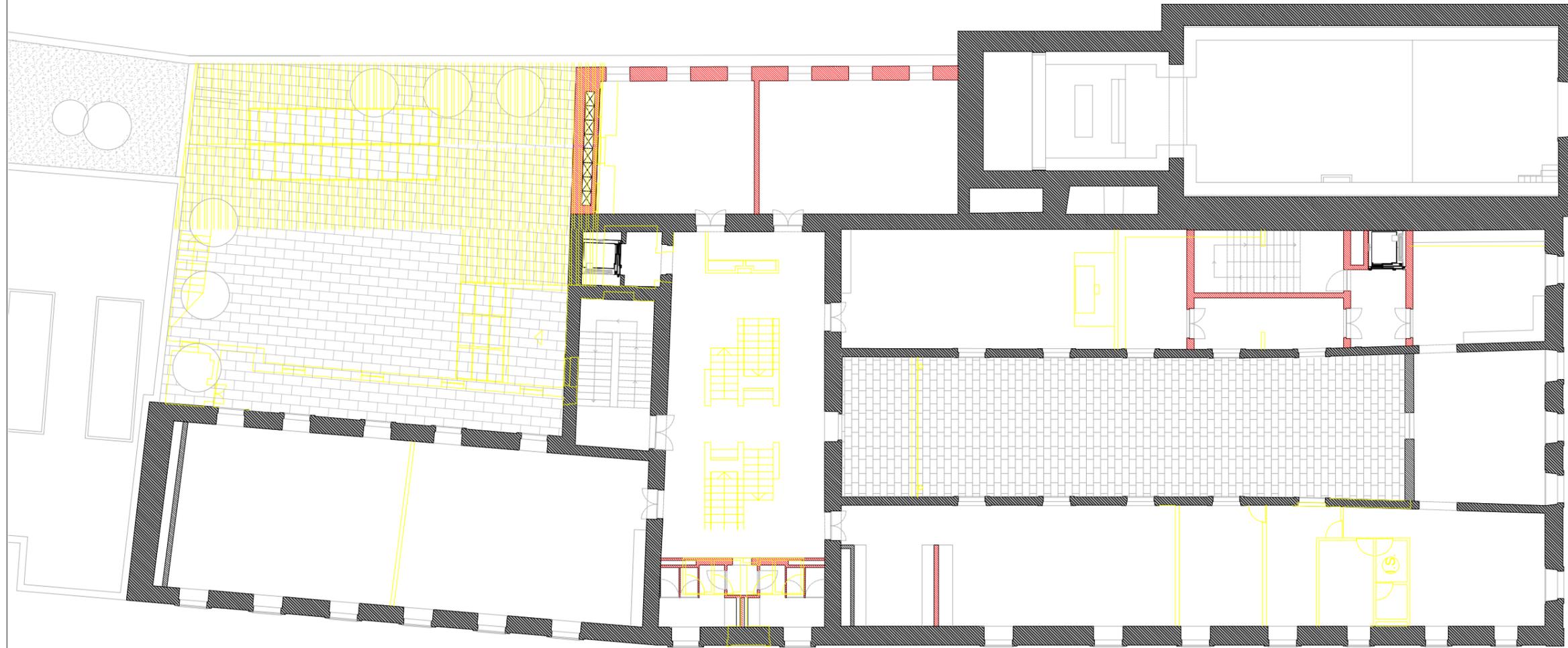
Universidade	
Universidade Lusófona do Porto , 5º Mestrado Integrado em Arquitetura	
Nome	Data
Catarina Filipa Oliveira Couto, a21803597	27/11/2023
Projeto	Escala
Reabilitação da Universidade Lusófona do Porto	1/200
Desenhos	Página
Levantamento de Patologias piso -1	95



Planta piso -2

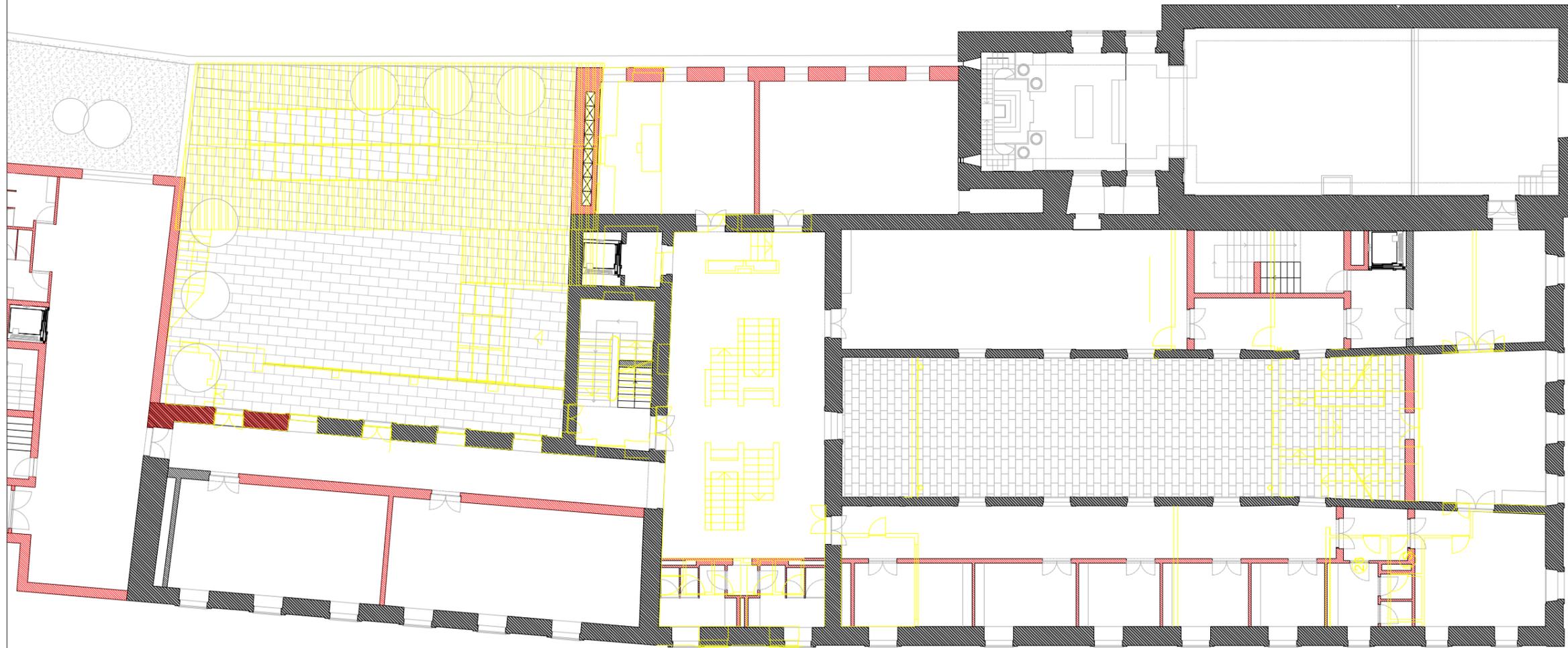
-  Zonas não visitadas
-  Fissuras
-  Humidade

Universidade	
Universidade Lusófona do Porto , 5º Mestrado Integrado em Arquitetura	
Nome	Data
Catarina Filipa Oliveira Couto, a21803597	27/11/2023
Projeto	Escala
Reabilitação da Universidade Lusófona do Porto	1/200
Desenhos	Página
Levantamento de Patologias piso -2	96



Planta piso 2

Universidade	
Universidade Lusófona do Porto , 5º Mestrado Integrado em Arquitetura	
Nome	Data
Catarina Filipa Oliveira Couto, a21803597	27/11/2023
Projeto	Escala
Reabilitação da Universidade Lusófona do Porto	1/200
Desenhos	Página
Vermelhos e Amarelos piso 2	97



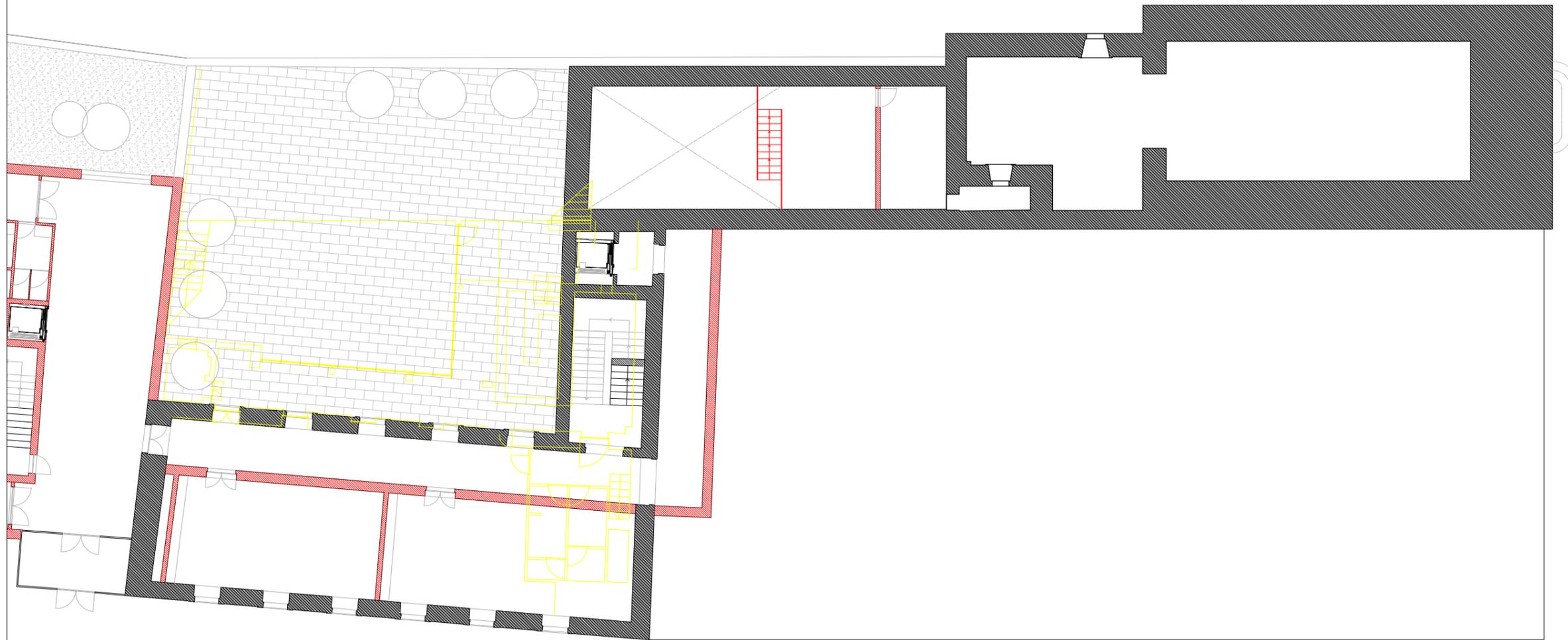
Planta piso 1

Universidade	
Universidade Lusófona do Porto , 5º Mestrado Integrado em Arquitetura	
Nome	Data
Catarina Filipa Oliveira Couto, a21803597	27/11/2023
Projeto	Escala
Reabilitação da Universidade Lusófona do Porto	1/200
Desenhos	Página
Vermelhos e Amarelos piso 1	98



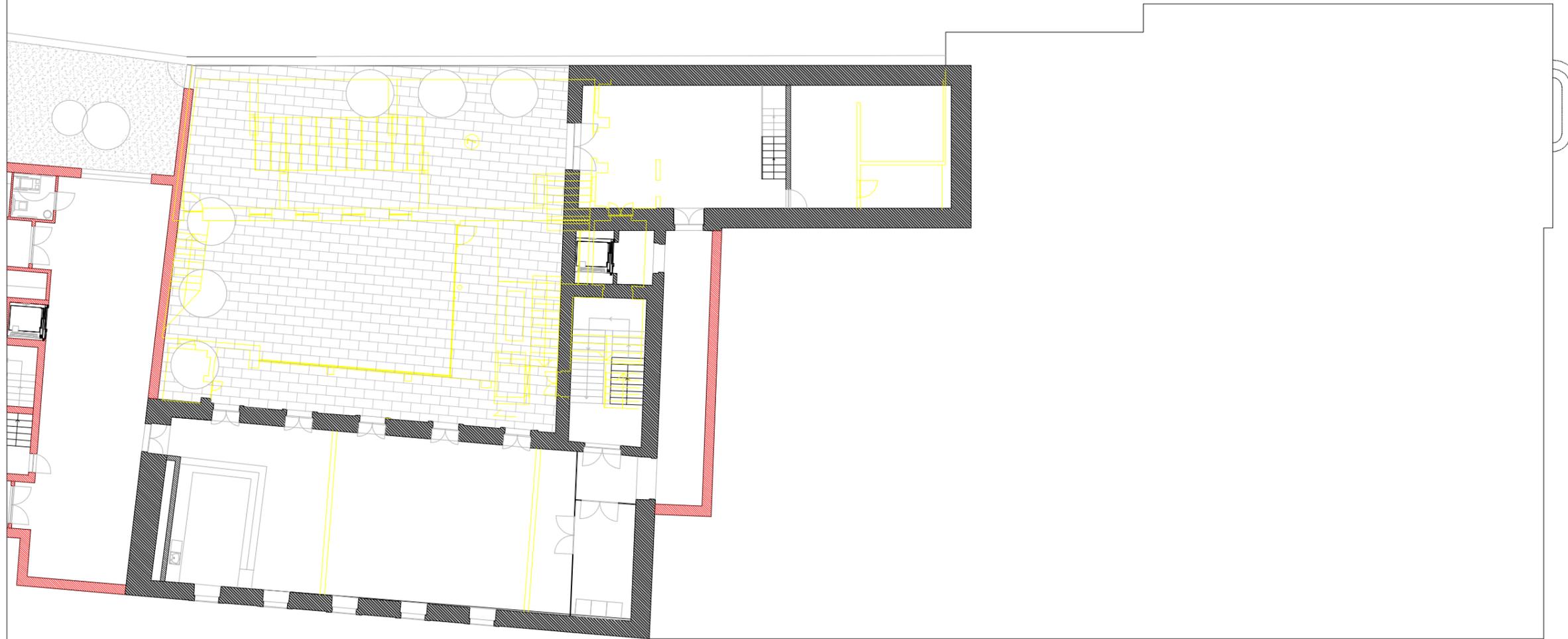
Planta piso 0

Universidade	
Universidade Lusófona do Porto , 5º Mestrado Integrado em Arquitetura	
Nome	Data
Catarina Filipa Oliveira Couto, a21803597	27/11/2023
Projeto	Escala
Reabilitação da Universidade Lusófona do Porto	1/200
Desenhos	Página
Vermelhos e Amarelos piso 0	99



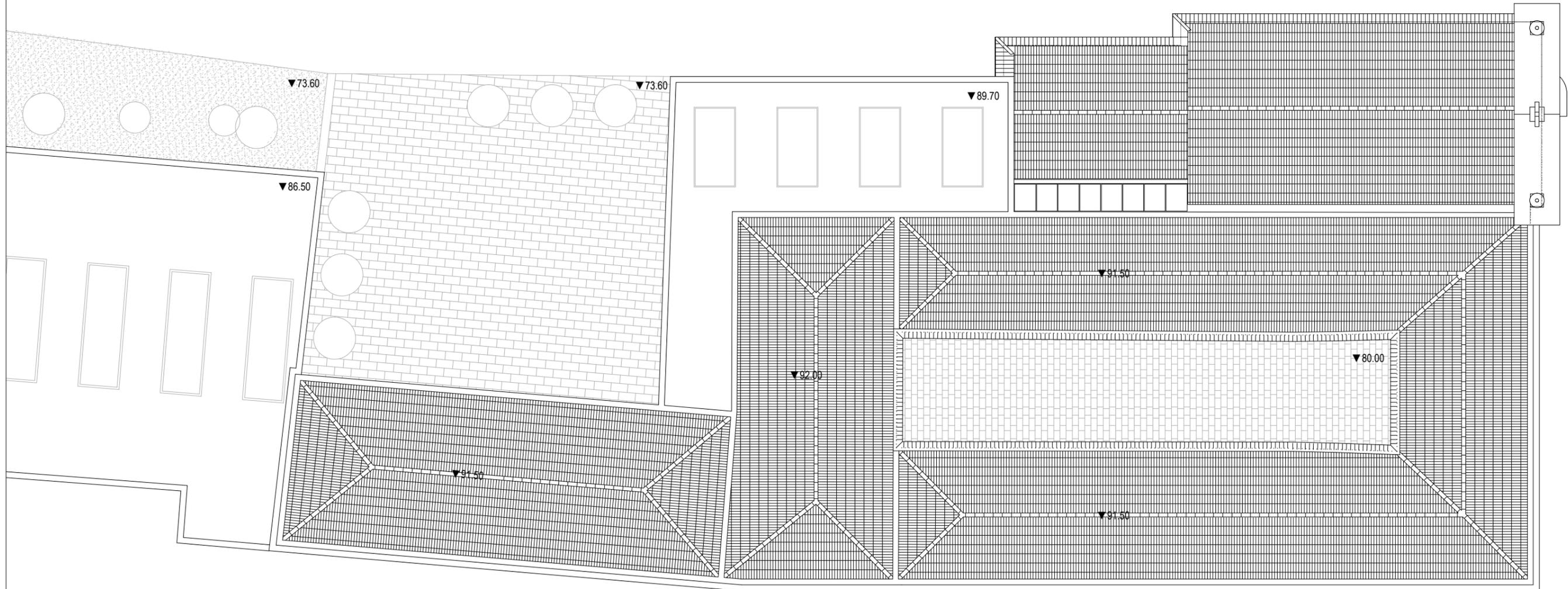
Planta piso -1

Universidade	
Universidade Lusófona do Porto , 5º Mestrado Integrado em Arquitetura	
Nome	Data
Catarina Filipa Oliveira Couto, a21803597	27/11/2023
Projeto	Escala
Reabilitação da Universidade Lusófona do Porto	1/200
Desenhos	Página
Vermelhos e Amarelos piso -1	100



Planta piso -2

Universidade	
Universidade Lusófona do Porto , 5º Mestrado Integrado em Arquitetura	
Nome	Data
Catarina Filipa Oliveira Couto, a21803597	27/11/2023
Projeto	Escala
Reabilitação da Universidade Lusófona do Porto	1/200
Desenhos	Página
Vermelhos e Amarelos piso -2	101

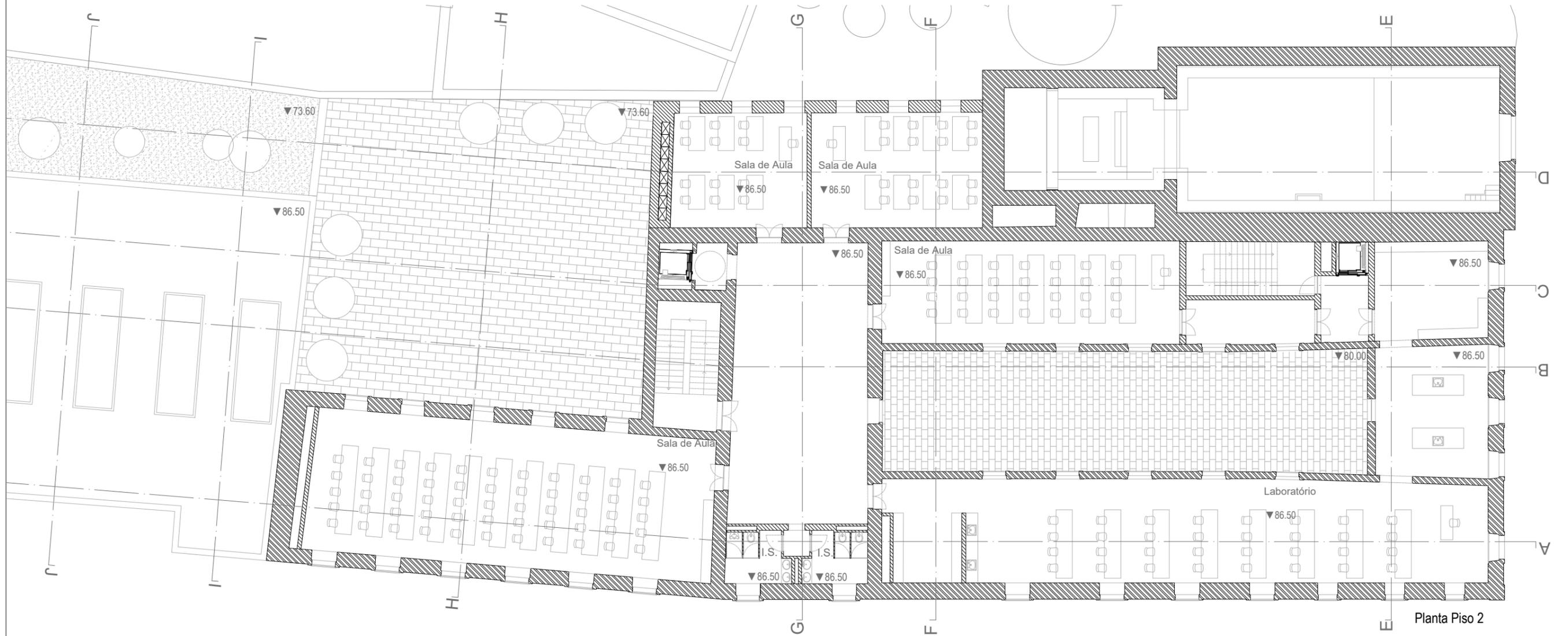


Planta de Cobertura



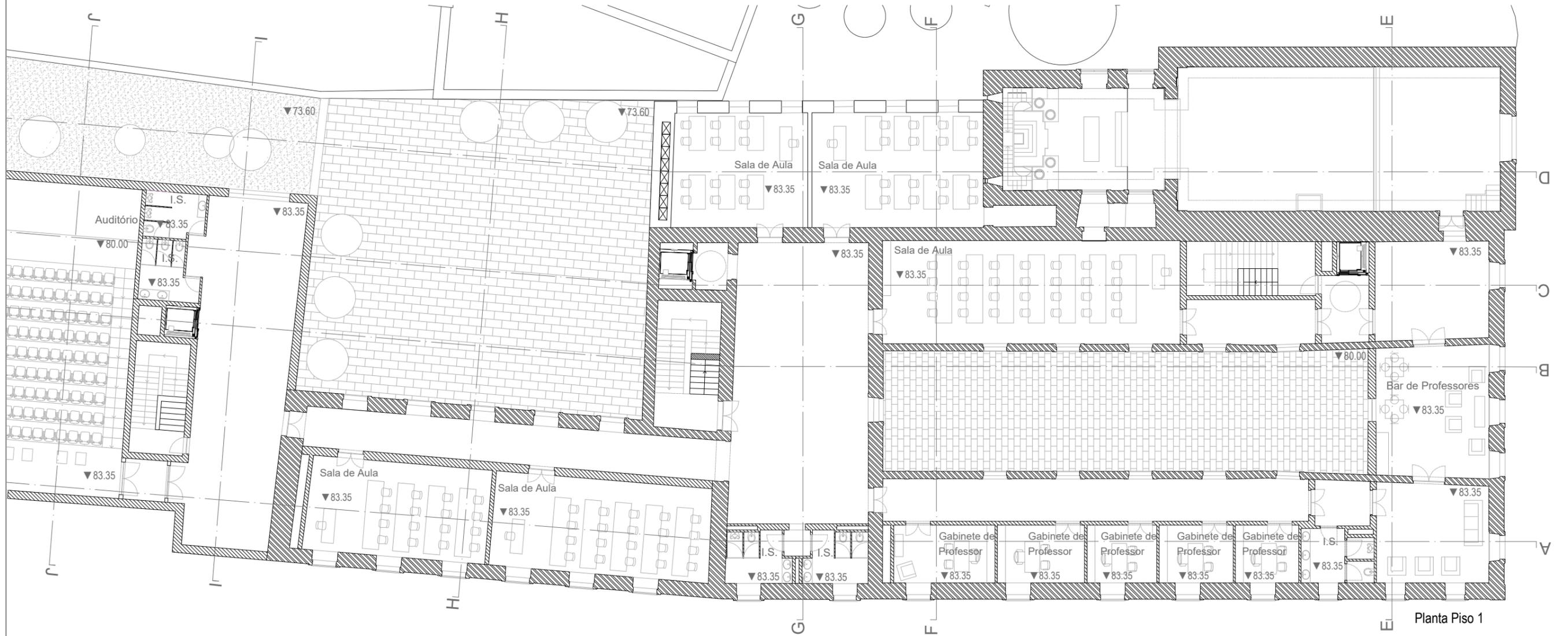
Corte A

Universidade	
Universidade Lusófona do Porto , 5º Mestrado Integrado em Arquitetura	
Nome	Data
Catarina Filipa Oliveira Couto, a21803597	27/11/2023
Projeto	Escala
Reabilitação da Universidade Lusófona do Porto	1/200
Desenhos	Página
Planta de Cobertura; Corte A;	102

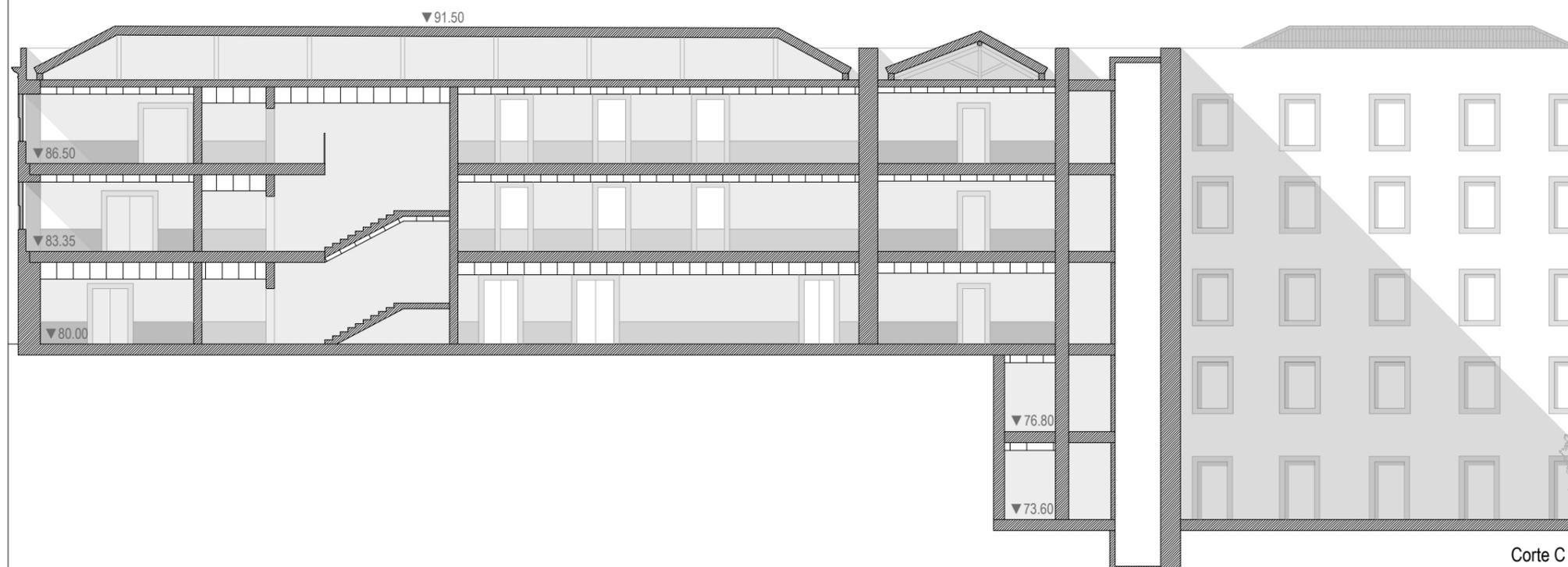


Universidade	
Universidade Lusófona do Porto , 5º Mestrado Integrado em Arquitetura	
Nome	Data
Catarina Filipa Oliveira Couto, a21803597	27/11/2023
Projeto	Escala
Reabilitação da Universidade Lusófona do Porto	1/200
Desenhos	Página
Planta do piso 2; Corte B;	103

ANEXO 14



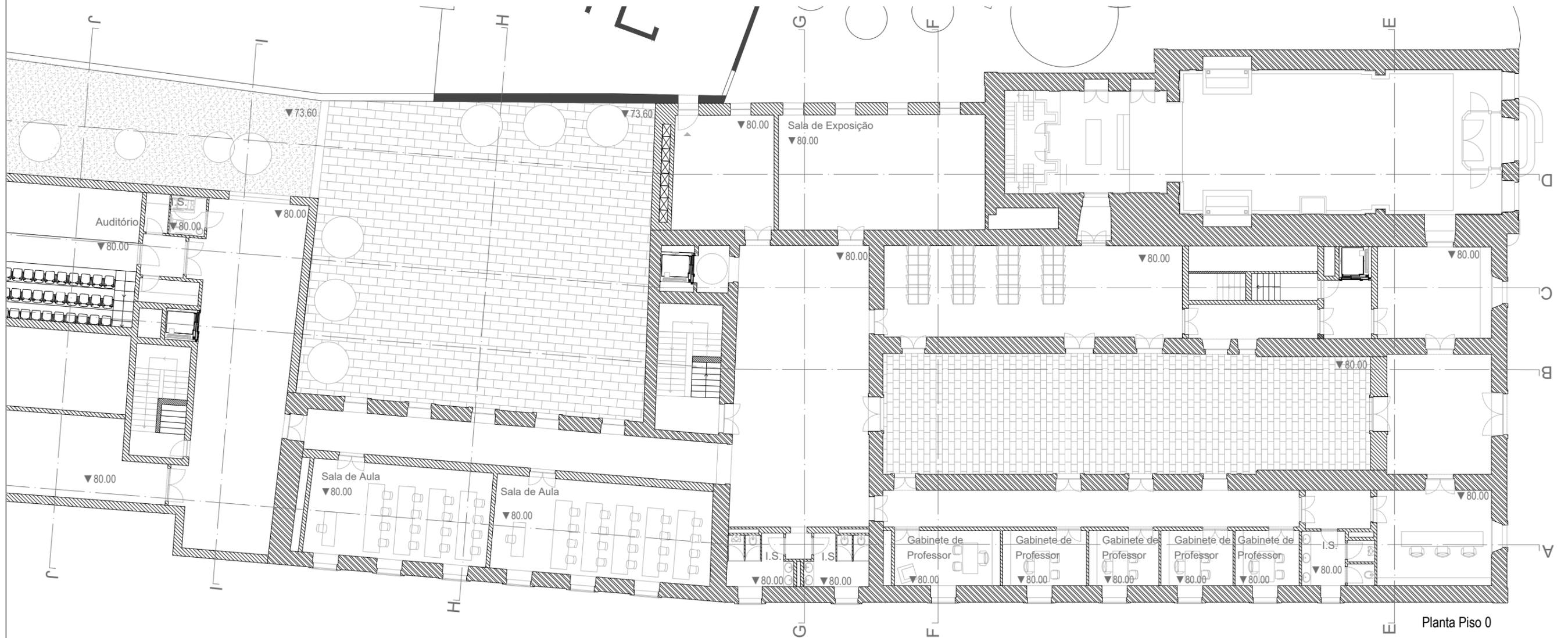
Planta Piso 1



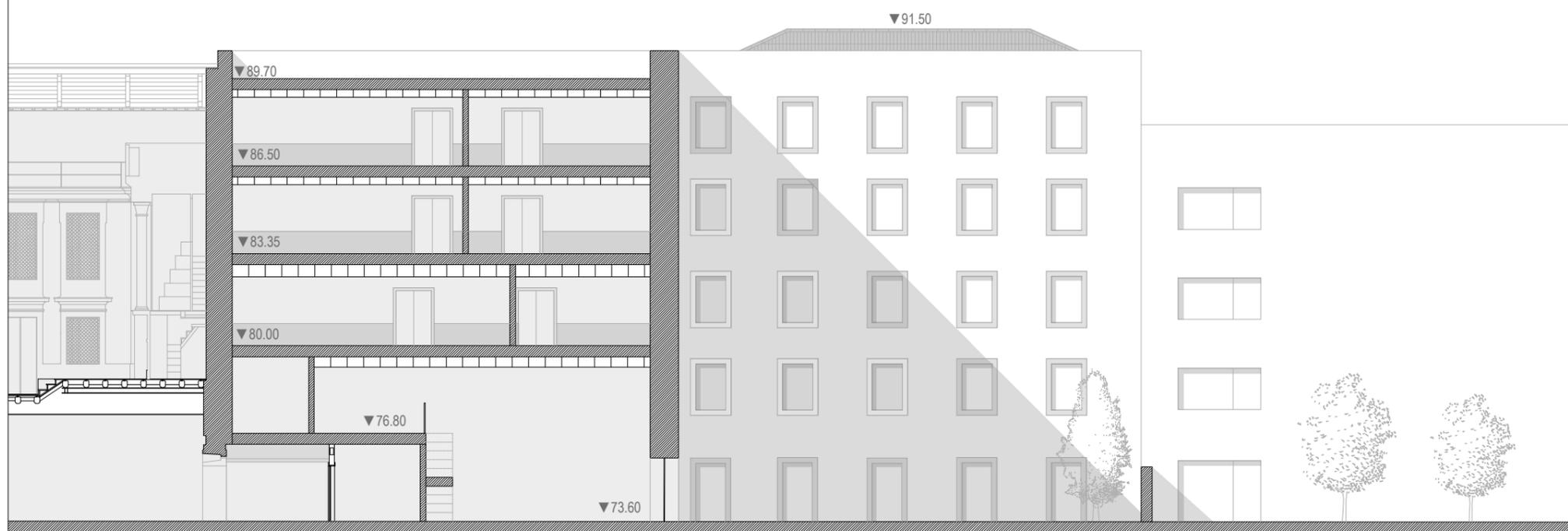
Corte C

Universidade	
Universidade Lusófona do Porto , 5º Mestrado Integrado em Arquitetura	
Nome	Data
Catarina Filipa Oliveira Couto, a21803597	27/11/2023
Projeto	Escala
Reabilitação da Universidade Lusófona do Porto	1/200
Desenhos	Página
Planta do piso 1; Corte C;	104

ANEXO 15



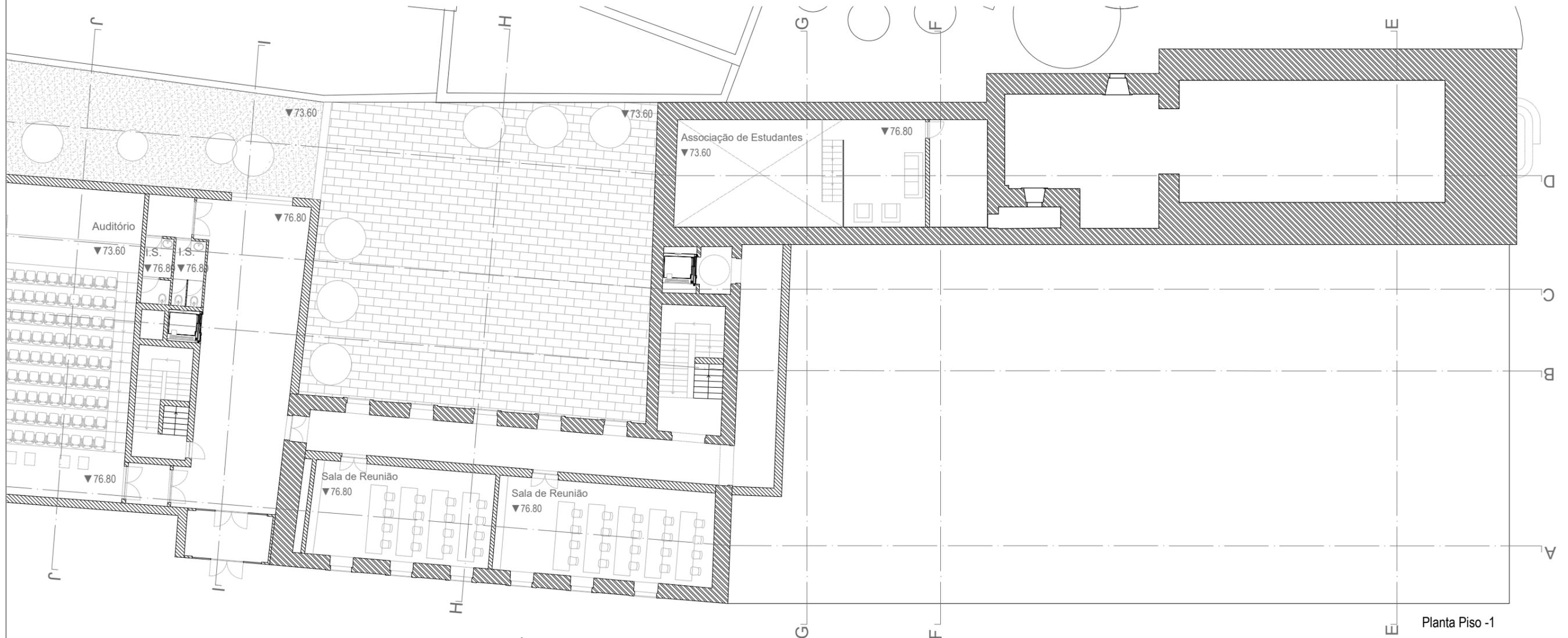
Planta Piso 0



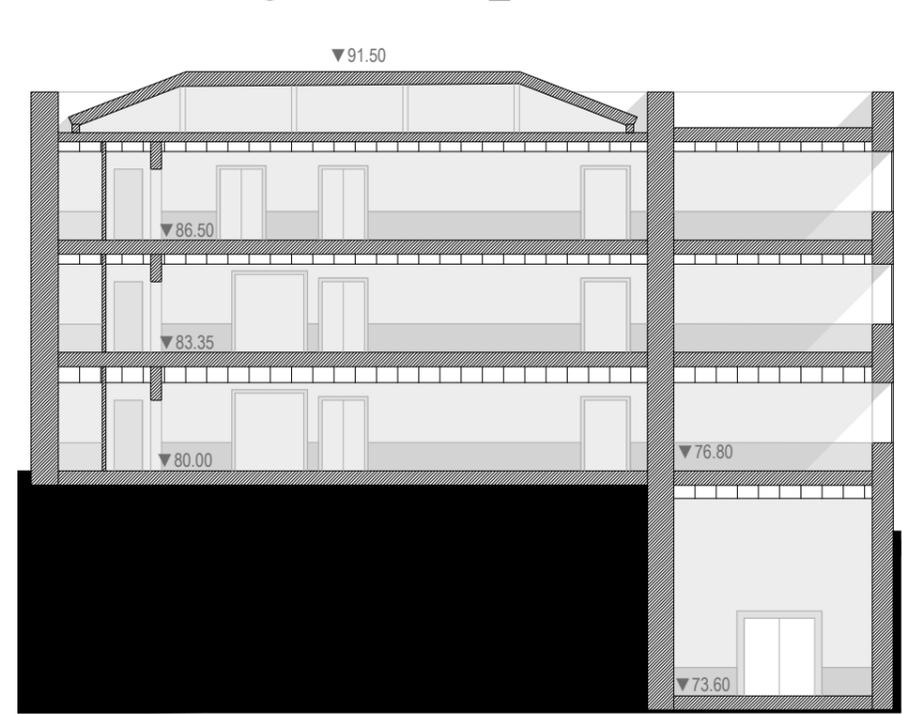
Corte D

Universidade	
Universidade Lusófona do Porto , 5º Mestrado Integrado em Arquitetura	
Nome	Data
Catarina Filipa Oliveira Couto, a21803597	27/11/2023
Projeto	Escala
Reabilitação da Universidade Lusófona do Porto	1/200
Desenhos	Página
Planta do piso 0; Corte D;	105

ANEXO 16



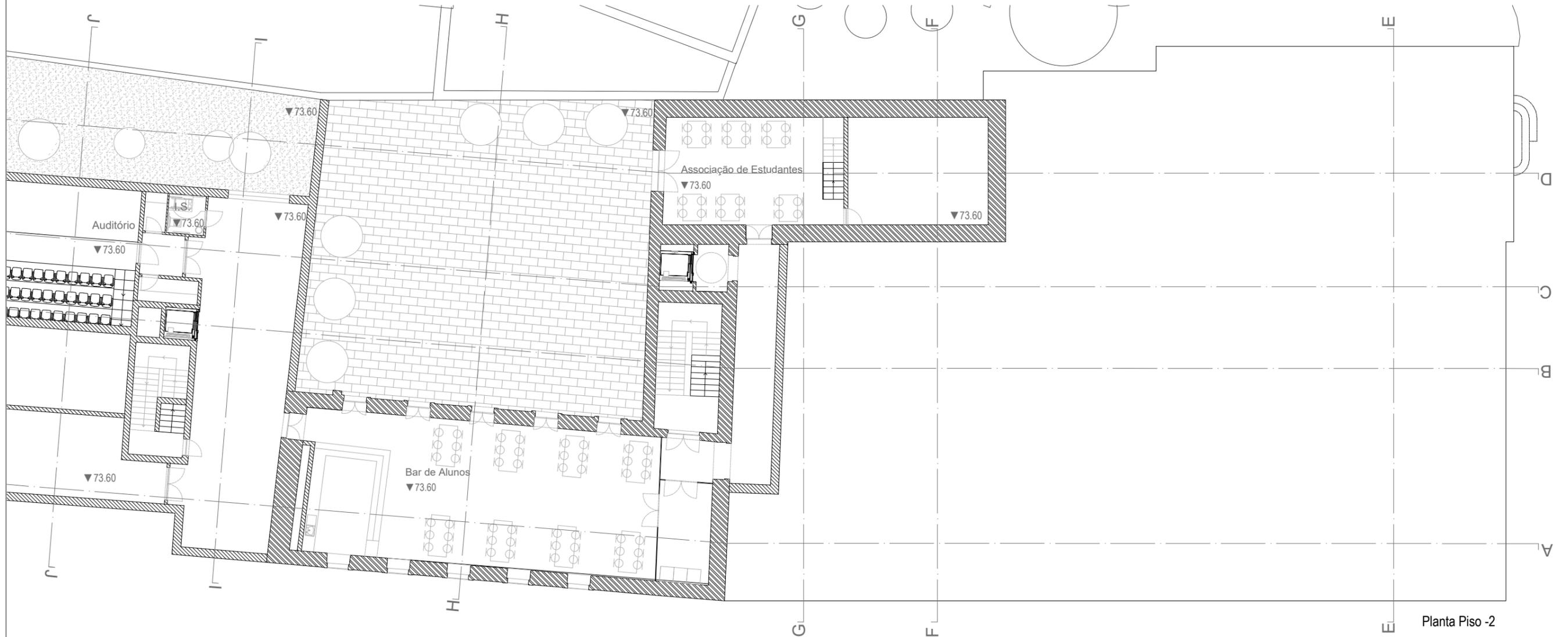
Corte E



Corte G

Universidade	
Universidade Lusófona do Porto , 5º Mestrado Integrado em Arquitetura	
Nome	Data
Catarina Filipa Oliveira Couto, a21803597	27/11/2023
Projeto	Escala
Reabilitação da Universidade Lusófona do Porto	1/200
Desenhos	Página
Planta do piso -1; Corte E e G;	106

ANEXO 17

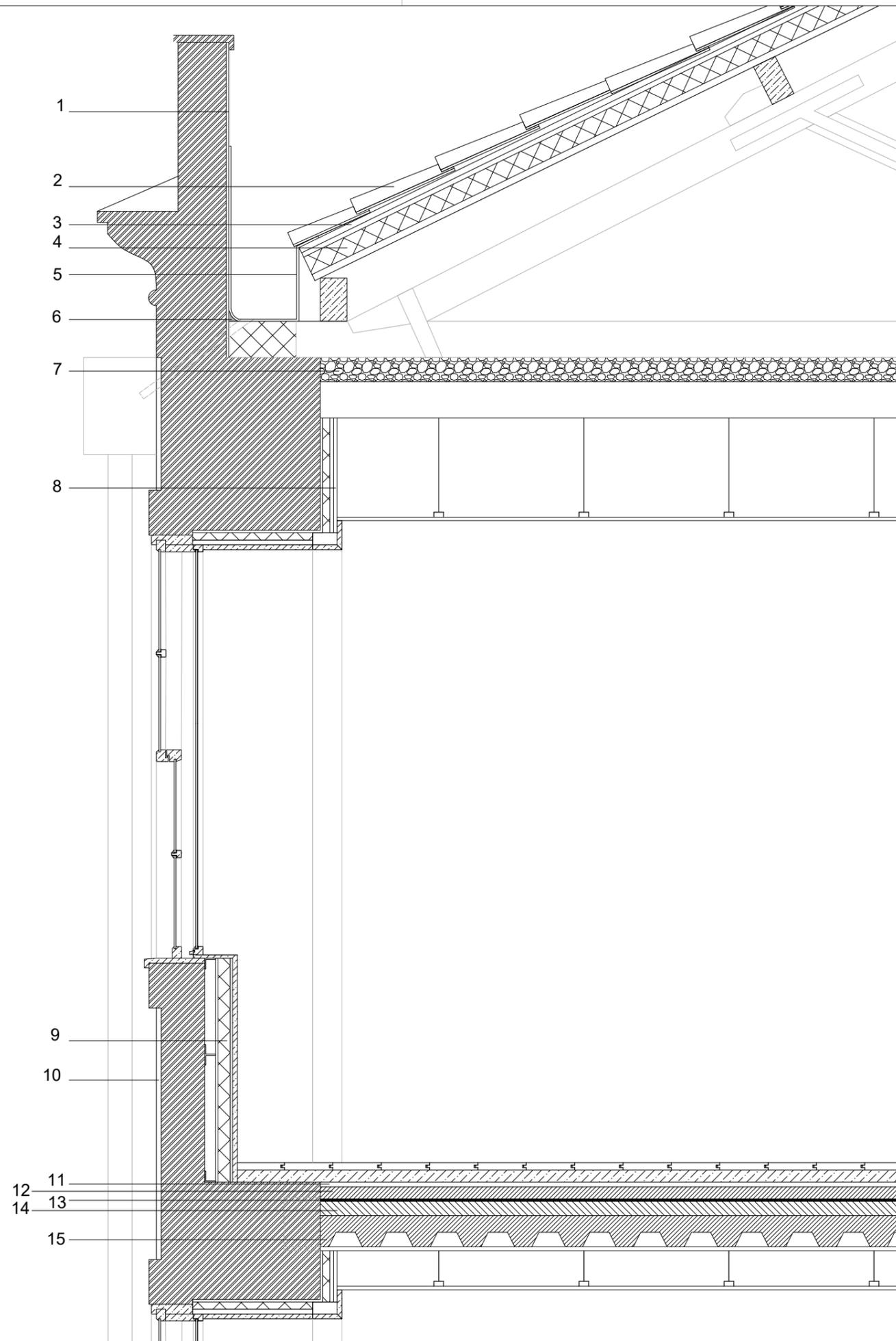
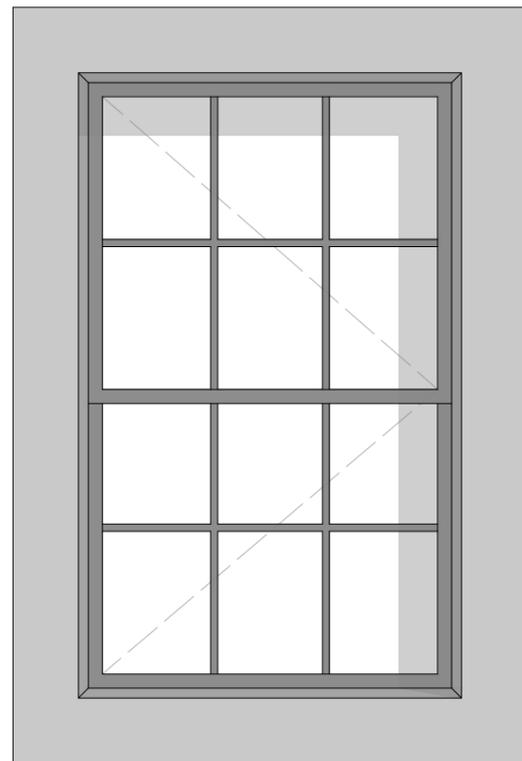


Corte F



Corte H

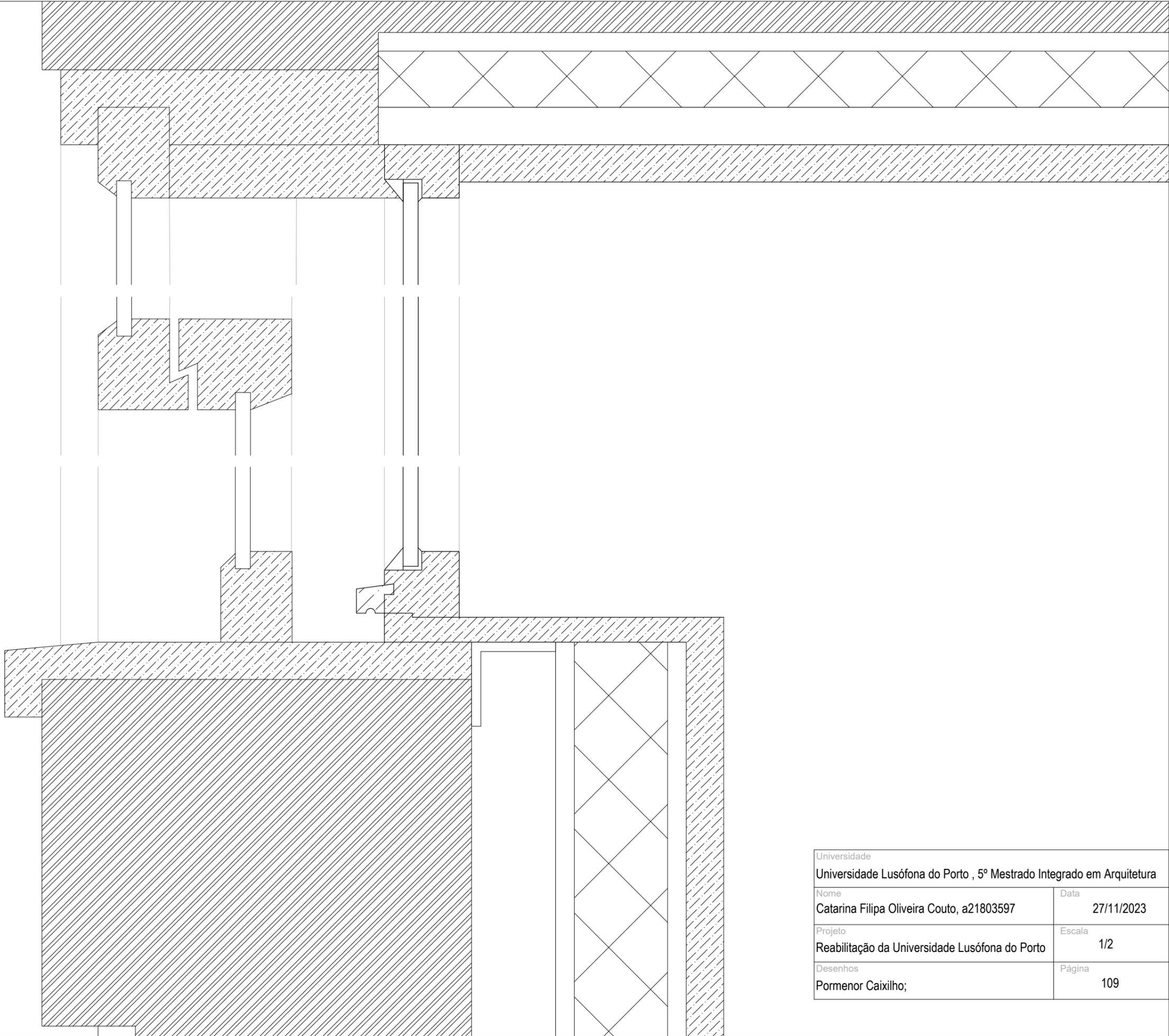
Universidade	
Universidade Lusófona do Porto , 5º Mestrado Integrado em Arquitetura	
Nome	Data
Catarina Filipa Oliveira Couto, a21803597	27/11/2023
Projeto	Escala
Reabilitação da Universidade Lusófona do Porto	1/200
Desenhos	Página
Planta do piso -2; Corte F e H;	107



**LEGENDA:**

1. Impermeabilização
2. Telha Canudo
3. Subtelha Onduline
4. Painel Sanduiche
5. Algeroz em Chapa Metálica
6. Asfalto de Impermeabilização
7. Lã de Rocha
8. Pladur
9. Isolamento Térmico
10. Argamassa Sésil
11. Granudado de Cortiça
12. Laje de Betão Armado
13. Manta de Espuma
14. Betão Leve
15. Laje Colaborante

Universidade	
Universidade Lusófona do Porto , 5º Mestrado Integrado em Arquitetura	
Nome	Data
Catarina Filipa Oliveira Couto, a21803597	27/11/2023
Projeto	Escala
Reabilitação da Universidade Lusófona do Porto	1/20
Desenhos	Página
Corte Construtivo pela fachada;	108



Universidade	
Universidade Lusófona do Porto , 5º Mestrado Integrado em Arquitetura	
Nome	Data
Catarina Filipa Oliveira Couto, a21803597	27/11/2023
Projeto	Escala
Reabilitação da Universidade Lusófona do Porto	1/2
Desenhos	Página
Pormenor Caixilho;	109