



UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
FACULDADE DE ARQUITECTURA

DOCUMENTANDO O PROJETO DE REABILITAÇÃO

DA CARACTERIZAÇÃO DO EXISTENTE À COMUNICAÇÃO DAS IDEIAS E DO PROJETO

[Reabilitação do Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima, Mafra]



Pedro José Marques Mateus

(Licenciado em Ciências da Arquitectura)

Dissertação / Projeto Final para obtenção do Grau de Mestre em Arquitectura

Orientador Científico:

Professor Doutor Luís Miguel Cotrim Mateus

Coorientador Científico:

Professor Doutor José Manuel Aguiar Portela da Costa

Júri:

Presidente: Doutor José Nuno Dinis Cabral Beirão

Vogais: Doutor Victor Manuel Mota Ferreira

Doutor Luís Miguel Cotrim Mateus

Doutor José Manuel Aguiar Portela da Costa

"Old buildings are not ours. They belong partly to those who built them, and partly to all the generations of mankind who are to follow us."

(Os edifícios antigos não são nossos. Eles pertencem, em parte, a quem os construiu, e em parte a todas as gerações da humanidade que nos seguirão.)

John Ruskin in *The Seven Lamps of Architecture*

Título da Dissertação: Documentando o projeto de reabilitação - Da caracterização do existente à comunicação das ideias e do projeto.

Nome do Aluno: Pedro José Marques Mateus

Orientador: Professor Doutor Luís Miguel Cotrim Mateus

Coorientador: Professor Doutor José Manuel Aguiar Portela da Costa

Mestrado: Mestrado Integrado em Arquitetura com Especialização em Arquitetura

Data: 12 de Julho de 2013

RESUMO

O presente relatório final de Mestrado vem abordar a problemática da documentação num projeto de reabilitação. Da necessidade de conhecer e compreender o objeto sobre o qual se vai intervir, à importância de que no decorrer do projeto se disponha de informação que permita fundamentar as opções tomadas no seu desenvolvimento, e de que por fim, se consiga comunicar as estratégias e conceitos, bem como transmitir de modo claro e eficiente o resultado final.

Torna-se necessária uma metodologia documental que venha minimizar o tempo necessário na recolha de informação, e que torne mais eficaz e ajustável o tratamento dessa informação por parte dos diversos intervenientes. A resposta para tal surge nas novas tecnologias, de que são exemplo as técnicas da fotogrametria digital terrestre (FDT), e do varrimento laser 3D (VL3DT).

Este trabalho vem aplicar essa recente metodologia de recolha e processamento de informação num exercício concreto, avaliando a usabilidade da documentação tridimensional produzida por aqueles meios no contexto do processo de conceção projetual, e não apenas como forma de produção de uma documentação bidimensional em fase anterior ao projeto. Por fim, são expostas as vantagens e inconvenientes da utilização destes procedimentos de captura de dados e produção de informação.

Palavras-chave: Documentação gráfica; Fotogrametria digital terrestre; Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima; Projeto de Reabilitação; Varrimento Laser 3D Terrestre.

Dissertation Title: Documenting the rehabilitation project - From characterization of the existing to communication of the ideas and the project.

Student's Name: Pedro José Marques Mateus

Orientation: Prof. Dr. Luís Miguel Cotrim Mateus

Co-orientation: Prof. Dr. José Manuel Aguiar Portela da Costa

Master: Integrated Master's Degree in Architecture

Date: 12 July 2013

ABSTRACT

This Master's final report approaches the problematic of documentation in a rehabilitation project. The need to know and understand the object on which it will intervene, to the importance of which - in the course of the project - information is available which allows justifying the choices made in its development, and to finally be able to communicate the strategies and concepts as well as convey a clear and efficient presentation of the final result.

It becomes necessary a documentary methodology which will minimize the time required to gather information, and make more effective and adjustable the treatment of this information by different stakeholders. The answer comes with the new technologies, such as the digital terrestrial photogrammetry techniques (FDT), and 3D laser scanning (VL3DT).

This work comes to apply this recent methodology for collecting and processing information in a concrete exercise, evaluating the usability of three-dimensional documentation produced by those means in the context of the process of design, and not only as a way of producing a two-dimensional survey documentation in the earlier project phases. Finally, are exposed the advantages and disadvantages of using these procedures for data survey and production of information.

Key-words: Graphic documentation; Digital Photogrammetry; Marqueses de Ponte de Lima Palace; Rehabilitation Project; Terrestrial Laser Scanning.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelo apoio incondicional.

À Família e amigos, pela motivação.

Aos professores Luís Mateus e José Aguiar pela orientação.

A todos os professores e colegas.

ÍNDICE

RESUMO	I
ABSTRACT	II
AGRADECIMENTOS	III
ÍNDICE	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABELAS	XIII
1. INTRODUÇÃO	1
2. ESTADO DA ARTE	4
2.1. INTERVIR NO CONSTRUÍDO	4
2.1.1. A documentação gráfica no projeto de reabilitação.....	6
2.1.2. Conceitos e estratégias de intervenção	7
2.2. UMA NOVA METODOLOGIA DE DOCUMENTAÇÃO	11
2.2.1. Fotogrametria Digital Terrestre (FDT)	14
2.2.2. Varrimento Laser 3D Terrestre (VL3DT)	14
2.2.3. Outputs das tecnologias FDT e VL3DT.....	16
2.2.4. Exemplos da aplicação desta metodologia	19
2.3. A QUESTÃO E OBJETIVOS DO TRABALHO.....	25
3. O PALÁCIO DOS MARQUESES DE PONTE DE LIMA	27
3.1. O CLIENTE E PROGRAMA FUNCIONAL DA INTERVENÇÃO	27
3.2. CONHECER O PALÁCIO DOS MARQUESES DE PONTE DE LIMA.....	28

3.3. ANÁLISE DA DOCUMENTAÇÃO GRÁFICA EXISTENTE.....	33
4. ANTES DO PROJETO DE INTERVENÇÃO.....	35
4.1. PRODUÇÃO DE NOVA DOCUMENTAÇÃO.....	37
4.1.1. Com recurso à FDT.....	39
4.1.1.1. Retificação de imagens	41
4.1.1.2. Modelação tridimensional por fotografia	45
4.1.2. Com recurso ao VL3DT	49
4.1.2.1. Planeamento e aquisição	50
4.1.2.2. Processamento e orientação das nuvens de pontos.....	53
4.1.2.3. Produção da documentação de apoio ao projeto.....	58
4.2. ANÁLISE DO OBJETO ARQUITETÓNICO	65
4.2.1. Enquadramento na envolvente	65
4.2.2. Análise icónica e distributiva	69
4.2.3. Análise estratigráfica.....	71
4.2.4. Análise construtiva e estrutural	74
4.2.5. Análise do estado de conservação.....	81
5. O PROJETO DE INTERVENÇÃO	86
5.1. ESTRATÉGIA DE INTERVENÇÃO	86
5.2. A NOVA DOCUMENTAÇÃO NO PROCESSO DE TOMADA DE DECISÕES NO PROJETO.....	91
5.3. RESULTADO FINAL DO PROJETO.....	94
6. CONCLUSÃO.....	105
7. BIBLIOGRAFIA.....	109
ANEXOS	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de imagem retificada.	14
Figura 2 - Vista do modelo obtido por VL3DT referente ao interior da Igreja de Santo André, Mafra..	15
Figura 3 - Equipamento de varrimento laser utilizado neste trabalho. (www.faro.com)	15
Figura 4 - Modelo de pontos (à esquerda), Modelo Wireframe (ao centro), Modelo Mesh (à direita)..	17
Figura 5 - Fotomosaico resultante da assemblagem de imagens retificadas. (Fotogrametria Arquitetónica - ano lectivo 2011/2012 FAUTL)	18
Figura 6 - Orto-imagem obtida do Modelo de Pontos - Alçado Norte do Palácio.....	18
Figura 7 - Levantamento da Basílica de Aquileia (Visintini, et al., 2006).....	20
Figura 8 - Levantamento do Castelo de Mota del Marqués (Mateus, et al., 2008).....	20
Figura 9 - Levantamento das fachadas do Terreiro do Paço (Mateus, 2012).	21
Figura 10 - Levantamento do Arco da Rua Augusta (Mateus, 2012).	22
Figura 11 - Levantamento do Convento de Cristo (Mateus, 2012) - Modelo produzido por Victor Ferreira no âmbito do projecto FCT:PTDC/AUR/66476/2006.	22
Figura 12 - Levantamento da Cidade de Tomar (Mateus, 2012) - Modelo produzido por Victor Ferreira no âmbito do projecto FCT:PTDC/AUR/66476/2006.	23
Figura 13 - Levantamento do Castelo de Ossana (Rizzi, et al., 2011).	23
Figura 14 - Levantamento da Vila de Calvola di Tenno (Rizzi, et al., 2011).....	24
Figura 15 - Diagrama do programa apresentado pelo ILIDH.....	27
Figura 16- Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima	28
Figura 17 - Alçados do palácio (da esquerda para direita) Poente, Sul e Nascente.	29
Figura 18 - Elementos no jardim do Palácio - Fonte revestida de azulejos (à esquerda), poço coberto (ao centro), fonte / bica (à direita)	31
Figura 19 - Elementos no Parque Desportivo de Mafra - Casa de fresco (à esquerda), capelas (ao centro e direita).....	31
Figura 20 - Igreja de Santo André	32
Figura 21 - Fotografias do forno de Cal no terreno do Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima - Exterior (à esquerda) e interior (à direita)	32

Figura 22 - Configuração típica do Forno de Cal na zona da Estremadura e Ribatejo (AAVV, 2004) .	32
Figura 23 - Fachadas do Palácio dos MPL. (Documentação gráfica fornecida pelo iLIDH).....	33
Figura 24 - Plantas do Palácio dos MPL. (Documentação gráfica fornecida pelo iLIDH).....	34
Figura 25 - Cortes do Palácio dos MPL. (Documentação gráfica fornecida pelo iLIDH)	34
Figura 26 - Situações tipo na relação entre equipamento de VL3DT e objeto. (Mateus, 2012)	39
Figura 27 - Exemplo do esquema de fachadas interiores e exteriores do piso -1 do Palácio.	42
Figura 28 - Fotografias da fachada B.0.1.a adquiridas com recurso a máquina fotográfica de telemóvel.....	43
Figura 29 - Resultado final da retificação da fachada B.0.1.a.	43
Figura 30 - Exemplo do fluxo de trabalho da retificação em autocad.	45
Figura 31 - Resultado da retificação exemplificada na figura anterior.	45
Figura 32 - Nuvem de pontos em Photosynth (http://photosynth.net/).....	46
Figura 33 - Nuvem de pontos em My3DScanner (http://my3dscanner.com/).	47
Figura 34 – Processamento em VSFM - cálculo de relação entre imagens.	47
Figura 35 – Processamento em VSFM – cálculo do ponto de vista das fotografias.....	48
Figura 36 – Modelo de pontos em VSFM.....	48
Figura 37 - Planeamento e registo (no campo) do posicionamento das estações de varrimento laser.	52
Figura 38 - Exemplo de ficheiros .PLY e suas matrizes de posição.	53
Figura 39 - Edição de nuvem de pontos pela remoção de elementos móveis.	54
Figura 40 - Duas nuvens de pontos importadas em MeshLab.	56
Figura 41 - Orientação das nuvens de pontos por seleção manual de pontos homólogos.	56
Figura 42 - Duas nuvens de pontos depois de orientadas e processadas.	57
Figura 43 - Modelo resultante da orientação das nuvens de pontos em MeshLab.	58
Figura 44 - Esquema representativo da produção de cortes, plantas e alçados.....	61
Figura 45 - Exemplo de corte perspectivado extraído da Nuvem de Pontos.....	61
Figura 46 - Imagens exemplificativas da opção 'Screen Multiplier' do <i>software</i> MeshLab.	62

Figura 47 - Fases da metodologia aplicada na modelação tridimensional: i) Orto-imagens obtidas do Modelo de Pontos (em cima); ii) Delineação em AutoCad sobre as Orto-imagens previamente obtidas (ao centro); iii) Modelação dos Alçados com o <i>software</i> SketchUp (em baixo).	63
Figura 48 - Processo de modelação tridimensional de vãos: i) Fotografia retificada (cima à esquerda); ii) Pormenores extraídos do Modelo de Pontos (cima ao centro); iii) Delineação em AutoCad sobre a fotografia retificada (cima à direita); Modelação dos vãos com o <i>software</i> SketchUp (em baixo).	64
Figura 49 - Panorama da intersecção da Rua do Malvar com a Rua do Castelo. Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima (à esquerda), Igreja de Santo André (à direita).	67
Figura 50 - Panorama a partir de uma das janelas da fachada Sul do Palácio.	67
Figura 51 - Panorama a partir de uma das janelas da fachada Norte do Palácio.	67
Figura 52 - Panorama do Parque Desportivo de Mafra a partir da Rua do Castelo.	67
Figura 53 - Ortofotomapa do município de Mafra onde se registam elementos que importam na análise ao enquadramento do Palácio na envolvente. (www.sig.cm-mafra.pt)	68
Figura 54 - Ortofotomapa que mostra as ruas da envolvente próxima do Palácio. O rectângulo vermelho alerta a proximidade com uma ETAR. (www.bing.com/maps)	68
Figura 55 - Nestas fotografias fica notória a discrepância entre a monumentalidade da fachada Sul (à esquerda) e a escala doméstica da fachada Norte (à direita)	69
Figura 56 - Métrica da fachada Sul do Palácio (esquerda) e de um dos seus vãos (direita) Importa salientar a aproximação de todas as medidas com a unidade do palmo.	69
Figura 57 - Esquema em planta da análise distributiva do Palácio.	70
Figura 58 - Possível evolução em planta do Palácio.	72
Figura 59 - A remoção do reboco vem confirmar, pela notória diferença de alvenarias, a discrepância temporal na construção já apontada pelo VL3DT com a disparidade de espessuras.	72
Figura 60 - A remoção do reboco deixa à vista vários sinais que marcam a evolução estratigráfica do edifício.	73
Figura 61 - Com a remoção do reboco, surgem vãos semienterrados pela cota atual do terreno.	73

Figura 62 - Análise da fendilhação numa das paredes da Sala C. As setas representam as forças a atuar e consequentes movimentos estruturais. À direita uma imagem de pormenor.....	75
Figura 63 - Análise da fendilhação na parede oposta à analisada na Figura 52 da Sala C. As setas representam as forças a atuar e consequentes movimentos estruturais. À direita uma imagem de pormenor.....	76
Figura 64 - Fissura no topo da Fachada Este do palácio sugere o destacamento e perigo de derrocada da cumeeira.....	76
Figura 65 - O abaulamento de secções da Fachada Sul está a provocar fissuras na cornija.....	77
Figura 66 - Inspeção à deformação da fachada Sul - A escala representa o desvio atual da fachada em relação ao seu plano inicial. (Escala de 10 cm).....	77
Figura 67 - Inspeção à deformação da fachada Sul - A escala representa o desvio atual da fachada em relação ao seu plano inicial. (Escala de 20 cm).....	77
Figura 68 - À esquerda é possível observar a fissuração de um arco no topo Oeste do palácio. À direita observa-se uma fissura na abertura, a Norte, para a Sala B.....	78
Figura 69 - Construção de uma cinta de blocos de betão enquanto elemento estrutural e de regularização para o assentamento da nova cobertura.....	78
Figura 70 - O avançado estado de degradação nos pavimentos de madeira levou à remoção das tábuas de revestimento.....	78
Figura 71 - Inexistência de tetos ou pavimentos vem agravar a evolução das anomalias causadas na estrutura pela entrada de águas pluviais.....	79
Figura 72 - Neste vão de passagem da Sala B para a Sala C foi possível observar a evolução de uma das anomalias, desde a fissuração ao desabamento.....	79
Figura 73 - A sobreposição de revestimentos resultante de várias ocupações sucessivas do edifício esconde os sinais do que poderão ter sido os frescos originais que revestiam as paredes do palácio.....	81
Figura 74 - São várias as situações no palácio em que foram usadas técnicas de pintura que procuram reproduzir texturas de pedra – Fingidos.....	82
Figura 75 - Nestas imagens está visível a sobreposição de pavimentos numa das salas do palácio.	82

Figura 76 - Nos elementos de pedra as principais anomalias são o desgaste da pedra, a sujidade, e fluorescências, fendilhação, fratura e demolição parcial.	83
Figura 77 - Anomalias nos elementos de pedra calcária nos emolduramentos, frontões e vergas destacadas das janelas de sacada.	83
Figura 78 - Anomalia consequente das ocupações ilícitas do edifício.	84
Figura 79 - Os sinais de vandalismo estão um pouco por todo o palácio.	84
Figura 80 - Diagrama da estratégia de intervenção.	88
Figura 81 - Corte diagrama da estratégia para a Rua do Castelo e estacionamento automóvel.	88
Figura 82 - Corte diagrama da zona de expansão I.	89
Figura 83 - Corte diagrama da zona de expansão II.	90
Figura 84 - Corte diagrama da relação entre a zona de expansão II e a ETAR.	90
Figura 85- A disponibilidade de um modelo de pontos permite visitar o edifício em qualquer momento do processo de projeto.	92
Figura 86 - A disponibilidade de um Modelo de Pontos resultante do levantamento por VL3DT a par de um modelo de superfície permite o teste de soluções.	92
Figura 87 - Esta imagem exemplifica a capacidade de inquirir medições diretamente no modelo de pontos.	93
Figura 88 - As imagens retificadas das paredes que continham frescos, facilitaram a compreensão do seu padrão e métrica.	93
Figura 89 - Projeto - O muro que cerca o Parque Desportivo é rompido pontualmente, quebrando a barreira visual para quem percorre a Rua do Castelo.	95
Figura 90 - A praça pública com anfiteatro acolhe quem chega ao Palácio.	95
Figura 91 - Perspetiva geral da proposta com diagrama hierarquias e limites.	96
Figura 92 - A geometria e volumetria das novas construções permitem manter todas as árvores já existentes no jardim do Palácio.	97
Figura 93 - O abrigo para o acesso vertical exterior, por escada e elevador, é de estrutura leve, pouco intrusiva e de possível remoção.	97

Figura 94 - Comparação antes/depois entre modelo de pontos e modelo tridimensional da proposta (vista nordeste).	98
Figura 95 - Comparação antes/depois entre modelo de pontos e modelo tridimensional da proposta (vista este).	98
Figura 96 - Comparação antes/depois entre modelo de pontos e modelo tridimensional da proposta (vista sudoeste).	98
Figura 97 - Diagrama cromático do programa funcional da intervenção.	100
Figura 98 - Corte longitudinal do palácio com diagrama cromático de programa funcional.	100
Figura 99 - O aspeto icónico do palácio é mantido, e o logradouro sul é convertido em espaço exterior de exposição.	102
Figura 100 - Sala da exposição permanente.	102
Figura 101 - Sala de conferências, com sistema de bancada móvel que permite usar o mesmo espaço enquanto sala de formação.	102
Figura 102 - A sala de reuniões vem ocupar o antigo quarto do Marquês.	103
Figura 103 - Recepção da Quinta da Cerca (à esquerda); Pátio na área da formação (à direita). Imagens apresentadas em anexo digital.	103
Figura 104 - Sala de polivalente de conferências. Com a bancada fechada (à esquerda) e com a bancada aberta (à direita). Imagens apresentadas em anexo digital.	103
Figura 105 - Sala de convívio do piso 1 (à esquerda); Dormitórios do piso -1 (à direita). Imagens apresentadas em anexo digital.	103
Figura 106 - Sala de formação do piso -1 (à esquerda): Sala de estudo do piso -1 (à direita). Imagens apresentadas em anexo digital.	104
Figura 107 - Auditório polivalente do piso -1. Como sala de formação (à esquerda) e como auditório (à direita). Imagens apresentadas em anexo digital.	104
Figura 108 - Acesso aos quartos de estadia do piso -2 (à esquerda); Sala de convívio dos quartos de estadia (à direita). Imagens apresentadas em anexo digital.	104

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Numero total de estações laser registadas, e respetiva área abrangida.	52
Tabela 2 - Sequências de tarefas no software JRC 3D Reconstructor.	60
Tabela 3 - Análise estrutural e construtiva dos elementos construtivos primários. - Com base nas tabelas encontradas em (Cóias, 2007).	80
Tabela 4 - Análise dos elementos construtivos secundário (Cóias, 2007).	85

1. INTRODUÇÃO

A alteração funcional e estrutural do património construído é frequentemente necessária, e até importante, na transformação, evolução, e manutenção de dinâmica da cidade e sociedade que nela habita. Muito se discute sobre a necessidade de os novos edifícios serem pensados de modo a prever e possibilitar a sua adaptação a futuras carências funcionais e programáticas, distintas daquelas para as quais foram inicialmente construídos. Mas muito do património que encontramos ao abandono e em degradação nas cidades apresenta já essa capacidade de adaptação, por meio das intervenções de reabilitação. Um desses casos é o objeto arquitetónico no qual se intervém na componente de projeto do presente trabalho.

O Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima, apesar de considerada uma das mais importantes peças de arquitetura da vila velha de Mafra, é encontrado na fase inicial do trabalho em situação de pré-ruína. Embora o avançado estado de degradação, logo numa primeira visita, é notória a capacidade de adaptação dos seus espaços, interiores e exteriores, a novos usos. O conjunto de edifícios e jardins que conformam o palácio foi cedido recentemente pela Câmara Municipal de Mafra ao Instituto Luso-Ilírio para o Desenvolvimento Humano (doravante designado por cliente). O cliente pretende a criação de uma Universidade de Valores Humanos, tendo para tal apresentado um programa dividido pelas categorias de Gestão, Investigação, Formação, Museologia, Alojamento, e Apoio. A intervenção pretendida tem preferência na reabilitação dos edifícios existentes, mas pressupõe também a edificação de novas construções.

Em qualquer intervenção de reabilitação de um ou vários objetos arquitetónicos, existe a necessidade de conhecer e compreender o objeto sobre o qual se vai intervir. É igualmente importante que no decorrer do projeto se disponha de informação que permita fundamentar as opções tomadas no seu desenvolvimento, e que por fim, se consiga comunicar as estratégias e conceitos, bem como transmitir de modo claro e eficaz o resultado final. Com isto, surge a necessidade de documentação relativa ao objeto em estudo dirigida a três estádios temporais, distintos mas interligados, sendo estes a documentação antes do projeto, durante o projeto e de comunicação final do projeto.

A compreensão do objeto em estudo pressupõe o seu registo (levantamento), análise e diagnóstico, o qual é tanto mais completo quanto melhor e mais fiável for a informação

documental existente ou produzida. A qualidade e utilidade da documentação para o projeto resultam da amplitude informativa nela contida, da comunicabilidade e adaptabilidade às diferentes entidades que a vão utilizar, bem como da capacidade de síntese da informação realmente relevante para cada área de estudo. Importa salientar que a análise da documentação é feita não apenas pelo arquiteto projetista, mas por todo um leque de especialistas de diferentes áreas de ação e conhecimento, aos quais interessam diferentes tipos de informação e níveis de detalhe. O resultado desta interação multidisciplinar é quase sempre a adição de novas camadas de documentação mais específica a cada disciplina.

Com base nestes princípios, torna-se necessária uma metodologia documental que venha minimizar o tempo necessário na recolha de informação significativa para a intervenção, bem como tornar mais eficaz e ajustável o tratamento dessa informação por parte dos diversos intervenientes. A resposta para tal surge a par dos continuados avanços tecnológicos de que são exemplo as técnicas da fotogrametria digital terrestre (FDT), a qual tira partido da capacidade de captura de informação visual pelas máquinas fotográficas, e do varrimento laser 3D (VL3D), que utiliza a radiação laser para medir uma cena tridimensional.

Na FDT as imagens fotográficas podem ser processadas recorrendo a aplicações informáticas específicas de modo a produzir uma variedade de documentação gráfica, desde a retificação de imagens para análise métrica e do estado de conservação de fachadas, à produção de modelos tridimensionais por nuvens de pontos do objeto em estudo. O varrimento laser 3D terrestre permite a medição de distâncias de modo rápido e preciso, produzindo um levantamento tridimensional em nuvem de pontos, em torno do local onde é colocado o *scanner* (estação), de definição quase sempre superior àquela conseguida por métodos fotogramétricos. Este nível de detalhe permite, por processamentos manuais ou automáticos, a produção de uma ampla quantidade de documentação 3D ou 2D de suporte aos processos de análise e diagnóstico.

Note-se também que as tecnologias de FDT e VL3DT podem ser usadas em simultâneo. Esta combinação é justificada pela complementaridade entre as técnicas, sendo que ambas apresentam as suas vantagens e inconvenientes (Aguilera, et al., 2007). É ainda de notar que, por consequência do desenvolvimento e crescente utilização destes métodos, a variedade de aplicações informáticas para processamento e análise da informação, ou produção de nova documentação, tem vindo a aumentar. Estes são cada vez mais eficazes, rápidos e fáceis de utilizar, estando ao dispor dos vários utilizadores multidisciplinares interessados. Outro aspeto de interesse é o incremento na disponibilidade de *software* de

utilização livre ou de código aberto, o que democratiza a utilização destas técnicas, embora a componente de hardware implique custos significativos.

Este trabalho vem não só discorrer sobre a importância da documentação gráfica num projeto de reabilitação, mas sobretudo aplicar uma nova metodologia de recolha e processamento de informação num exercício concreto, avaliando a usabilidade da documentação tridimensional produzida por aqueles meios no contexto do processo de conceção projetual, e não apenas como forma de produção de uma documentação bidimensional em fase anterior ao projeto. Por fim, são expostas as vantagens e inconvenientes da utilização destes procedimentos de captura de dados e produção de informação.

O contributo para o conhecimento que se julga poder dar com este trabalho é o de analisar o impacto da utilização da informação resultante dos levantamentos tridimensionais, tornando-a parte integrante do processo do projeto e um recurso sempre presente e acessível em todas as fases da conceção, em que o projetista terá a capacidade de a adaptar e utilizar de forma ativa de acordo com as circunstâncias que vão surgindo. Esta é uma abordagem original já que, tradicionalmente, mesmo quando se utilizam estas técnicas e ferramentas para a produção da documentação, esta em geral fica limitada a uma fase inicial do processo, assumindo a forma de documentação de levantamento com carácter estático (por exemplo através de plantas, cortes e alçados). (Rizzi, et al., 2011)

2. ESTADO DA ARTE

2.1. Intervir no construído

Quando se referem intervenções no património construído é comum aplicar os termos de conservação, restauro e reabilitação. Cada um destes conceitos surge ao longo da História, assumindo contudo diferentes significados consoante épocas, culturas ou tradições. Em "Cor e Cidade Histórica" (Aguilar, 2002) o autor descreve a evolução destes termos, apontando as diversas interpretações que estes assumiram, bem como os conceitos e terminologias que foram originando. Na mesma evolução histórica europeia, o termo conservação é associado à tradição anglo-saxónica, enquanto o restauro surge relacionado com a tradição continental. Esta divisão impulsionou discussões conceptuais e filosóficas que se prolongam até à atualidade. Neste contexto, define-se o modelo de intervenção da reabilitação como uma resposta à necessidade de dotar o tecido habitacional construído de padrões de habitabilidade mais elevados, de acordo com as exigências atuais.

O debate referente à interpretação de cada um destes termos tem vindo a alargar e enriquecer o léxico de conceitos referentes a diferentes ações de intervenção. Deste modo, cada termo base engloba um conjunto de conceitos de operações, cuja hierarquização e definição varia de autor para autor. De seguida são apresentadas as definições e respetiva hierarquização segundo os autores Fernando Henriques (Henriques, 1991) e António Pereira (Pereira, 2003).

Para Fernando Henriques, o termo conservação designa todas as ações de intervenção num determinado edifício existente, tendo em vista o prolongar do seu tempo de vida. Esta designação abrange todo um conjunto de conceitos referentes a tipos de intervenções, hierarquizadas consoante o seu nível de intrusão. Na perspetiva do autor, "*do ponto de vista do património histórico edificado, é sempre preferível recorrer às intervenções de menor envergadura possível que permitam atingir os objetivos preconizados*". Já António Pereira faz a separação dos termos relativos a operações em edifícios existentes por dois grupos de conceitos. Por um lado surgem os conceitos de proteção ou salvaguarda, e por outro de intervenção. O primeiro grupo engloba as ações sobre a matéria histórica construída, pretendendo assegurar a sua existência futura, e o segundo é referente às operações que resultam em alterações, de maior ou menor envergadura, no existente.

Segundo a hierarquização feita por Fernando Henriques (Henriques, 1991), pela ordem de menor para maior envergadura de intervenção, são apresentados pelo autor os conceitos: manutenção, enquanto conjunto de operações preventivas destinadas à manutenção do bom funcionamento do edifício; a reparação, como o conjunto de ações destinadas a corrigir anomalias; o restauro, enquanto conjunto de ações destinadas a repor a unidade da edificação relativamente à sua conceção original ou a determinada época; a reabilitação, como conjunto de operações destinadas a aumentar os níveis de qualidade do edifício, procurando responder aos padrões atuais; e a reconstrução, que implica a construção de nova edificação, ou parte dela.

As definições de conceitos apresentadas por António Pereira (Pereira, 2003) são, no grupo de proteção ou salvaguarda: a manutenção, que consiste nas ações de prevenção de danos destinadas a garantir o bom funcionamento do edifício; conservação ou preservação, enquanto ações que, não modificando o existente, procuram retardar o processo de degradação do edifício; a reparação, que consiste na resolução de dados técnicos pela substituição parcial de elementos construídos; e consolidação pelo reforço da capacidade de suporte de materiais ou estruturas. No grupo de conceitos de intervenção surgem: o restauro, que implica a restituição total ou parcial do edifício ao seu conceito e linguagem originais, ou de determinada época da sua evolução; o preenchimento de lacunas, que podendo ser incluído no conceito de restauro, consiste na restituição da integridade física original pelo complemento da parte perdida; a renovação, enquanto ações de tratamento das superfícies com o intuito de restituir as suas qualidades estéticas; a reconstrução ou reedificação, pela construção da totalidade ou parte de um edifício em substituição de outro desaparecido; a cópia, que incluída no conceito de reconstrução faz a reprodução de réplicas exatas; a reconstituição, que também incluída na reconstrução, procura uma réplica formal exata do edifício original desaparecido; a anastilose, pela utilização de elementos originais ou degradados na reconstrução; a reabilitação, que consiste em dotar um, ou conjunto de edifícios, de qualidades habitacionais de acordo com os padrões atuais; a translocação, que consiste no desmonte, transporte e remontagem da totalidade ou de partes de um edifício; remodelação, enquanto alteração formal do edifício com o intuito de o adaptar a novos usos; a ampliação, surge enquanto adição à substância histórica do património; e a reinterpretção, pela reformulação formal de elementos históricos enquanto base de projeto para uma obra de reconstrução ou ampliação.

2.1.1. A documentação gráfica no projeto de reabilitação

O projeto de reabilitação envolve a tomada de opções de intervenção em edifícios já existentes, as quais devem ser legitimadas por uma correta leitura e compreensão do objeto arquitetónico. A leitura do objeto real é feita tanto pela sua observação direta, como pela representação da realidade sob forma documentação gráfica, por meio de um qualquer processo de levantamento.

Proceder ao levantamento implica *“compreender a obra que se está a estudar, penetrar a sua realidade mais profunda, conhecer todos os valores, dos dimensionais aos construtivos, dos formais aos espaciais.”* (Docci, et al., 2005) Independentemente do processo utilizado, o levantamento consiste sempre na *“(...) medição, clarificação geométrica, conhecimento histórico, mas é sobretudo uma operação de leitura, de discretização da forma arquitetónica e transcrição gráfica das qualidades formais da mesma”.* (Docci, et al., 2005)

A documentação gráfica utiliza representação por meio de informação visual, de modo a apelar ao raciocínio visual de quem a analisa. Essa *“informação visual é constituída por linhas, figuras geométricas, manchas, cores, em suportes reais ou virtuais, isto é, desenhos (em sentido lato), que permitem a elaboração de raciocínios, conjeturas, interpretações, mais ou menos aprofundadas consoante o nível de formação de quem a utiliza.”* (Mateus, 2012)

A representação da realidade pressupõe sempre a intenção de comunicar. Permite a quem a analisa criar imagens mentais acerca dessa mesma realidade, funcionando como intermediário entre o objeto e o agente que procede à sua leitura. Essas imagens mentais complementam aquelas que também podem ser obtidas pela observação direta do objeto. (Antonini, 2004)

Importa salientar que a documentação gráfica pode traduzir influências doutrinárias da sua época, bem como os recursos tecnológicos e instrumentais disponíveis para a sua produção. Deste modo, além de ser um importante instrumento de análise e planeamento de ações de intervenção no objeto construído, funciona não só como forma de salvaguarda do estado em que se encontra um objeto arquitetónico num determinado instante ou intervalo temporal, bem como de preservação da memória tecnológica e doutrinária da época. (Mateus, 2012)

É no cruzamento entre a reflexão sobre as qualidades que se esperam da documentação gráfica para o seu uso efectivo e a época em que vivemos, em que é incontornável considerar o contributo tecnológico, em particular do varrimento laser e da fotogrametria digital, que a esta dissertação deve ser lida e considerada.

2.1.2. Conceitos e estratégias de intervenção

A intervenção sobre o construído deve sempre ser precedida de um momento de avaliação ao que se segue um conjunto de linhas orientadoras. A avaliação é uma síntese que o arquiteto deve fazer com base no contributo que os vários especialistas fazem nas suas análises disciplinares parcelares (Rato, 2009). Esse momento de análise prévio deve ser sistemático e versar, o mais possível, sobre todas as dimensões da realidade construída.

Uma proposta de análise possível é constituída por seis modelos de análise (Feiffer, 1989) (Mateus, 2012): análise icónica, análise distributiva, análise construtiva, análise do estado de conservação, análise estrutural e análise estratigráfica. Adotando um modelo sistemático de análise procura-se garantir que nenhum aspeto relevante é deixado por tratar. Ao referir este modelo, não se exclui a necessidade de recolha documental em paralelo.

A documentação gráfica participa ativamente destes modelos de análise quer como suporte de registo, quer como suporte de interpretação, quer ainda como suporte de sínteses analíticas sobre o objeto (Mateus, 2012).

Nestas análises o edifício deve ser segmentado de acordo com os seus elementos constituintes, devendo estes ser analisados quer individualmente, quer em relação com os demais (Appleton, 2003) (Cóias, 2007).

Por vezes é necessário recorrer a análises e ensaios muito específicos, que fogem ao âmbito disciplinar da arquitetura. Porém, caberá ao arquiteto a integração da informação daí decorrente (Cóias, 2007).

A definição de conceitos e estratégias de projeto não é exclusiva às construções novas. Para que uma intervenção num edifício existente seja coerente, é necessário que o seu projeto tenha por base uma estratégia, um principio gerador, que sirva de fio condutor

às opções tomadas. Apenas tendo um conceito e estratégias que suportem a intervenção é possível garantir que esta, não só respeita a identidade do edifício existente, como assegura a sua sustentabilidade futura, e garante uma leitura enquanto elemento representativo do discurso arquitetónico contemporâneo.

Em "*Architecture in existing fabric*" (Cramer, et al., 2007), é feita a divisão de estratégias de intervenção por três grupos, as estratégias de 'Disposição', as 'Estratégias de projeto' e os conceitos de 'Expressão arquitetónica'. A cada uma destas estratégias é possível associar um princípio gerador que permite uma abordagem sistemática e coerente do projeto. Seguir-se-ão de perto as noções dadas na obra referida.

Disposição: A necessidade de intervir num determinado edifício existente, não serve de desculpa para que se procedam a alterações de impacto significativo na sua identidade. Um exemplo deste tipo de alterações é a tentativa de otimizar a disposição dos espaços necessários ao programa, pelo esvaziar de todo o interior do edifício, deixando apenas as fachadas exteriores, opção essa que se pode designar por fachadismo. Esta opção erradica toda história e identidade, além de impossibilitar a adaptação dessa estrutura para qualquer outro uso no futuro. A estratégia aplicada na disposição do programa num edifício existente deve assentar na análise e compreensão do mesmo, apresentando soluções flexíveis que demonstram cuidado relativamente ao seu impacto, custo e sustentabilidade futura. De entre as estratégias que fazem parte deste grupo estão:

i) Definição da função apropriada, sendo aspeto fundamental determinar até que ponto o uso pretendido é compatível com o edifício existente. A continuidade da função original é aquela que gera menos dificuldade de adaptação. O sucesso conceptual de diversos projetos de reabilitação está, porém, na tensão entre a função espectável pela continuidade no uso, e a nova função, completamente diferente mas cuidadosamente introduzida.

ii) Intervenções sensíveis, pela tomada de opções que assentam na análise e compreensão dos espaços existentes, e de que modo estes se podem adaptar ao novo programa. Um edifício antigo apresenta qualidades espaciais, desde a sua disposição, dimensão, proporção, estrutura ou forma, que retratam as limitações técnicas do seu tempo, ou determinadas pelas alterações resultantes da sua evolução. Estes podem ser adaptados ao novo uso pela remoção de elementos não estruturais, mantendo porém a sua identidade, mas também o programa se pode moldar e apropriar das qualidades dos diferentes espaços.

iii) Construções auxiliares, são a resposta às alterações temporais das expectativas de conforto, bem como à atualização de regulamentos técnicos. São poucos os edifícios antigos que se adaptam facilmente às exigências contemporâneas. A solução está muitas vezes em encontrar soluções de resposta individual aos problemas, segundo o seu aparecimento no desenvolver do projeto de intervenção. Mas sendo exequível a edificação de construções auxiliares, ou necessária a reconstrução de parte do edifício, é possível minimizar o impacto resultante de várias soluções dispersas pelo edifício.

Estratégias de projeto: O processo de desenvolvimento de qualquer projeto de arquitetura assenta na tomada de decisões. Para a solução de cada problema existem opções, as quais determinam os consequentes passos do processo. Para garantir a consistência e harmonia entre as diferentes opções tomadas pelos intervenientes no processo é necessário clarificar, logo desde o início, a estratégia que suporta o projeto. Este conceito que serve de fio condutor às decisões tomadas deve ser informado pela análise e compreensão do edifício existente. Dentro deste grupo surgem as estratégias:

i) Manutenção corretiva, tendo em conta que uma das principais qualidades imateriais de um edifício é a sua idade, pelo modo como se preza o facto de este ter sobrevivido por tanto tempo. Por vezes pretende-se mantê-los enquanto testemunho do passado, pelo que em vez de procurar esconder o efeito do tempo sobre o construído, é necessário proceder à sua manutenção sem afetar os sinais de envelhecimento que dão ao edifício a sua identidade.

ii) Modernização, sendo os requisitos contemporâneos diferentes daqueles aquando da construção do edifício, surge a necessidade de o atualizar. A modernização com vista a responder às novas exigências faz parte do ciclo natural de um edifício.

iii) Adaptação, que pode ser confundida com modernização, surge contudo caracterizada pela alteração de uso do edifício, ou seu modo de funcionamento. A transformação de um edifício para responder a outros usos é muitas vezes o modo mais simples de garantir o seu desenvolvimento e sustentabilidade futura. A intervenção necessária à adaptação do edifício é mais ou menos intrusiva, consoante o novo programa a implementar.

iv) Substituição, surge quando o arquiteto se depara com um edifício, ou parte deste, que atingiu o fim da sua vida útil, isto é, a sua manutenção não é possível, e a sua modernização e adaptação passam pela reconstrução. Nestes casos, a opção que subsiste é a demolição e substituição, decisão que deve ser suportada pela análise do seu impacto na sustentabilidade e identidade cultural da construção existente.

Expressão arquitetónica: A par com o conceito ou estratégia que suportam o projeto, o resultado final é também determinado pelas qualidades formais e estéticas. A expressão visual da intervenção é resultado da ação de várias restrições. Desde a vontade do dono de obra à liberdade criativa do arquiteto, ao direito do público geral por ambientes qualificados, e até às restrições regulamentadas por planos e guias de desenvolvimento locais. Perante tal contexto surgem questões de projeto tais como se as intervenções são ou não visíveis, qual a relação que se pretende entre o projeto e o público, e a questão fundamental, o modo como o novo se relaciona com o existente. As estratégias apresentadas neste grupo são:

i) Correspondência / Harmonia, surge enquanto relação dos elementos novos, resultantes da intervenção, com o existente. A opção por procurar simular o existente, pela semelhança das novas construções, materiais, cores e formas, pode gerar um resultado harmonioso, mas também pouco interessante do ponto de vista da linguagem arquitetónica contemporânea. A resposta para uma intervenção harmoniosa, mas expressiva, pode estar no contraste subtil entre o novo e o existente. Uma intervenção que procura compreender os princípios fundamentais do existente, desde as técnicas construtivas, à materialidade e cor, mas os adapta à contemporaneidade.

ii) Unificação, pela tentativa de unificar formalmente os elementos que subsistem dos edifícios originais. Um edifício que evolui e sofre alterações ao longo do tempo, surge complexo e irregular. Esta estratificação pode ser ponto de partida para a nova intervenção, mas se por um lado se procura manter a sua leitura enquanto fragmentos históricos do edifício, por outro esta leitura pode passar a segundo plano, favorecendo a unificação formal do todo.

iii) Fragmentação, surge enquanto estratégia contrária à unificação. Aqui, parte-se de uma análise histórica cuidada onde se compreenda a realidade estratigráfica do edifício. Deste modo é possível proceder à sua fragmentação, tornando claramente legíveis os momentos correspondentes à sua evolução ao longo do tempo.

iv) Junção e delimitação, enquanto modo como a intervenção resolve o encontro entre o que é construído novo, e o existente. O ponto de transição entre novo e antigo é crítico na relação entre a intervenção e o existente, podendo surgir mais ou menos perceptível. As opções são variadas, desde subtis linhas de sombra que fazem a transição entre novo e antigo, a espaços vazios entre eles, ou diferenças de materialidade.

2.2. Uma nova metodologia de documentação

Para que uma intervenção de reabilitação seja possível, é necessário começar por compreender o objeto arquitetónico sobre o qual se vai intervir. Este processo de compreensão do objeto pressupõe a sua leitura e análise por observação direta ou por interpretação de informação existente sob vários modelos analíticos (Feiffer, 1989). Isto implica a existência de documentação (gráfica ou outra), ou a sua produção, quer como suporte das análises a efetuar, ou instrumento dessas análises (Mateus, 2012), ou ainda enquanto consequência da tomada de decisões sobre intervenção.

A documentação relativa ao objeto em estudo pode dividir-se em três estádios temporais, distintos mas interligados, sendo estes a documentação 'antes do projeto', 'durante o projeto' e de 'comunicação final do projeto'.

A documentação 'antes do projeto' é a que aparece aquando do levantamento dos objetos a intervir, usualmente sob forma de desenhos 2D - plantas, cortes e alçados - produto de um levantamento manual e topográfico. Esta documentação gráfica base, "(...) é sempre obtida por um qualquer processo de levantamento do objeto real. Os processos de levantamento do real não são lineares. As representações da realidade, sob a forma de levantamentos, permitem aos agentes que as utilizam, criar imagens mentais acerca da realidade. Isto é, servem de intermediários entre o objeto e o agente, seja ele qual for. Essas imagens mentais complementam aquelas que também podem ser produzidas pela observação direta do objeto real." [Ant04] Aqui se pode notar o modo como a análise por observação direta do objeto e a interpretação documental se complementam no processo de compreensão. "E ambas contribuem para fazer um juízo sobre a realidade que legitimará, em última instância, as opções de intervenção a realizar." (Mateus, 2012) A documentação proveniente deste estágio serve também de ressalva à memória do objeto anterior à intervenção.

Com os avanços tecnológicos recentes, surgem duas novas técnicas de levantamento, a Fotogrametria Digital Terrestre (FDT) e o Varrimento Laser 3D Terrestre (VL3DT), os quais proporcionam, mais do que elementos bidimensionais, modelos tridimensionais dos objetos, o que abre todo um novo leque de possibilidades no processo de projeto.

Por sua vez, a documentação produzida na fase 'durante o projeto' é aquela que surge enquanto suporte à tomada de decisões de intervenção, como desenhos de

desenvolvimento de projeto, sob a forma de esquiços, desenhos CAD, modelos virtuais e maquetas. Estes têm sempre por base a documentação já proveniente da fase 'antes da intervenção'. A documentação bidimensional informa relativamente a medidas, proporções, e quantidades. A documentação 3D proveniente das técnicas de FDT e VL3DT contem ainda informações como ambiência, perspetiva, textura, materialidade, anomalias, luz, etc. Deste modo, não só complementa o défice de informação da documentação bidimensional, como abre também todo um novo leque de possibilidades experimentais no processo de projeto, como a inquirição dinâmica dos modelos, acedendo a pontos de vista impossíveis para o peão; o seccionamento múltiplo do objeto em função de questões que se levantam no decurso do processo de projeto; a possibilidade de cruzar proposta e levantamento em ambiente 3D, entre outras.

A possibilidade de projetar sobre elementos tridimensionais permite visitar virtualmente o edifício enquanto se pensa as suas alterações, bem como esquisar diretamente sobre visualizações em perspetiva com corretas proporções. Estes elementos proporcionam também um importante apoio na modelação virtual e produção de maquetas de estudo.

Por último tem-se a documentação para comunicação final do projeto. Esta surge usualmente sob forma de desenhos finais, modelos virtuais da proposta, maquetas de apresentação, imagens de síntese, fotomontagens, diagramas, etc. Todos os elementos que se considerem necessários para comunicar corretamente o projeto, e que permitam transmitir ao cliente, de forma mais eficaz, o resultado que será construído.

A documentação gráfica assume assim um triplo carácter de importância, é, *"um instrumento vital e incontornável para a análise e planeamento de ações que visam a intervenção física sobre o objeto arquitetónico construído"*, contribui *"para a transmissão de conhecimento às gerações que no futuro tiverem que lidar com o objeto intervencionado no presente"* e permite o registo da situação atual, e desta forma *"corresponderá ela própria a um modo de salvaguarda na medida em que procura representar ou interpretar um estado em que se encontra um objeto num determinado instante ou intervalo temporal."* (Mateus, 2012)

A utilização da FDT e do VL3DT no contexto de projetos de arquitetura, em particular na área da reabilitação, costuma reduzir-se à produção dos documentos base convencionais, isto é, plantas, cortes e alçados. Este facto deve-se a um lastro processual, em que estas são as bases eleitas. E deve-se também a uma falta de literacia digital da

maior parte dos projetistas, isto é, na falta de à vontade para lidar com informação digital, em particular em 3D. (Rizzi, et al., 2011)

Porém, há autores como (Docci, et al., 2005) e (Mateus, 2012) que reconhecem que tanto o VL3DT como a FDT significam uma mudança de paradigma no modo como se documenta o construído, uma vez que permitem acesso a informação mais detalhada, de melhor qualidade, e com qualidades inalcançáveis por outros métodos.

Existem ainda algumas publicações que visam dar orientações sobre os aspetos a considerar na produção deste tipo de documentação, como sejam, por exemplo, os guias da English Heritage (English Heritage, 2007) em Inglaterra ou os guias do National Park Service (National Park Service, 2004) nos Estados Unidos. A importância destas orientações relaciona-se com exemplos de boas práticas, e critérios de desempenho considerados adequados a diversos níveis de aplicação.

2.2.1. Fotogrametria Digital Terrestre (FDT)

A Fotogrametria é a ciência que estuda e desenvolve os processos pelos quais é possível obter informação métrica de um objeto, através de medições efetuadas em fotografias do objeto. A tarefa fundamental da fotogrametria é estabelecer de forma rigorosa a relação geométrica entre a fotografia e o objeto no momento em que esta foi obtida. (Mikhail, et al., 2001)

Esta técnica pode ser dividida por dois modos de aquisição, podendo ser designada por terrestre ou a aérea. No presente trabalho foca-se a Fotogrametria Digital Terrestre, futuramente designada por FDT.



Figura 1 - Exemplo de imagem retificada.

2.2.2. Varrimento Laser 3D Terrestre (VL3DT)

O Varrimento Laser 3D Terrestre, doravante designado por VL3DT, é descrito enquanto processo que emprega a luz laser para efetuar a medição de uma cena tridimensional. Um equipamento de VL3D (scanner laser 3D) pode ser descrito como um instrumento que utiliza a luz laser para medir as coordenadas tridimensionais de um objeto ou vários objetos de forma automática, numa ordem sistemática e com uma cadência regular muito elevada, quase em tempo real. (Mills, et al., 2006)

Não existe apenas uma tecnologia de VL3D. Segundo (Mateus, 2012) esta pode ser dividida em aérea e terrestre, dependendo do seu modo de aquisição. Esta pode ser feita a partir de uma plataforma aérea em movimento, como por exemplo um avião, ou desde uma plataforma assente no solo, como por exemplo um tripé.

No presente caso de estudo, interessa considerar apenas o caso terrestre, com aquisição por plataformas estáticas.



Figura 2 - Vista do modelo obtido por VL3DT referente ao interior da Igreja de Santo André, Mafra.



Figura 3 - Equipamento de varrimento laser utilizado neste trabalho. (www.faro.com)

2.2.3. *Outputs* das tecnologias FDT e VL3DT

Os produtos provenientes da aplicação das tecnologias de FDT e VL3DT podem ser classificados quanto à sua origem e quanto ao seu tipo. Na classificação quanto à origem é feita a distinção entre produtos primários e secundários. Entende-se por produtos primários a informação que resulta diretamente da aquisição de informação por meio da aplicação da tecnologia de levantamento. São produtos secundários os obtidos pelo processamento dos produtos primários. A classificação quanto ao seu tipo faz a separação entre produtos bidimensionais (2D) e tridimensionais (3D). (Mateus, 2012)

Dentro dos produtos primários encontram-se as imagens fotográficas (produto 2D), no caso da FDT, e as nuvens de pontos (produto 3D), no que respeita à tecnologia de VL3DT. No campo do projeto de reabilitação alguns dos produtos primários resultantes da aplicação de ambas estas tecnologias devem ser considerados enquanto documentação de suporte à análise. São exemplo as imagens fotográficas, ou panoramas provenientes da documentação por FDT, e ainda as imagens bidimensionais produzidas pelo varrimento laser 3D. Estes podem ser usados pela sua métrica adimensional, isto é, permitem a contagem ou enumeração de elementos. Servem também de base que informa as análises de enquadramento na envolvente, análise icónica, bem como as análises estruturais, construtivas e de estado de conservação. (ibidem) Servem ainda, por si só, de documentação gráfica de apoio às tomadas de decisão de projeto, pela possibilidade de esquiçar soluções sobre estas.

Na classificação de produtos secundários, os de natureza 3D resultam sempre de algum tipo de modelação tridimensional sobre os dados primários, sendo que os de natureza 2D são obtidos ora pelo processamento bidimensional desses mesmos dados, ou como resultado do processamento dos produtos secundários 3D.

A modelação tridimensional sobre os dados primários é dividida em duas categorias: i) modelação baseada em imagens (2D) – *image based* – na qual se enquadram os métodos fotogramétricos, e ii) modelação baseada na medição de distâncias – *range based* – no que respeita ao varrimento laser 3D. (Remondino, 2006) Como já foi dito anteriormente, as tecnologias de FDT e VL3DT podem ser usadas em simultâneo, combinação justificada pela complementaridade entre as técnicas, sendo que ambas apresentam as suas vantagens e inconvenientes. (Aguilera, et al., 2007)

Serve de base para a enumeração dos produtos secundários provenientes das tecnologias de FDT e VL3DT a tese de doutoramento "Contributos para o projecto de conservação, restauro e reabilitação" (Mateus, 2012).

Produtos tridimensionais – São produtos tridimensionais aqueles que organizam e apresentam a informação recorrendo às três coordenadas espaciais (x, y, z), permitindo desse modo a sua observação de diferentes pontos de vista de forma dinâmica. (Mateus, 2012) Dentro destes produtos estão:

i) Modelos de pontos (nuvens de pontos da FDT ou VL3DT) – Podem ser mais ou menos densos, sendo os provenientes do VL3DT geralmente bastante mais densos que os da FDT. Cada modelo pode conter desde dezenas de pontos, no caso da FDT, até vários milhões de pontos resultantes do varrimento laser 3D. Importa salientar que recentes desenvolvimentos de *software* têm vindo a permitir a obtenção de modelos de pontos de elevada densidade apenas com recurso à tecnologia FDT.

ii) Modelos de superfícies (*mesh* e *nurbs*) – São obtidos através de operações de modelação que têm por base modelos de pontos. As formas de representar modelos de superfícies são em malha (*mesh*) ou *nurbs* (*non-uniform rational B-Splines*). Uma *mesh* consiste num arranjo especial de polígonos adjacentes entre si, que cujos vértices são pontos da nuvem, ou outros interpolados a partir destes. Esses polígonos são faces da malha que figura o modelo. (Nielsen, 2005) O termo *nurbs* designa um tipo de linha utilizado na computação gráfica. Um modelo *nurbs* é formado por superfícies que admitem este tipo de linhas enquanto geratrizes. (ibidem)

iii) Delineações 3D (modelos de linhas ou modelos *wireframe*) – Os modelos de linhas são obtidos tendo por base imagens, modelos de pontos ou modelos de superfícies. A designação de *wireframe* também é aplicada enquanto modo de visualização de modelos em *softwares* de modelação.

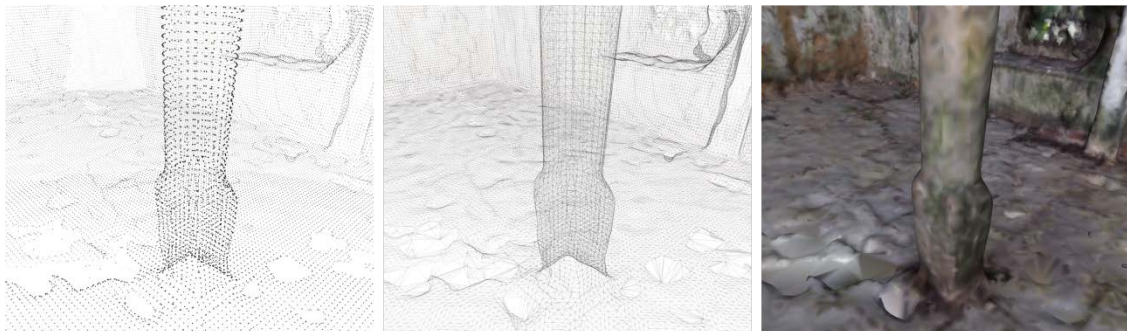


Figura 4 - Modelo de pontos (à esquerda), Modelo Wireframe (ao centro), Modelo Mesh (à direita)

Produtos bidimensionais – Tal como sucede na obra de referência, o motivo pelo qual os produtos tridimensionais são apresentados prioritariamente deve-se ao facto de muitos dos produtos bidimensionais resultarem do processamento de produtos tridimensionais. Neste grupo estão:

i) Imagens retificadas – Uma imagem retificada “(...) corresponde a uma imagem fotográfica, ou panorama plano, à qual foi aplicada uma transformação projectiva que remove os efeitos da perspetiva a uma dada orientação de planos e que atribui uma escala definida a um dos planos.” (Mateus, 2012)

ii) Fotomosaicos – Quando se pretende obter uma imagem retificada que abranja uma área mais extensa, são criados fotomosaicos. Uma assemblagem de imagens retificadas que se assemelha a uma orto-imagem.



Figura 5 - Fotomosaico resultante da assemblagem de imagens retificadas. (Fotogrametria Arquitetónica - ano lectivo 2011/2012 FAUTL)

iii) Orto-imagens – A orto-imagem é obtida pela projeção ortogonal, sobre um plano, de um modelo tridimensional com informação radiométrica associada.



Figura 6 - Orto-imagem obtida do Modelo de Pontos - Alçado Norte do Palácio

iv) Plantas, cortes e alçados – As plantas, cortes e alçados, em formato vetorial, são obtidos pelo seccionamento do modelo tridimensional e delineação de orto-imagens.

2.2.4. Exemplos da aplicação desta metodologia

Este novo corpo metodológico de levantamento e registo de objetos arquitetónicos, que beneficia das potencialidades apresentadas pela evolução tecnológica, tem sido já várias vezes aplicada nos últimos anos, e mostra sinais de se tornar progressivamente mais usual. Em certos casos, como por exemplo em Inglaterra, a English Heritage, organização responsável pelo património, procura já definir especificações *standard* para o levantamento por varrimento laser 3D dos edifícios históricos. Pretende com isto garantir que o processo de trabalho, conteúdos e nível de detalhe do registo cumpram critérios de desempenho adequados.

A opção entre as diferentes técnicas passíveis de utilização, bem como qual o processo de trabalho a empregar, variam de caso para caso consoante variáveis tais como o tempo que se pretende dedicar ao levantamento, os recursos disponíveis (humanos ou tecnológicos), a necessidade de detalhe da informação a recolher, os elementos que são necessários produzir, as particularidades do próprio objeto em estudo - tais como a sua escala, geometria, estado de conservação, e outras - ou também pelo encargo económico resultante das diferentes opções.

Para melhor entender o impacto destas variáveis, são apresentados alguns casos de estudo de levantamento de objetos arquitetónicos onde foi aplicada uma metodologia semelhante à do presente trabalho:

Basílica de Aquileia - O departamento de Georecursos & Território, da universidade de Udine, Itália, descreve em (Visintini, et al., 2006) a metodologia e processo de trabalho utilizados para o levantamento da Basílica de Aquileia, em Itália. Tendo em conta a dimensão do edifício, o qual contém uma torre sineira com 73 metros de altura, bem como os recursos disponíveis, optaram por aplicar as seguintes tecnologias: i) VL3D Terrestre para a recolha da volumetria exterior e interior da igreja, com a aquisição de 28 e 14 nuvens de pontos respetivamente; ii) VL3D Aéreo, para completar a volumetria com o registo das coberturas e terreno envolvente do edifício; iii) Georreferenciação com recurso a um equipamento GPS e 53 alvos refletivos; iv) FDT para a captura da informação de textura das superfícies com um detalhe superior ao registado pelo equipamento laser; v) Modelação automática das primitivas volumétricas, sendo que neste ponto, não existindo *software* capaz deste tipo de processamento, o grupo de trabalho procura desenvolver ferramentas de *software* próprias.

Os produtos documentais obtidos da aplicação desta metodologia foram, além do modelo de nuvem de pontos georreferenciado, secções vetoriais (verticais e horizontais) com superfícies 2D trianguladas e texturadas, imagens texturadas, orto-imagens, modelos de navegação virtual.



Figura 7 - Levantamento da Basílica de Aquileia (Visintini, et al., 2006).

Castelo de Mota del Marqués - No relatório (Mateus, et al., 2008), é descrita a metodologia aplicada no registo da Torre do Castelo de Mota del Marqués, em Valladolid. A informação documental básica que se pretendia neste levantamento eram representações planimétricas, como plantas, cortes e alçados, com a informação da cor e textura associada, bem como do enquadramento do objeto arquitetónico da topografia. As tecnologias aplicadas foram o VL3DT para a recolha dos dados posicionais, e a FDT no registo dos dados radiométricos. Para o varrimento laser foram utilizadas 49 estações exteriores e 2 interiores. Sendo que o equipamento laser disponível não tinha câmara digital incorporada, foi necessário recolher imagens fotográficas do mesmo ponto de vista do scanner, as quais foram posteriormente utilizadas no mapeamento da cor no modelo de nuvem de pontos.



Figura 8 - Levantamento do Castelo de Mota del Marqués (Mateus, et al., 2008).

Terreiro do Paço, Arco da Rua Augusta, Convento de Cristo e Tomar - O artigo (Aguiar, et al., 2011) apresenta três exemplos da aplicação da metodologia no estudo de objetos arquitetónicos existentes de escalas distintas. O primeiro é o levantamento do Terreiro do Paço, em Lisboa. O desafio era o registo de uma área aproximada de 50000 m², num prazo reduzido, sendo para tal necessário encontrar uma metodologia de levantamento expedita adequada. Tendo em conta que o resultado pretendido era a correção de elementos documentais existentes, e a produção de novos elementos como cortes e alçados, bem como o tempo disponível, optou-se pela tecnologia de FDT. Para tal, foram registadas 1075 fotografias e medições de controlo, sendo estas processadas de dois modos diferentes para a obtenção de imagens retificadas, i) retificação de imagens individuais e montagem de foto-mosaicos; ii) produção de panoramas e sua retificação.

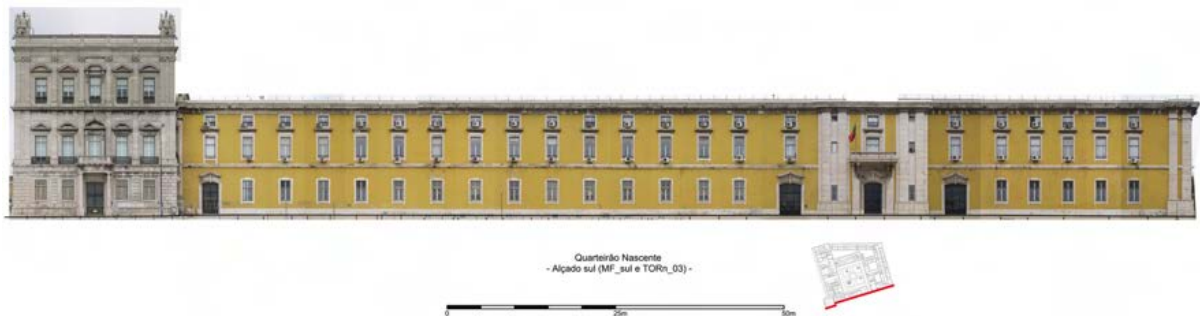


Figura 9 - Levantamento das fachadas do Terreiro do Paço (Mateus, 2012).

O segundo exemplo é o levantamento do Arco da Rua Augusta, no qual não existia um levantamento prévio suficientemente preciso. A tecnologia aplicada foi o VL3DT, com a captura de 176 nuvens de pontos, das quais 42 foram adquiridas com recurso a uma plataforma elevatória telescópica. O modelo de nuvem de pontos foi georreferenciado com base num levantamento topográfico, e a partir dele foram gerados elementos bidimensionais, tais como cortes e alçados. Além de documentação 2D, foram também modelados alguns elementos do Arco, tais como a abóbada principal, no sentido de obter medições mais fiáveis em 3D.

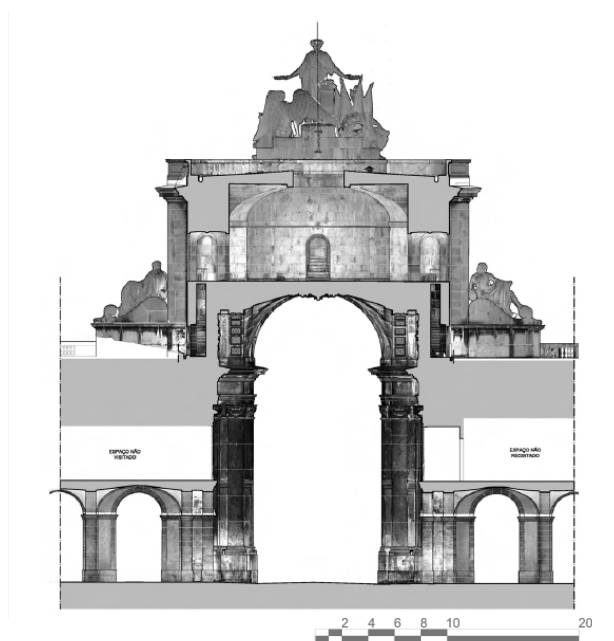


Figura 10 - Levantamento do Arco da Rua Augusta (Mateus, 2012).

O terceiro exemplo tira partido da aplicação das tecnologias de Varrimento Laser e Fotogrametria no levantamento de dois conjuntos arquitetónicos de grande dimensão. Estes são o Convento de Cristo, em Tomar, e todo o centro histórico da cidade de Tomar. As ações destacadas neste relatório são: "i) processamento multiespectral de imagens de intensidade de VL3DT, ii) levantamento do exterior da nave manuelina por VL3DT complementado por levantamentos fotogramétricos automáticos, e iii) modelação tridimensional automática do Convento de Cristo e do centro histórico de Tomar utilizando fotografias aéreas de baixa altitude.



Figura 11 - Levantamento do Convento de Cristo (Mateus, 2012) - Modelo produzido por Victor Ferreira no âmbito do projecto FCT:PTDC/AUR/66476/2006.



Figura 12 - Levantamento da Cidade de Tomar (Mateus, 2012) - Modelo produzido por Victor Ferreira no âmbito do projecto FCT:PTDC/AUR/66476/2006.

Castelo de Ossana, Vila de Calvola di Tenno e castelo de San Pietro - Em (Rizzi, et al., 2011) são também apresentados três exemplos de levantamento arquitetónico em Trentino, Itália. No castelo de Ossana foi aplicada a tecnologia de VL3DT para o registo da informação volumétrica, com a aquisição de 43 nuvens de pontos, que depois de processadas e georreferenciadas, foram convertidas numa *mesh* poligonal para posterior adição de cor e textura. A aquisição dos dados de cor e textura foi feita com recurso à FDT, pela captura de imagens fotográficas do mesmo ponto de vista das estações laser. Do modelo produzido foram extraídos elementos bidimensionais que, quando comparados com documentação existente, permitem compreender a evolução estrutural do objeto em estudo.

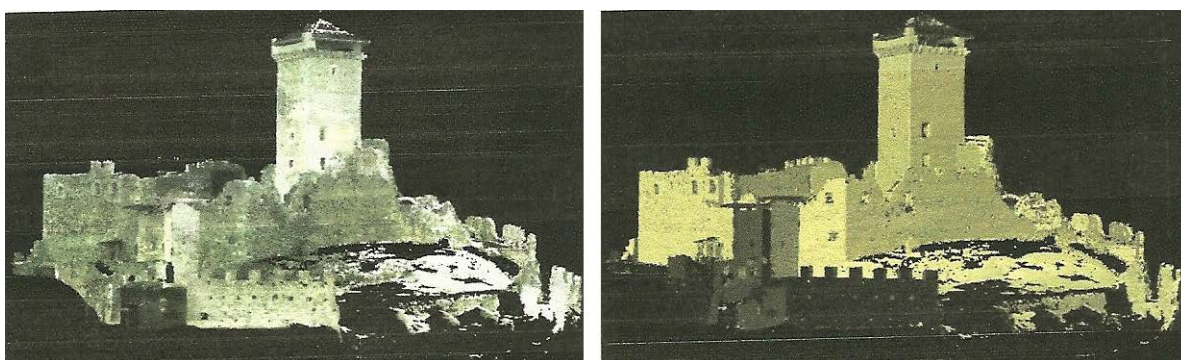


Figura 13 - Levantamento do Castelo de Ossana (Rizzi, et al., 2011).

Para o registo de toda a vila de Calvola di Tenno, formada por aproximadamente 30 edifícios e que ocupa uma área de 4 km², começou-se pela aplicação da tecnologia de FDT. Contudo, tendo em conta a dimensão do conjunto, bem como as ruas estreitas com os edifícios muito próximos, surgiram dificuldades na obtenção da conexão geométrica do todo, e desistiram da intenção de modelação tridimensional por fotografia. A FDT foi aplicada apenas para a produção de imagens retificadas de todas as fachadas. Para a aquisição de dados tridimensionais optaram então pela tecnologia de VL3DT, executando um total de 55 estações laser.

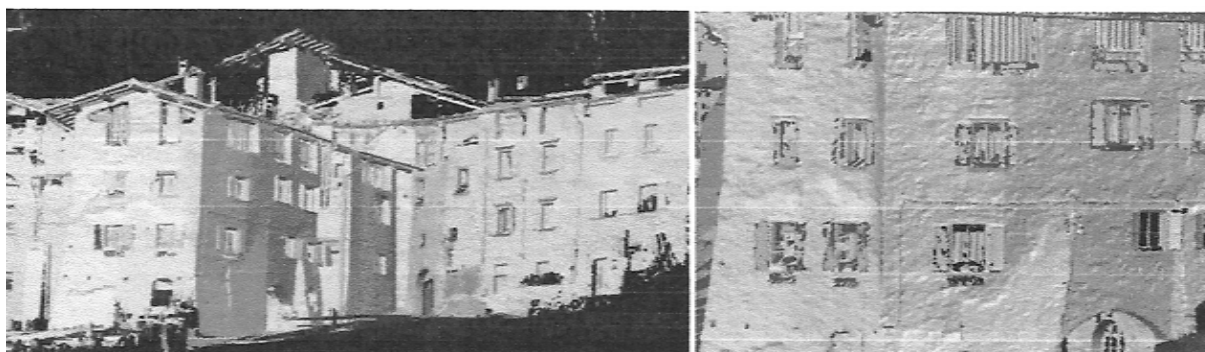


Figura 14 - Levantamento da Vila de Calvola di Tenno (Rizzi, et al., 2011).

No castelo de San Pietro, é aplicada uma metodologia semelhante à do castelo de Ossana, com a utilização de um equipamento laser para a obtenção da volumetria, com a aquisição de 15 nuvens de pontos. Paralelamente é usada a FDT para a aquisição de fotografias a partir do mesmo ponto de vista das estações laser, com o objetivo de registar a textura e cor do objeto.

A literatura é abundante em exemplos que descrevam a componente da produção de documentação gráfica através da utilização da Fotogrametria Digital e do Varrimento Laser. Porém, é menos abundante na discussão da sua aplicação no processo de projeto. Assim, a presente dissertação retende ser um contributo para essa discussão, no sentido de perceber quais os benefícios efetivos resultantes da sua adoção enquanto suporte de projeto.

2.3. A questão e objetivos do trabalho

O propósito ao dissertar sobre este tema é o de conhecer, aplicar e comparar métodos que, tirando partido de recentes evoluções tecnológicas, vêm maximizar a eficácia no processo de registo, documentação e produção de informação caracterizadora do património edificado.

Tendo como componente prática o projeto de reabilitação do Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima, em Maфра, sobre o qual a informação documental existente é escassa, os objetivos neste trabalho são:

i) Discorrer sobre a metodologia documental que tem por base técnicas como a Fotogrametria Digital Terrestre (FDT) e o Varrimento Laser 3D Terrestre (VL3DT), e compreender o seu papel na evolução e melhoria do processo de documentação gráfica inerente ao projeto de reabilitação, bem como quais os instrumentos de análise e interpretação do objeto arquitetónico que coloca à disposição dos projetistas.

ii) Aplicar a metodologia estudada na produção de documentação relativa ao objeto arquitetónico em estudo, o Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima, adotando para tal técnicas e instrumentos de FDT bem como as de VLD3T.

iii) Analisar a documentação produzida com vista a compreender o objeto arquitetónico em estudo, e ao delinear de uma estratégia de projeto. A par com esta análise, comparar os resultados obtidos pela aplicação de cada técnica e seus *softwares*, expondo os prós e contras da sua utilização, bem como o modo como se complementam.

iv) Desenvolver o projeto de reabilitação do palácio dos Marqueses de Ponte de Lima, dando resposta aos requisitos funcionais e programáticos do cliente (Instituto Luso-Ilírio para o Desenvolvimento Humano).

O projeto de reabilitação do Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima será o caso de estudo a pretexto do qual se discutirá o papel da documentação gráfica produzida pelas técnicas da FDT e do VL3DT, em articulação com a que se produz pelos instrumentos conceptuais correntes do desenho, em três fases temporais: 'antes do projeto', 'durante o projeto' e 'depois do projeto'.

A metodologia a seguir assenta nas seguintes etapas: i) pesquisa e estudo de bibliografia referente aos temas abordados; ii) recolha da documentação gráfica descritiva

existente do edificado a intervir; iii) análise e avaliação da documentação existente; iv) definição da estratégia de recolha de novos dados (escolha das metodologias e tecnologias a aplicar e planeamento da sua execução); v) recolha de dados por Fotografia Digital Terrestre e Varrimento Laser 3D Terrestre; vi) processamento dos dados recolhidos e produção da documentação gráfica de suporte ao projeto de intervenção; vii) análise do existente sustentada pela documentação produzida; viii) definição de uma estratégia de intervenção e desenvolvimento da proposta; ix) produção de elementos para a comunicação das ideias e do projeto.

Consideram-se fontes de informação primárias (nuvens de pontos, imagens fotográficas) e secundárias (recolha bibliográfica, histórica) Como, de alguma forma, a análise incide sobre o processo do projeto, considera-se adequado o registo em diário dos vários processos conceptuais do projeto. Esse diário será também instrumento de suporte à reflexão sobre esses mesmos processos.

Sintetizando, a questão de investigação deste trabalho é:

Como é que as tecnologias de Varrimento Laser 3D e da Fotogrametria Digital podem ser incorporadas ativamente no processo do projeto como fonte da documentação gráfica, e como fator diferenciador da reflexão sobre a tomada de decisões? E qual o impacto da utilização da informação tridimensional adquirida por aqueles meios enquanto recurso de suporte ao projetista, e parte integrante do processo de projeto?

É no sentido de responder as estas questões que se desenvolve a investigação teórica e prática apresentada de seguida.

3. O PALÁCIO DOS MARQUESES DE PONTE DE LIMA

3.1. O cliente e programa funcional da intervenção

O projeto de intervenção no Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima, em Maфра, surge de uma parceria entre a Faculdade de Arquitectura da UTL e o instituto Luso-Ilírio para o Desenvolvimento Humano (iLIDH). Este instituto tem por objetivo investigar, implementar e promover ações de carácter científico, técnico, educativo, cultural, desportivo e empresarial, nos diversos domínios que promovam a cooperação e desenvolvimento, e, em particular, promovendo atividades de estudo, intervenção e formação nas áreas da educação para a cidadania.

Em Março de 2011 a Câmara Municipal de Maфра e o iLIDH constituíram um Protocolo para a concessão do Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima. O Palácio virá acolher a Universidade dos Valores – um espaço multifacetado de investigação, exposições pedagógicas, museu, eventos e formação. (Figura 15) O programa funcional (apresentado na íntegra em anexo) requerido pelo cliente está dividido pelas categorias de Gestão, Investigação, Formação, Museologia, Alojamento, e Apoio. É requisito da CM de Maфра que o Palácio venha também a funcionar enquanto nova entrada sul para o Parque Desportivo de Maфра. Importa ainda referir que a presente investigação beneficiou dos estudos exploratórios desenvolvidos na unidade curricular de Conservação, Restauro e Reabilitação, do ano de 2012/2013.

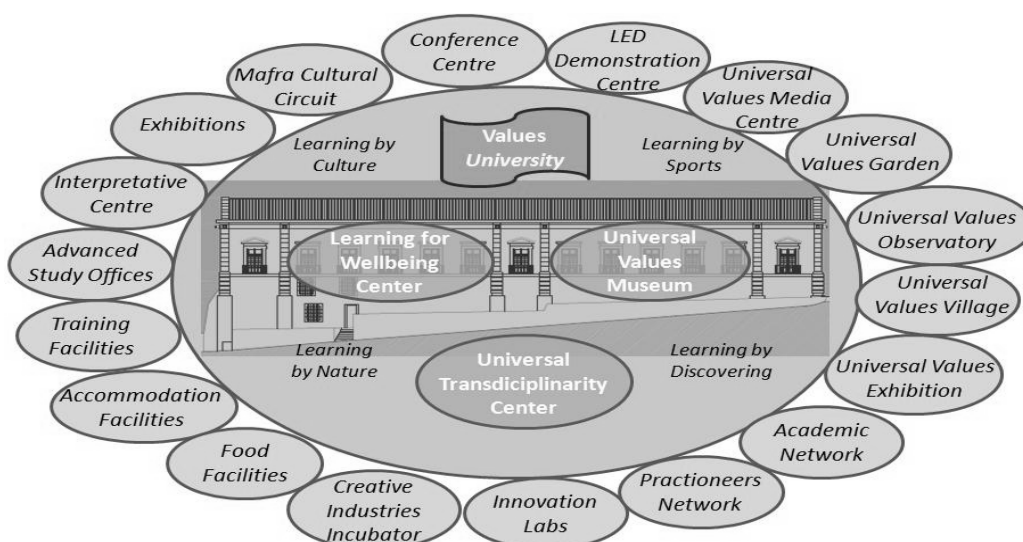


Figura 15 - Diagrama do programa apresentado pelo iLIDH.

3.2. Conhecer o Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima

O objeto arquitetónico sobre o qual se vai intervir neste trabalho é o palácio dos Marqueses de Ponte de Lima, inserido na Quinta da Cerca (atual Parque Desportivo de Mafra), no município de Mafra. Considerada uma das mais importantes peças de arquitetura da vila velha de Mafra, encontra-se contudo ao completo abandono e o estado de degradação é notório. Aquilo que tem vindo a resistir ao passar dos tempos, desde a sua edificação há quase quatrocentos anos é sinal da qualidade das técnicas e materiais empregues na sua construção. (Corredoura, 2008)



Figura 16- Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima

O Palácio do período da denominada "arquitetura chã", pensa-se ser também um edifício de autor, dado que existem referências de que foi contratado para a elaboração do seu projeto, no ano de 1628, o arquiteto régio português Diogo Marques Lucas.¹ Nascido no século XVI e falecido por altura da Restauração, é o presumível responsável por obras como

¹ Importa apontar que o trabalho de Relatório Final de Mestrado a ser desenvolvido por Inês Cabrita levanta dúvidas quanto à atribuição do projeto do Palácio a Diogo Marques Lucas.

as ampliações filipinas feitas no Convento de Cristo em Tomar, a Igreja de São Bento da Vitória no Porto, ou ainda o Aqueduto da Amoreira em Elvas, entre outras. (Corredoura, 2008)

Pensa-se que o edifício atual está erguido sobre um acastelado mais antigo dos donatários de Mafra, provavelmente datado do século XIV, o qual, por sua vez, terá ocupado o local onde em tempos terá estado um torreão do antigo castelo de Mafra. Manuel Gandra (Gandra, 1998) escreve que “O palácio dos Ponte de Lima, supõe-se, erguido sobre outro acastelado dos donatários de Mafra (...) É possível que a extremidade poente do palácio, até pela sua particular configuração, mais não seja do que uma adaptação seiscentista de uma das torres do castelo.” Refere ainda que foram realizadas escavações arqueológicas pelo arqueólogo Estácio da Veiga, as quais revelaram um “paredão de ampla espessura” sob a extremidade poente do palácio.

O Palácio surge enquanto construção de planta retangular que se desenvolve longitudinalmente no sentido nascente – poente, aquele onde o terreno apresenta um maior declive. Como consequência desta opção o alçado principal, orientado a Sul, acompanha o declive do terreno, desenvolve-se por três pisos. (Figura 17) Os dois pisos inferiores estão parcialmente enterrados, sobretudo o de menor cota, sendo que o piso térreo, por sua vez, se encontra em parte assente sobre um aterro de considerável dimensão. A possibilidade de o atual Palácio se encontrar construído sobre as fundações de um torreão do antigo castelo, pode ajudar a explicar esta curiosa implantação.

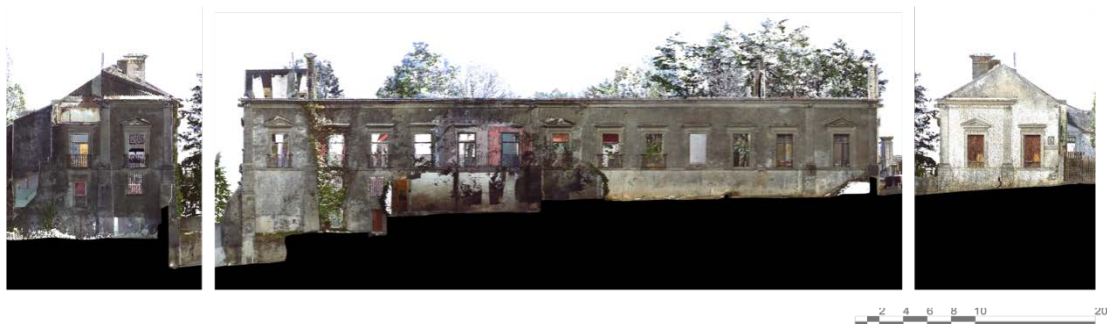


Figura 17 - Alçados do palácio (da esquerda para direita) Poente, Sul e Nascente.

O edifício apresenta uma volumetria paralelepédica, com cobertura de duas águas em quase toda a sua extensão, com exceção de um pequeno telhado de água única a poente. Como dito acima, a implantação ao longo de um declive favoreceu a fachada Sul, que recebeu um carácter mais monumental. Os três pisos pelos quais se desenvolve são demarcados por um friso de cantaria. A fachada está dividida em cinco corpos, assinalada por pilastras. No piso nobre apresenta treze janelas de sacada (ao ritmo 1+5+1+5+1, tendo

as duas extremas e a média um frontão triangular a sobrepujá-la), com varandim em ferro e emolduramento em lioz.

As fachadas Nascente e Poente repetem os esquemas de vãos da fachada principal, apresentando duas janelas divididas por pilastra, sendo a janela mais próxima da fachada sul a encimada por frontão. Dado o declive do terreno, o alçado Nascente (onde se encontra um pequeno painel de azulejos alusivo ao Santo António) apresenta um só piso, enquanto a Poente surgem três pisos divididos por friso de cantaria. Todos os alçados, à exceção do alçado Norte, são rematados superiormente por uma cornija, com gárgulas dispostas ao longo desta nos locais onde se encontram as pilastras. (Corredoura, 2008)

A Norte a fachada é mais informal, não apresentando a racionalidade dos restantes alçados. A configuração do palácio nesta orientação sugere a adaptação a pré-existências, por sucessivas intervenções cronologicamente desfasadas, de adição de novos espaços consoante novas necessidades. Na área imediatamente envolvente do palácio ainda se conservam vestígios dos jardins, tais como uma fonte revestida a azulejos, e um poço coberto (típico desta região) existindo ainda um edifício em ruína de construção provavelmente anterior ao palácio.

Integrados no atual Parque Desportivo Eng. Ministro dos Santos, que ocupa o que em tempos foi a Quinta da Cerca, associada ao palácio, dispõem-se outros elementos de interesse, Casa de Fresco, área privilegiada de lazer da família proprietária, e um forno de Cal, de consideráveis proporções. Frontalmente à fachada Este do palácio está a Igreja de Santo André, exemplo da arquitetura tardo-românica ou pré-gótica. Edifício alvo de intervenção por parte da DGEMN nos anos 40, tendo por essa altura sido definida a Zona de Protecção da Igreja de Santo António, a qual abrange o Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima. (Ver Figuras 53 e 54 na página 68)

Dada a reduzida documentação escrita (e menos ainda a gráfica), relativa a este Palácio, pouco se sabe relativamente à sua história e evolução, porém existem registos relativos ao estado do edifício ao longo dos tempos após a sua construção.

William Beckford (1760-1844) escreve aquando da sua passagem por Portugal: "É pouco interessante a perspectiva que se goza do adro da Basílica (de Mafra): o que se vê são telhados duma aldeia insignificante e uns cabeços de areia, destacando sobre uma estreita faixa de oceano. Da esquerda a vista é limitada pelos escarpados montes de Sintra e à direita, um pinhal, na quinta do Visconde de Ponte de Lima, é que dá aos olhos algum refrigério."

Outro registo é o deixado por Alberto Pimentel, em "Sem passar a Fronteira", 1902: "(...) parei a olhar para o antigo paço do marquês de Ponte de Lima. Diz-se ainda que de uma janela do palácio, fronteira à porta da igreja (Igreja de Santo André), costumava o fidalgo ouvir missa. Achando a porta aberta, entrei. Percorri todas as casas; estive no quarto do marquês, que tinha alcova e fogão. O rodapé de azulejo está menos mal conservado ainda. Passei à capela, onde encontrei um retábulo em barro, que seria fácil de restaurar, e alguns santos mutilados, apeados no chão. Depois, pensando na decadência das famílias ilustres, meti caminho abaixo, tomando gosto à solidão do sítio."

Do seu apogeu enquanto quinta de uma das famílias mais abastadas do país no século XVIII, até ao abandono na atualidade, este palácio foi residência temporária de D. João V durante as visitas à construção do seu palácio-convento, foi palco de uma conspiração contra D. João VI em 1806, recebeu um improvisado hospital preventivo à peste bubónica e também ocupado por uma escola primária nos tempos mais recentes. Agora, enfrentando o risco de ruína, necessita de intervenção urgente de reabilitação que lhe devolva a imponência de outros tempos. (Câmara Municipal de Mafra, 2010)



Figura 18 - Elementos no jardim do Palácio - Fonte revestida de azulejos (à esquerda), poço coberto (ao centro), fonte / bica (à direita)



Figura 19 - Elementos no Parque Desportivo de Mafra - Casa de fresco (à esquerda), capelas (ao centro e direita)



Figura 20 - Igreja de Santo André



Figura 21 - Fotografias do forno de Cal no terreno do Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima - Exterior (à esquerda) e interior (à direita)

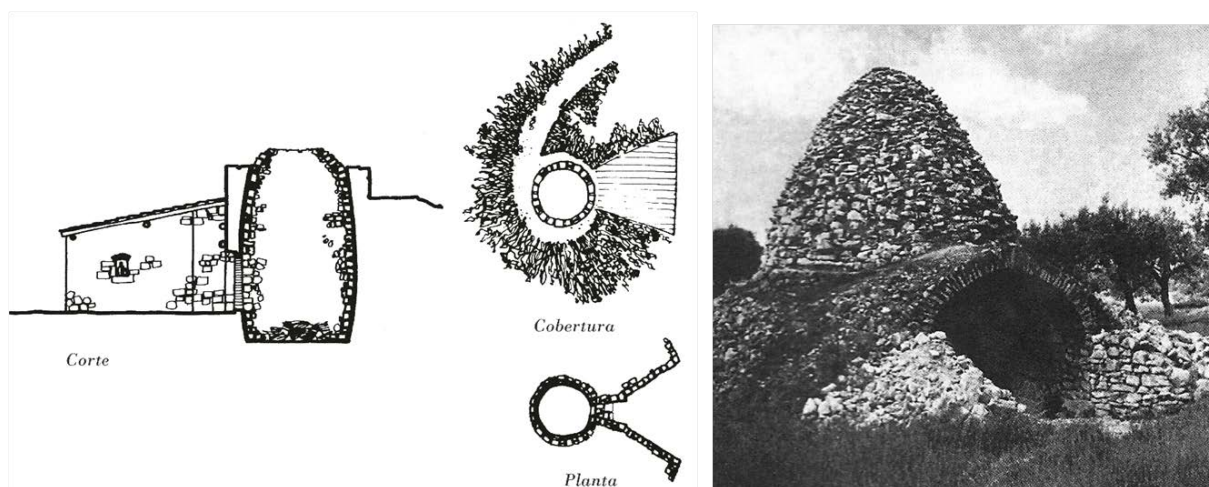


Figura 22 - Configuração típica do Forno de Cal na zona da Estremadura e Ribatejo (AAVV, 2004)

3.3. Análise da documentação gráfica existente

No arranque do presente trabalho o cliente (iLIDH) forneceu toda documentação gráfica, relativa ao Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima, de que dispunha. Incluídos nesta documentação estavam:

i) Desenhos de levantamento com plantas, cortes e alçados (datados de 2001 e em formato raster) (Figura 23, 24 e 25) – Uma simples confrontação entre esta documentação e a observação direta do palácio permite constatar erros no levantamento, tais como a omissão de paredes estruturais e espessuras de paredes incoerentes.

ii) Desenhos de projeto de alteração (datados de 2011 e em formato CAD) – Estes desenhos foram elaborados tendo por base a documentação gráfica do ponto i) pelo que apresenta os mesmos erros e omissões.

ii) Levantamento topográfico (datado de 2011 e em formato CAD) – Sendo um trabalho que aplica tecnologia de elevado grau de precisão, foi com o levantamento topográfico que se constatou que as medidas totais do perímetro do Palácio no levantamento existente estavam erradas.

Já na posse da documentação fornecida pelo cliente, procedeu-se ainda à procura de documentação gráfica complementar mas apenas foi encontrada informação relativa à Igreja de Santo André, na base de dados SIPA (www.monumentos.pt).

Tendo em conta a escassez de documentação gráfica, bem como o pouco rigor e erros constatados na informação existente, decidiu-se proceder a novo levantamento, aplicando para tal as tecnologias de FDT e VL3DT.

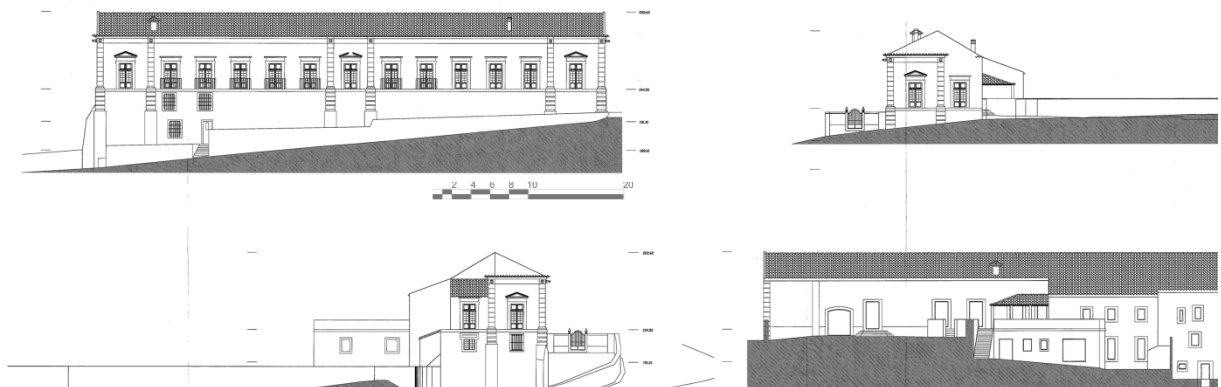


Figura 23 - Fachadas do Palácio dos MPL. (Documentação gráfica fornecida pelo iLIDH)



Figura 24 - Plantas do Palácio dos MPL. (Documentação gráfica fornecida pelo iLIDH)

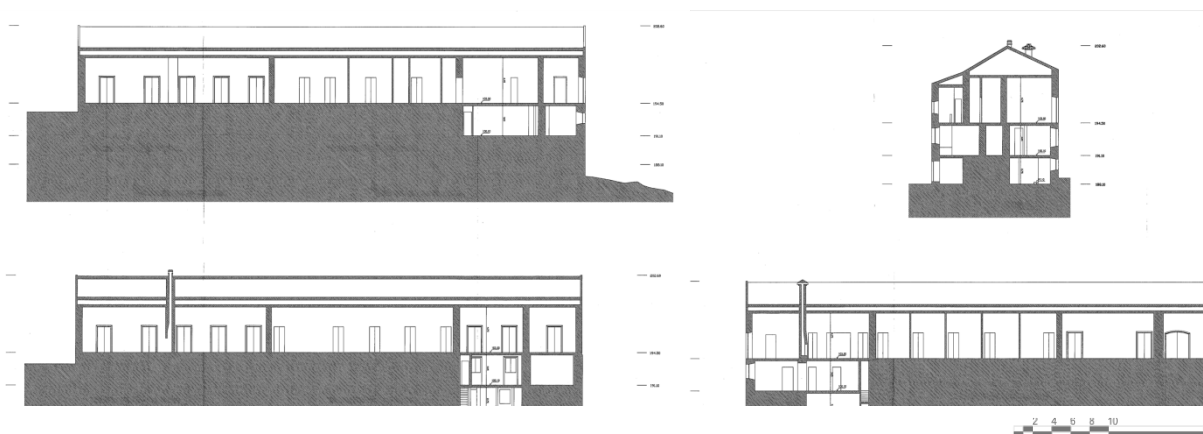


Figura 25 - Cortes do Palácio dos MPL. (Documentação gráfica fornecida pelo iLIDH)

4. ANTES DO PROJETO DE INTERVENÇÃO

A documentação desempenha diferentes propósitos ao longo de uma intervenção de reabilitação arquitetónica, consoante as diferentes fases do projeto. Neste trabalho é feita a divisão dos propósitos da documentação gráfica por três fases distintas mas interligadas. São estas a fase 'Antes do projeto de Reabilitação', a fase de 'Durante o projeto de reabilitação', e por fim a fase 'Depois do projeto de reabilitação'.

A primeira fase, 'Antes do projeto de Reabilitação', é aquela em que a equipa de projeto tem um primeiro contacto com o edifício a intervir. Nesta fase, é necessário compreender o objeto de intervenção, pressupondo para tal a sua análise e interpretação. Esta observação é feita ora diretamente, visitando e confrontando o objeto, ou indiretamente, com o recurso a documentação escrita e desenhada que contenha informação acerca do edifício. Esta documentação surge por diferentes métodos de representação, podendo ir desde levantamentos existentes, a textos, desenhos, gravuras, fotografias, ou até projetos e relatórios de anteriores intervenções.

O objeto arquitetónico, pelo seu tempo de vida até ao momento da intervenção, apresenta-se para análise e interpretação estratificado. É em si um documento passível de leitura e estudo. Isto é, ao longo do seu tempo de vida um edifício evolui. Sofre transformações ora físicas, por modificações à sua estrutura por meio de adições, subtrações, ou outras intervenções, ora históricas, pelo modo como foi ocupado e vivenciado desde a sua edificação aos dias de hoje.

Esta leitura com vista à compreensão é feita não apenas pelo arquiteto, mas por uma multiplicidade de especialidades. Desde a história à engenharia, passando pela arqueologia e geologia, entre outras. Importa apontar, tendo em conta a metodologia de documentação apresentada neste trabalho, que cada interveniente dentro destas diversas áreas procura informação específica na documentação existente, bem como diferentes níveis de detalhe. Assim sendo, a informação recolhida deve sempre ser abrangente, mas ao mesmo tempo passível de seleção e fracionamento com vista a estudos específicos.

Depois de compreender o objeto em estudo, com o apoio da leitura multidisciplinar e produção de nova documentação de análise, é então possível desenvolver uma estratégia de intervenção fundamentada, e passar para a próxima fase de projeto.

Na fase de 'Durante o projeto de reabilitação', a equipa de projeto conta já com a informação recolhida e produzida anteriormente para o delinear de uma estratégia, bem como para a tomada de opções de projeto. Contudo, o processo de trabalho de um projeto de arquitetura não é linear. Durante o seu progresso surge a necessidade de novos elementos, mais específicos à resposta dos problemas concretos do projeto. Muitas vezes esta necessidade implica nova visita ao local, o que nem sempre é possível ou desejável, tendo em conta a distância do mesmo, ou até a facilidade de acesso.

Se numa fase de levantamento a recolha de informação for de tal modo abrangente e detalhada, existe a possibilidade de regressar a esse material inicial para a produção dos novos elementos necessários ao projeto. Idealmente, se o produto primário resultante da aplicação de determinada técnica de levantamento de objetos arquitetónicos for tridimensional, é até possível fazer nova visita ao edifício virtualmente, a partir de um computador. É este o tipo de capacidades que se procura explorar neste trabalho.

'Depois do projeto de reabilitação' estar finalizado, surge a necessidade de comunicar o mesmo, as ideias que serviram de mote ao seu desenvolvimento e a tomada de opções. Esta comunicação é feita pela produção de mais documentação que pode ter duas finalidades, por um lado a apresentação do resultado ao cliente, e por outro a informação em obra dos trabalhos a completar. Esta documentação final surge em diversos suportes, entre os quais desenhos vetoriais, desenhos de apresentação, esquiços de vistas e ambiências, modelos tridimensionais digitais, realidade virtual, imagens síntese, maquetas, vídeos, entre outra.

Independentemente da finalidade, a documentação de comunicação final do projeto deve sempre ser precisa e rigorosa. Contudo, os seus conteúdos devem ser adequados consoante os destinatários a que se dirige. Por exemplo, o tipo de desenho necessário à obra, com uma codificação técnica elevada, não será porventura o mais adequado à comunicação da ideia ao cliente. Para este, as imagens de síntese ou animações tendem a ser mais apelativas.

4.1. Produção de nova documentação

No início do processo de trabalho para um projeto de reabilitação, além de visitar o objeto arquitetónico a intervir, procura-se recolher toda a informação documental, escrita e gráfica, referente ao mesmo. Esta, contudo, surge por vezes incompleta, com incorreções ou é quase inexistente. Consequentemente, aparece a necessidade de voltar ao edifício a fim de recolher novos dados para a produção da documentação em falta.

Tradicionalmente, a recolha de dados no edifício é feita por observação direta e medições manuais, as quais são apontadas em desenhos feitos no local, ou sobre documentação gráfica bidimensional existente. A sua precisão tenderá a ser maior quanto mais experiente o operador do levantamento, isto porque é necessária a capacidade de leitura e compreensão da estrutura apenas pela observação direta, bem como a aplicação de uma sequência lógica e regrada de medições, feitas com base em regras que surgiram ao longo da aplicação repetida deste método. Contudo, a interferência do fator humano ao longo de todo o processo aumenta a possibilidade de erros no produto final, quer por lacunas que são produto da impossibilidade de aquisição de determinadas medidas, como por exemplo nos casos em que a estrutura se encontra em avançado estado de destruição, impossibilitando o acesso a certas zonas da mesma, quer por esquecimento na aquisição de outros dados por motivos variados.

Outro ponto importante de salientar relativo ao levantamento tradicional, é o seu produto final. A documentação produzida é maioritariamente bidimensional, sob forma de plantas, cortes e alçados. A produção da documentação tridimensional recorre a elementos a duas dimensões, pelo que este tipo de representação do existente surge mais tarde no decorrer do processo.

Com uma metodologia que tire partido das novas tecnologias para o levantamento do objeto arquitetónico, bem como do processamento de informação automatizada, o erro apresentado pelo fator humano na manipulação de dados e produção de documentação, que ao nível métrico quer ao nível da interpretação, é menor. Tendo em conta a capacidade e precisão do processamento computacional, e remetendo o fator humano para um plano de operação das tecnologias, o produto final é mais abrangente, detalhado e exato.

As novas tecnologias de levantamento aplicadas no presente trabalho são, como apontado anteriormente, a Fotogrametria Digital Terrestre (FDT) e o Varrimento Laser 3D Terrestre (VL3DT).

O fluxo de trabalho de ambas as tecnologias, FDT e VL3DT, pode ser dividido em duas fases distintas: i) trabalho de campo, e ii) trabalho de gabinete. (Mateus, 2012) A primeira é aquela em que se faz a aquisição das fotografias, no caso da FDT, ou das nuvens de pontos no VL3DT, bem como a recolha de informação adicional de controlo que se entenda necessária. Esta informação adicional resulta do processo de trabalho que se pretende utilizar no trabalho a desenvolver em gabinete, e pode variar desde o registo de medidas de controlo para dar escala à retificação de imagens e modelação fotogramétrica, ou o levantamento topográfico ou por GPS para a georreferenciação dos modelos tridimensionais provenientes do VL3DT ou da modelação tridimensional da FDT.

Independentemente da técnica escolhida, para proceder à sua aplicação é importante fazer um planeamento das ações a tomar. Um levantamento realizado sem qualquer premeditação conduz ao imprevisto, aumentando os problemas originados por esquecimentos ou omissões.

A pesquisa de documentação gráfica prévia desempenha aqui um importante papel, pelo que esses elementos servem de suporte ao planeamento. Esta, contudo, deve ser analisada com vista à sua validação, se necessário corrigida de modo a retratar minimamente as condições atuais do objeto arquitetónico, e adaptada às necessidades consoante o processo de trabalho a desenvolver.

Parte do planeamento pode ser realizado no gabinete, mas a escolha do posicionamento dos equipamentos deve ser realizada no local. Apesar de existirem algumas definições de layouts para a recolha de dados (Figura 26), tanto na FDT como no VL3DT, apenas estando no local é possível perceber quais os melhores pontos de vista, quais as obstruções existentes, tais como vegetação, pessoas ou automóveis, e quais as possibilidades, ou impossibilidades de acesso a certos posicionamentos importantes, tais como nas coberturas ou noutras propriedades privadas.

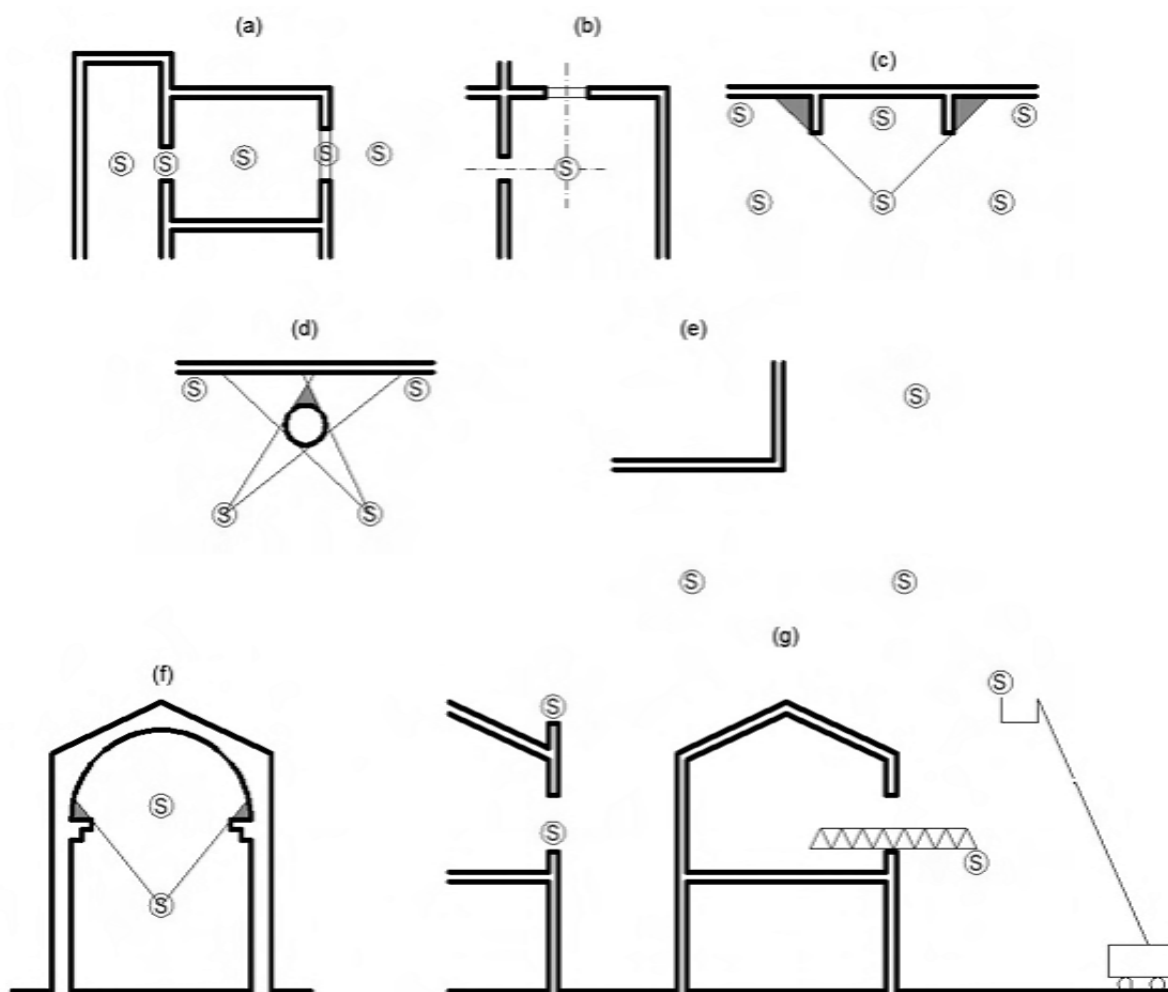


Figura 26 - Situações tipo na relação entre equipamento de VL3DT e objeto. (Mateus, 2012)

Legenda: S – Estação; (a) a (e) – Situações em planta; (f) e (g) – Situações em corte.

4.1.1. Com recurso à FDT

Como foi dito anteriormente, qualquer processo de trabalho de levantamento de um, ou vários objetos arquitetónicos, deve começar por uma fase de planeamento. Nesta fase equaciona-se o tipo de informação que se pretende recolher, bem como qual a documentação a obter do levantamento. Neste caso, uns dos elementos que se pretende produzir são imagens fotográficas retificadas, com definição suficiente para impressão à escala 1:50. Estas imagens servem posteriormente para o trabalho de campo de arqueologia da arquitetura.

O equipamento de varrimento laser 3D utilizado neste trabalho tem incorporada uma máquina fotográfica, que captura fotografias panorâmicas do mesmo ponto de vista da aquisição por laser da volumetria por nuvem de pontos. O *software* deste equipamento associa então, automaticamente, a informação cromática extraída da fotografia a cada ponto homólogo da nuvem de pontos. Deste modo, temos como produto final produzido apenas pelo scanner, nuvens de pontos com informação sobre a cor, das quais se podem extrair imagens retificadas e vistas do objeto a partir de qualquer ponto de vista.

Para que se possa extrair imagens retificadas a partir da nuvem de pontos, de qualidade suficiente para impressão à escala 1:50, é necessário trabalhar com nuvens de pontos originais, ou seja, não dizimadas, pelo que a dimensão dos ficheiros a processar torna o trabalho demorado ou impraticável, dependendo da capacidade de hardware disponível. Outro ponto a salientar, é que a imagem retificada de uma qualquer fachada extraída a partir de uma nuvem de pontos, mostra informação cromática contida não por uma, mas por um conjunto de nuvens, captadas com diferenças temporais que foram, no presente caso, superiores a 10 minutos e até vários dias, pelo que a qualidade de iluminação altera de nuvem para nuvem, modificando conseqüentemente também a cor destas.

Deve ainda ser tido em conta que a máquina fotográfica incorporada neste equipamento de scanner deu mostra de problemas, no tocante à informação cromática das imagens, em fachadas sobre as quais o sol incide diretamente. Isto é, a zona da nuvem de pontos com incidência de iluminação solar direta fica sobre-exposta, apresentando no produto final superfícies totalmente brancas, sem qualquer informação cromática. Assim sendo, para que se possa extrair imagens de qualidade aceitável para os fins de arqueologia da arquitetura, é necessário trabalhar com apenas uma, ou um pequeno conjunto de nuvens, suficientes à captura da fachada pretendida. Deste modo é possível fazer correções de cor, obtendo uma imagem final de qualidade aceitável e coloração constante e equilibrada.

Tendo em conta esta informação, optou-se por utilizar neste levantamento, além do Varrimento Laser 3D Terrestre, a Fotogrametria Digital Terrestre. Esta técnica foi utilizada para dois fins, por um lado foi feita a retificação de mosaicos fotográficos para todas as fachadas interiores e exteriores dos edifícios a intervir, e por outro foi testada a modelação tridimensional fotogramétrica no interior de um dos edifícios.

4.1.1.1. Retificação de imagens

A retificação de imagens, "corresponde a uma imagem fotográfica, ou panorama plano, à qual foi aplicada uma transformação projetiva que remove os efeitos da perspectiva a uma dada orientação de planos e que atribui uma escala definida a um dos planos." (Mateus, 2012)

Na fase de planeamento do levantamento por FDT para retificação de imagens, foram esquematizadas todas as fachadas, interiores e exteriores do palácio, do edifício anexo e Igreja (nesta última, apenas as fachadas exteriores foram registadas com a tecnologia FDT, sendo as fachadas interiores registadas apenas com a tecnologia VL3DT). A esquematização foi feita sobre as plantas fornecidas pelo cliente, após a sua análise e correção aquando da primeira visita ao local. A enumeração das fachadas foi feita segundo a sequência 'E.P.D+1.F+1'. As letras desta sequência representam: 'E' o edifício em estudo, com a letra A para o palácio, a letra B para o edifício anexo, a letra C para a Igreja, e a letra W para todas as fachadas exteriores; 'P' o piso no interior do edifício; 'D+1' a numeração das várias divisões existentes nesse piso; e 'F+1' a numeração das fachadas.

O esquema em questão é apresentado na Figura 27. Como se pode observar, no Palácio são 11 as fachadas exteriores e 115 fachadas interiores, no edifício anexo as fachadas interiores são 4, e as exteriores são igualmente 4, e na Igreja foram registadas apenas as 5 fachadas exteriores.

Para garantir a qualidade das imagens retificadas, optou-se por captar não uma, mas um conjunto de 9 a 32 fotografias por fachada, consoante a sua dimensão. Estas fotografias são adquiridas do mesmo ponto de vista com a ajuda de um tripé para a redução dos problemas de paralaxe, garantindo uma sobreposição de aproximadamente 1/3 entre fotografias adjacentes. Posteriormente as imagens são processadas de modo a formar uma panorâmica de elevada qualidade, a qual é por sua vez retificada.

Tendo em conta a dimensão do objeto a registar, bem como o número de fachadas e quantidade de fotografias necessárias por cada, pediu-se ajuda nesta fase de trabalho a alunos das disciplinas de Conservação, Restauro e Reabilitação, que se encontravam a desenvolver um trabalho também neste Palácio, e da disciplina de Fotogrametria Arquitetónica. O número total de ajudantes foi dividido em grupos, e por estes grupos foram divididas as fachadas previamente esquematizadas, garantindo que não ficava nenhuma por

registar. A possibilidade de usufruir de um grupo alargado de colaboradores no levantamento fotográfico anunciou vantagens e desvantagens. A principal vantagem foi a rapidez da aquisição de todas as fachadas, a qual demorou apenas aproximadamente quatro horas. Houve igualmente o benefício de todos os intervenientes poderem aprender e aplicar esta metodologia de levantamento. Surgem como desvantagens a diferença de definição das máquinas fotográficas utilizadas por cada grupo, a inexistência de tripés suficientes para todos os grupos (pelo que os tripés existentes tiveram que ser partilhados por três ou quatro grupos cada), a diferença de grupo para grupo nos processos, e cuidado na sua aplicação, na aquisição das fotografias, e alguma informação que foi perdida na reunião dos dados de todos os grupos.




Figura 27 - Exemplo do esquema de fachadas interiores e exteriores do piso -1 do Palácio.

É importante apontar que numa das fachadas interiores do edifício anexo, a fachada B.0.1.a, foi utilizada a máquina fotográfica de um telemóvel, com 8 Megapixéis, sem tripé (Figura 28). O resultado foi aceitável (Figura 29), sendo porém evidente um agravamento na distorção por erro de paralaxe aquando da montagem da imagem panorâmica. Contudo, este teste procura testemunhar a possibilidade desta técnica ser aplicada por qualquer utilizador, e recorrendo a equipamento mais limitado, neste caso, a um telemóvel equipado com máquina fotográfica.



Figura 28 - Fotografias da fachada B.0.1.a adquiridas com recurso a máquina fotográfica de telemóvel.



Figura 29 - Resultado final da retificação da fachada B.0.1.a. 

A quantidade aproximada de imagens obtidas para montagem de panorâmicas e posterior retificação é de 2780 fotografias, representando um volume de 16.7 GB de informação. Destas, 2520 correspondem ao Palácio, sendo 220 de fachadas exteriores e 2300 de fachadas interiores. Das restantes, 160 pertencem às fachadas interiores e exteriores do edifício anexo e 100 às fachadas exteriores da Igreja.

Além das fotografias, é também necessário proceder à recolha de informação adicional de controlo. Apenas possuindo esta informação é possível retificar as imagens e coloca-las na escala correta. Neste caso, cada grupo desenhou um esquema para cada espaço, representando a sua planta e o alçado de cada uma das fachadas, apontando

elementos relevantes. Tendo isto, foram recolhidas duas dimensões para cada fachada, uma horizontal e outra vertical, registadas nos esquemas.

Depois de recolhidas todas as fotografias e dimensões de controlo, inicia-se o trabalho de gabinete de processamento e retificação. Esta fase de trabalho, de montagem das panorâmicas e posterior retificação foi feita com a ajuda dos alunos da disciplina de Fotogrametria Arquetónica.

As panorâmicas foram processadas com recurso ao *software* Hugin (<http://hugin.sourceforge.net/>). Esta aplicação informática permite, além da junção de várias fotografias numa só, corrigir a distorção produzida pela máquina fotográfica. Para tal é necessário importar para o *software* as fotografias respetivas a uma das fachadas, bem como algumas definições referentes à máquina fotográfica utilizada, e escolher a opção de panorâmica retilínea. O resultado é uma imagem de elevada qualidade, produto da fusão das várias fotografias, em formato TIFF.

Depois de criada a panorâmica, resta proceder à retificação com recurso a uma aplicação *Lisp* para o autocad (Mateus, Lisboa: 2007). Para se compreender o fluxo de trabalho desta aplicação é necessário ter em consideração as seguintes premissas: i) esta aplicação (*rectificador.lsp*) apenas funciona com *lines*, e não com *splines* ou *plines*; ii) para cada retificação são necessárias medidas de controlo; iii) o ideal para retificação são imagens panorâmicas, produto da junção de várias fotografias.

O fluxo de trabalho (Figura 30) consiste: i) importar a imagem a retificar no Autocad; ii) desenhar linhas nos limites da imagem; iii) desenhar linhas de controlo sobre a imagem, respetivas às dimensões de controlo existentes, estas linhas são quatro, duas paralelas verticais e duas paralelas horizontais; iv) desenhar ao lado da imagem um retângulo, apenas com linhas, respetivo às dimensões de controlo; v) inserir o comando "*apload*" para correr a aplicação "*rectificador.lsp*"; vi) seguir os passos requeridos pela aplicação, indicando as quatro linhas de controlo da imagem e as respetivas quatro linhas de controlo do retângulo; vii) o resultado final é uma deformação das linhas de limite da imagem; viii) o resultado do limite da imagem deformado deve então ser gravado em formato PDF e importado num *software* como o GIMP (<http://gimp.org/>) ou Adobe Photoshop (<http://adobe.com/>); ix) é também importada a imagem a retificar; x) por último são utilizadas as ferramentas de distorção do *software* para fazer com que os limites da imagem fiquem iguais ao limite resultante da aplicação do Autocad (<http://autodesk.pt/>) (Figura 31).

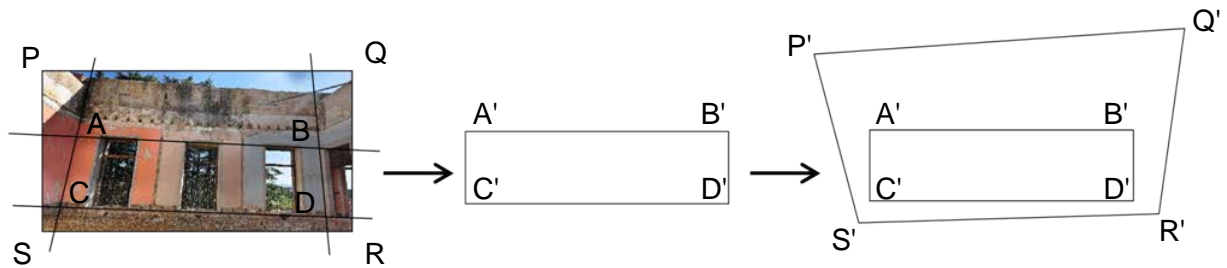


Figura 30 - Exemplo do fluxo de trabalho da retificação em autocad.



Figura 31 - Resultado da retificação exemplificada na figura anterior.

4.1.1.2. Modelação tridimensional por fotografia

Ainda no campo da FDT foi também testada a modelação tridimensional por fotografia. Estando contudo previsto o levantamento por VL3DT, a modelação por fotografia foi aplicada meramente como teste às potencialidades da técnica de FDT.

Enquanto o VL3DT consiste na medição de distâncias, registadas como pontos de modo a criar uma cena tridimensional, a modelação por FDT é baseada em imagens.

O objeto escolhido para este teste foi o edifício anexo ao Palácio, dentro do qual se encontram três colunas de pedra. Sem planeamento prévio, e tendo em conta estarem três pessoas a tirar fotografias no momento, optou-se por dividir as colunas por cada um dos três operadores, sendo que estes deveriam fotografar exaustivamente a sua coluna. As fotografias foram obtidas sem obedecer a qualquer sequência planeada, de modo aleatório

e redundante. Procurou-se fotografar as colunas de um máximo de pontos de vista possíveis, de diferentes ângulos e distâncias. O resultado foi de aproximadamente 150 a 200 fotografias por coluna.

Em gabinete, para o processamento tridimensional das fotografias, foram usados três programas: i) o serviço online gratuito da Microsoft (R), Photosynth (<http://photosynth.net/>); ii) a aplicação gratuita My3DScanner (<http://my3dscanner.com/>); iii) a aplicação gratuita VSFM (<http://homes.cs.washington.edu>).

i) Photosynth - Este programa permite a importação de um número limitado de fotografias (por quantidade ou por dimensão total dos dados a importar), e faz o processamento automático das mesmas. O resultado (Figura 32) é uma nuvem de pontos de baixa densidade. O programa informa da percentagem de sincronização possível entre todas as fotografias importadas, sendo que o modelo apresentado na Figura 32 atingiu a percentagem ideal de 100%.



Figura 32 - Nuvem de pontos em Photosynth (<http://photosynth.net/>).

ii) My3DScanner - Foi também realizado um teste de orientação e processamento tridimensional automático com recurso a este serviço online. O resultado pode ser observado na Figura 33.



Figura 33 - Nuvem de pontos em My3DScanner (<http://my3dscanner.com/>).

iii) VSFM – Por último foi utilizado o software VSFM, o qual não limita a quantidade de fotografias utilizadas no processamento, e produz modelos de pontos de superior densidade, incorporando o software PMVS/CMVS de Yasutaka Furukawa (Furukawa, et al., 2010). Nas imagens apresentadas nas Figuras 34 e 35, pode-se observar as fases de cálculo durante o processamento das imagens. A Figura 36 apresenta imagens do modelo de pontos final, onde se pode observar a superior definição, quando comparado aos modelos gerados pelos programas anteriores.

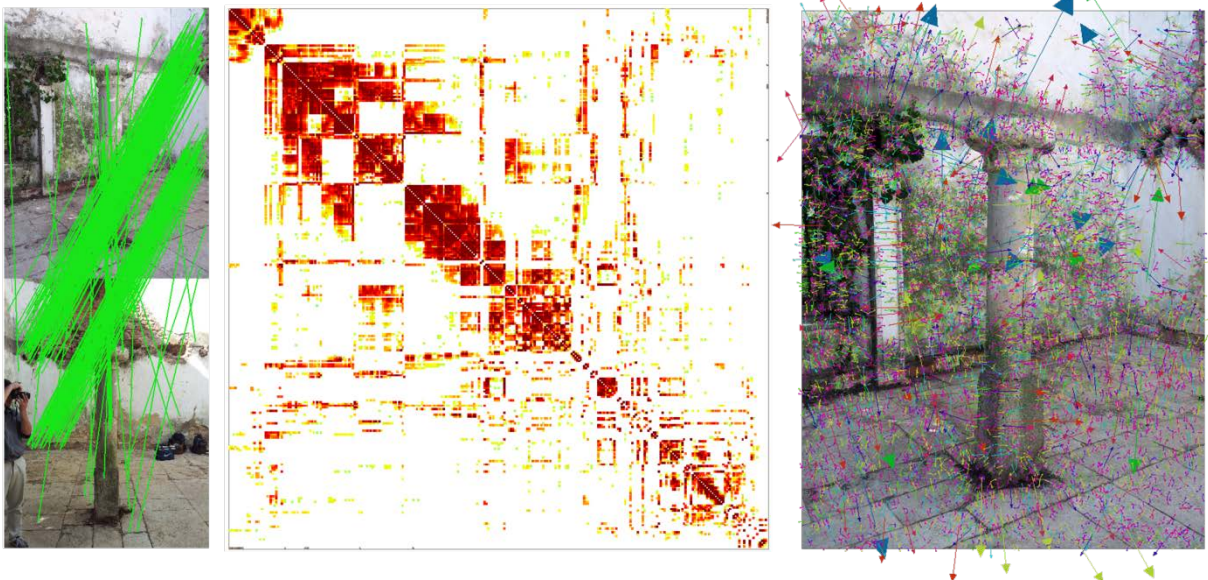


Figura 34 – Processamento em VSFM - cálculo de relação entre imagens.

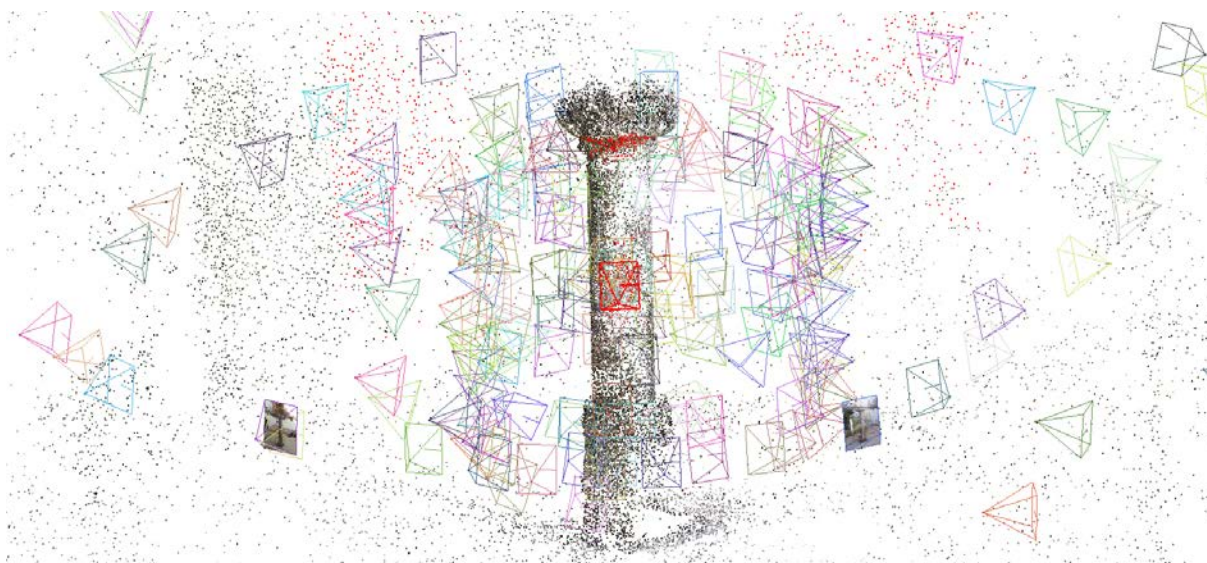


Figura 35 – Processamento em VSFM – cálculo do ponto de vista das fotografias.



Figura 36 – Modelo de pontos em VSFM.

4.1.2. Com recurso ao VL3DT

Outra técnica aplicada no levantamento do Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima, além da Fotogrametria Digital Terrestre, foi o Varrimento Laser 3D Terrestre. Este consiste na aquisição de nuvens de pontos, as quais registam a informação volumétrica da cena observada e, neste caso, a cor referente a cada ponto.

A obtenção das nuvens é feita com recurso a um equipamento laser Faro Focus 3D (da FARO), cuja estação é posicionada em múltiplos pontos de vista em relação à estrutura em estudo. Este posicionamento é prévia e cuidadosamente planeado, procurando recolher o máximo de informação possível, com o menor número de estações, garantindo sempre que toda a estrutura é registada, bem como que nuvens de pontos adjacentes contêm informação sobreposta, permitindo a sua posterior orientação.

A orientação das nuvens de pontos é feita com base num sistema de coordenadas comum, tendo como objetivo a produção de um modelo tridimensional coeso. Para tal, aplica-se uma abordagem do geral para o particular, começando por registar e orientar uma sequência de nuvem de pontos que encerra os limites da zona a documentar. A esta sequência damos o nome de poligonal fechada de nuvens de pontos.

No presente caso de estudo foram necessárias duas poligonais fechadas de nuvens de pontos, uma que encerra a zona do Palácio, edifício anexo e jardins, e uma segunda que envolve a Igreja de Santo André. (Figura 37)

Para o processamento e orientação das nuvens de pontos, podem ser utilizados vários *softwares*, tais como o 3D Manager, Cloudworks, Cloudworks-VR, Cyclone, JRC 3D Reconstructor, Leica TruView, MeshLab, PointTools, RealWorks, Riscan Pro, Scene Vision 3D, entre outros.

Neste trabalho foram utilizados para a orientação o software MeshLab (open-source, desenvolvido pelo CNR-ISTI de Pisa, Itália) e para a referenciação geográfica, bem como extração de documentação de apoio ao projeto, tais como plantas, cortes e alçados, o JRC 3D Reconstructor (Sgrenzaroli and Vassena 2007). Por sua vez, as estações de trabalho utilizadas foram, para o processamento, orientação e produção de documentação, uma com dois processadores Intel(R) Xeon(R) 2.40 GHz, 48 GB de RAM, placa gráfica de 2 GB, e sistema operativo Windows 7 de 64 - bit, e a outra com dois processadores Intel(R) Xeon(R) 2.40 GHz 12 GB de RAM, placa gráfica de 1 GB e sistema operativo Windows 7 de 64 - bit.

4.1.2.1. Planeamento e aquisição

A eficiência na aplicação da tecnologia de VL3DT está dependente de numerosos fatores. Um dos fatores é o económico, tendo em conta o custo do equipamento a utilizar, ou as despesas provenientes da localização geográfica do edifício pela necessidade de deslocações e possivelmente estadas, outro fator é o tempo disponível para a aquisição das nuvens de pontos. Esta fase é tanto mais eficaz quanto melhor o planeamento.

Em (Mateus, 2012) são indicadas sete condicionantes ao desempenho desta tecnologia, sendo estas a divergência do feixe e a complexidade dos objetos, a inclinação do feixe, as características dos materiais, a portabilidade e o tempo de varrimento e as condições atmosféricas.

A divergência do feixe e a complexidade dos objetos refere-se à maior ou menor capacidade do dispositivo de registar corretamente uma coordenada dependendo da pegada do laser na superfície do objeto. Esta pegada está diretamente relacionada com a distância do equipamento ao objeto, quanto maior a distância, maior a pegada do feixe de laser. A complexidade dos objetos surge então sob dois aspetos, o primeiro é a regularidade da superfície, sendo que quanto esta é irregular e a pegada do feixe laser é maior, o resultado é uma coordenada da média das distâncias dos vários pontos dentro da área da pegada. O segundo aspeto é a maior ou menor desobstrução do objeto a registar, sendo que dada existência de elementos irrelevantes que obstruem o relevante, a sua posterior remoção resulta em vazios de informação.

Relativamente à inclinação do feixe, a situação é semelhante à explicada anteriormente, sendo que quanto maior a inclinação do feixe laser em relação à superfície a registar, maior a pegada.

A condicionante de características dos materiais, reporta a propriedades como a textura, irregularidade, composição química, refletividade ou cor, as quais afetam o modo como os materiais interagem com a luz, neste caso o modo como a luz laser é refletida, prejudicando a qualidade métrica dos dados registados.

No ponto de portabilidade e tempo de varrimento são referidos o peso dos equipamentos VL3DT, bem como o tempo que decorre desde o início e o fim da captura de uma cena. Muitas das vezes a cena a registar é móvel, isto porque há pessoas ou outros

elementos a circular, ou porque existem outros elementos que oscilam por ação do vento, tais como vegetação ou sinais de trânsito.

Por último surgem as condições atmosféricas, as quais condicionam a aplicação desta tecnologia por um lado pela qualidade dos dados obtidos, e por outro pela própria integridade do equipamento. Em casos de chuva, as gotas de água podem provocar a reflexão do feixe de laser, resultando na leitura de dados inválidos. A água pode também provocar alterações nas propriedades de reflexão da luz das superfícies a registar. A incidência direta de luz solar quer sobre o equipamento, ou sobre as superfícies a registar, pode afetar os dados recolhidos. O equipamento pode ser afetado tanto pelas situações de temperaturas extremas, quer pelo vento que pode provocar a oscilação do equipamento ou o depósito de poeira no equipamento, ou ainda por altos níveis de humidade.

No planeamento são definidos quais os recursos disponíveis, qual o equipamento a utilizar e quem é responsável pelo mesmo durante o trabalho de campo. Sobre a documentação gráfica previamente recolhida, e devidamente corrigida, são esquematizadas as posições de aquisição da estação de varrimento laser, apontando qual a definição a aplicar, em relação à distância entre a estação e objeto, conforme o nível de detalhe que se pretende na documentação a produzir. Também se pode prever tempo médio necessário para a aquisição de cada nuvem de pontos. Este esquema deve ser realizado em campo, isto porque, tal como foi apontado anteriormente, é importante o registo dos aspetos condicionantes ao levantamento, tais como obstruções à visualização do objeto arquitetónico, ou impossibilidades de acesso a certos pontos de vista relevantes.

A esquematização do estacionamento do equipamento deve garantir a máxima cobertura da estrutura a registar, pela escolha dos pontos de vista mais vantajosos, bem como pelo cumprimento de algumas regras básicas, produto da experiência acumulada em anteriores levantamentos deste tipo.

O levantamento por VL3DT foi dividido por três zonas, sendo Zona 1 - Palácio (interior e exterior), edifício anexo (interior e exterior) e jardins; Zona 2 - Igreja (interior e exterior) e sua envolvente próxima; Zona 3 - Registos complementares do palácio e estradas circundantes, procurando responder às necessidades da fase de projeto. Dentro de cada zona, a aquisição foi dividida em diferentes fases. É importante salientar que em média cada nuvem exterior representa 1.9 GB de informação, e cada nuvem interior 450 MB.

Na Zona 1 procedeu-se numa primeira fase à execução de 21 estações de varrimento laser, para a obtenção das 21 nuvens de pontos que definem a poligonal fechada

DOCUMENTANDO O PROJECTO DE REABILITAÇÃO

que circunda o Palácio, com perímetro de 278 metros e área de 3900 m². A tabela seguinte contabiliza o total de estações captadas. A informação recolhida representa um volume próximo dos 175 GB.

Tabela 1 - Numero total de estações laser registadas, e respetiva área abrangida.

	ESTAÇÕES		TOTAL	ÁREA REGISTRADA
	INTERIOR	EXTERIOR		
ZONA 1	54	44	98	7.000 m ²
ZONA 2	24	13	37	3.000 m ²
ZONA 3	—	18	18	—
TOTAL	78	75	153	14.000 m²

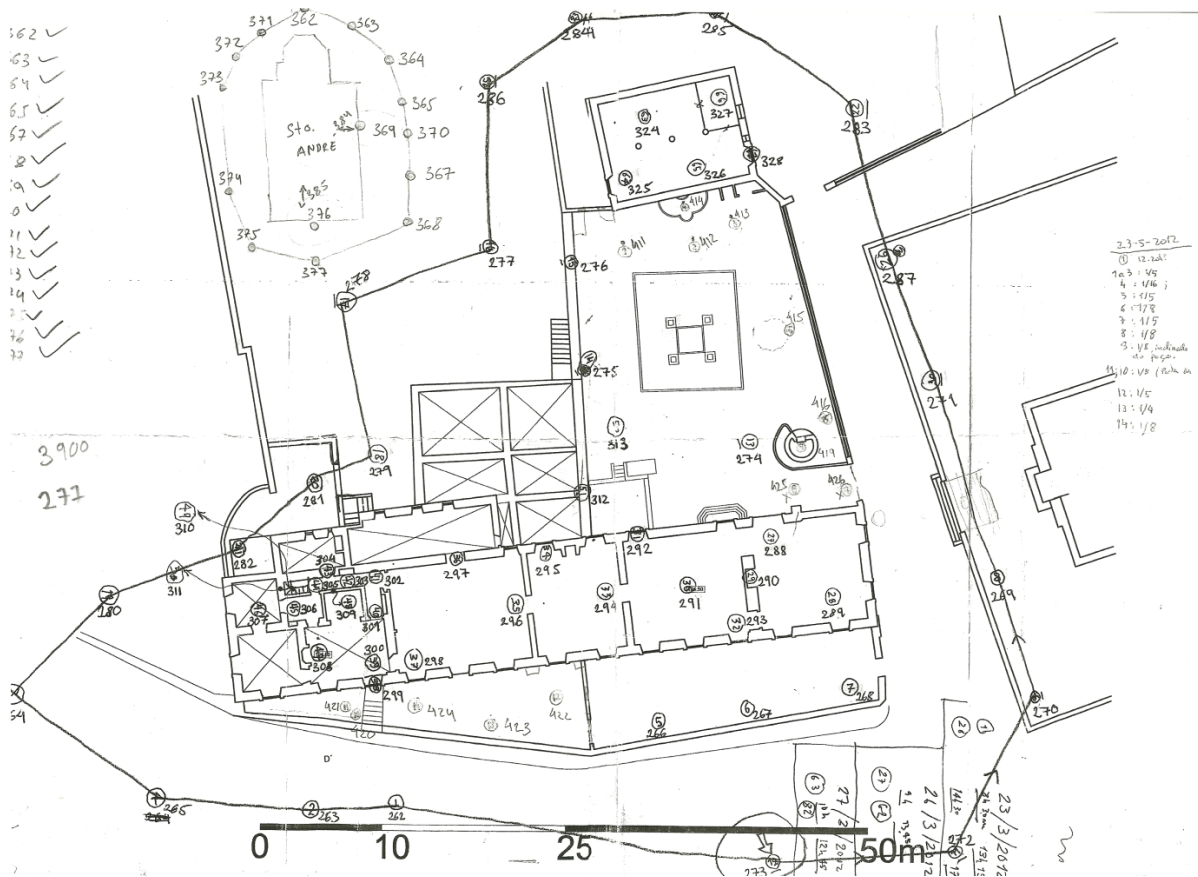


Figura 37 - Planeamento e registo (no campo) do posicionamento das estações de varrimento laser.

4.1.2.2. Processamento e orientação das nuvens de pontos

Depois de recolhidas as nuvens de pontos, é necessário proceder ao seu processamento e orientação. Para que o resultado desta fase de trabalho seja exata há que ter em consideração os seguintes pressupostos: i) para a orientação de duas nuvens de pontos é necessário que haja sobreposição entre elas, ii) cada nuvem de pontos é orientada apenas com a anterior para evitar acumulações de erros, iii) é de esperar que a precisão da operação de orientação entre nuvens de pontos, não seja superior à tolerância de precisão de medição expressa nas especificações técnicas do equipamento para as distâncias em causa.

A orientação das nuvens de pontos é feita recorrendo ao *software* MeshLab, o qual não lê os ficheiros em formato .FLS do equipamento laser. Para que as nuvens de pontos possam ser importadas têm de ser pré-processadas e gravadas num formato legível pelo MeshLab, como por exemplo o formato .PTX. Esse pré-processamento é feito no *software* SCENE, o qual transforma o ficheiro de formato .FLS em formato .PTX, com ou sem aplicação de cor, consoante se pretenda.

8	FARO_LS1434_268.ply	Name	Date modified	Type	Size
9	#	FARO_LS1434_268.ply	08-05-2012 13:30	PLY File	25.136 KB
10	0.967551 0.252672 0.000151 -9.531260	FARO_LS1434_303.ply	08-05-2012 13:36	PLY File	16.822 KB
11	-0.252673 0.967551 0.000709 -12.221336	FARO_LS1434_304.ply	08-05-2012 13:37	PLY File	20.112 KB
12	0.000033 -0.000724 1.000000 1.844962	FARO_LS1434_305.ply	08-05-2012 13:38	PLY File	18.461 KB
13	0.000000 0.000000 0.000000 1.000000	FARO_LS1434_306.ply	08-05-2012 13:41	PLY File	19.056 KB
14	FARO_LS1434_267.ply	FARO_LS1434_307.ply	08-05-2012 13:43	PLY File	27.644 KB
15	#	FARO_LS1434_308.ply	08-05-2012 13:48	PLY File	32.956 KB
16	0.998545 0.053943 0.000046 -1.322742	FARO_LS1434_309.ply	05-05-2012 12:28	PLY File	24.365 KB
17	-0.053943 0.998544 0.000894 -12.286156	FARO_LS1434_310.ply	05-05-2012 12:29	PLY File	14.297 KB
18	0.000002 -0.000895 1.000000 1.672588	FARO_LS1434_311.ply	05-05-2012 12:30	PLY File	16.091 KB
19	0.000000 0.000000 0.000000 1.000000	FARO_LS1434_312.ply	05-05-2012 12:31	PLY File	44.715 KB
20	FARO_LS1434_266.ply	FARO_LS1434_313.ply	05-05-2012 12:32	PLY File	33.913 KB
21	#	FARO_LS1434_314.ply	05-05-2012 12:33	PLY File	29.434 KB
22	0.998784 -0.049300 -0.000384 5.388462	FARO_LS1434_315.ply	05-05-2012 12:34	PLY File	26.686 KB
23	0.049300 0.998784 0.000698 -13.073352	FARO_LS1434_316.ply	05-05-2012 12:35	PLY File	29.407 KB
24	0.000349 -0.000716 1.000000 1.539325	FARO_LS1434_317.ply	05-05-2012 12:36	PLY File	27.333 KB
25	0.000000 0.000000 0.000000 1.000000	FARO_LS1434_318.ply	05-05-2012 12:37	PLY File	27.547 KB
26	FARO_LS1434_274.ply	FARO_LS1434_319.ply	05-05-2012 12:38	PLY File	26.282 KB
27	#	FARO_LS1434_320.ply	05-05-2012 12:39	PLY File	27.474 KB
28	-0.928672 -0.370904 -0.000351 -6.097673	FARO_LS1434_321.ply	05-05-2012 12:40	PLY File	23.958 KB
29	0.370903 -0.928672 0.001036 -34.128311	FARO_LS1434_322.ply	05-05-2012 12:41	PLY File	21.153 KB
30	-0.000710 0.000832 1.000000 3.476769	FARO_LS1434_323.ply	05-05-2012 12:42	PLY File	31.327 KB
31	0.000000 0.000000 0.000000 1.000000	FARO_LS1434_324.ply	05-05-2012 12:43	PLY File	50.310 KB
32	FARO_LS1434_313.ply	FARO_LS1434_325.ply	05-05-2012 12:45	PLY File	44.664 KB
		FARO_LS1434_326.ply	05-05-2012 12:46	PLY File	49.358 KB
		FARO_LS1434_327.ply	05-05-2012 12:47	PLY File	46.871 KB
		FARO_LS1434_328.ply	05-05-2012 12:48	PLY File	39.012 KB
		FARO_LS1434_329.ply	05-05-2012 12:49	PLY File	32.408 KB
		FARO_LS1434_330.ply	05-05-2012 12:50	PLY File	25.355 KB
		FARO_LS1434_331.ply	05-05-2012 12:51	PLY File	18.847 KB

Figura 38 - Exemplo de ficheiros .PLY e suas matrizes de posição.

Há que ter em conta nesta fase do fluxo de trabalho duas das características das nuvens de pontos exportadas do equipamento scanner: i) a sua dimensão, pelo que cada nuvem exterior representa em média 1.9 GB de informação, e cada nuvem interior 450 MB;

ii) o nível de detalhe, dependendo da distância do equipamento laser ao objeto arquitetónico é ajustado o nível de detalhe da aquisição dos pontos. Para que o detalhe numa superfície mais afastada do equipamento seja elevado, é necessário amplificar a frequência das medições laser, isto é, aumentar o número de pontos registados por área de superfície. O resultado é que numa determinada superfície registada, quanto maior a proximidade desta ao equipamento, maior o número de pontos registados por área de superfície.

Para o processamento destas nuvens de pontos, é necessário dizimá-las, de modo a garantir uma resolução espacial uniforme na nuvem de pontos. Deste modo é possível garantir um nível de detalhe mais homogéneo em toda a nuvem de pontos, sem perda de informação semântica nela contida. Por informação semântica entenda-se textura, valor cromático, detalhe, etc. A resolução espacial escolhida neste trabalho foi de 1 centímetro. Como resultado, as nuvens exteriores que tinham uma média de 1.9GB passam a 100 MB, e as interiores de aproximadamente 450 MB passam a representar 45 MB de informação.

A próxima ação a realizar no MeshLab é a edição das nuvens de pontos, apagando-se os elementos móveis como vegetação, automóveis e pessoas, dado que podiam introduzir erros no processo de alinhamento das nuvens de pontos, sendo que para a orientação destas interessam apenas as superfícies fixas. Há que ter em atenção que toda a informação que apagamos no Meshlab é apagada permanentemente nesse ficheiro, pelo que se torna necessário criar duas pastas distintas contendo as nuvens de pontos, sendo que numa (pasta 1) estão as nuvens que se vão limpar, e noutra (pasta 2) as nuvens originais sem qualquer tipo de limpeza. Deste modo, é possível que após a orientação das nuvens que se encontram na 'pasta 1', se copie o ficheiro de projeto para a 'pasta 2' e deste modo se recupere a informação perdida, mantendo a orientação. Esta edição das nuvens de pontos é feita numa vista tridimensional, ao contrário da visualização bidimensional de outros programas, tais como o JRC Reconstructor.

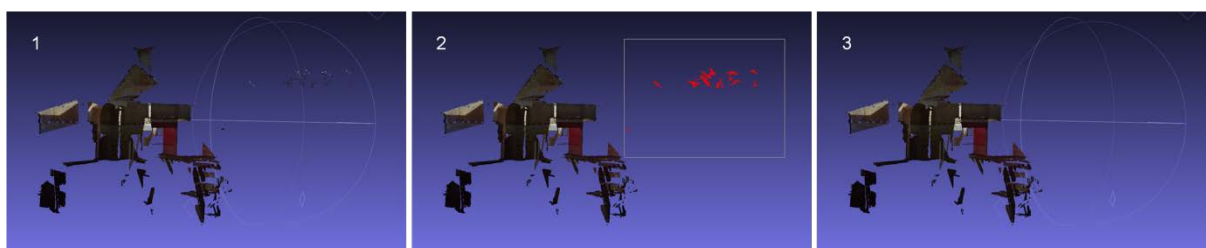


Figura 39 - Edição de nuvem de pontos pela remoção de elementos móveis.

Para a orientação há que ter em consideração que a cada nuvem de pontos corresponde um conjunto de pontos referenciado a um sistema de coordenadas tri-ortogonal com origem no equipamento de varrimento laser 3D. A posição inicial de cada nuvem de pontos pode ser dada por uma matriz quadrada forma M_i :

$$M_i = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Durante a orientação estas posições sofrem rotações e translações no espaço de modo a formarem um modelo tridimensional coerente. A posição de uma nuvem de pontos orientada pode ser dada por uma matriz quadrada forma M'_i :

$$M'_i = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \alpha_{13} & \Delta_x \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \alpha_{23} & \Delta_y \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & \alpha_{33} & \Delta_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Em que as primeiras três colunas e três linhas correspondem a uma sub-matriz que representa o erro de fecho de rotação. A última coluna e primeiras três linhas correspondem a um vector que representa o erro de fecho de translação.

No processo de orientação começou-se pela poligonal fechada, composta por 21 nuvens de pontos, que circunda o Palácio. Para tal, foi seleccionada uma nuvem de pontos inicial (M_i) que serviu de ponto de partida para a orientação, e cuja matriz é a matriz identidade da poligonal fechada de nuvens de pontos. Foi também planeada a ordem pela qual as nuvens de pontos dessa poligonal seriam adicionadas ao projeto de orientação (M_i , M_{i+1} , M_{i+2} , ..., M_{i+n}).

Começou por se importar o ficheiro .PLY da nuvem inicial (M_i), previamente dizimada e limpa de elementos móveis. Segue a importação da nuvem sequencial à inicial (M_{i+1}) segundo a ordem previamente planeada. Cada nuvem é orientada apenas com aquela que lhe antecede (Figura 40).

Tendo carregado ambas as nuvens é usada a ferramenta *'Align Tool'* para a orientação. Seleciona-se a nuvem Mi e escolhe-se a opção *'Glue Mesh Here'*, trancando assim a sua matriz de posição. Seleciona-se então a nuvem Mi+1 e escolhe-se a opção *'Point Base Glueing'*. Deste modo é possível fazer a orientação manual pelo processo de escolher pontos homólogos entre as duas nuvens em 3D (Figura 41). Após este primeiro alinhamento é importante fazer uma confirmação visual à orientação. Se depois desta análise visual o resultado parecer aceitável, é então selecionada a opção *'process'* que vai aferir e corrigir a sobreposição de pontos, reduzindo ao mínimo o erro resultante (Figura 42).

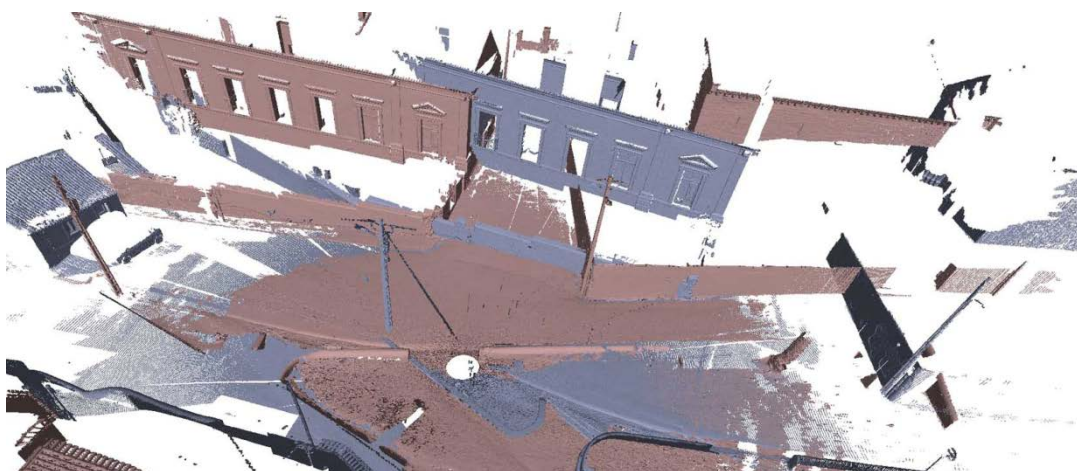


Figura 40 - Duas nuvens de pontos importadas em MeshLab.



Figura 41 - Orientação das nuvens de pontos por seleção manual de pontos homólogos.

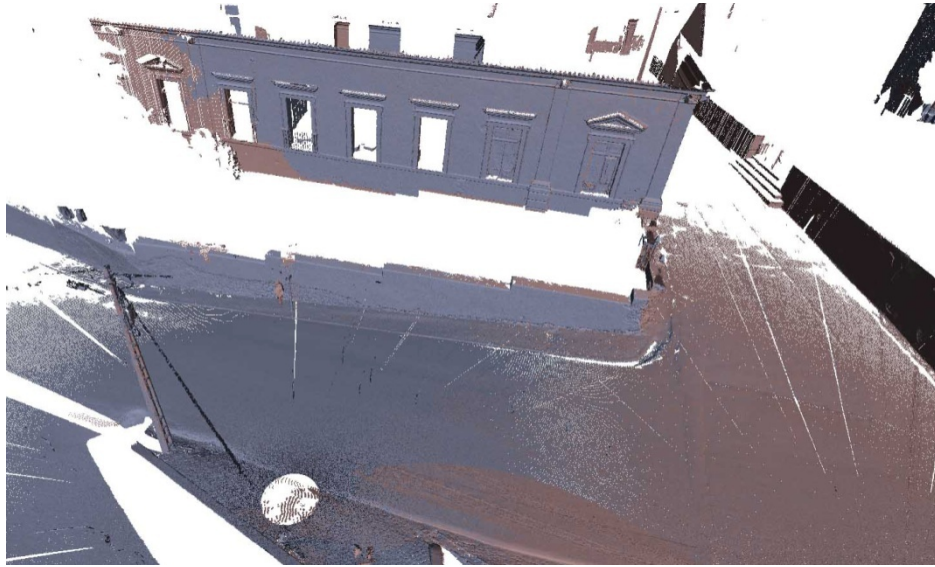


Figura 42 - Duas nuvens de pontos depois de orientadas e processadas.

Feito isto é necessário novamente conferir visualmente se o resultado obtido é satisfatório. Para tal, é seleccionado um ponto na superfície do modelo que queremos aferir, e fazendo uso do *'clipping'* do *'far plane'* e *'near plane'*, reduz-se a superfície visível a uma estreita tira de pontos que podem ser facilmente controlados.

O mesmo método é usado para a orientação de todas as nuvens, sendo que depois da orientação da nuvem M_i com a nuvem M_{i+1} , segue-se à importação da nuvem M_{i+2} , que será alinhada apenas com a nuvem M_{i+1} . Isto é, aquando da escolha da opção *'Glue Mesh Here'* apenas se selecciona a nuvem M_{i+1} , deixando as nuvens anteriores (neste caso apenas a nuvem M_i) fora do processamento.

No final do processo de orientação temos um erro de fecho correspondente ao acumular de erros nas orientações parciais entre pares de nuvens de pontos, verificado na diferença de distância entre a primeira e a última nuvem consideradas. Deste modo, quando no final do processo de orientação se orienta a nuvem de pontos inicial M_i tendo por referência a última nuvem de pontos M_{i+n} , é de esperar que a matriz de posição da nuvem M_i deixe de ser a matriz identidade. Esta nova matriz de posição traduz o "erro de fecho".

O Meshlab permite corrigir o erro de fecho de modo automático. Para tal, é usada novamente a ferramenta *'Align Tool'*, escolhe-se a opção *'Glue Here all Meshes'*, selecciona-se a nuvem inicial (nuvem M_i) escolhendo de seguida a opção *'Set as Base Mesh'*, e por fim carrega-se novamente em *'Process'*. Após este processamento final, são feitas novas confirmações visuais usando o *'clipping'* do *'far plane'* e *'near plane'*.



Figura 43 - Modelo resultante da orientação das nuvens de pontos em MeshLab.

4.1.2.3. Produção da documentação de apoio ao projeto

Relativamente à documentação que se produz neste ponto, entende-se todo o suporte gráfico passível de se extrair do modelo de nuvem de pontos, necessário no decorrer do processo de trabalho, desde a análise dos edifícios existentes, ao delinear de estratégias e desenvolver de soluções de intervenção. Como foi visto no ponto 2.2.3. *Outputs* das tecnologias FDT e VL3DT, o suporte pode ser dividido em elementos 2D ou 3D.

Dentro da documentação bidimensional já foi explicado (4.1.1.1. Retificação de imagens) o processo de produção das imagens retificadas e Fotomosaicos. Neste ponto será apresentado o método de extração de plantas, cortes (ortogonais e perspetivados) e alçados, tendo por base o modelo de pontos.

Enquanto elementos tridimensionais aparecem os próprios modelos de nuvem de pontos, produto dos levantamentos por FDT e VL3DT, que são em si documentação útil ao processo de projeto. Neste ponto é descrito o processo de produção de um modelo tridimensional, recorrendo ao programa SketchUp (<http://sketchup.com/>), tendo por suporte não só o modelo de pontos, como toda a documentação bidimensional já produzida.

A apresentação dos processos de produção da documentação de apoio ao projeto apresentados neste ponto será dividida por: i) produção de plantas, cortes e alçados; ii) captura de imagens nos modelos de pontos; iii) modelação tridimensional em SketchUp.

i) Produção de Plantas, Cortes (ortogonais e perspeticados) e Alçados:

O processo de produção de plantas, cortes e alçados a partir do Modelo de Pontos pode ser dividido em três etapas: 1- Extração de informação bidimensional a partir do Modelo de Pontos; 2- Processamento da informação bidimensional extraída com suporte de *software* de edição de imagem; 3- Delineação das imagens produzidas com suporte de *software* CAD.

Dentro das aplicações utilizadas ao longo deste processo estão: na primeira etapa o JRC 3D Reconstructor – sendo que o MeshLab, usado na orientação e montagem das nuvens de pontos, apresenta limitações na produção de elementos deste tipo; na segunda etapa o Adobe Photoshop CS5; na terceira etapa o AutoCad 2013. A documentação gráfica produzida neste ponto é apresentada na totalidade no Anexo A2 - Documentação gráfica relativa ao levantamento (Modelo de pontos).

1 - Extração de informação (JRC 3D Reconstructor)

A metodologia aplicada nesta etapa implica: i) criar planos de corte; ii) extrair as imagens onde está representada a linha de corte; iii) extrair as imagens que figuram a informação em vista nesse mesmo corte. (Figura 44) As sequências de tarefas fundamentais à aplicação desta metodologia são apresentadas na Tabela 2.

- i) Os planos de corte utilizados foram do tipo '*Camera*', sendo que na produção de elementos ortogonais é aplicada uma '*Ortho Camera*', e nos elementos perspeticados uma '*Perspective Camera*'. Estes planos são orientados segundo pontos do modelo – no caso do plano horizontal é seleccionado um ponto de uma das paredes do modelo, à cota a que se pretende fazer a planta, garantindo que os restantes pontos de controlo do plano têm o mesmo valor na coordenada Z; no caso dos planos verticais (para extração de cortes e alçados) são seleccionados quatro pontos da fachada de maior dimensão do modelo, sendo necessário corrigir manualmente as coordenadas destes pontos de modo a garantir que o plano fica vertical.

Depois de gerados, é possível alterar vários parâmetros tais como as suas dimensões em X e Y, o tamanho (em pixels) da imagem que se pretende extrair, o controlo de '*Clip*' do *far plane* e *near plane*. Estes planos podem ser duplicados, movidos ou rodados segundo as coordenadas X, Y e Z, e distinguidos pela alteração do seu nome.

- ii) No registo de ambas as imagens importa garantir que o *subsampling* do Modelo de Pontos é 1 (um), de modo a conseguir uma definição superior no produto final. No caso da imagem com a linha de corte é necessário: alterar a cor do *Layer* do modelo de pontos para uma cor escura; seleccionar '*Color by ID*' para que todos os pontos do modelo assumam a cor do *Layer*; seleccionar o plano de corte; alterar o '*Clip near plane*' para 0.02 e o '*Clip far plane*' também para 0.02. A sequência tarefas necessária para o registo da imagem é apresentada na Tabela 2.

- iii) Para a extração da imagem com a informação em vista o processo a aplicar implica: seleccionar '*Color by ID*' para que os pontos do modelo recuperem a sua cor original; seleccionar o plano de corte; manter o '*Clip near plane*' em 0.02 e alterar o '*Clip far plane*' para a distância máxima que se pretende registar na informação em vista do corte.

Tabela 2 - Sequências de tarefas no software JRC 3D Reconstructor.

Seleccionar ponto do modelo	<i>Alt + (duplo click sobre o ponto)</i>
Criar plano de corte	<i>Survey → Create Camera → Ortho Camera ou Perspective Camera</i>
Inserir as coordenadas de pontos do plano	<i>(Seleccionar plano) → Registration tools → Pose</i>
Duplicar plano (<i>Camera</i>)	<i>(Seleccionar plano) → Duplicate as → Ortho Camera ou Perspective Camera</i>
Extrair / gravar imagem	<i>Scan tools → Virtual Scan → Background color (Branco) → Update preview → Save image PNG</i>

2 - Processamento da informação (Adobe Photoshop CS5)

A utilização de um *software* de edição de imagem serve simplesmente para juntar as duas imagens registadas para cada corte, utilizando a linha de corte da primeira imagem para pintar de preto a zona em corte da segunda imagem.

3 - Delineação das imagens (AutoCad 2013)

Nesta etapa importa apontar que aquando da importação das imagens no *software* CAD a sua dimensão deve ser igual à dimensão do plano utilizado anteriormente, de modo a garantir a correcta escala do desenho final.



Definição do plano de corte



Extração do corte



Extração da vista



Figura 44 - Esquema representativo da produção de cortes, plantas e alçados.



Figura 45 - Exemplo de corte perspectivado extraído da Nuvem de Pontos.

ii) Captura de imagens nos modelos de pontos

A captura de vistas do modelo foi feita diretamente no *software* MeshLab, recorrendo à opção '*Save snapshot*'. Esta opção permite escolher o diretório onde é gravada a imagem, assinalar o nome que se pretende dar às imagens extraídas, indicar a numeração pela qual as imagens são organizadas, ligar ou desligar a opção de fundo transparente, e determinar a qualidade da imagem pela indicação de um número de '*Screen Multiplier*' (multiplicação de ecrã). Na opção '*Screen Multiplier*', quando inserido o algarismo 1 a imagem gerada tem a mesma dimensão daquela que surge no ecrã, dependendo diretamente do tamanho do monitor que se está a usar. Quando a unidade inserida é 2 a imagem terá a dimensão de 2 x 2, isto é, quatro vezes a dimensão da imagem que surge no ecrã, e por aí a diante, tal como exemplificado na Figura 46.

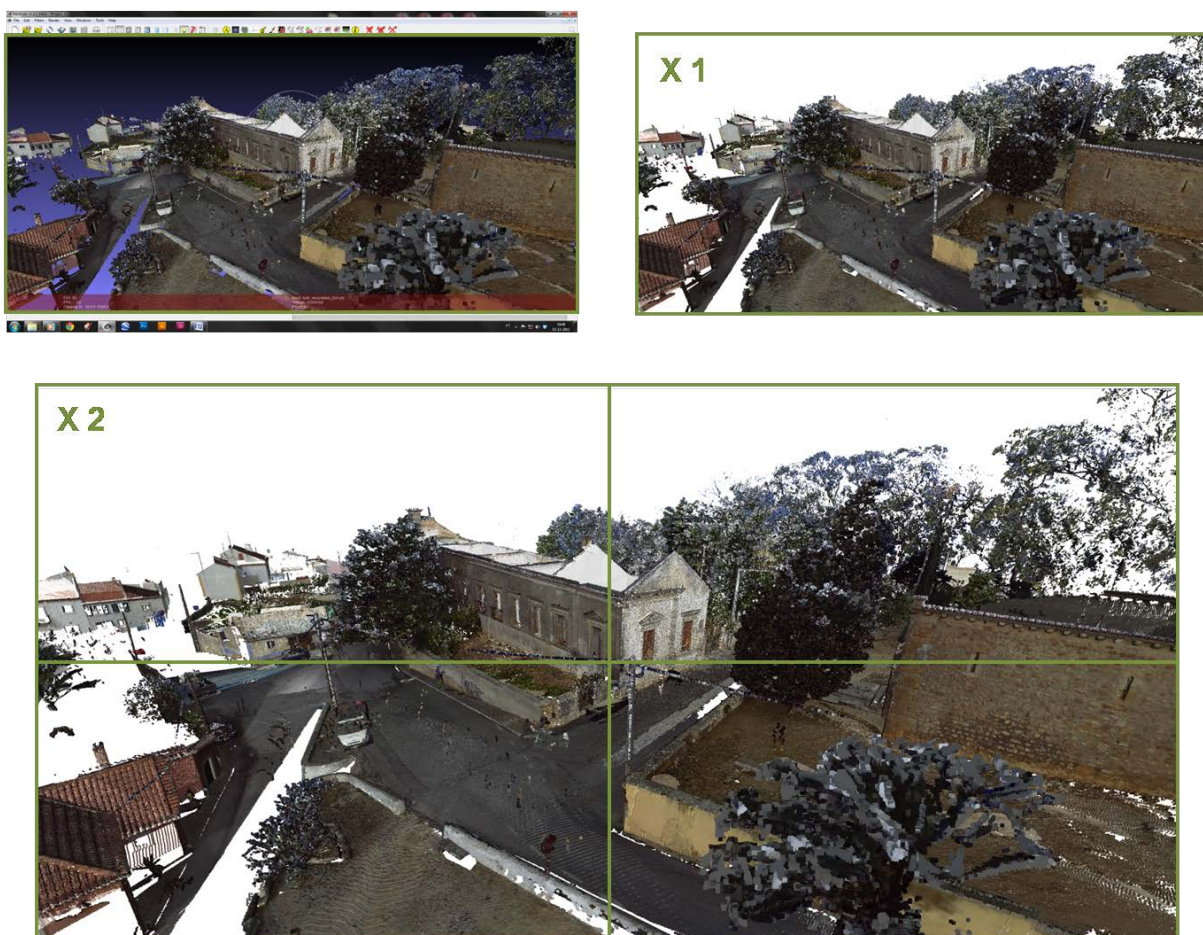


Figura 46 - Imagens exemplificativas da opção '*Screen Multiplier*' do *software* MeshLab.

iii) Modelação tridimensional em SketchUp:

O modelo tridimensional proveniente do levantamento por VL3DT, embora constituído apenas por pontos, se suficientemente denso, permite a visualização e leitura quase contínua do objeto representado. Para as etapas de análise, produção de documentação tridimensional, e ainda inquirição expedita acerca do edifício durante a tomada de decisões de projeto, o modelo de pontos é suficiente. Este tipo de modelos apresenta contudo uma limitação quando se pretende testar soluções de projeto por modelação tridimensional. Neste caso, é necessário contar com modelos do tipo Mesh ou Nurbs que permitam a interação com o objeto em tempo real. São várias as aplicações informáticas disponíveis que permitem este género de processo projetual, sendo que para este trabalho foi escolhido o Trimble SketchUp, o qual conta com uma versão gratuita, além da versão profissional.



Figura 47 - Fases da metodologia aplicada na modelação tridimensional: i) Orto-imagens obtidas do Modelo de Pontos (em cima); ii) Delineação em AutoCad sobre as Orto-imagens previamente obtidas (ao centro); iii) Modelação dos Alçados com o *software* SketchUp (em baixo).

Para a modelação tridimensional do palácio e envolvente próxima, foi aplicada uma metodologia 3D - 2D - 3D, que parte do 3D do modelo de pontos, passa pelo 2D de desenho CAD para chegar ao 3D. Esta metodologia pode ser dividida em três etapas, sendo estas: i) A extração de Orto-imagens do Modelo de Pontos; ii) Delineação em AutoCad sobre as Orto-imagens previamente obtidas; iii) Importação dos desenhos CAD no programa Sketchup para servirem de base à modelação tridimensional. (Figura 47)

Para a modelação de elementos que requerem um maior detalhe, a etapa de delineação de imagens em AutoCad foi feita sobre fotografias retificadas de definição superior às orto-imagens provenientes do modelo de pontos. São também utilizadas nuvens de pontos isoladas, que não sofreram qualquer tipo de *subsampling* (redução da quantidade de pontos) para a extração de linhas de corte de pormenor com alta definição. A Figura 48 apresenta este processo aplicado à modelação dos vãos das fachadas Este, Sul e Oeste do Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima.



Figura 48 - Processo de modelação tridimensional de vãos: i) Fotografia retificada (cima à esquerda); ii) Pormenores extraídos do Modelo de Pontos (cima ao centro); iii) Delineação em AutoCad sobre a fotografia retificada (cima à direita); Modelação dos vãos com o *software* SketchUp (em baixo).

4.2. Análise do objeto arquitetónico

Tendo produzido a documentação gráfica de suporte à compreensão do objeto arquitetónico a intervir, é possível passar à fase de análise e diagnóstico. A leitura do edifício começa pelo entendimento do seu enquadramento na envolvente, passando às análises – icónica, estratigráfica, distributiva, estrutural, construtiva e de estado de conservação, seguindo o modelo de análise referido no ponto 2.2. - Uma nova metodologia de documentação. Ao longo da análise foram pontualmente produzidos novos elementos de documentação gráfica, tendo por base maioritariamente informação registada aquando do levantamento por FDT e VL3DT.

4.2.1. Enquadramento na envolvente

O enquadramento do objeto arquitetónico em estudo com a envolvente serve para estabelecer relações entre este e o contexto em que se insere. Perceber quais são os pontos fortes e fracos, bem como as oportunidades e ameaças. Esta leitura, deve ser feita não só à escala das ruas adjacentes ao objeto em estudo e dos seus edifícios vizinhos, mas também a uma escala mais alargada, que permita encontrar pistas que suportem a intervenção, tanto a nível de projeto de arquitetura como de proposta urbana.

O Palácio dos Marquesses de Ponte de Lima, situa-se na Rua do Malvar, Vila Velha de Mafra, freguesia e concelho de Mafra, distrito de Lisboa. As três ligações de maior importância do Palácio são com o Parque Desportivo de Mafra, com a Igreja de Santo André e com o Convento de Mafra. O Parque Desportivo de Mafra, situado a norte do Palácio, ocupa os terrenos que outrora compuseram a Quinta da Cerca. Esta compunha a componente produtiva e de lazer associadas ao Palácio. Da vertente produtiva restam apenas os lagares encontrados no interior do Palácio, enquanto da componente de lazer permanece a Casa de Fresco, e subsistem vestígios dos jardins, tais como as fontes e o poço. Ainda no Parque Desportivo, surgem outros dois elementos a relacionar com o Palácio, são estas as capelas de São Jacinto e Santo António. (Figura 45) Importa salientar a localização de uma Estação De Tratamento de Águas Residuais (ETAR) muito próxima ao Palácio. (Figura 46) O barulho e cheiros provenientes da estação devem ser tidos em conta no desenvolvimento do projeto de Arquitetura.

A Igreja de Santo André é o edifício vizinho mais próximo ao Palácio. Situada em frente à fachada Este deste, é de construção anterior a este. Classificado em 1935 como Monumento Nacional, a configuração atual resulta de várias intervenções, sofrendo acrescentos e demolições ao longo dos séculos, permanecendo o seu aspeto românico e gótico. A última das intervenções foi levada a cabo pela DGEM, nos anos 30/40. Foi também por esta altura que ficou definida a Zona Especial de Proteção da Igreja de Santo André (definida pelo Decreto do Governo nº173, de Julho de 1948), a qual abrange o Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima.

O Convento de Mafra, de génese posterior ao Palácio – séc. XVIII – é o edifício mais marcante do concelho de Mafra, e um dos mais importantes no contexto da arquitetura e História de Portugal. O Rei D. João V, aquando das várias visitas a Mafra para acompanhamento das obras do Convento, ficou acomodado no Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima. Por este motivo, existe ainda hoje uma Rua que liga o Palácio e o Convento quase em linha reta. A Rua Serpa Pinto, antiga Calçada das Obras Reais, foi das primeiras artérias de Mafra a ser calçetada. (Câmara Municipal de Mafra, 2010) Tendo em conta o Convento enquanto atração turística, a par da reabilitação do Palácio para fins museológicos, de formação e de acesso ao Parque Desportivo de Mafra, a ligação clara entre estes pela Rua Serpa Pinto (Rua do Castelo e Rua Pedro Julião mais próximo ao Palácio) apresenta fortes potencialidades de revitalização. (Figura 53)

Tendo abordado o ponto da potencialidade de revitalização, importa apontar a carência de qualificação da zona da Vila Velha de Mafra que envolve o Palácio. Enquanto lugar génese do concelho de Mafra, esta área apresenta sinais de envelhecimento e desocupação, com vários edifícios abandonados, em mau estado de conservação e alguns em pré-ruína. O défice na circulação para os peões é notório, pela falta de passeios que, quando existem, possuem largura demasiado reduzida para a sua utilização em segurança. Por este motivo a ligação pedonal do Convento de Mafra ao Palácio é interrompida, fazendo com que os turistas e visitantes que pretendem conhecer Mafra fiquem pela zona centro da freguesia, com maior vitalidade, espaços públicos mais qualificados, e onde se encontra a quase totalidade do comércio. Entre outros problemas está a falta de espaços públicos de lazer, tais como jardins e praças, a quase inexistência de mobiliário urbano, e a presença de fatores de risco tais como a circulação automóvel, com ruas e cruzamentos de fraca visibilidade, a par da velocidade em excesso por parte dos automobilistas. Todas estas circunstâncias contribuem para o crescente destacamento entre Vila Velha e a zona central de Mafra.



Figura 49 - Panorama da intersecção da Rua do Malvar com a Rua do Castelo. Palácio dos Marquês de Ponte de Lima (à esquerda), Igreja de Santo André (à direita).



Figura 50 - Panorama a partir de uma das janelas da fachada Sul do Palácio.

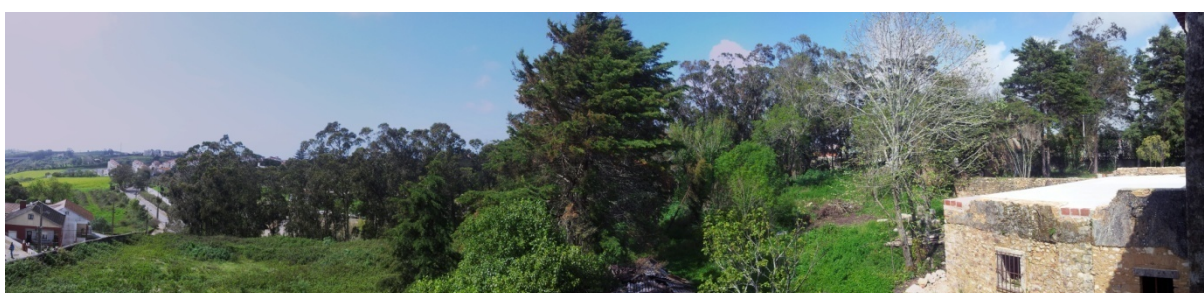


Figura 51 - Panorama a partir de uma das janelas da fachada Norte do Palácio.



Figura 52 - Panorama do Parque Desportivo de Mafra a partir da Rua do Castelo.

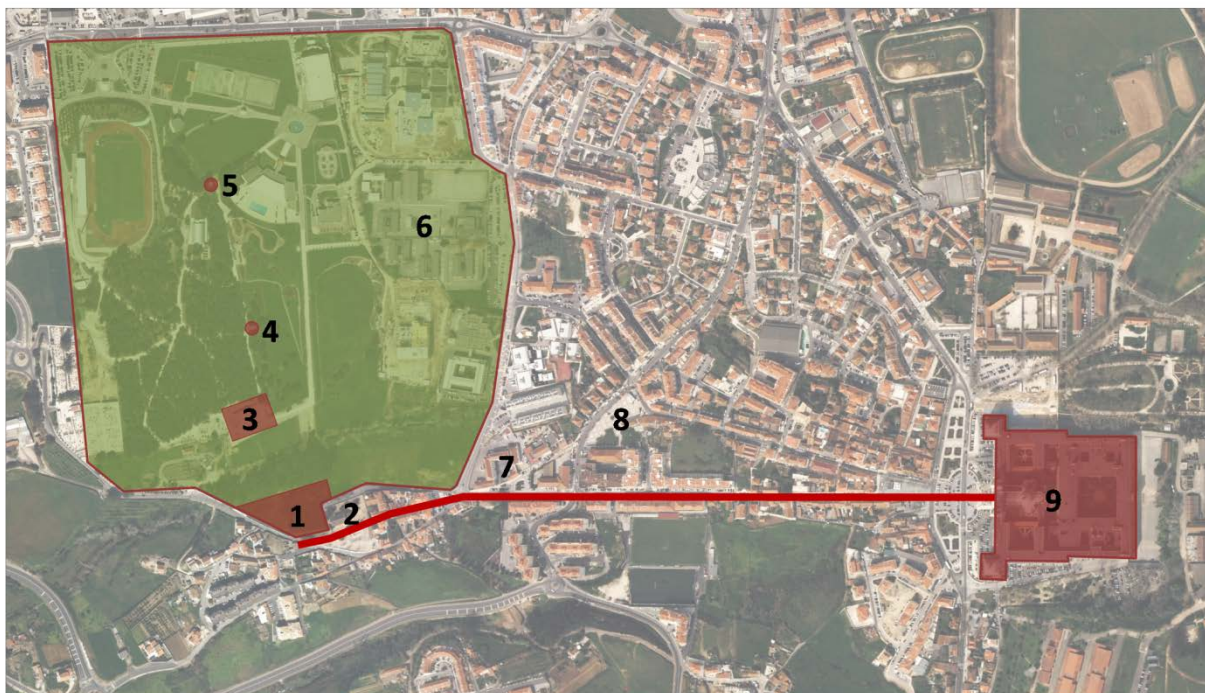


Figura 53 - Ortofotomapa do município de Mafra onde se registam elementos que importam na análise ao enquadramento do Palácio na envolvente. (www.sig.cm-mafra.pt)

Legenda:

- 1- Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima; 2- Igreja de Santo André; 3- Casa de Fresco;
- 4- Capela de São Jacinto; 5- Capela de Santo António; 6- Complexo escolar; 7- Quinta da Raposa;
- 8- Museu Municipal de Mafra; 9- Convento de Mafra



Figura 54 - Ortofotomapa que mostra as ruas da envolvente próxima do Palácio. O rectângulo vermelho alerta a proximidade com uma ETAR. (www.bing.com/maps)

4.2.2. Análise icónica e distributiva

Enquanto obra da arquitetura Chã, o Palácio desenvolve-se em planta retângular longitudinal, apresentando uma volumetria paralelepípedica, bem como uma fachada principal que se caracteriza pela racionalidade, ritmo e simetria. Numa leitura mais aprofundada fica contudo notória a discrepância entre a monumentalidade da fachada Sul e a escala doméstica da fachada Norte. A primeira tem um carácter icónico, racional, ao ritmo 1+5+1+5+1. Esta é a fachada principal, aquela que é vista por quem passa na rua adjacente ao palácio, e que por este motivo é desenhada enquanto acto teatral de demonstração de poder e erudição. A fachada Norte surge, pelo contrário, fragmentada e com sinais claros de alterações e adaptações ao longo dos séculos. Esta discrepância tão acentuada, a par com a ambiguidade na modelação dos alçados Este e Oeste, levam a crer que a construção deste palácio não chegou a ser concluída.



Figura 55 - Nestas fotografias fica notória a discrepância entre a monumentalidade da fachada Sul (à esquerda) e a escala doméstica da fachada Norte (à direita)

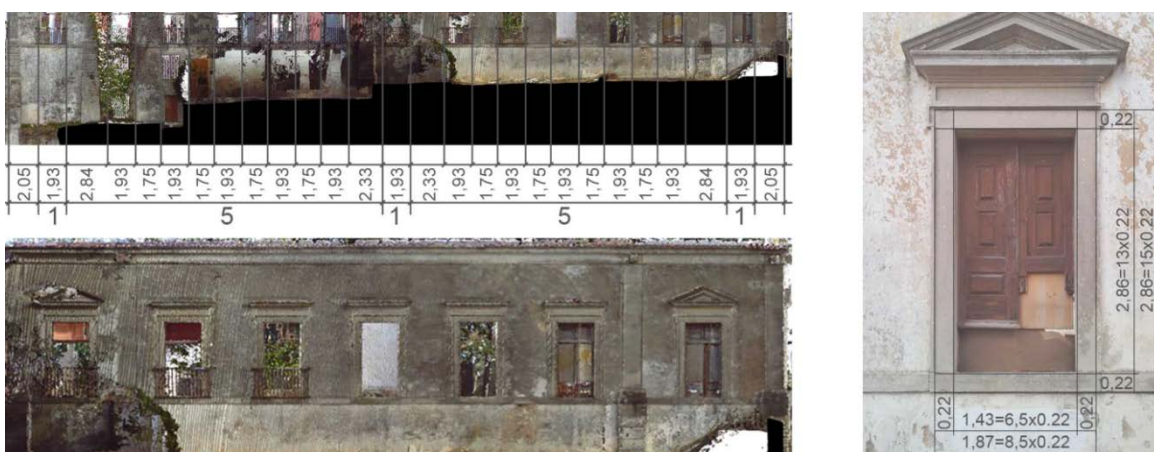


Figura 56 - Métrica da fachada Sul do Palácio (esquerda) e de um dos seus vãos (direita) Importa salientar a aproximação de todas as medidas com a unidade do palmo.

O acesso ao interior do palácio é feito quase unicamente a Norte. Existe uma porta de entrada a Sul, mas esta dá acesso a uma única sala no Piso -2. A distribuição interna do palácio é feita, no seu piso nobre, segundo uma sequência de salas de grande dimensão (desde a sala B à sala E) passando a uma distribuição mais fragmentada na zona onde seriam os espaços mais privados da casa, ou seja, os quartos (salas F, G e H). (Figura 57)

O piso -1 pensa-se ser uma adaptação a construções anteriores, apresentando espaços de menor área e uma distribuição menos racional. Alguns destes espaços têm acesso apenas pela rua, como é o caso das salas Q e R. Já no piso -2 surgem apenas duas salas, com acesso unicamente pelo exterior. Os acessos de comunicação vertical ruíram total ou parcialmente, subsistindo contudo sinais de que terá existido um acesso por escada de pedra (com arranque junto à entrada para a sala Q) do jardim à sala L, uma escada de madeira de ligação da sala Z1 à sala M, e uma escada também de madeira que dá acesso a compartimentos no sótão a partir da sala I.

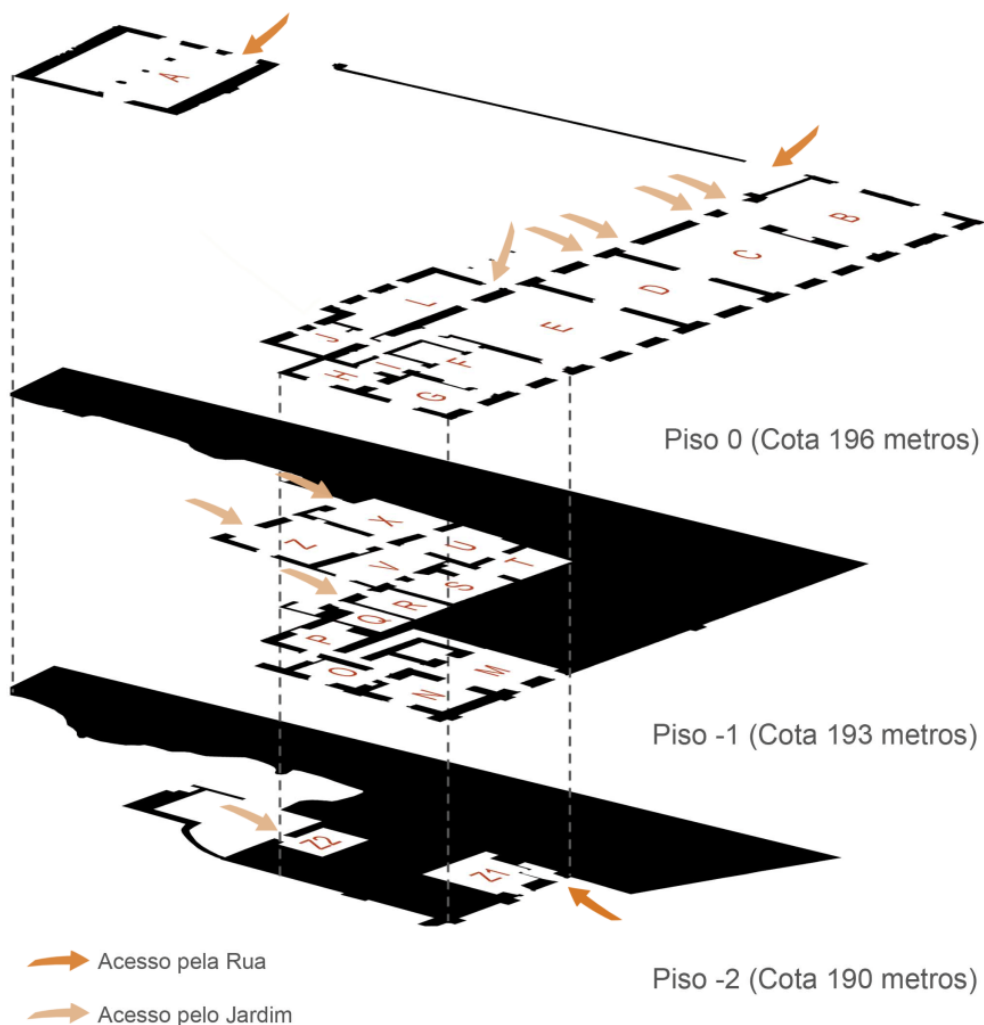


Figura 57 - Esquema em planta da análise distributiva do Palácio.

4.2.3. Análise estratigráfica

A análise estratigráfica serve para compreender a evolução do edifício ao longo do seu tempo de vida. Numa primeira abordagem essa análise foi feita com base na documentação gráfica (plantas) produzida a partir do levantamento por VL3DT. A precisão atingida com a aplicação desta tecnologia permite examinar com exatidão as diferenças de espessura das paredes do edifício. Para a produção das plantas apresentadas na Figura 50, além das espessuras das paredes foi também tida em conta a derivação na orientação apresentada pela planta do piso -1, bem como as diferenças de soluções construtivas e distribuição dos espaços.

Sabe-se que existem estudos que apontam a possibilidade de o edifício atual estar erguido sobre um acastelado mais antigo dos donatários de Mafra, provavelmente datado do século XIV. Por sua vez, as escavações arqueológicas realizadas pelo arqueólogo Estácio da Veiga indicam sinais de que a extremidade poente do palácio estará assente sobre os vestígios de uma das torres do castelo de Mafra. Estas hipóteses podem explicar algumas das ambiguidades deparadas no decorrer da análise às plantas do palácio. (Figura 58) O piso -2 apresenta apenas dois espaços separados por um maciço que configura a base de suporte à extremidade Oeste do palácio, o que pode ajudar a corroborar a conjectura que a peculiar configuração dos pisos superiores deste lado do palácio mais não seja do que uma adaptação seiscentista de uma das torres do castelo. A derivação na orientação apresentada pela planta do piso -1 pode também ser explicada pela conservação de parte do acastelado mais antigo dos donatários de Mafra, aquando da construção do Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima.

Com o arrançar dos trabalhos no palácio, procedeu-se à remoção do reboco por este se encontrar em deficiente estado de conservação. Deste modo foi possível não só confirmar algumas das suposições consumadas com base nas plantas, como também proceder a um estudo mais aprofundado ao nível da Arqueologia da Arquitetura. Na Figura 59 está uma das situações em que a remoção do reboco confirmou a discrepância temporal na construção já apontada pela diferença de espessuras das plantas resultantes do VL3DT, pela notória diferença na constituição das alvenarias utilizadas na construção. Esta diferença é acentuada pela propriedade cromática das superfícies e pela fissura vertical resultante da ação provocada pela desigualdade no comportamento dos materiais aplicados.



Figura 58 - Possível evolução em planta do Palácio.



Figura 59 - A remoção do reboco vem confirmar, pela notória diferença de alvenarias, a discrepância temporal na construção já apontada pelo VL3DT com a disparidade de espessuras.



Figura 60 - A remoção do reboco deixa à vista vários sinais que marcam a evolução estratigráfica do edifício.

A remoção do reboco deixou à vista várias outras marcas da evolução estratigráfica do edifício. Por exemplo na Figura 60 é possível observar na imagem à esquerda a diferença na solução construtiva aplicada, bem como sinais de que terá existido outra construção adocçada a esta fachada do palácio. Mas uma das situações mais curiosa é a revelação de vãos semienterrados, a Norte do palácio, na parede voltada a Este do piso -1. Este facto vem confirmar a suspeita de que este piso resulta de uma construção anterior à do palácio. O aterro realizado aquando da construção do palácio atual, para permitir que o acesso principal ao piso nobre deste fosse a Norte, utilizou uma das paredes da construção existente enquanto muro de suporte, tapando por consequência as janelas.



Figura 61 - Com a remoção do reboco, surgem vãos semienterrados pela cota atual do terreno.

4.2.4. Análise construtiva e estrutural

O Palácio dos Marquês de Ponte de Lima, adquirido pela Câmara Municipal de Maфра em 1989, está ao completo abandono há várias décadas. Depois de residência dos Marquês, sabe-se que em 1806 foi ocupado por um hospital improvisado de prevenção à peste bubónica, e desde então tem sofrido ocupações parciais (servindo de escola primária e armazém agrícola) durante as quais se procederam a alterações negligentes, e mais recentemente ocupações clandestinas. O abandono, a par da falta de manutenção, tem provocado a degradação do edifício, acelerada pelo abatimento de grande parte da cobertura por volta de 1999. (Corredoura, 2008) Neste trabalho são identificadas e descritas as principais anomalias resultantes dessa degradação.

Para as análises, construtiva e estrutural, recorreu-se aos livros "Reabilitação de Edifícios Antigos" de João Appleton (Appleton, 2003) e "Reabilitação Estrutural de Edifícios Antigos" de Vítor Coías (Coías, 2007). A localização, registo e identificação dos tipos e causas das anomalias é feita com suporte nos levantamentos por FDT e VL3DT realizados neste trabalho. Um tipo de documentação gráfica particularmente útil nesta análise foi a fotografia retificada das fachadas interiores e exteriores dos objetos em estudo. Na Tabela 3 é feito um resumo da análise dos elementos estruturais do palácio quanto à sua materialidade, técnica de construção, anomalias e suas possíveis causas.

A presença de água, nos seus diferentes estados, no interior do edifício e seus elementos estruturais, é um dos principais fatores enquanto causa das anomalias encontradas. A ausência de janelas, a par do abatimento de parte da cobertura, expõe o edifício às condições atmosféricas, com principal impacto por parte das águas pluviais. Esta ruptura da cobertura também contribuiu para o enfraquecimento do travamento transversal das fachadas norte e sul do edifício. Este enfraquecimento, juntamente com a acção nociva da água no interior das paredes de alvenaria, provoca o abaulamento das fachadas paralelas (norte e sul), e a quebra na sua ligação com as paredes interiores transversais.

Na Figura 62 são representadas, por meio de setas, o sentido das forças a atuar numa das paredes transversais, e consequentes movimentos estruturais. Pelas fissuras verticais visíveis nos cantos da sala é possível observar o destacamento das fachadas em relação a esta parede. Está ainda representado o movimento vertical no sentido descendente na zona de uma porta, sendo a sua causa provável a infiltração (e depósito) de água nesta parede levando em última instância ao colapso da passagem. (Figura 72)



Figura 62 - Análise da fendilhação numa das paredes da Sala C. As setas representam as forças a atuar e consequentes movimentos estruturais. À direita uma imagem de pormenor.

Na Figura 63, além das fissuras verticais resultantes do destacamento das fachadas em relação à parede transversal, são igualmente visíveis fendas diagonais profundas. Estas fendas sugerem que ocorreu um assentamento ao nível dos materiais que compõem as fundações. Uma vez mais a água parece ser a principal causa, sendo que a sua infiltração no pavimento leva à reorganização das partículas de terreno sobre as quais assenta o peso da parede.

Como indicado anteriormente, a rutura da cobertura contribuiu para o enfraquecimento do travamento transversal das fachadas norte e sul do edifício. Esta circunstância foi temporariamente agravada com a recente remoção completa da cobertura para substituição. Na Figura 64 é visível o efeito que a falta de travamento por parte da cobertura tem, com destacamento e perigo de derrocada da cumeeira. Importa salientar que esta fissura não era visível aquando da primeira visita ao palácio. Na Figura 65 é representado por meio de setas o abaulamento do pano de fachada sul, o qual está a provocar fissuras na cornija do edifício. As Figuras 66 e 67 apresentam a inspeção à deformação da fachada Sul, realizada com base no modelo de pontos e recorrendo ao *software* JRC Reconstructor. Esta inspeção permite observar a presença de duas deformações por abaulamento com desvios que chegam aos 17 centímetros. Para a construção da nova cobertura, foi construída uma cinta de betão que serve de reforço estrutural e regularizador da zona de apoio. Esta solução, apesar de útil, mostrou-se

demasiado intrusiva pela aplicação de um material pouco compatível com os existentes, bem como pela alteração da altura do edifício.

Nas Figuras 70 e 71 é visível outra das principais anomalias estruturais do edifício, a falta, ou avançado estado de degradação, de elementos estruturais - vigas de madeira - nas coberturas e pavimentos. O vigamento de madeira apresenta deformações, redução de secção e alguns casos de colapso. As causas possíveis são o envelhecimento do material, e a ação das infiltrações de humidade, o ataque de fungos e a proliferação de ataque de insetos xilófagos (caruncho).



Figura 63 - Análise da fendilhação na parede oposta à analisada na Figura 52 da Sala C. As setas representam as forças a atuar e conseqüentes movimentos estruturais. À direita uma imagem de pormenor.



Figura 64 - Fissura no topo da Fachada Este do palácio sugere o destacamento e perigo de derrocada da cumeira.

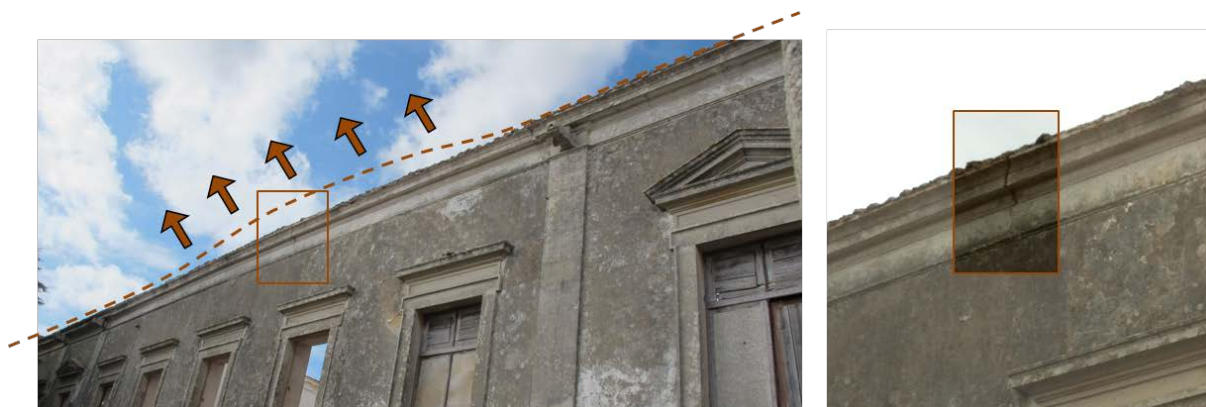


Figura 65 - O abaulamento de secções da Fachada Sul está a provocar fissuras na cornija.

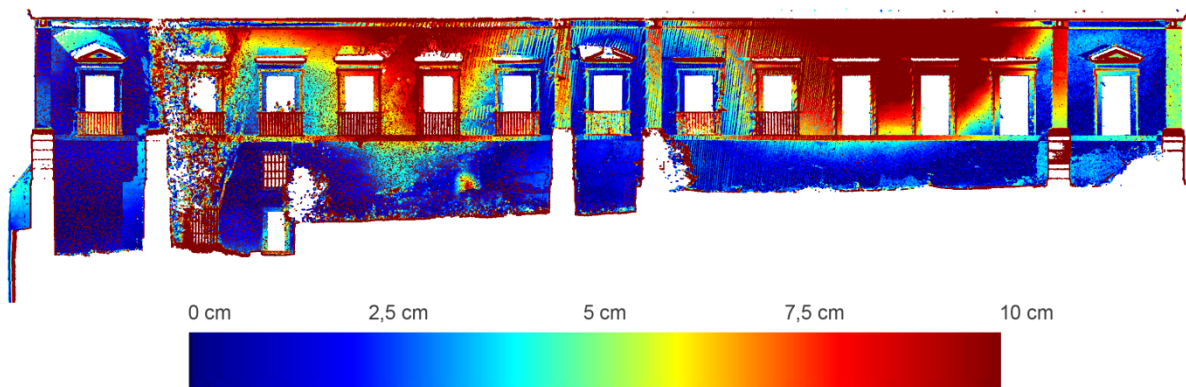


Figura 66 - Inspeção à deformação da fachada Sul - A escala representa o desvio atual da fachada em relação ao seu plano inicial. (Escala de 10 cm)

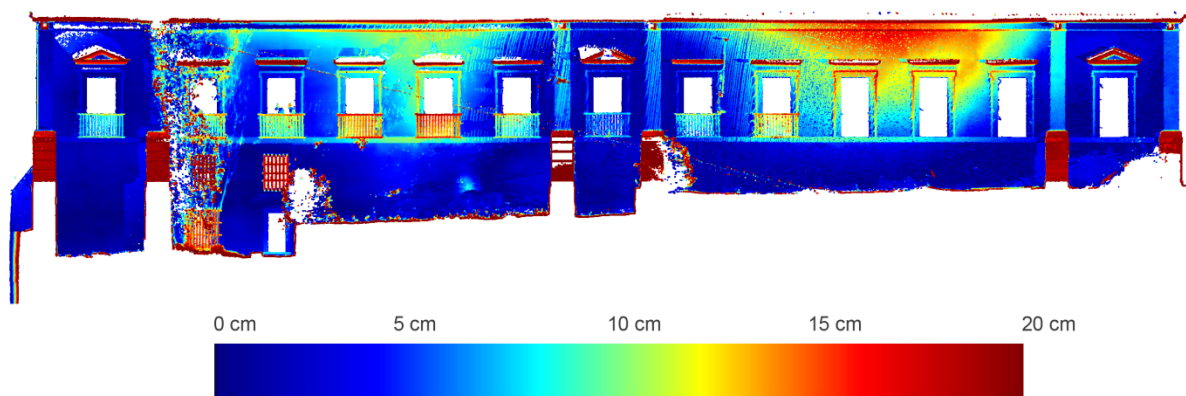


Figura 67 - Inspeção à deformação da fachada Sul - A escala representa o desvio atual da fachada em relação ao seu plano inicial. (Escala de 20 cm)



Figura 68 - À esquerda é possível observar a fissuração de um arco no topo Oeste do palácio. À direita observa-se uma fissura na abertura, a Norte, para a Sala B.



Figura 69 - Construção de uma cinta de blocos de betão enquanto elemento estrutural e de regularização para o assentamento da nova cobertura.



Figura 70 - O avançado estado de degradação nos pavimentos de madeira levou à remoção das tábuas de revestimento.



Figura 71 - Inexistência de tetos ou pavimentos vem agravar a evolução das anomalias causadas na estrutura pela entrada de águas pluviais.



Figura 72 - Neste vão de passagem da Sala B para a Sala C foi possível observar a evolução de uma das anomalias, desde a fissuração ao desabamento.

Tabela 3 - Análise estrutural e construtiva dos elementos construtivos primários. - Com base nas tabelas encontradas em (Cóias, 2007).

ELEMENTO	MATERIAL E TÉCNICA	ANOMALIAS	CAUSAS POSSÍVEIS
- Fundações	Fundação direta, por sapata contínua de alvenaria de pedra. Possibilidade de parte do palácio (poente) estar assente sobre vestígios da antiga muralha de Mafra.	As fundações não apresentam anomalias visíveis, provavelmente por estarem assentes sobre a antiga muralha de Mafra. Contudo, é pelas fundações que se dá a infiltração de água por capilaridade.	A inexistência de cobertura leva ao depósito das águas pluviais nos pisos em cave do edifício. Esta água infiltra-se desde a zona das fundações, afetando por capilaridade todas as paredes resistentes.
- Muros de suporte	Muros de gravidade de alvenaria de pedra. Muro de gravidade de betão a sul do edifício.	Os muros de suporte apresentam anomalias de desagregação, fendilhação e abaulamento.	As causas principais para estas anomalias são os impulsos causados pelo movimento de terras, bem como a ação das raízes das árvores plantadas junto aos muros.
- Paredes resistentes	Paredes de alvenaria de pedra pouco regular e tijolo, com argamassa de ligação (provavelmente cal aérea), com 80 cm de espessura média.	As paredes resistentes apresentam anomalias de desagregação, fendilhação e abaulamento. São também visíveis cripto florescências e ataques de fungos.	A inexistência de cobertura e sua estrutura vem agravar os problemas de infiltração de água, bem como os causados pelos impulsos laterais.
- Pavimentos	Pavimentos de madeira, assentes sobre vigamento simples de madeira de secção quadrangular. Pavimentos cerâmicos assentes sobre terra batida.	Os pavimentos de madeira e cerâmicos foram retirados após a primeira visita ao local, restando o vigamento de madeira, que apresenta deformação, redução de secção e alguns casos de colapso.	Envelhecimento do material, ação das infiltrações de humidade, agravadas com a demolição da cobertura, ataque de fungos e proliferação de ataque de insetos xilófagos (caruncho).
- Coberturas	Cobertura de telhado sobre asnas de madeira de duas vertentes. (Demolido após a primeira visita ao local).	Aquando da primeira visita a cobertura apresentava zonas de colapso. Atualmente, após remoção sem reposição, não existe qualquer cobertura no edifício.	O colapso terá sido provocado pela ação da humidade e do ataque de insetos xilófagos sobre a madeira estrutural. A remoção da cobertura veio agravar a infiltração de água.

4.2.5. Análise do estado de conservação

A análise de estado de conservação é feita com suporte no levantamento fotográfico realizado nas várias visitas ao edifício. Na Tabela 4 é feito um resumo da análise do estado de conservação do palácio e suas possíveis causas. A maior parte das anomalias encontradas neste ponto advém das décadas de abandono e ocupações ilícitas do edifício. As restantes anomalias têm por principais causas a ação da água, nos seus diversos estados, bem como a exposição dos materiais e superfícies à poluição atmosférica.

As ocupações que o edifício sofreu, para utilizações diferentes daquela para a qual foi construído (residência dos Marqueses), resultaram na sobreposição de revestimentos, tanto nas paredes como nos pavimentos. Na Figura 73 é visível que por baixo de várias camadas de pinturas mais recentes, ainda existem vestígios do que poderá ser o revestimento original destas paredes do palácio. Já na Figura 75 pode-se observar a sobreposição de revestimentos no pavimento de uma das salas. Sob a camada de tijoleira, composta de elementos dispostos na diagonal em relação às paredes da sala, encontra-se uma camada de betão que terá sido utilizado para a regularização que procedeu o assentamento desta camada de revestimento. Numa observação mais atenta é ainda visível um revestimento de tijoleira mais grosso sob a camada de betão, e por baixo desta ainda há vestígios de uma outra camada de tijoleira mais fina.



Figura 73 - A sobreposição de revestimentos resultante de várias ocupações sucessivas do edifício esconde os sinais do que poderão ter sido os frescos originais que revestiam as paredes do palácio.



Figura 74 - São várias as situações no palácio em que foram usadas técnicas de pintura que procuram reproduzir texturas de pedra – Fingidos.



Figura 75 - Nestas imagens está visível a sobreposição de pavimentos numa das salas do palácio.

Nas Figuras 76 e 77 é perceptível o efeito que a exposição à poluição atmosférica teve sobre os elementos de pedra calcária do edifício (cantarias). Estes elementos estão presentes por todo o edifício, sob a forma de pilastras, socos e emolduramento de aberturas de janelas e portas, interiores e exteriores, cunhais de cantaria, cornijas e gárgulas. As principais anomalias são o desgaste da pedra, a sujidade, e fluorescências, fendilhação, fratura e demolição parcial. O desgaste é provocado pela ação da água da chuva. A sujidade tem principal origem na poluição atmosférica. As fluorescências estão associadas à migração de sais através da pedra.



Figura 76 - Nos elementos de pedra as principais anomalias são o desgaste da pedra, a sujidade, e fluorescências, fendilhação, fratura e demolição parcial.



Figura 77 - Anomalias nos elementos de pedra calcária nos emolduramentos, frontões e vergas destacadas das janelas de sacada.

Outras causas das anomalias no interior do edifício são a ocupação ilícita por toxicodependentes e sem-abrigo, e os atos de vandalismo por parte de marginais. Na Figura 78 corresponde à parede onde em tempos esteve uma lareira, a qual já em avançado estado de degradação foi utilizada para acender uma fogueira. O resultado foi a escapatória do fumo para o interior da sala. Na Figura 79, as imagens apresentam dois exemplos de vandalismo: à esquerda é possível observar que a pedra superior da lareira está deslocada, numa tentativa de roubo da mesma; à direita está um exemplo dos escritos e graffiti que cobrem várias paredes.



Figura 78 - Anomalia consequente das ocupações ilícitas do edifício.



Figura 79 - Os sinais de vandalismo estão um pouco por todo o palácio.

Tabela 4 - Análise dos elementos construtivos secundário (Cóias, 2007).

ELEMENTO	MATERIAL E TÉCNICA	ANOMALIAS	CAUSAS POSSÍVEIS
- Paredes não resistentes	Paredes de compartimentação em tabiques. (Demolidas após primeira visita ao local).	As paredes resistentes de compartimentação, apresentam anomalias de desagregação nas zonas dos vãos, de fendilhação diagonal, e zonas escritas ou raspadas.	A ação da água no interior das paredes, pela degradação do reboco, pela insistência de cobertura e por capilaridade. Falta de travamento aos impulsos laterais.
- Revestimento de pisos	Os revestimentos dos pavimentos foram totalmente (madeiras) ou parcialmente (cerâmicos) removidos. Pavimento de pedra no edifício anexo.	O pavimento cerâmico apresenta anomalias de fendilhação e quebra. O pavimento de pedra apresenta desgaste superficial.	As anomalias de fendilhação e quebra do pavimento cerâmico devem-se principalmente ao processo de demolição de vários elementos do edifício. O desgaste é devido ao uso.
- Revestimento de tetos	Não existem revestimentos de tetos ou coberturas.	N.A.	N.A.
- Caixilharias interiores e exteriores	As caixilharias interiores e exteriores são de madeira. Contudo, a totalidade das caixilharias interiores e parte significativa das exteriores foram recentemente removidas.	As anomalias encontradas nas caixilharias que restam são deformações da madeira e fratura de alguns vidros.	As causas das deformações da madeira são o envelhecimento do material e a ação da humidade. A fratura dos vidros deve-se provavelmente ao vandalismo.
- Escadas	As escadas interiores são em estrutura e revestimento de madeira, e as exteriores são de pedra.	As escadas interiores de madeira apresentam deformações, fissuras e por vezes colapso. As escadas exteriores de pedra apresentam desgaste.	As anomalias das escadas interiores devem-se à ação das infiltrações de humidade, bem como ao ataque de insetos xilófagos (caruncho). O desgaste deve-se ao uso.
- Cantarias	As cantarias de pedra estão presentes por todo o edifício, sob a forma de pilastras, socos e emolduramento de aberturas de janelas e portas, interiores e exteriores, cunhais de cantaria, cornijas e gárgulas.	As principais anomalias são o desgaste da pedra, a sujidade, e fluorescências, fendilhação, fratura e demolição parcial.	O desgaste é provocado pela ação da água da chuva. A sujidade tem principal origem na poluição atmosférica. As fluorescências estão associadas à migração de sais através da pedra.
- Elementos metálicos	Elementos de ferro com a função de travamento na ligação de paredes resistentes. As grades de vedação, bem como as guardas de proteção de janelas são igualmente em ferro.	As anomalias principais encontradas são a corrosão e a fratura dos elementos de ferro.	A corrosão dos elementos de ferro deve-se à oxidação dos metais e ligas, pela ação da água e oxigénio, bem como pela proximidade do mar.
- Instalações	As instalações são resultantes de intervenções mais recentes no edifício. Estas são, as redes elétricas, redes de abastecimento de água e redes de esgotos.	A rede elétrica além de obsoleta apresenta interrupções por remoção de cabos. As redes de águas e esgotos apresentam problemas de falta de estanquicidade por fratura ou remoção de tubagens.	Falta de manutenção e demolição parcial do edifício.

5. O PROJETO DE INTERVENÇÃO

5.1. Estratégia de intervenção

Concluída a análise e diagnóstico ao edifício a intervir, e definidas as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, chega a altura de traçar uma estratégia de intervenção. Esta foi delineada segundo uma lógica que parte do geral para o particular, à semelhança do que foi feito na fase de análise.

Ao nível da escala urbana (Figura 80), o princípio gerador consiste na revitalização do eixo que liga, pela Rua Serpa Pinto, o Convento de Mafra ao Palácio dos MPL, bem como na reinserção deste último no Parque Desportivo de Mafra, reconstituindo aquilo que foi, em tempos, a Quinta da Cerca.

É intenção por parte da Câmara Municipal de Mafra de beneficiar da intervenção no palácio para a criação de uma nova entrada para o Parque Desportivo. O parque de 22 hectares é dedicado à prática desportiva, estando equipado com um estádio de futebol relvado, pista de atletismo, polidesportivos cobertos e descobertos, campos de ténis, piscinas municipais, ginásios, e um circuito de manutenção que tira partido dos jardins, florestas, capelas e casa de fresco que inicialmente existiam na quinta. Atualmente o parque tem apenas uma entrada a norte, onde se encontra um parque de estacionamento para aproximadamente 250 viaturas. A nova entrada para o parque pelo palácio figura um dos principais fatores para a revitalização da zona, bem como da ligação ao Convento.

A Rua Serpa Pinto conta já com passeios largos para a circulação pedonal, bem como elementos que potenciam a sua vitalidade. É na aproximação ao palácio, já na Rua do Castelo, que a circulação pedonal é interrompida. Esta rua não tem qualquer tipo de passeios, e está ladeada ora por edifícios de habitação de dois pisos, ora pelo muro que limita o Parque Desportivo. Por estes motivos, é esta a rua que vai sofrer uma maior intervenção urbana. O muro existente não é, na sua totalidade, o original da Quinta da Cerca. Apresenta sinais claros de que algumas partes ruíram, sendo reparadas com recurso a técnicas e materiais mais recentes, tais como tijolo e cimento. É intenção estratégica romper este muro nos locais que apresentam remendos, permitindo a criação de um largo passeio já do lado interior do parque, pontuado por árvores de porte médio para sombreamento. Ao longo deste percurso é colocado o estacionamento de viaturas, a uma cota entre um a dois metros mais baixa, garantindo uma vista desimpedida para o parque

por parte de quem transita pelo passeio. (Figura 81) Em toda a Rua do Castelo a circulação automóvel será condicionada, servindo apenas para o acesso ao parque de estacionamento. Procura-se ainda, no desenho desta solução, garantir o limite do parque desportivo através de um desnível acentuado entre o estacionamento e o interior do parque.

Já na aproximação ao palácio, e ladeando o muro que encerra o terreno da Igreja de Santo André, pretende-se a criação de uma praça pública que marca a chegada à entrada para o Palácio e Parque Desportivo. Esta praça contará com um anfiteatro que pode servir também como cinema ao ar livre. É importante que este anfiteatro tenha pouca expressão altimétrica, de modo a garantir uma vista desimpedida da praça para o Convento de Mafra.

Toda a zona da Rua do Castelo, desde a nova praça, passando pela frente da Igreja de Santo André, até à intersecção com a Rua Pedro Julião, será apenas para utilização pedonal, salvo utilizações excepcionais tais como viaturas de emergência, e a passagem esporádica do comboio turístico de passeio pelo Parque Desportivo. No ponto de intersecção da zona exclusiva pedonal com a Rua Pedro Julião será recolocada a paragem de autocarro, permitindo um bom serviço de transporte público de e para o Palácio.

As medidas estratégicas apresentadas até este ponto, desde a nova entrada para o Parque Desportivo, ao romper pontuado do muro existente para a criação de um passeio, à construção de um novo parque de estacionamento e praça pública, levam à necessidade de redefinir os limites do parque. Isto porque, sendo a entrada paga, é necessário garantir que não existam zonas onde seja possível a entrada para o parque sem qualquer tipo de controlo.

Passando agora à estratégia para a intervenção dentro dos limites do Palácio, o programa apresentado pelo cliente, pelas suas áreas totais, e quando comparado com a área disponibilizada pelos edifícios existentes, leva à conclusão de que será necessária a construção de novos edifícios de apoio. Tendo ainda em conta os requisitos do cliente no respeitante aos custos de obra, existe a necessidade de programar a construção por fases. As fases serão quatro, sendo que a primeira consiste na reabilitação do Palácio; a segunda consta da reabilitação do edifício anexo ao palácio; a terceira é a construção de um novo edifício que acolhe o centro de formação e auditório principal; e na quarta fase são construídos os quartos de estadia para turismo rural.

Na reabilitação dos edifícios existentes pretende-se manter a sua estrutura e aspeto originais, procedendo maioritariamente à renovação e a soluções construtivas pouco intrusivas. Pretende-se ainda, e apesar da necessidade da construção de novos edifícios,

DOCUMENTANDO O PROJECTO DE REABILITAÇÃO

manter a identidade dos jardins existentes, bem como o seu sistema de vistas, tanto para o Parque Desportivo, como para poente. Outra intenção relevante é a de manter todas as árvores existentes, com exceção daquelas que estejam na causa de anomalias estruturais nos edifícios ou muros de suporte de terras.

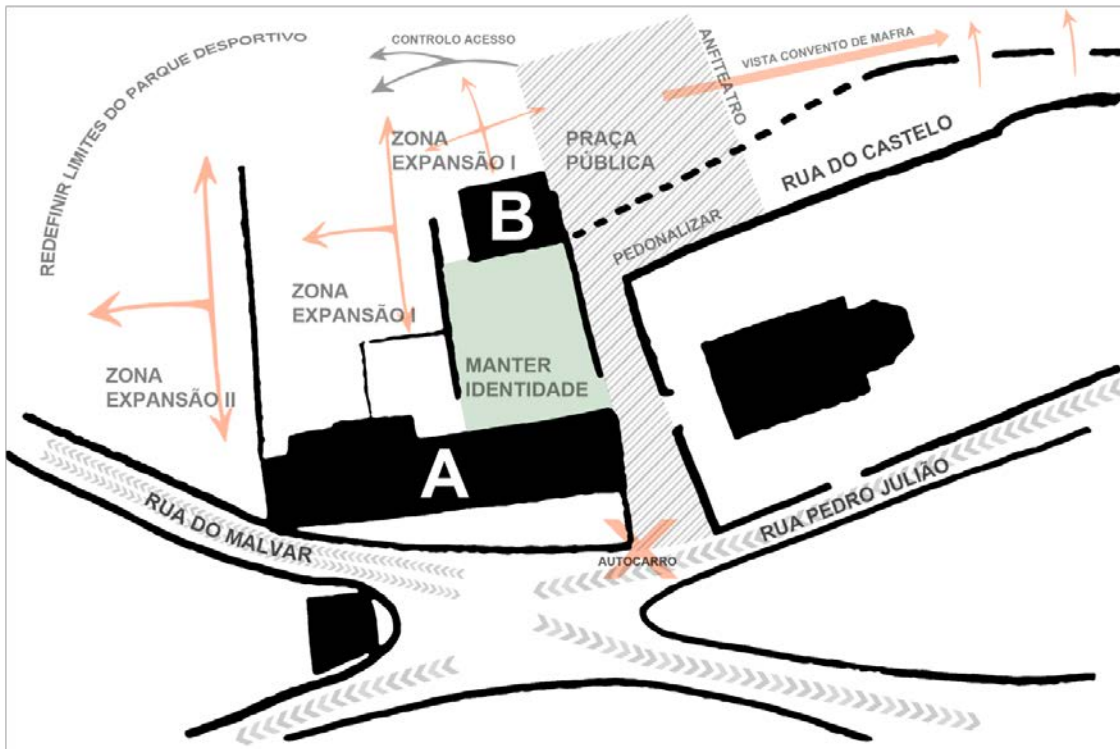


Figura 80 - Diagrama da estratégia de intervenção.

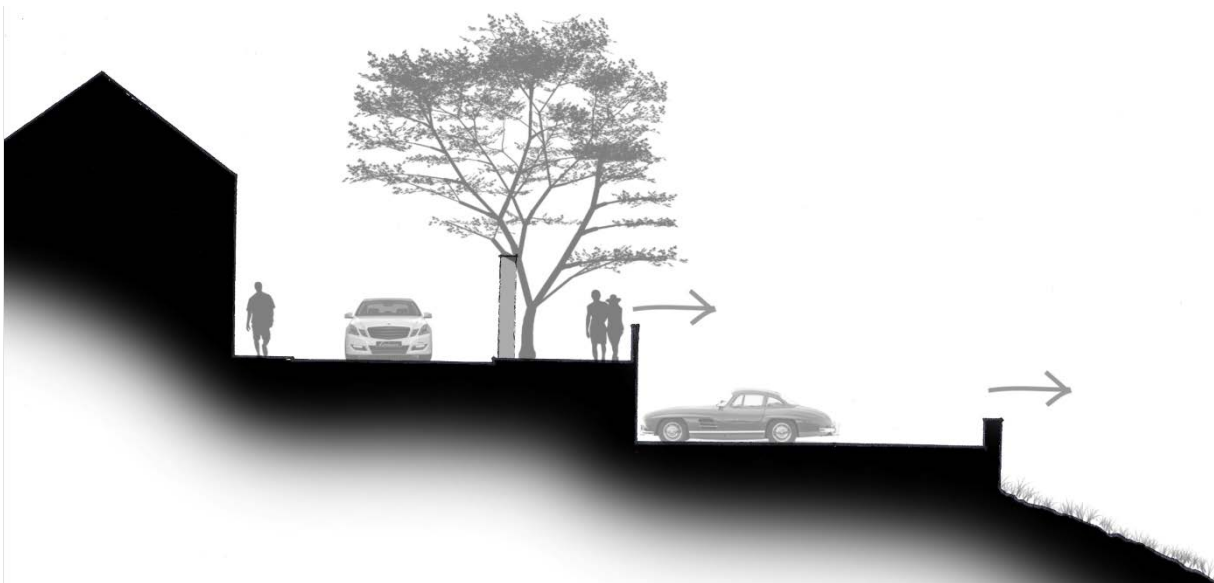


Figura 81 - Corte diagrama da estratégia para a Rua do Castelo e estacionamento automóvel.

A primeira fase consiste na reabilitação do Palácio (edifício A), pela adaptação dos seus espaços, sem proceder a qualquer tipo de demolição, subdivisão ou ação mais intrusiva. Nesta fase é possível dar resposta a parte das componentes programáticas de museologia, conferências, formação, administração e alojamento.

Na segunda fase, com a reabilitação do edifício anexo (edifício B), pretende-se facultar, a carácter provisório, uma receção para o palácio, bem como a bilheteira para o acesso ao Parque Desportivo. Para tal, é mantido o aspeto de ruína, tendo como intervenção a colocação de uma nova cobertura, portas e janelas.

A terceira fase é aquela que contém a maior componente de nova construção, com a ocupação da área de expansão I. Na área de expansão I é construído o novo edifício de chegada e entrada única para toda Quinta da Cerca. Este edifício deve usar três pisos, para que no piso térreo funcione a receção e bilheteira, no piso inferior o acesso à formação e no piso superior a habitação familiar requerida no programa. É importante que na fase de projeto se tenha em especial atenção a solução para o controlo aos diferentes tipos de acesso à Quinta. Isto porque a mesma bilheteira deverá controlar o acesso tanto ao palácio, como à formação, ao alojamento e à entrada paga para o Parque Desportivo. Com a transferência da receção e bilheteira para na nova construção, o edifício B pode ser ocupado pelo restaurante que se desenvolverá por dois pisos. Ainda na área de expansão I fica a extensão do núcleo de formação e o novo auditório polivalente. Esta nova construção deve atender à intenção de manter o sistema de vistas dos jardins. (Figura 82)



Figura 82 - Corte diagrama da zona de expansão I.

DOCUMENTANDO O PROJECTO DE REABILITAÇÃO

A quarta fase consiste na ocupação na área de expansão II com os quartos de estadia para turismo rural. Estes quartos ficam em relação direta com a zona de produção agrícola, composta por hortas e pomar. Além de desempenharem uma componente pedagógica e de interesse para o turismo rural, as hortas e pomar vão funcionar também enquanto barreira às ameaças impostas pela proximidade de uma ETAR. Esta construção deve atender à intenção de manter o sistema de vistas dos jardins. (Figura 83 e 84)

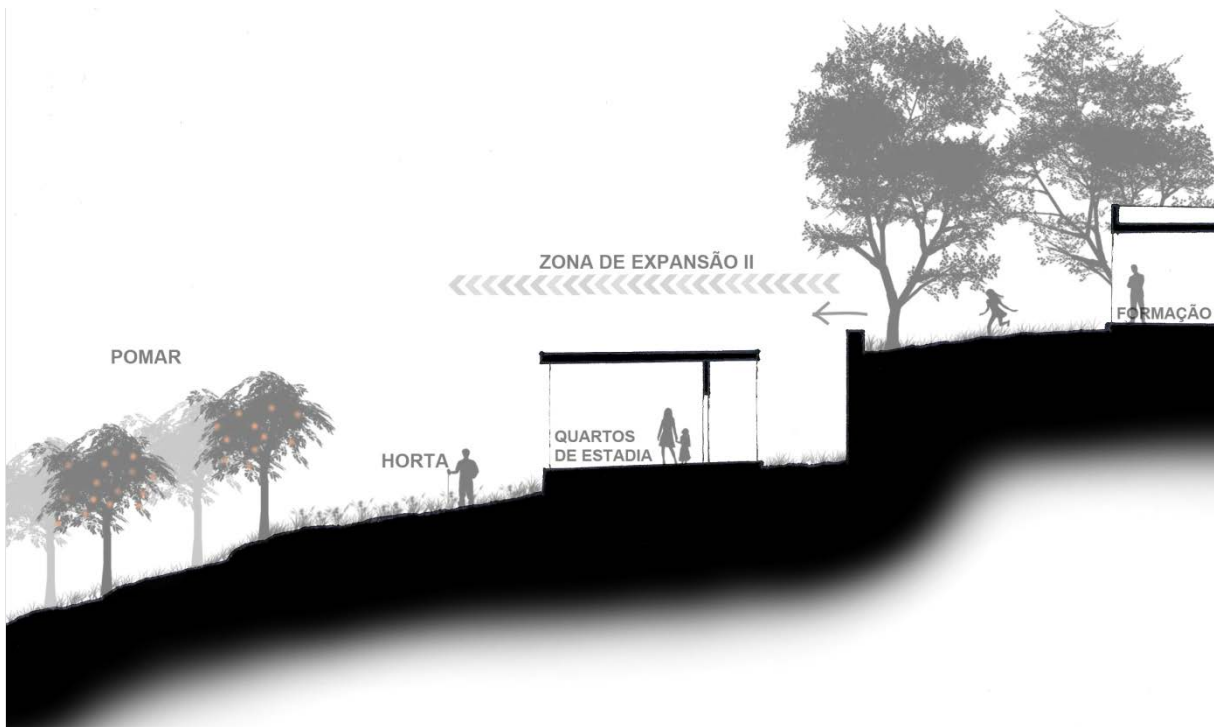


Figura 83 - Corte diagrama da zona de expansão II.

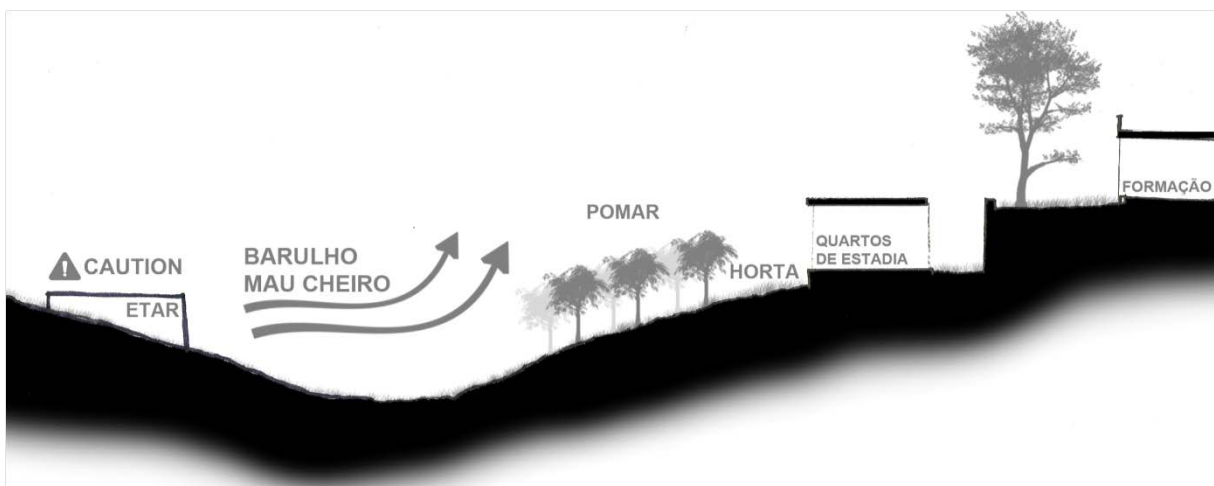


Figura 84 - Corte diagrama da relação entre a zona de expansão II e a ETAR.

5.2. A nova documentação no processo de tomada de decisões no projeto

Tradicionalmente, quando são aplicadas as técnicas e ferramentas da FDT e VL3DT na recolha e produção de documentação, esta em geral fica limitada a uma fase inicial do processo, assumindo a forma de documentação de levantamento com carácter estático e bidimensional, de que são exemplo as plantas, cortes e alçados. Isto deve-se principalmente ao fato de não existir uma relação íntima, de diálogo ou trabalho conjunto, entre o produtor da documentação e o utilizador final. O primeiro, em resposta à encomenda por parte da equipa projetista, procede à recolha de informação e produção da documentação gráfica, a qual é entregue como fase de trabalho fechada, de carácter final. Há casos em que a par da documentação gráfica é também cedida a nuvem de pontos tridimensional. (Figura 85) Surge um problema quando o utilizador final não possui o conhecimento de softwares necessário para o manuseamento da informação tridimensional, e sua utilização enquanto parte integrante do processo de projeto.

Neste trabalho, tirou-se partido de tanto o produtor como o utilizador final da informação serem o mesmo sujeito, para avaliar o impacto da utilização da informação resultante dos levantamentos tridimensionais. Deste modo foi possível entender quais as potencialidades provenientes de, durante o processo de projeto, se dispor de um recurso acessível em todas as fases, o qual permite a adaptação ao contexto de conceção projetual e uma utilização de forma ativa, de acordo com as circunstâncias que vão surgindo.

O modelo tridimensional de pontos, além de permitir a extração de documentação gráfica bidimensional, bem como de proceder a diferentes tipos de análises, possibilita também que o projetista, em qualquer momento possa visitar virtualmente o edifício, e desse modo esclarecer qualquer dúvida, tomando decisões com uma maior segurança e rigor. O modelo permite ainda inquirir diretamente medições, tal como é representado na Figura 87.

Um método aplicado repetidamente neste trabalho foi o de extrair imagens relativas à visualização do modelo de pontos, para sobre estas, com recurso a papel de esquiço, testar soluções. Um dos exemplos da aplicação deste método é o apresentado na Figura 86, onde se procurou uma solução para resolver o acesso vertical por escadas entre os quatro pisos. Eram intenções iniciais a manutenção da escada existente, a sua inserção no novo sistema de acesso vertical, e o aproveitamento de um vão já existente no último piso do Palácio, tornando a intervenção o menos intrusiva possível.



Figura 85- A disponibilidade de um modelo de pontos permite revisitar o edifício em qualquer momento do processo de projeto.

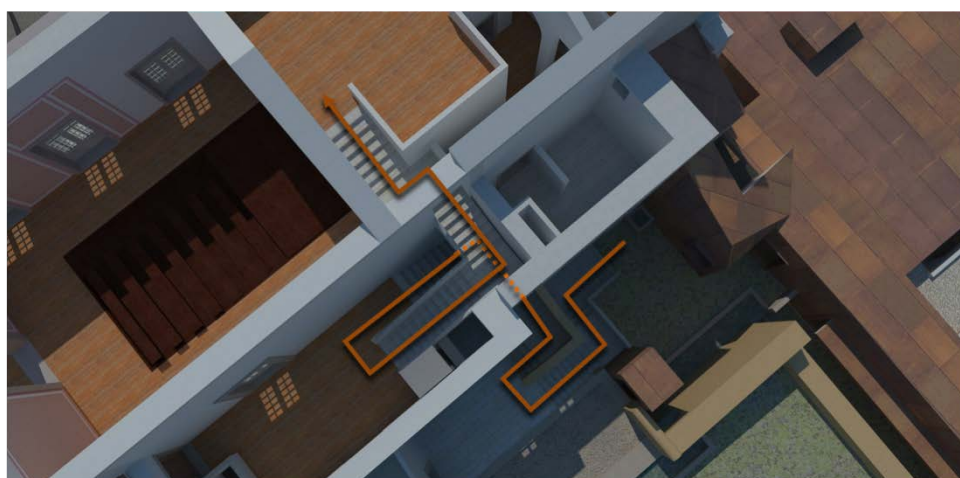
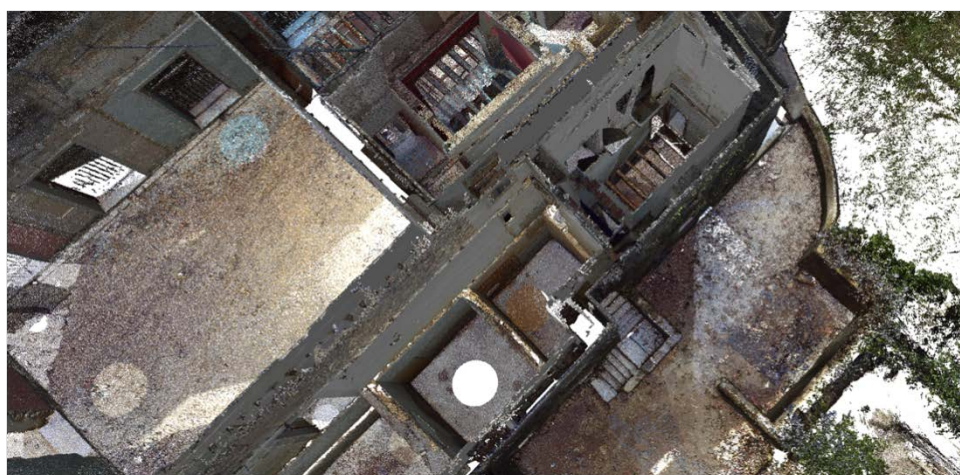


Figura 86 - A disponibilidade de um Modelo de Pontos resultante do levantamento por VL3DT a par de um modelo de superfície permite o teste de soluções.



Figura 87 - Esta imagem exemplifica a capacidade de inquirir medições diretamente no modelo de pontos.

Além da informação tridimensional, também as fotografias retificadas representam um importante papel no contexto de conceção projetual. No capítulo anterior ficou demonstrada a utilidade deste tipo de documentação na análise ao edifício. Na Figura 88 é apresentada outra das potencialidades das fotografias retificadas. As paredes representadas nas fotografias continham frescos por baixo de várias camadas de outros revestimentos. A retificação de imagens destas fachadas permitiu a compreensão do padrão destes frescos e sua métrica.



Figura 88 - As imagens retificadas das paredes que continham frescos, facilitaram a compreensão do seu padrão e métrica.

5.3. Resultado final do projeto

As intervenções propostas, desde a requalificação urbana ao projeto de arquitetura, surgem como consequência aos pressupostos definidos na fase de estratégia de intervenção. Neste subcapítulo será feita uma descrição sucinta dessas intervenções, segundo a ordem usada nos pontos anteriores, de análise e estratégia, no qual se parte do geral para o particular.

Toda a documentação gráfica - plantas, cortes, alçados e diagramas - relativa ao projeto é apresentada no anexo A2 - Documentação gráfica relativa ao projeto (em formato impresso e digital). As imagens do modelo tridimensional da proposta podem ser encontradas no anexo A4 - Imagens do modelo tridimensional da proposta de intervenção (apenas em formato digital).

A nível urbano, propõe-se a requalificação da Rua do Castelo, com vista a promover a ligação pedonal entre o Convento de Mafra e a Quinta da Cerca (Planta geral em anexo). O muro que encerra o Parque Desportivo, e que na Rua do Castelo representa uma barreira visual para o peão, foi interrompido nos locais que apresentam remendos, permitindo a criação de um passeio do lado interior do parque, pontuado por árvores de porte médio para sombreamento. (Figura 89) Ao longo deste percurso foi colocado o estacionamento de viaturas, a uma cota entre um a dois metros baixa, garantindo uma vista desimpedida para o parque por parte de quem transita pelo passeio. Em toda a Rua do Castelo a circulação automóvel é condicionada, servindo apenas para o acesso ao parque de estacionamento. A intervenção sobre o muro, a par da criação de uma nova entrada para o parque, levou à necessidade de redefinir o limite do Parque Desportivo.

No que respeita à materialidade, é usada a calçada portuguesa nas zonas de circulação pedonal, sendo aplicado como revestimento das zonas de circulação automóvel um pavimento de cubos de granito. Os muros, tanto o que limita o Parque Desportivo, como o que encerra o terreiro da Igreja de Santo André são revestidos a cal, com a mistura de terras da zona para pigmentação natural. A exceção é o muro de suporte de terras na zona do parque de estacionamento, o qual, para proteção dos fumos provenientes dos automóveis, é revestido a chapas de aço corten. Estas chapas são prolongadas acima da cota máxima do muro, para desse modo resolverem a guarda de circulação dos peões.

Na aproximação ao palácio pela Rua do Castelo, e ladeando o muro que encerra o terreno da Igreja de Santo André, é criada uma praça pública que marca a entrada para o complexo da Quinta da Cerca. Nesta praça foi desenhado um anfiteatro que pode funcionar enquanto cinema ao ar livre, sendo os filmes projetados numa das fachadas do novo edifício. (Figura 90) Tirando partido da nova praça, são abertos dois acessos diretos desta para o terreiro da Igreja, permitindo deste modo uma nova ligação entre a Rua Pedro Julião e a Rua do Castelo.

A entrada principal para a Quinta da Cerca fica situada na praça, sendo construído um novo edifício de três pisos, ficando no piso térreo receção e bilheteira, no piso inferior o acesso à formação e no piso superior a habitação familiar (Alçado Este e Corte BB' em anexo). O desenho deste edifício e organização do espaço que o envolve tem em especial atenção necessidade de controlar os diferentes tipos de acesso à Quinta. Apesar de a entrada de todos os visitantes ser controlada no mesmo ponto, os percursos que devem seguir para chegar ao seu destino são claros. Paralelamente à entrada pedonal dos visitantes, é colocado um acesso para viaturas. Este acesso serve para uso por parte do comboio turístico do Parque Desportivo, de viaturas de emergência, e por veículos de cargas e descargas.



Figura 89 - Projeto - O muro que cerca o Parque Desportivo é rompido pontualmente, quebrando a barreira visual para quem percorre a Rua do Castelo.



Figura 90 - A praça pública com anfiteatro acolhe quem chega ao Palácio.



Legenda

- | | | | |
|---|----------------------------|---|------------------------------------|
|  | Área exterior pública |  | Limite do Parque Desportivo |
|  | Área exterior semi-pública |  | Limite da Universidade dos Valores |
|  | Área exterior privada | | |

Figura 91 - Perspetiva geral da proposta com diagrama hierarquias e limites.

Passando ao projeto para a Universidade dos Valores, pretende-se que as intervenções nos edifícios existentes sejam as menos intrusivas possíveis, e que a construção de novos edifícios seja de tal modo que permita manter a identidade dos jardins, bem como de todas as árvores existentes.

A geometria dos novos edifícios procura adaptar-se ao sistema arbóreo dos jardins, por meio de reentrâncias e saliências na volumetria final. (Figura 92) A materialidade escolhida para revestir as fachadas exteriores dos edifícios é o reboco pintado a branco, com diferenças de textura consoante os edifícios sejam requalificados ou novos. Os muros de suporte de terras são revestidos a cal, com a mistura de terras da zona para pigmentação natural, nos vãos é aplicado o aço cortén.

Os elementos de cobertura do acesso vertical exterior, por escada e elevador, são de estrutura leve, pouco intrusiva e de possível remoção. A sua geometria e materialidade procuram contrastar com o edifício do palácio, para desse modo marcar a diferença entre o que é antigo e o que é construído novo. (Figura 93)



Figura 92 - A geometria e volumetria das novas construções permitem manter todas as árvores já existentes no jardim do Palácio.



Figura 93 - O abrigo para o acesso vertical exterior, por escada e elevador, é de estrutura leve, pouco intrusiva e de possível remoção.

DOCUMENTANDO O PROJECTO DE REABILITAÇÃO



Figura 94 - Comparação antes/depois entre modelo de pontos e modelo tridimensional da proposta (vista nordeste).



Figura 95 - Comparação antes/depois entre modelo de pontos e modelo tridimensional da proposta (vista este).

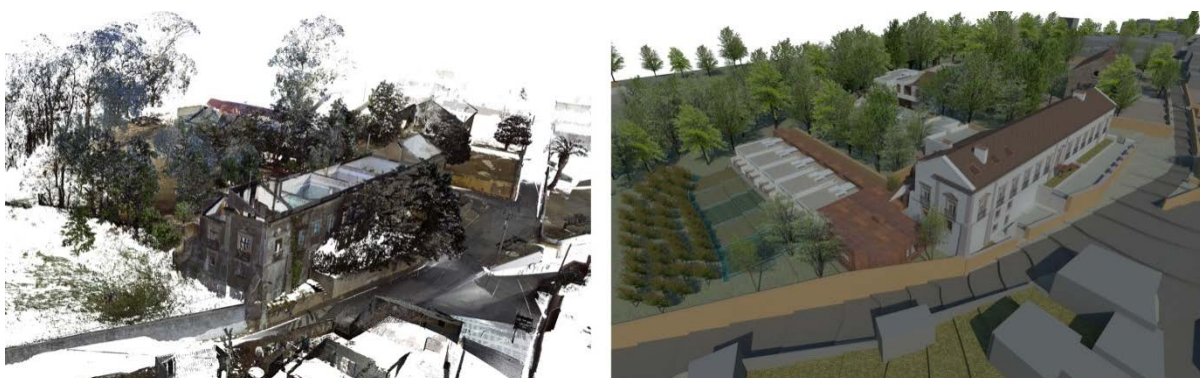


Figura 96 - Comparação antes/depois entre modelo de pontos e modelo tridimensional da proposta (vista sudoeste).

Na requalificação dos edifícios existentes procurou-se, no exterior, manter a sua aparência e carácter originais. (Figura 96 e 99) Já no interior procedeu-se à adaptação dos espaços existentes, sem recorrer a qualquer tipo de demolição, subdivisão ou ação mais intrusiva. (Figura 97 e Figura 98) Tirou-se partido de três das quatro salas mais amplas do palácio de arquitetura chã para a colocação da zona de exposição. Na mais pequena das três, e pela sua localização central no edifício, foi colocada a sala de exposição temporária, que serve também de receção aos visitantes. Na sala adjacente a esta, e de maior dimensão, é reconstruído o teto de caixotão a partir de registos fotográficos do teto original. (Figura 100) Neste espaço fica a exposição principal, relativa aos Valores Universais. Na sala mais a nascente, são mantidos os lagares de produção de azeite, testemunho da produção agrícola da quinta, sendo aproveitados para usar este espaço para a exposição interpretativa da Quinta da Cerca.

A sala ampla que resta é ocupada pelo espaço de conferências. (Figura 101) Para tal, é usada um sistema de bancada móvel, que permite transformar este espaço tanto em auditório como em área de formação. Três das paredes desta sala apresentam vestígios de frescos, sob várias camadas de revestimentos mais recentes, sendo proposta a recuperação dos mesmos.

Onde foi, na génese do palácio, o quarto e alcova do Marquês de Ponte de Lima, funciona agora como sala de reuniões. (Figura 102) A alcova, pela sua particularidade, é usada enquanto área de videoconferências. Este espaço possui quatro acessos, o que pode representar um problema para o funcionamento de uma sala de reuniões. Por este motivo, uma das entradas é eliminada, passando a funcionar no seu local uma pequena área de alimentação.

Os restantes quartos do palácio neste piso são ocupados pela administração. Sobre a sala de reuniões e as salas de administração do piso 0, é construído o piso 1 onde se situam duas outras salas de administração, bem como uma sala de convívio para os trabalhadores da Universidade dos Valores. (Figura 105)

Passando ao piso -1 do palácio, a área mais a poente, pelo seu carácter recolhido e privado, é ocupada pelos dormitórios. (Figura 105) Estes tiram partido de uma porta de acesso pela fachada sul do palácio para a possibilidade de um acesso restrito, independente do funcionamento do restante complexo da Quinta da Cerca. Ainda neste piso, os espaços que se pensa terem feito parte do antigo acastelado dos Donatários de Mafra, são ocupados pelos gabinetes de estudo, e pelo bar de apoio à área de formação. (Figura 106)

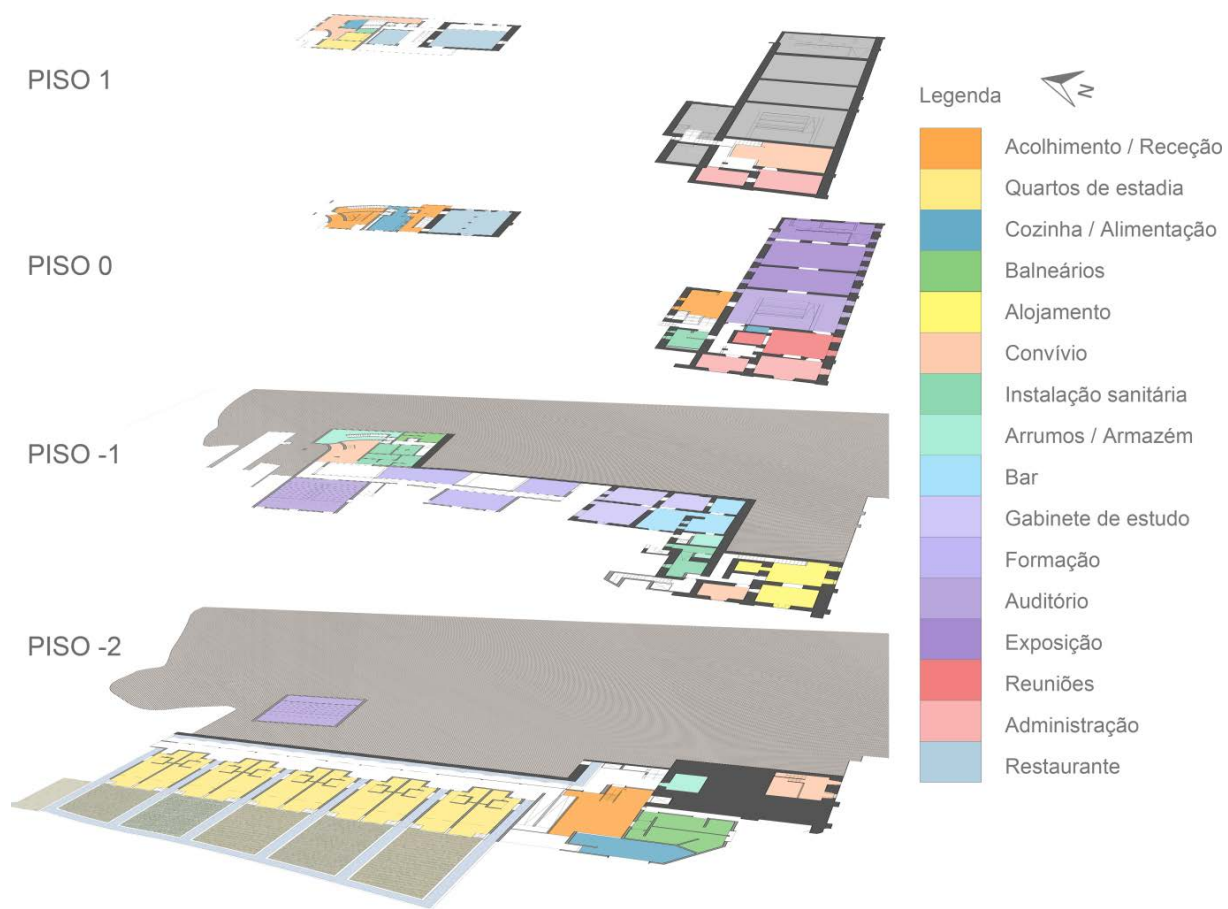


Figura 97 - Diagrama cromático do programa funcional da intervenção.

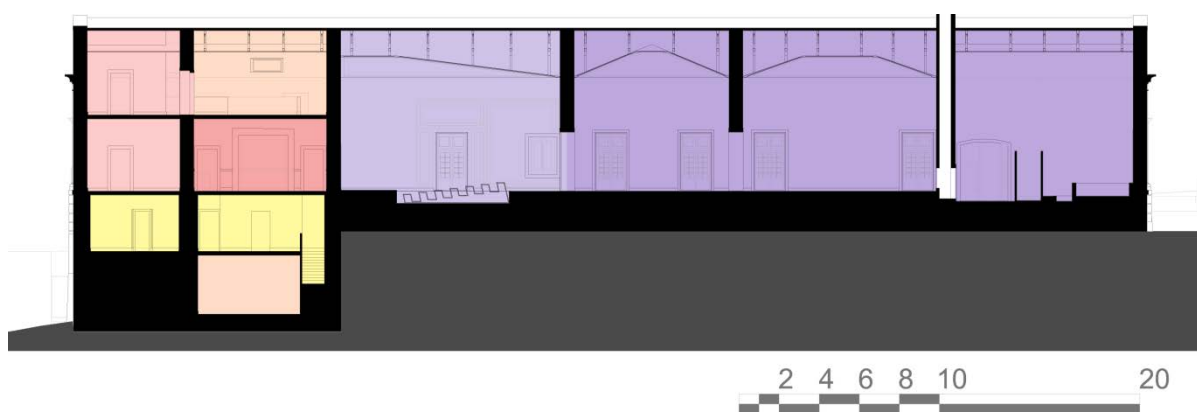


Figura 98 - Corte longitudinal do palácio com diagrama cromático de programa funcional.

Esta área de formação, pela quantidade de salas necessárias e sua dimensão, levou à necessidade de construir um novo edifício. A proposta apresentada consiste no prolongar do sistema de salas cobertas por um terraço visitável já existente. As novas salas de formação são dispostas de modo a garantir a manutenção de todas as árvores do jardim, sendo criados pátios para uma melhor iluminação e ventilação destes espaços. (Figura 103 e Figura 106) Os pátios são ajardinados e permitem que se saia diretamente das salas de formação para estes. Um dos novos volumes é ocupado pelo auditório polivalente, o qual possui a particularidade de também poder funcionar como sala de formação. Para tal, é usada uma vez mais uma bancada móvel, sendo neste caso um sistema retráctil hidráulico vertical que permite que a zona de bancadas fique totalmente plana, ao nível dos jardins exteriores.

O acesso à área de formação é feito pelo mesmo novo edifício que serve de recepção e bilheteira da Quinta da Cerca (Cortes BB' e FF' em anexo). Este é organizado por três pisos, sendo que no piso térreo funciona a recepção e cozinha do restaurante, no piso inferior é colocado o átrio de chegada à formação, as instalações sanitárias da formação e do restaurante, e o armazém do restaurante, e no piso superior fica a habitação familiar. As salas de refeição do restaurante ocupam, por sua vez, o segundo edifício já existente, e de génese muito provavelmente anterior à do palácio (Corte BB' em anexo).

Como solução para os dez quartos de estadia requeridos pelo cliente, tira-se partido de um muro existente no limite poente do jardim. Os quartos são dispostos ao longo desse muro, sendo o acesso feito por um corredor que funciona como uma duplicação do muro existente, afastado dois metros deste. (Figura 108) Deste modo, é possível garantir a iluminação e ventilação de todo o corredor, bem como a ventilação cruzada dos quartos de estadia. O acesso à área de estadia é feito por um pátio na zona noroeste do palácio. Este pátio, surge como resultado de uma escavação arqueológica que se considera importante para a melhor compreensão do palácio. Por este motivo, ficará com uma cota 3 metros mais baixa que a área de jardim da formação, e limitado a Sul pelo palácio, a Este pelos acesso verticais por escada e elevador, a Norte por um muro existente e a Oeste pela entrada da área de estadia.

A Oeste dos quartos de estadia surgem as hortas e o pomar de árvores de fruto. Estes elementos pretendem não apenas recuperar a componente de produção agrícola da quinta, mas também servir de resposta às ameaças resultantes da proximidade de uma ETAR. Os cheiros das árvores de frutos, e o som das folhas com o vento, vêm atenuar o odor e barulho provenientes da estação de tratamento. (Figura 94) Também a água

DOCUMENTANDO O PROJECTO DE REABILITAÇÃO

desempenha aqui um importante papel. Entre os quartos, e respetivas hortas, são colocados os canais de água que tanto servem de sistema de rega, como de processo de recolha de águas pluviais para armazenamento. O som da água junta-se, deste modo, ao das folhas, proporcionando um ambiente tranquilo a quem procura o descanso no turismo rural.



Figura 99 - O aspeto icónico do palácio é mantido, e o logradouro sul é convertido em espaço exterior de exposição.



Figura 100 - Sala da exposição permanente.



Figura 101 - Sala de conferências, com sistema de bancada móvel que permite usar o mesmo espaço enquanto sala de formação.



Figura 102 - A sala de reuniões vem ocupar o antigo quarto do Marquês.



Figura 103 - Receção da Quinta da Cerca (à esquerda); Pátio na área da formação (à direita).
Imagens apresentadas em anexo digital.



Figura 104 - Sala de polivalente de conferências. Com a bancada fechada (à esquerda) e com a bancada aberta (à direita). Imagens apresentadas em anexo digital.



Figura 105 - Sala de convívio do piso 1 (à esquerda); Dormitórios do piso -1 (à direita). Imagens apresentadas em anexo digital.



Figura 106 - Sala de formação do piso -1 (à esquerda): Sala de estudo do piso -1 (à direita). Imagens apresentadas em anexo digital.

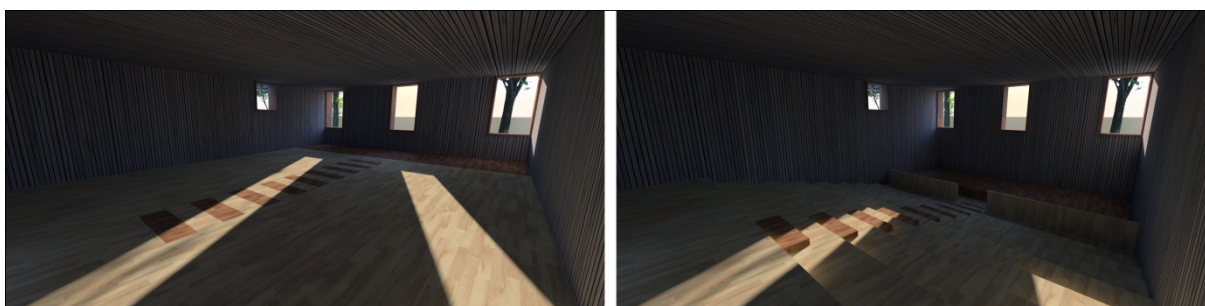


Figura 107 - Auditório polivalente do piso -1. Como sala de formação (à esquerda) e como auditório (à direita). Imagens apresentadas em anexo digital.

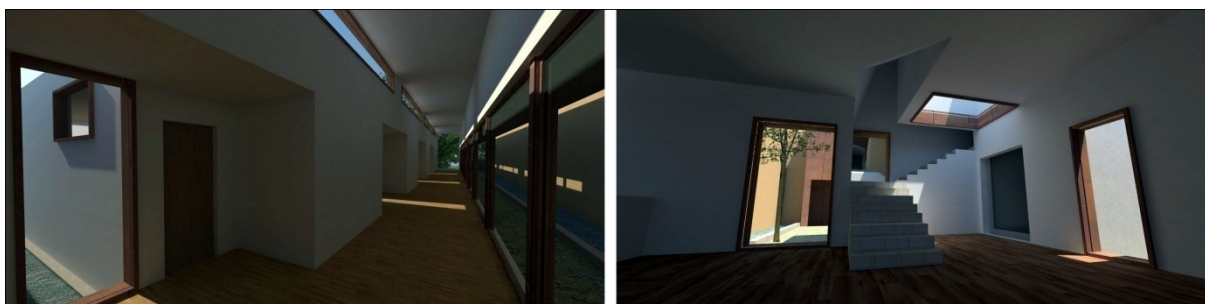


Figura 108 - Acesso aos quartos de estadia do piso -2 (à esquerda); Sala de convívio dos quartos de estadia (à direita). Imagens apresentadas em anexo digital.

6. CONCLUSÃO

No repto inicial desta dissertação estabeleceu-se, como argumento de investigação, a intenção de analisar a importância da documentação gráfica num projeto de reabilitação. Para tal, propôs-se a aplicação de uma nova metodologia de recolha e processamento de informação num exercício concreto, tendo por base as tecnologias de FDT e VL3DT. A análise focou-se não apenas na comparação entre o tipo de documentação gráfica produzida por esses meios e aquela proveniente de métodos tradicionais de levantamento, mas também no registo da rapidez, facilidade e rigor da aplicação desta nova metodologia, e sobretudo na avaliação do impacto da utilização da informação resultante dos levantamentos tridimensionais no contexto de conceção projetual.

No decorrer do presente trabalho, procurou-se tornar a informação resultante dos levantamentos tridimensionais parte integrante no processo de projeto, e um recurso sempre presente e acessível em todas as fases, permitindo tirar partido da capacidade de a adaptar e utilizar de forma ativa de acordo com as circunstâncias que vão surgindo. Esta abordagem afigurou-se original já que, tradicionalmente, mesmo quando se utilizam estas técnicas e ferramentas para a produção da documentação, esta em geral fica limitada a uma fase inicial do processo, assumindo a forma de documentação de levantamento com carácter estático e bidimensional, de que são exemplo as plantas, cortes e alçados.

O caso de estudo da reabilitação do Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima é um dos muitos exemplos onde a documentação gráfica existente no arranque do processo de projeto é escassa, desatualizada e por vezes errada. Esta é uma situação com a qual se deparam diversos estudantes de arquitetura, e até mesmo projetistas em situação real, que optam por desenvolver projetos de reabilitação e que, por falta de tempo ou recursos, decidem trabalhar com base em documentação pouco rigorosa, levando a soluções mal adaptadas à realidade, e por vezes à necessidade de proceder a correções em fases mais avançadas do projeto. Proceder a um novo levantamento do edifício, recorrendo apenas a métodos tradicionais é um processo moroso, o que desencoraja a aposta na correção da documentação antes de arranque com o projeto.

A investigação levada a cabo no presente trabalho procurou apresentar uma solução para este problema. A Faculdade de Arquitetura da UTL tem vindo a investir em tecnologias e recursos para o levantamento tridimensional rigoroso, rápido e eficaz, do património construído. São disso exemplo a criação do grupo de investigação “ArchC_3D”, bem como a aquisição dos equipamentos e aplicações informáticas necessárias. Um dos principais

elementos do equipamento tecnológico colocado à disponibilidade dos alunos, por meio do grupo “ArcHC_3D”, é um *scanner* de Varrimento Laser 3D – Faro Focus 3D. O *hardwar* e *software* disponibilizados podem ser limitados em períodos de maior procura por parte dos alunos, mas importa salientar que, por consequência do desenvolvimento e crescente utilização destes métodos, a variedade de softwares para processamento e análise da informação, ou produção de nova documentação, tem vindo a aumentar. Estes são cada vez mais eficazes, rápidos e fáceis de utilizar, estando ao dispor dos vários utilizadores multidisciplinares interessados. Outro aspeto de interesse é o incremento na disponibilidade de *software* de utilização livre ou de código aberto, o que democratiza a utilização destas técnicas, e embora a componente de hardware ainda implique custos significativos, esta condicionante tende a dissipar-se.

Nestes termos, uma aproximação à problemática da documentação nos projetos de reabilitação como aquela que se procurou estabelecer no presente trabalho, pretende servir de guia a qualquer interessado na aplicação destas metodologias no seu trabalho, quer seja aluno, professor, ou profissional da área da construção. É igualmente este o motivo pelo qual certos parágrafos possuem um carácter exclusivamente descritivo de processos de trabalho, tanto de campo quanto da utilização de *softwares* em gabinete. Acredita-se que estas descrições são úteis a quem procura um “manual de instruções” para a aplicação das tecnologias de FDT e VL3DT em trabalhos individuais ou de grupo. Além deste e outros trabalhos que servem de guia, alerta-se ainda para o surgimento na faculdade de disciplinas opcionais focadas nesta temática, tais como a Fotogrametria Arquitetónica e a Digitalização 3D.

De entre as vantagens da metodologia de documentação adotada, destacam-se as seguintes:

- O trabalho de campo implica menos operadores;
- A duração do trabalho de campo é mais reduzida que nas metodologias tradicionais;
- O objeto é registado de forma extensiva, deixando-se a componente de interpretação da informação para trabalho de gabinete;
- Registrar tridimensionalmente o objeto, permite revisitá-lo as vezes que de mostrarem necessárias ao longo do processo de projeto;

- Dispor de dados 3D permite a extração de documentação base para projeto à medida que se revela necessária, sem que para isso seja preciso voltar a campo;
- Os dispositivos de varrimento laser 3D recolhem toda a informação no seu campo de visão, o que se traduz em desenhos mais ricos (registando texturas, vegetação, valor cromático, ambiências, etc.);
- É possível extrair do registo tridimensional documentação base para projeto (imagens, secções) sem ter que passar pelo desenho 2D tradicional.
- A documentação 3D de base é suporte da inquirição e interpretação do objeto para os vários agentes no processo de projeto.

Esta é uma temática atual e em constante evolução, apresentando oportunidades de investigação, tanto para o desenvolvimento de dissertações de Mestrado, bem como de teses de Doutoramento. Novos trabalhos de investigação de temática semelhante à aqui apresentada, nos quais se apliquem estas tecnologias de levantamento e documentação, registando os prós e contras da sua utilização, são importantes para o progresso e simplificação da metodologia para utilizadores futuros. Deixa-se o desafio em aberto de investigar ainda a temática de modelação tridimensional automatizada com base em modelos de pontos, sendo que existem já vários trabalhos que apontam neste sentido evolutivo da tecnologia. Outro tema relacionado com estes, e que tira partido de outros equipamentos disponibilizados pela faculdade – máquina de corte Laser, impressoras 3D FDM ou de pó, fresadora CNC – é o papel da prototipagem rápida no processo de conceção projetual, e sua potencialização quando aplicada a par das tecnologias de FDT e VL3DT.

7. BIBLIOGRAFIA

© **Microsoft Corporation.** Microsoft (R) - Photosynth. *Photosynth*. [Online] Microsoft (R). [Citação: 18 de 9 de 2012.] <http://photosynth.net/>.

AAVV. 2004. *Arquitectura Popular em Portugal*. 4ª Edição. Lisboa : Ordem dos Arquitectos, 2004. Vol. 2. ISBN 972-97668-7-8.

Aguiar, José. 2002. *"Cor e Cidade Histórica - Estudos Cromáticos e Conservação do Património"*. Porto : FAUP publicações, 2002. ISBN 9789729483479.

Aguiar, José, Mateus, Luís e Ferreira, Victor. 2011. *"O projecto de conservação e as novas metodologias de documentação. Evoluções recentes e alguns casos de estudo"*. Lisboa : LNEC, 2011.

Aguilera, Diego González, González, Pablo Rodríguez e Lahoz, Javier Gómez. 2007. *"Automatic Co-registration of Terrestrial Laser Scanner and Digital Camera for the Generation of Hybrids Models" ISPRS Workshop on Laser Scanning 2007 and SilviLaser 2007*. Finland : Espoo, 2007.

Andrews, David, et al. 2009. *"Measured and Drawn: Techniques and practice for the metric survey of historic buildings"*. [ed.] Jon Bedford e Heather Papworth. 2ª Edição. s.l. : English Heritage, 2009.

Antonini, Riccardo. 2004. Verso un'ecologia del virtuale. *Disegnare Idee Immagine*. Gangemi Editore, 2004, Vol. nº 28, pp. 54-61.

Appleton, João. 2003. *"Reabilitação de Edifícios Antigos - Patologias e tecnologias de investigação"*. Lisboa : Edições Orion, 2003. ISBN: 972-8620-03-9.

Câmara Municipal de Mafra. 2010. *"Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima - Memória Histórica"*. Mafra : Câmara Municipal de Mafra, 2010.

Cóias, Vítor. 2007. *"Reabilitação Estrutural de Edifícios Antigos"*. 2ª Edição. Lisboa : Argumentum, 2007. ISBN: 978-972-8479-40-9.

- Corredoura, Luís. 2008.** *"Análise das principais anomalias construtivas existentes no Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima - Mafra - Subsídios para uma intervenção de reabilitação"*. s.l. : Arqueologia & História, vol.60, 2008.
- Cramer, Johannes e Breitling, Stefan. 2007.** *"Architecture in Existing Fabric - Planning Design Building"*. Basel : Birkhäuser Verlag AG, 2007. ISBN 978-3-7643-7752-6.
- Docci, Mario. 2002.** *"Metodologie innovative integrate per il rilevamento dell'architettura e dell'ambiente"*. Roma : Gangemi Editore, 2002. ISBN: 884920778-6.
- Docci, Mario e Docci, Marina. 2005.** *"L'uso delle riflettanza: un nuovo capitolo per il restauro delle superfici"* in *Metodologie innovative integrate per il rilevamento dell'architettura e dell'ambiente*. Roma : Gangemi editore, 2005. pp. 48-51. ISBN: 88-492-0778-6.
- Docci, Mario e Maestri, Diego. 2005.** *"Manuale di rilevamento architettonico e urbano"*. 8ª Edição. Roma : Editori Laterza, 2005. ISBN: 88-420-4341-9.
- English Heritage. 2007.** *"3D Laser Scanning for Heritage"*. s.l. : English Heritage, 2007.
- Feiffer, Cesare. 1989.** *"Il progetto di conservazione"*. Milão : Franco Angeli s.r.l., 1989. p. 595. ISBN: 88-204-3055-X.
- Furukawa, Yasutaka, et al. 2010.** *"Towards Internetscale Multi-view Stereo"*. *IEEE Computer Vision and Pattern Recognition*. s.l. : CVPR, 2010.
- Gandra, Manuel. 1998.** "Novo subsídio para a história urbana da vila de Mafra". in *Boletim cultural de Mafra*. 1998, pp. 607-618.
- Henriques, Fernando. 1991.** *"A conservação do património histórico edificado"*. - *Memória nº 775*. Lisboa : LNEC, 1991. ISSN 0369-1179.
- Mateus, Luís. 2012.** *"Contributos para o projecto de conservação, restauro e reabilitação - Uma metodologia documental baseada na fotogrametria digital e no varrimento laser 3D terrestres"*. Lisboa : Centro Editorial da Faculdade de Arquitectura da UTL, 2012.
- Mateus, Luís. 2007.** "Método de fotogrametria elementar implementado com rotinas em Autolisp". in *Cadproject Nº 31*. Lisboa: 2007, pp. 48 - 50.
- Mateus, Luís, et al. 2008.** *"Laser Scanning 3D: Nuvens de pontos como documentação primária do património - o caso da Torre do Castelo de Mota del Marqués em Valladolid"*.

Laboratorio de Fotogrametria Arquitectónica, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Valladolid. Valladolid, Espanha : s.n., 2008.

Mikhail, Edward, Bethel, James e McGlone, J. 2001. *"Introduction to modern photogrammetry"*. EUA : John Willey & Sons, 2001.

Mills, J. e Barber, D. 2006. *"An addendum to the metric survey specifications for English heritage – The collection and archiving of point cloud data obtained by terrestrial laser scanning or other methods"*. s.l. : English Heritage, 2006.

National Park Service. 2004. *"Recording Historic Structures"*. New Jersey : John Willey & Sons, 2004. ISBN 0-471-2738-5.

Nielsen, Frank. 2005. *Visual computing – geometry, graphics and vision*. Massachusetts : Charles River, 2005. ISBN 1-58450-427-7.

Pereira, António. 2003. "Para uma terminologia da disciplina de protecção do património construído". *Jornal dos Arquitectos*. Nov/Dez de 2003, pp. 27-32.

Rato, Vasco. 2009. "Conservação do Património Histórico Edificado – Sistematização de Princípios Gerais". *Comunicação no 3º Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios, 3º ENCORE*. Lisboa : LNEC, 2009.

Remondino, Fabio. 2006. *Image-based modelling for object and human reconstruction*. Zurich : Swiss Federal Institute of Technology (ETH), 2006.

Rizzi, A., et al. 2011. "3D Recording for 2D delivering - The employment of 3D models for studies and analyses" in *Proceedings of the 4th ISPRS International Workshop 3D-ARCH 2011: "3D Virtual reconstruction and visualization of complex architectures"*. 3D Optical Metrology Unit, Bruno Kessler Foundation . Trento : Fabio Remondino, Sabry El-Hakim, 2011.

Taboada, Juan, et al. 2010. *"On the use of Laser Scanner and Photogrammetry for the global digitization of the Medieval Walls of Avila"*. Department of Cartographic and Land Engineering, High School of Ávila, University of Salamanca . Ávila : s.n., 2010.

Visintini, Domenico, Crosilla, Fabio e Sepic, Francesco. 2006. *"Laser scanning survey of the Aquileia basilica (Italy) and automatic modeling of the volumetric primitives"*. Department of Georesources & Territory, University of Udine. Udine, Itália : Cotonificio, 2006.

19.957 palavras.

ANEXOS

Em formato impresso e formato digital (CD):

A1 - Programa do projeto para a Universidade dos Valores

A2 - Documentação gráfica relativa ao projeto:

- Alçados
- Plantas
- Diagramas cromáticos do programa
- Cortes
- Cortes construtivos
- Pormenores construtivos

Apenas em formato digital (CD):

A3 - Documentação gráfica relativa ao levantamento (Modelo de pontos):

- Alçados
- Plantas
- Cortes
- Vistas

A4 - Imagens do modelo tridimensional da proposta de intervenção

A1 - Programa do projeto para a Universidade dos Valores

Categoria	Espaços	m²/Unidade	Unidades	AUC (m²)
Apoio	Receção	30	1	30
	Bar	50	1	50
	Restaurante	200	1	200
	Cozinha	35	1	35
	IS (M/F) Público	12	2	24
	Balneários - Cozinha	20	1	20
	Armazém - Cozinha	41	1	41
	Armazém - Bar	9	1	9
Subtotal				409
Gestão	Administração	24	2	48
	Técnico-administrativo	14	2	28
	Time-off (Convívio)	43	1	43
	Reuniões	33	1	33
	Videoconferências	7	1	7
	Zona de alimentação	3	1	3
Subtotal				162
Formação	Átrio / Bengaleiro	52	1	52
	Sala de formação	40	3	120
	Auditório polivalente	105	1	105
	Laboratório Temático	30	3	90
	IS (M/F) Público	12	2	24
Subtotal				391
Exposição	Átrio	32	1	32
	Exposições temporárias	72	1	72
	Exposição pedagógica dos Valores Universais	90	1	90
	Exposição interpretativa da Quinta da Cerca	85	1	85
	Conferências	100	1	100
	IS (M/F) Público	25	2	50
Subtotal				429

DOCUMENTANDO O PROJECTO DE REABILITAÇÃO

Alojamento	Quarto de estadia (c/ IS e cozinha)	31	10	310
	Dormitórios (M/F)	30	2	60
	Arrumos - Dormitórios	12	2	24
	Sala comum - Dormitórios	29	1	29
	Sala comum - Quartos de estadia	65	1	65
	Balneário (M/F) Dormitórios	22	2	44
	Habitação T2 Familiar (c/ IS e cozinha)	100	1	100
Subtotal				632
TOTAL				2023

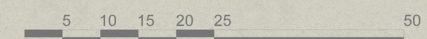
A2 - Documentação gráfica relativa ao projeto:

- Alçados
- Plantas
- Diagramas cromáticos do programa
- Cortes
- Cortes construtivos
- Pormenores construtivos



DOCUMENTANDO O PROJETO DE REABILITAÇÃO
Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima

Planta Geral

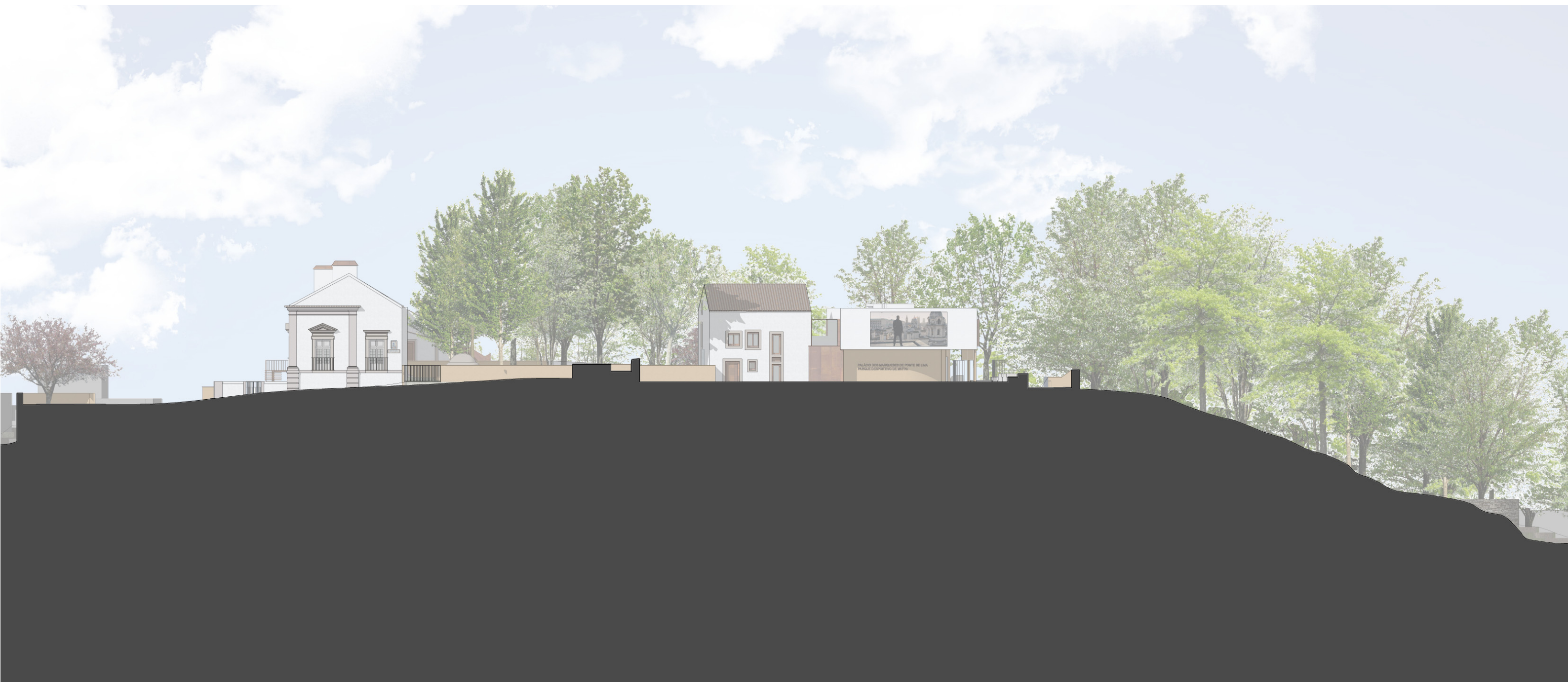




DOCUMENTANDO O PROJETO DE REABILITAÇÃO
Palácio dos Marquês de Ponte de Lima

Alçado Sul





DOCUMENTANDO O PROJETO DE REABILITAÇÃO
Palácio dos Marquesses de Ponte de Lima

Alçado Este





DOCUMENTANDO O PROJETO DE REABILITAÇÃO
Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima

Alçado Norte



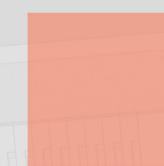


DOCUMENTANDO O PROJETO DE REABILITAÇÃO
Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima

Alçado Oeste



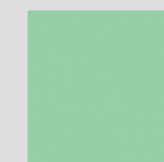
Legenda



1ª Fase



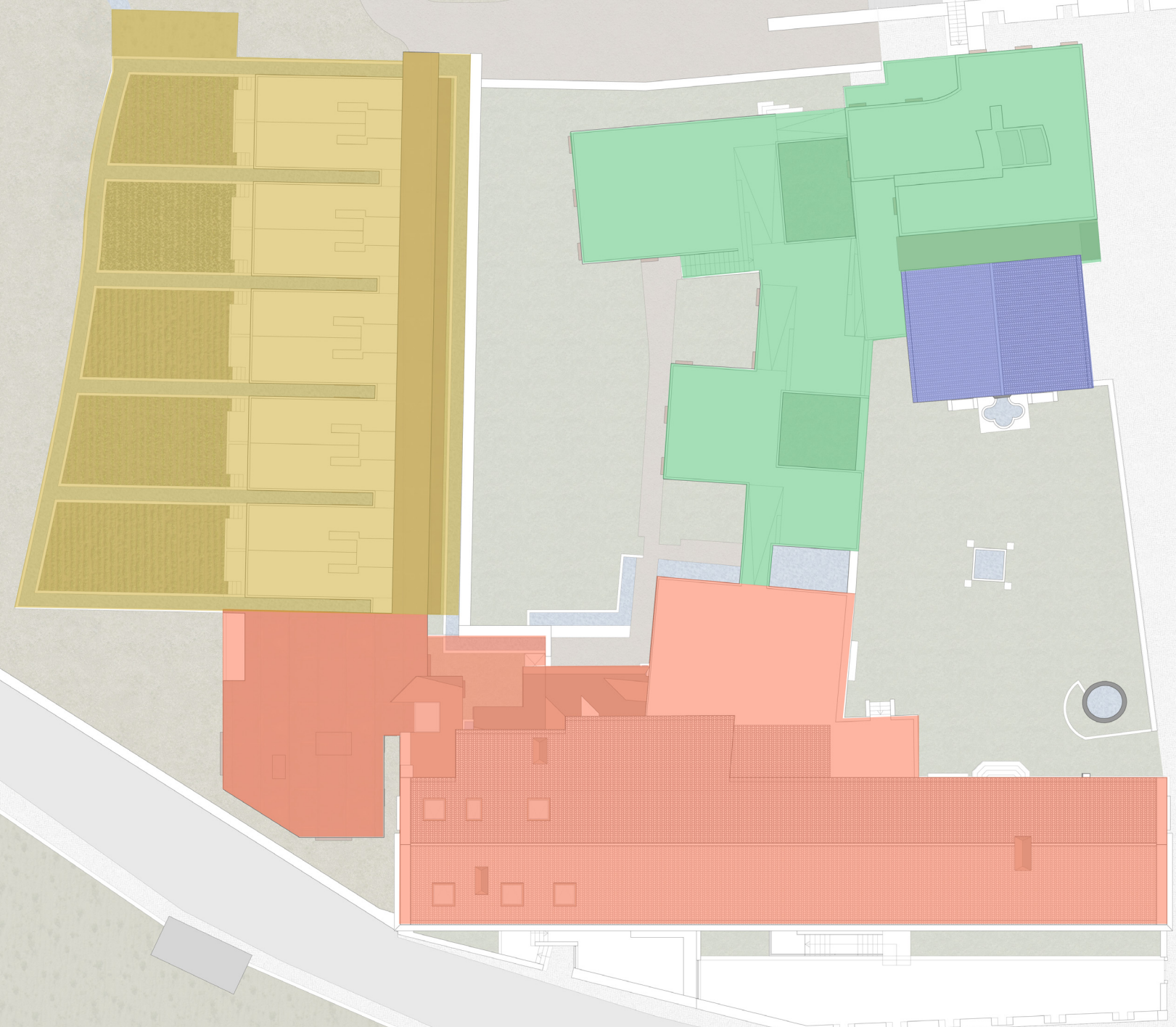
2ª Fase



3ª Fase



4ª Fase



Legenda

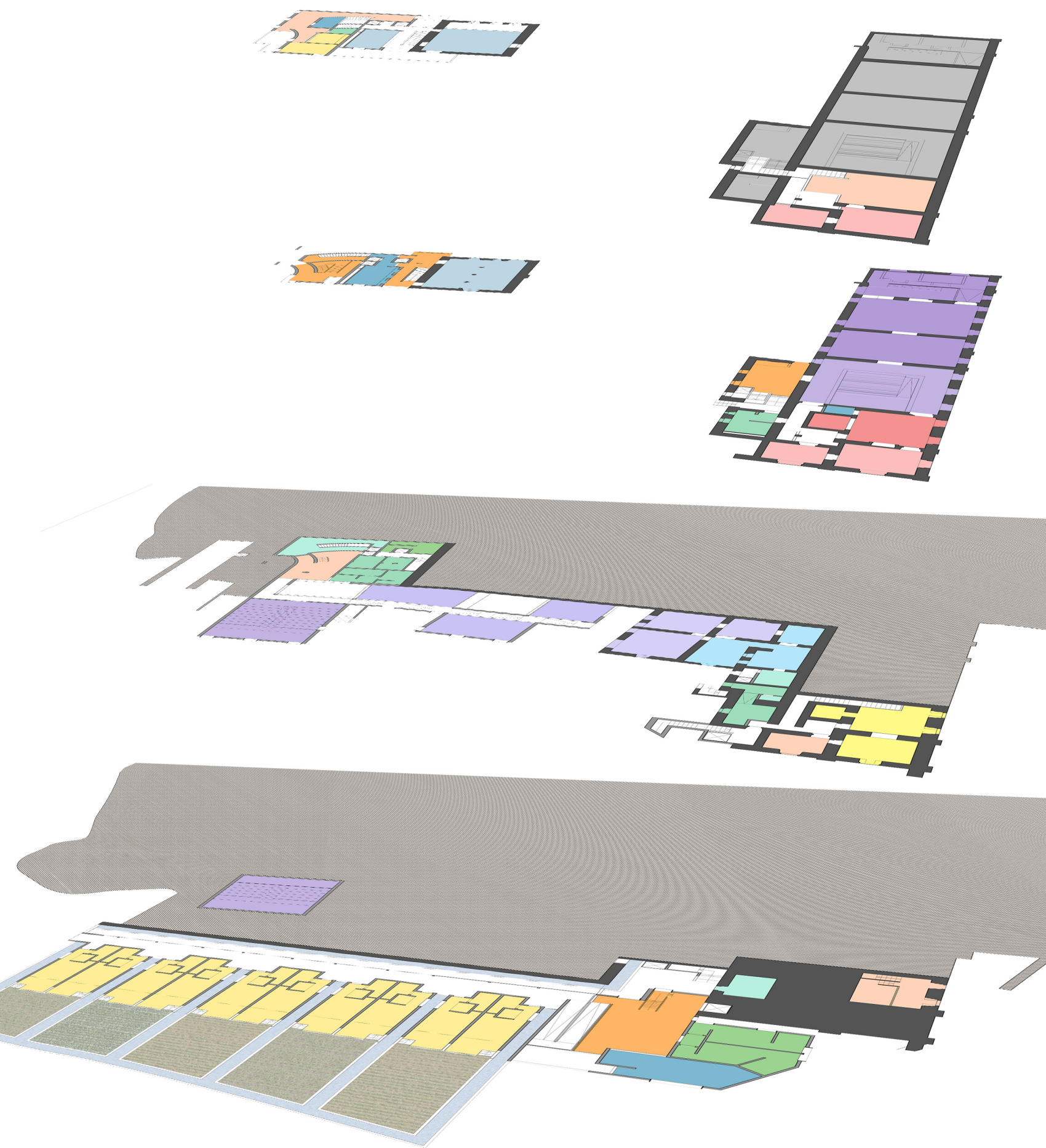
- Acolhimento / Recepção
- Quartos de estadia
- Cozinha / Alimentação
- Balneários
- Alojamento
- Convívio
- Instalação sanitária
- Arrumos / Armazém
- Bar
- Gabinete de estudo
- Formação
- Auditório
- Exposição
- Reuniões
- Administração
- Restaurante

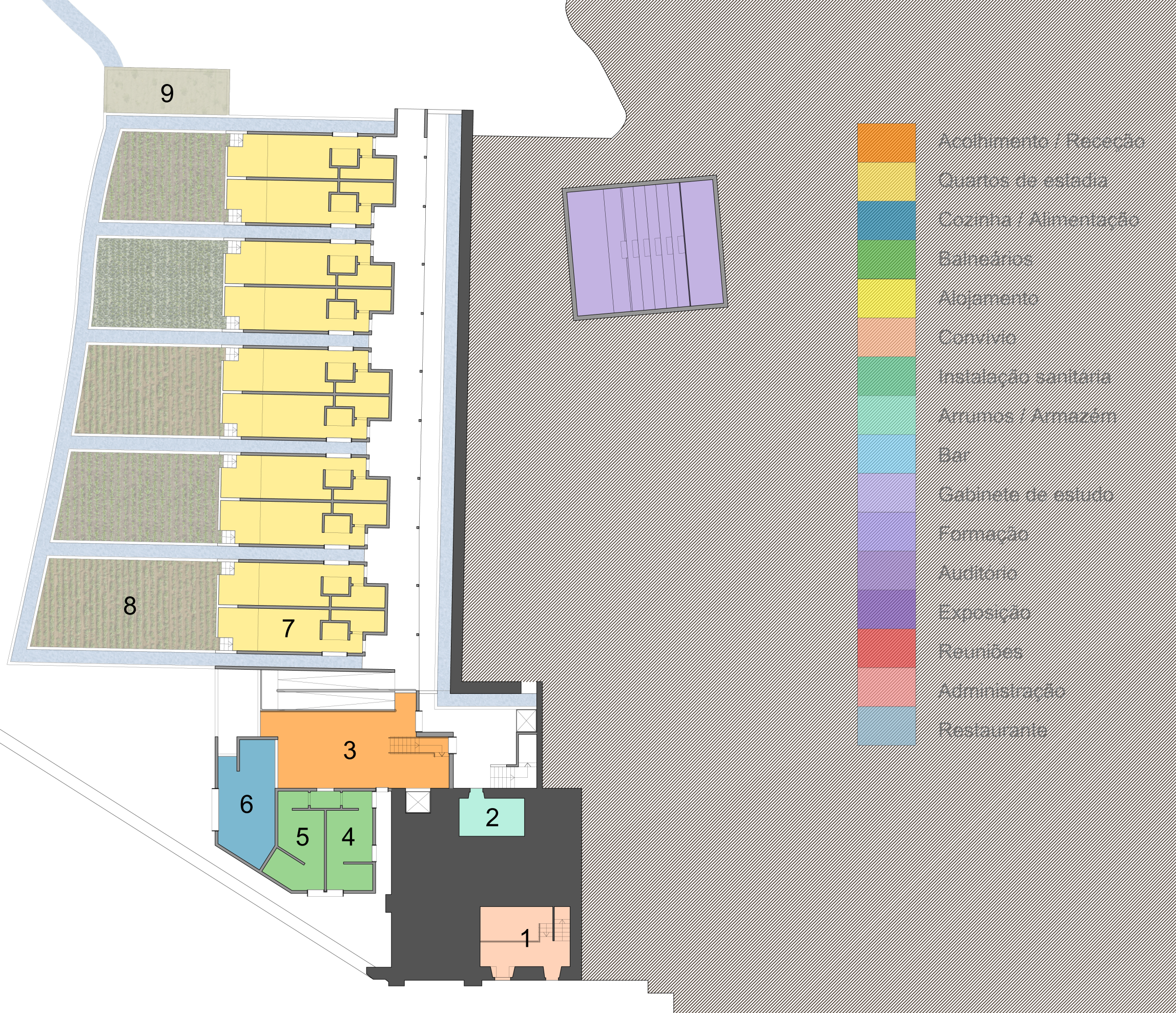
PISO 1

PISO 0

PISO -1

PISO -2

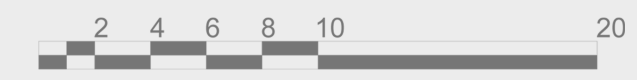




Legenda

- Acolhimento / Recepção
- Quartos de estadia
- Cozinha / Alimentação
- Balneários
- Alojamento
- Convívio
- Instalação sanitária
- Arrumos / Armazém
- Bar
- Gabinete de estudo
- Formação
- Auditorio
- Exposição
- Reuniões
- Administração
- Restaurante

- 1 - Sala comum dos dormitórios (29 m²)
- 2 - Arrumos do alojamento (13 m²)
- 3 - Sala comum dos quartos de estadia (65 m²)
- 4 - Balneário dos dormitórios (21 m²)
- 5 - Balneário dos dormitórios (22 m²)
- 6 - Cozinha comum dos dormitórios (31 m²)
- 7 - Quartos de estadia com cozinha, I.S. privada e horta (31 m²)
- 8 - Hortas (média de 65 m²)
- 9 - Reservatório de água pluvial (130 m³)



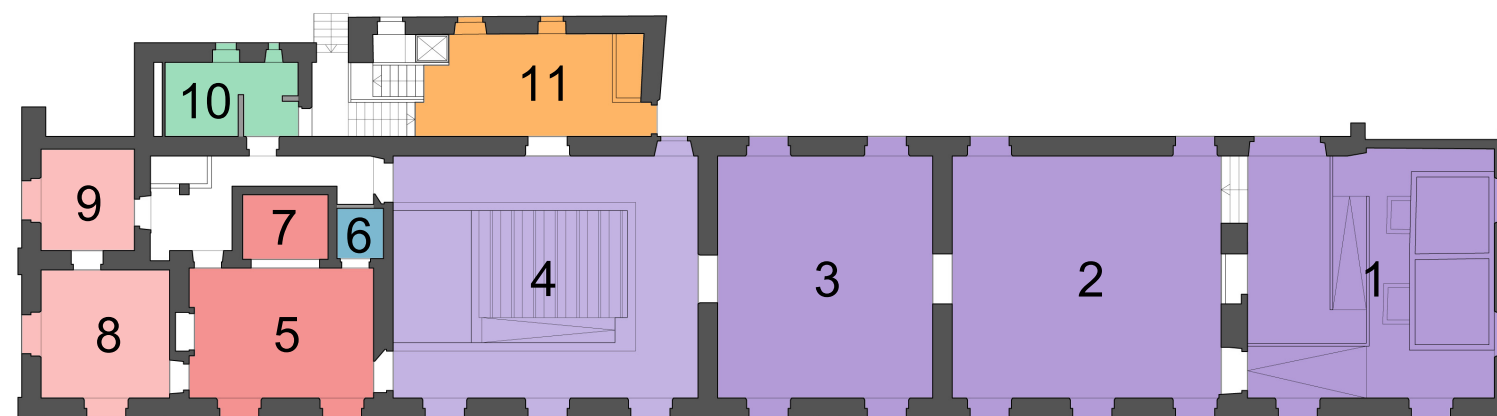
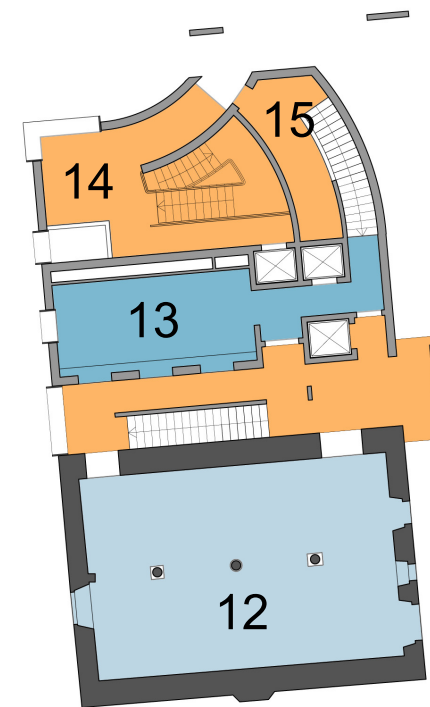
- Acolhimento / Recepção
- Quartos de estadia
- Cozinha / Alimentação
- Balneários
- Alojamento
- Convívio
- Instalação sanitária
- Arrumos / Armazém
- Bar
- Gabinete de estudo
- Formação
- Auditório
- Exposição
- Reuniões
- Administração
- Restaurante



Legenda

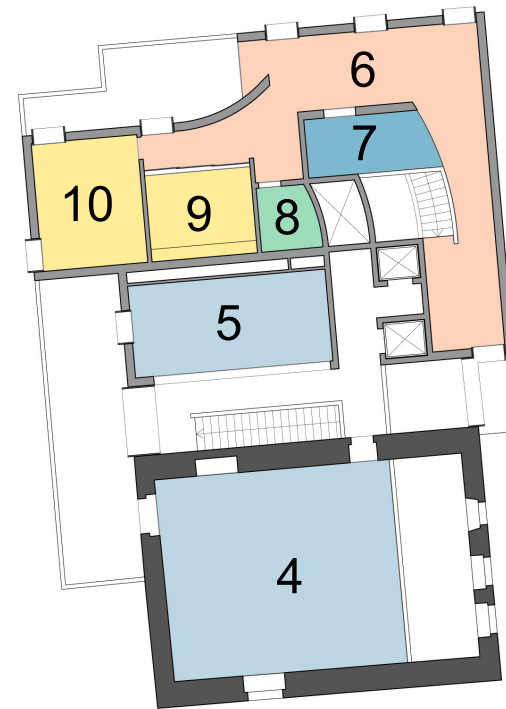
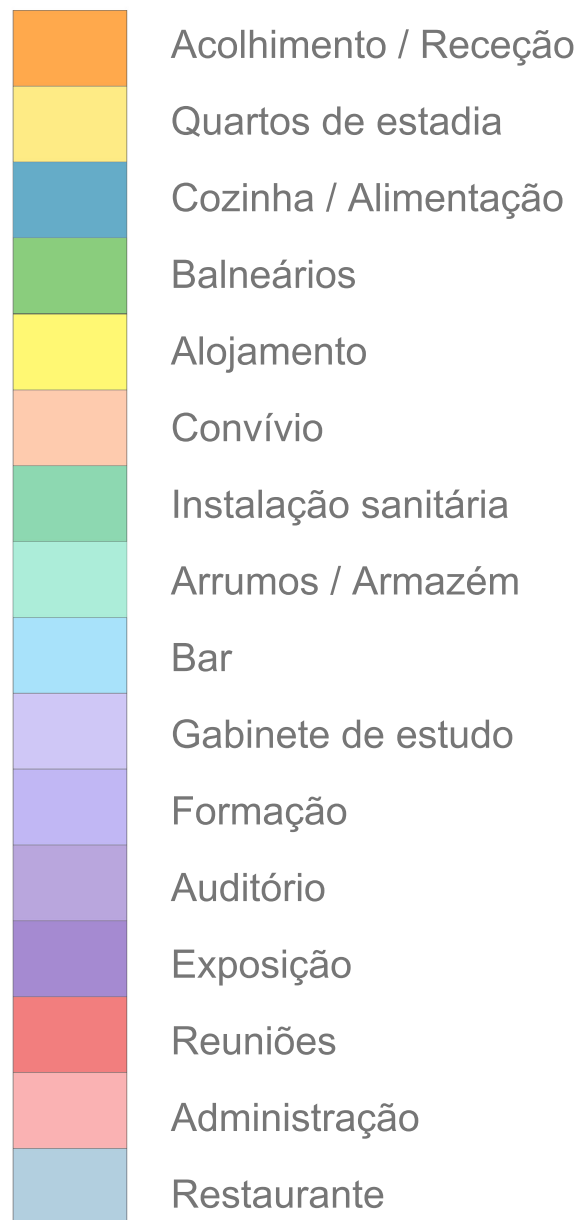
- 1 - Dormitório feminino (32 m²)
- 2 - Dormitório masculino (20 m²)
- 3 - Arrumos dos dormitórios (12 m²)
- 4 - I.S. Público F (21 m²)
- 5 - Arrumos (2 m²)
- 6 - Armazém do bar (9 m²)
- 7 - Bar (50 m²)
- 8 - Pátio do bar (15 m²)
- 9 - Gabinete de estudo (20 m²)
- 10 - Gabinete de estudo (29 m²)
- 11 - Gabinete de estudo (37 m²)
- 12 - Sala de formação (30 m²)
- 13 - Sala de formação (43 m²)
- 14 - Sala de formação (48 m²)
- 15 - Auditório Polivalente (105 m²)
- 16 - I.S. Formação M (12 m²)
- 17 - I.S. Formação F (11 m²)
- 18 - I.S. Restaurante M (12 m²)
- 19 - I.S. Restaurante F (12 m²)
- 20 - Balneário funcionários (20 m²)
- 21 - Armazém do restaurante (41 m²)
- 22 - Átrio / Bengaleiro (52 m²)

- Acolhimento / Recepção
- Quartos de estadia
- Cozinha / Alimentação
- Balneários
- Alojamento
- Convívio
- Instalação sanitária
- Arrumos / Armazém
- Bar
- Gabinete de estudo
- Formação
- Auditório
- Exposição
- Reuniões
- Administração
- Restaurante



Legenda

- 1 - Exposição interpretativa da Quinta da Cerca (85 m²)
- 2 - Exposição pedagógica dos Valores Universais (90 m²)
- 3 - Exposição Temporária (72 m²)
- 4 - Auditório polivalente (100 m²)
- 5 - Sala de reuniões (33 m²)
- 6 - Zona de alimentação (3 m²)
- 7 - Sala de videoconferência (7 m²)
- 8 - Administração (24 m²)
- 9 - Administração (14 m²)
- 10 - I.S. Público M (29 m²)
- 11 - Átrio (32 m²)
- 12 - Sala do restaurante (84 m²)
- 13 - Cozinha do restaurante (35 m²)
- 14 - Recepção da formação (30 m²)
- 15 - Entrada daa habitação familiar (12 m²)

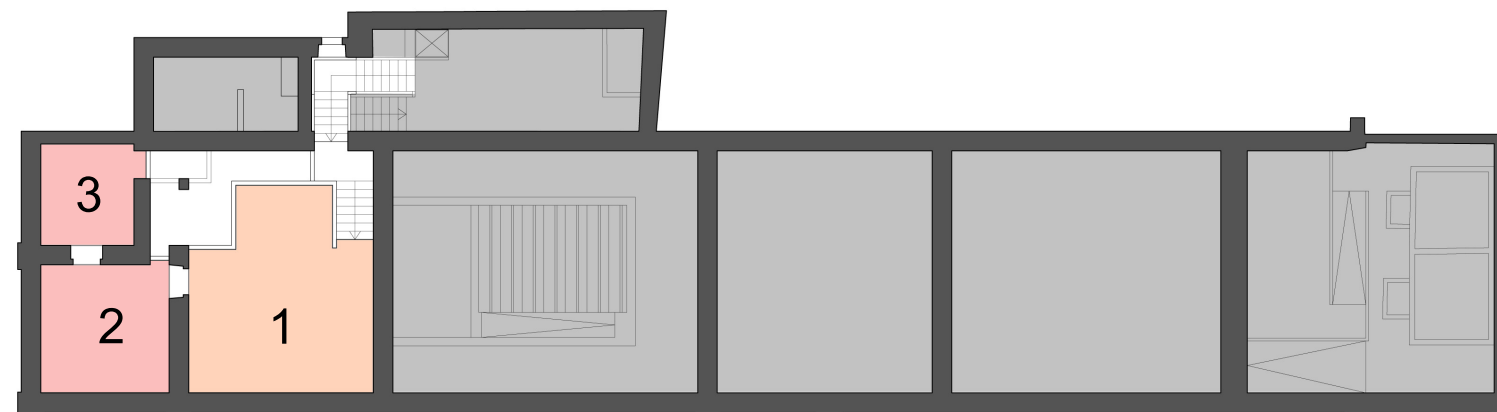


Legenda

- 1 - Sala de convívio (43 m²)
- 2 - Secretaria (22 m²)
- 3 - Secretaria (13 m²)
- 4 - Sala do restaurante (62 m²)
- 5 - Sala do restaurante (24 m²)

Habitação familiar:

- 6 - Sala de estar (52 m²)
- 7 - Cozinha (12 m²)
- 8 - I.S. (6 m²)
- 9 - Quarto (13m²)
- 10 - Quarto (18 m²)



DOCUMENTANDO O PROJETO DE REABILITAÇÃO
Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima

Planta Piso -2



- Existente
- Novo



Planta Piso -1

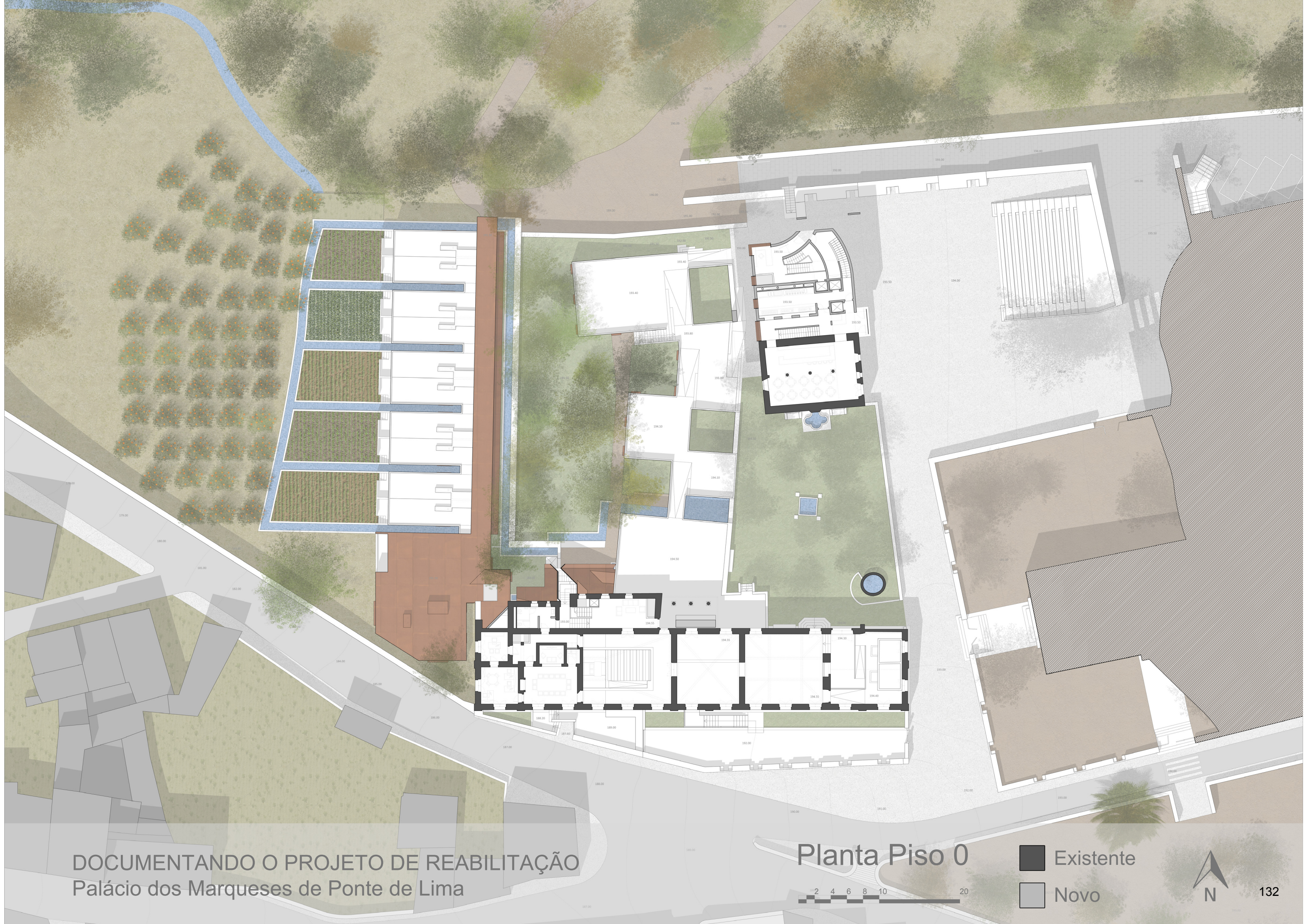
- Existente
- Novo



DOCUMENTANDO O PROJETO DE REABILITAÇÃO
Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima

Planta Piso 0

- Existente
- Novo



Planta Piso 1



- Existente
- Novo





DOCUMENTANDO O PROJETO DE REABILITAÇÃO
Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima

Planta Cobertura





DOCUMENTANDO O PROJETO DE REABILITAÇÃO
Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima

Corte A A'





DOCUMENTANDO O PROJETO DE REABILITAÇÃO
Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima

Corte B B'





DOCUMENTANDO O PROJETO DE REABILITAÇÃO
Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima

Corte C C'





DOCUMENTANDO O PROJETO DE REABILITAÇÃO
Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima

Corte D D'

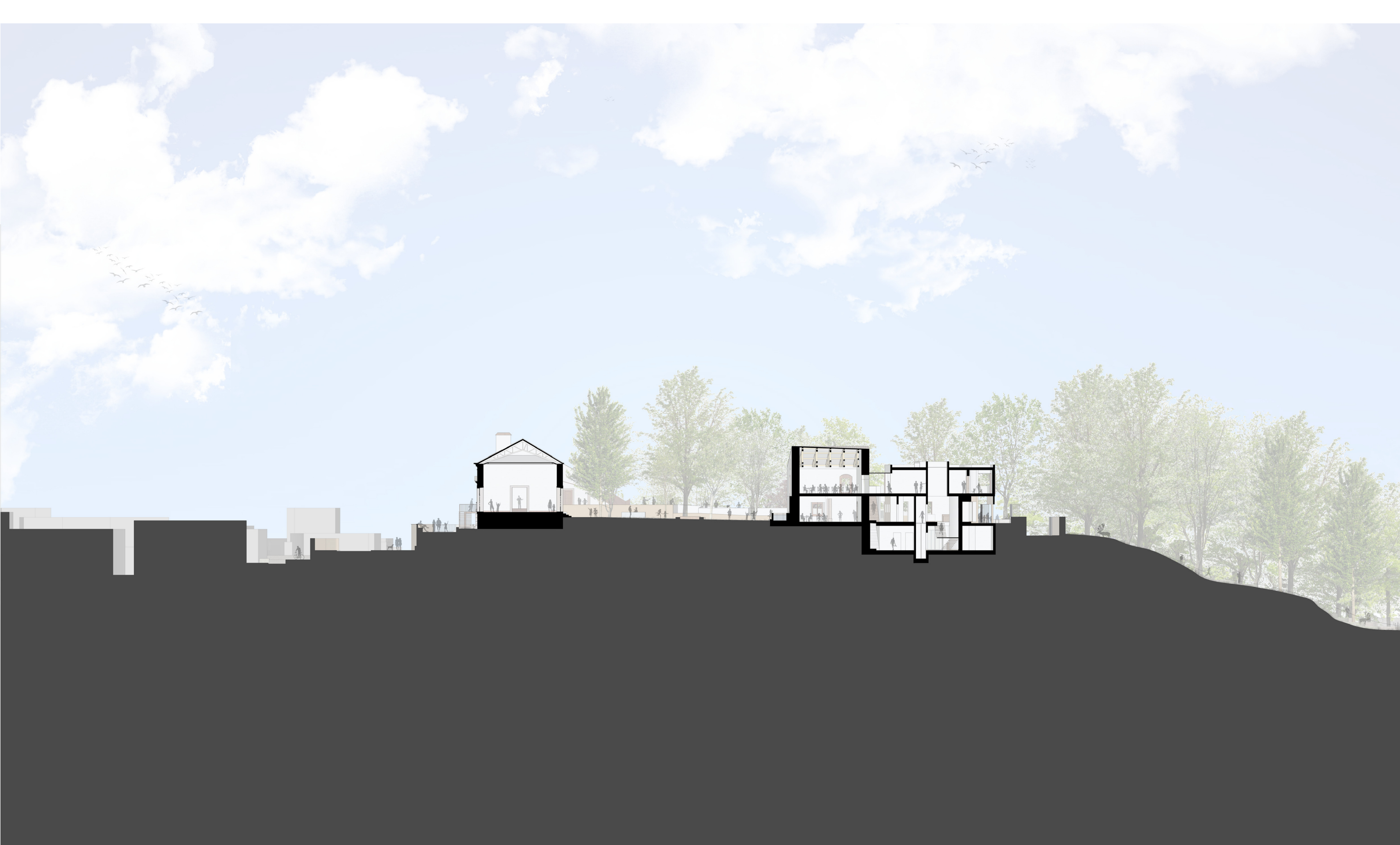




DOCUMENTANDO O PROJETO DE REABILITAÇÃO
Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima

Corte E E'





DOCUMENTANDO O PROJETO DE REABILITAÇÃO
Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima

Corte F F'





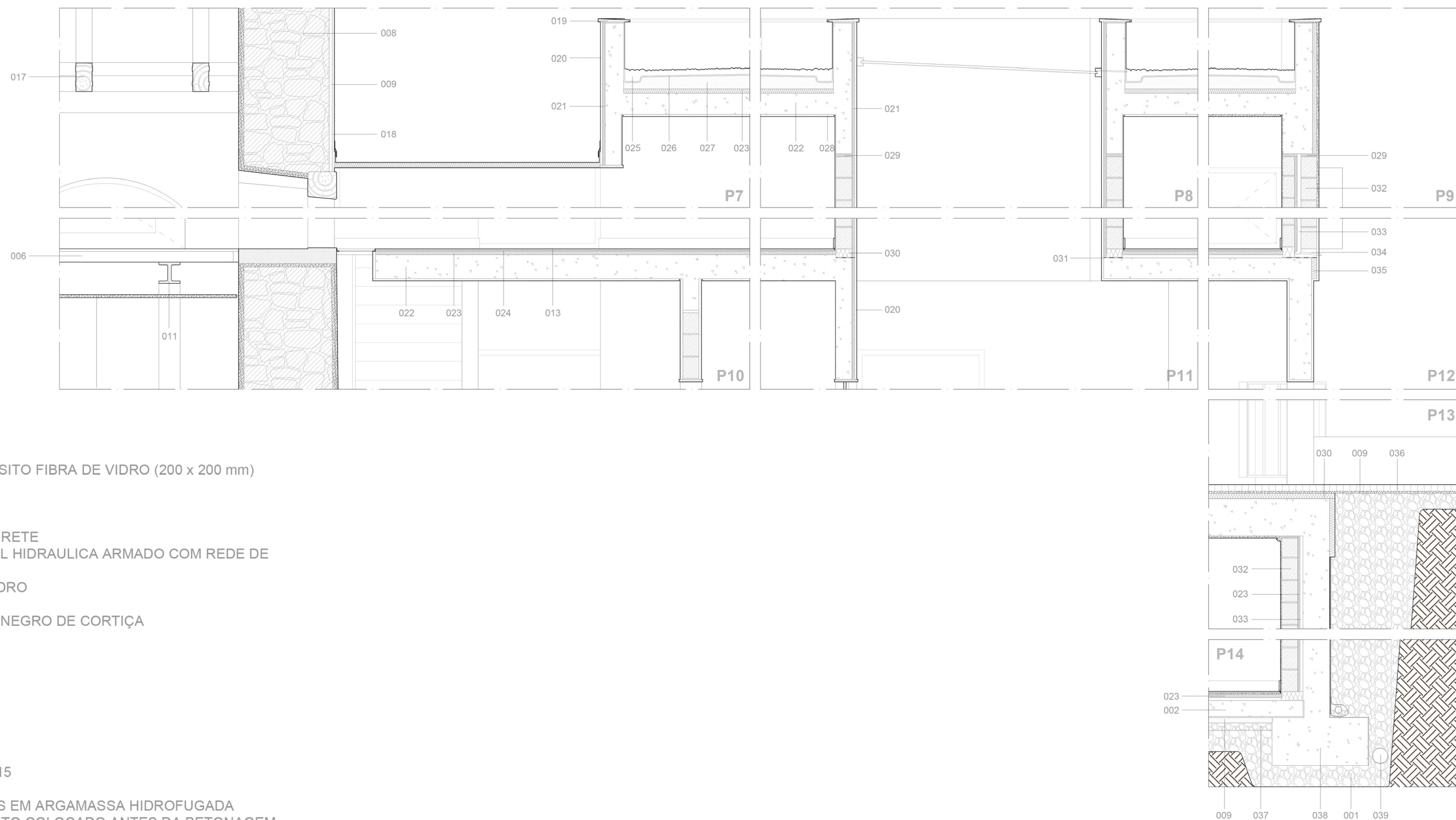
DOCUMENTANDO O PROJETO DE REABILITAÇÃO
Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima

Corte construtivo Palácio
Escala - 1:50 (no formato digital)



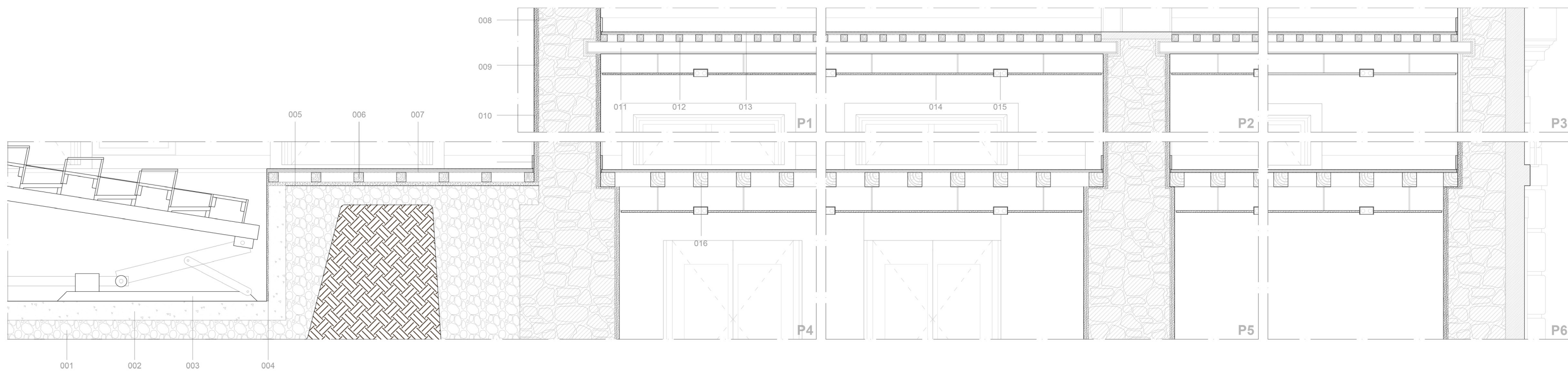
DOCUMENTANDO O PROJETO DE REABILITAÇÃO
Palácio dos Marqueses de Ponte de Lima

Corte construtivo Edifício Anexo
Escala - 1:50 (no formato digital)



LEGENDA - PORMENOR

- 001 - ENROCAMENTO
- 002 - BETONILHA ARMADA
- 006 - VIGA DE MADEIRA (10 x 10)
- 008 - PAREDE DE PEDRA EXISTENTE
- 009 - CAMADA DE REGULARIZAÇÃO
- 011 - PERFIL 'H' PULTRUDIDO COMPÓSITO FIBRA DE VIDRO (200 x 200 mm)
- 013 - SOALHO TABUADO
- 017 - ASNA DE MADEIRA
- 018 - REBOCO EXTERIOR
- 019 - PEDRA DE CAPEAMENTO DO MURETE
- 020 - REBOCO DE ARGAMASSA DE CAL HIDRAULICA ARMADO COM REDE DE FIBRA DE VIDRO
- 021 - ISOLAMENTO DE ESPUMA DE VIDRO
- 022 - LAGE DE BETÃO
- 023 - ISOLAMENTO DE AGLOMERADO NEGRO DE CORTIÇA
- 024 - TELA DE POLIETILENO
- 025 - SEIXOS ROLADOS
- 026 - TELA DE BETUME E GEOTÊXTIL
- 027 - CAMADA DE FORMA
- 028 - TETO DE ESTUQUE
- 029 - POLIESTIRENO EXPANDIDO
- 030 - BLOCO DE ESPUMA DE VIDRO
- 031 - PINTURA BETUMINOSA
- 032 - TIJOLO CERÂMICO FURADO DE 15
- 033 - CAIXA DE AR
- 034 - TUBO DE SAÍDA DAS HUMIDADES EM ARGAMASSA HIDROFUGADA
- 035 - AGLOMERADO DE FIBRA DE ABETO COLOCADO ANTES DA BETONAGEM
- 036 - CALÇADA PORTUGUESA
- 037 - BRITA
- 038 - FUNDAÇÃO DE BETÃO ARMADO
- 039 - GEODRENO



LEGENDA - PORMENOR

- | | |
|--|---|
| 001 - ENROCAMENTO | 011 - PERFIL 'H' PULTRUDIDO COMPÓSITO FIBRA DE VIDRO (200 x 200 mm) |
| 002 - BETONILHA ARMADA | 012 - VIGA DE MADEIRA (70 x 70 mm) |
| 003 - SISTEMA DE BANCADA MÓVEL | 013 - SOALHO TABUADO |
| 004 - REVESTIMENTO DA CAIXA DE BANCADA | 014 - TETO FALSO DE GESSO CARTONADO |
| 005 - ARGAMASSA DE REGULARIZAÇÃO | 015 - CALHA DE ILUMINAÇÃO EMBUTIDA |
| 006 - VIGA DE MADEIRA (100 x 100 mm) | 016 - VIGA DE MADEIRA (150 x 150 mm) |
| 007 - PAINEL DE AGLOMERADO DE MADEIRA | |
| 008 - PAREDE DE PEDRA EXISTENTE | |
| 009 - CAMADA DE REGULARIZAÇÃO | |
| 010 - REBOCO INTERIOR | |