

NOVA SALA DE ESPETÁCULOS

Teatro Ana Pereira

Alenquer

Do Laser Scan à modelação BIM

Experiências e testemunhos



Instituto Universitário de Lisboa
Departamento de Arquitetura e Urbanismo

Mestrado Integrado em Arquitetura
Projeto Final de Arquitetura - 2017/2018
Joana Isabel Neves Gomes - 64475

I Vertente Prática

Alenquer

Grupo de trabalho:

Joana Gomes | Joana Gamito | Rita Duque

Parte Individual

Nova sala de espetáculos

Teatro Ana Pereira

Tutor

Pedro Botelho - Professor auxiliar convidado do ISCTE-IUL

II Vertente Teórica

Do Laser Scan à modelação BIM

Experiências e testemunhos

Orientadora

Sara Eloy - Professora auxiliar do ISCTE-IUL

Co-Orientador

Pedro Santos- FVPS, Lda.

Todas as figuras presentes neste trabalho são da autoria do grupo ou do autor, excepto quando indicado o contrário

Lisboa - Outubro 2018

Agradecimentos

Aos meus pais e avós, sem os quais nada disto teria sido possível, pelas oportunidades que me proporcionaram e pela paciência nos dias menos bons.

À professora Sara Eloy pelo auxílio, apoio e orientação. Pela persistência e dedicação inesgotável, pelos conselhos e pelos diversos anos de aprendizagem.

À equipa da FVPS por me ter recebido para a concretização desta investigação.

Ao professor Pedro Botelho, pela experiência. Por tornar este último ano desafiante Resiliência foi sem dúvida a palavra do ano.

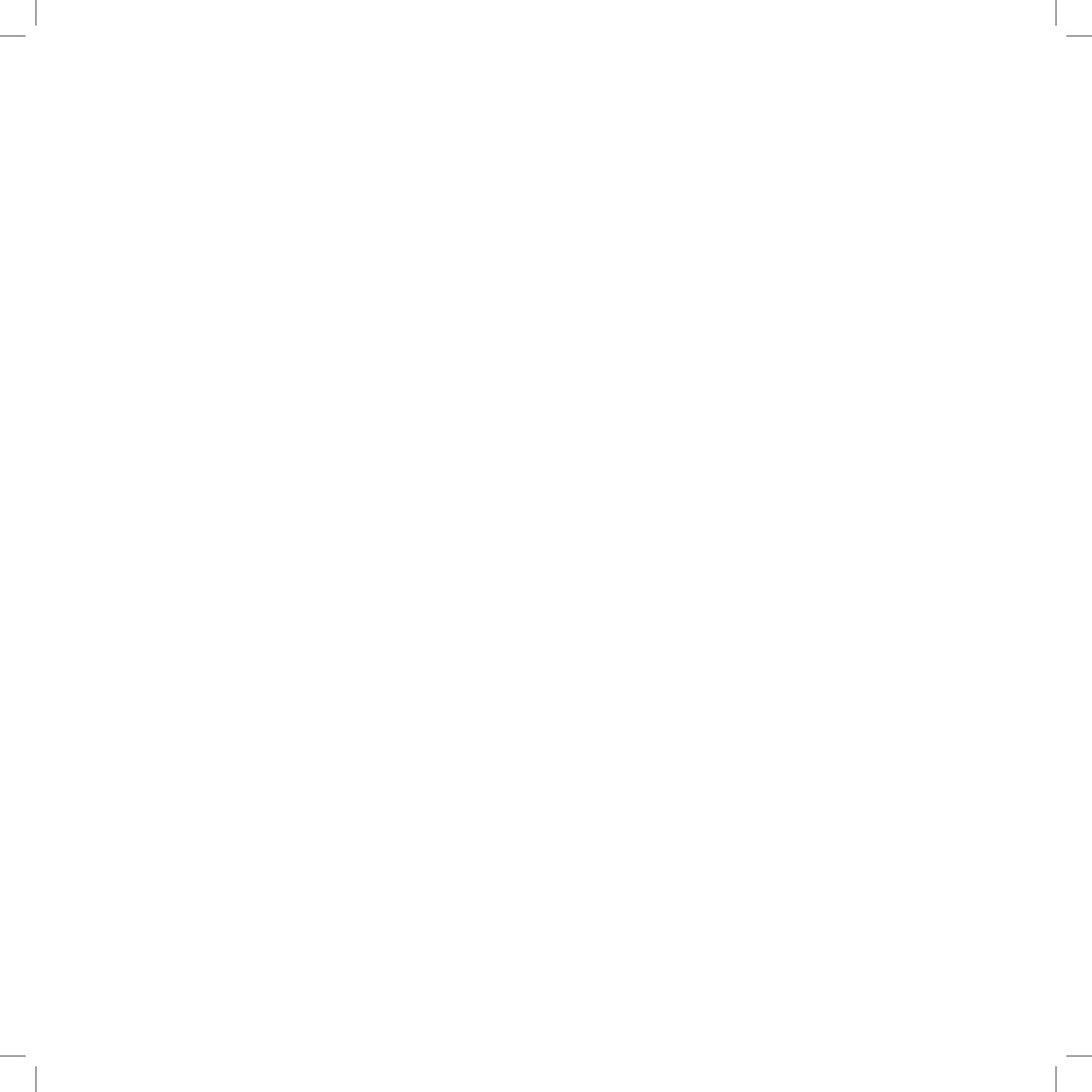
A todos os meus amigos que verdadeiramente acreditaram em mim e me motivaram até ao fim desta caminhada em especial ao André, ao Gonçalo, à Magda e ao Ruben por me arrastarem de casa e afastarem a arquitetura dos meus pensamentos durante algumas horas.

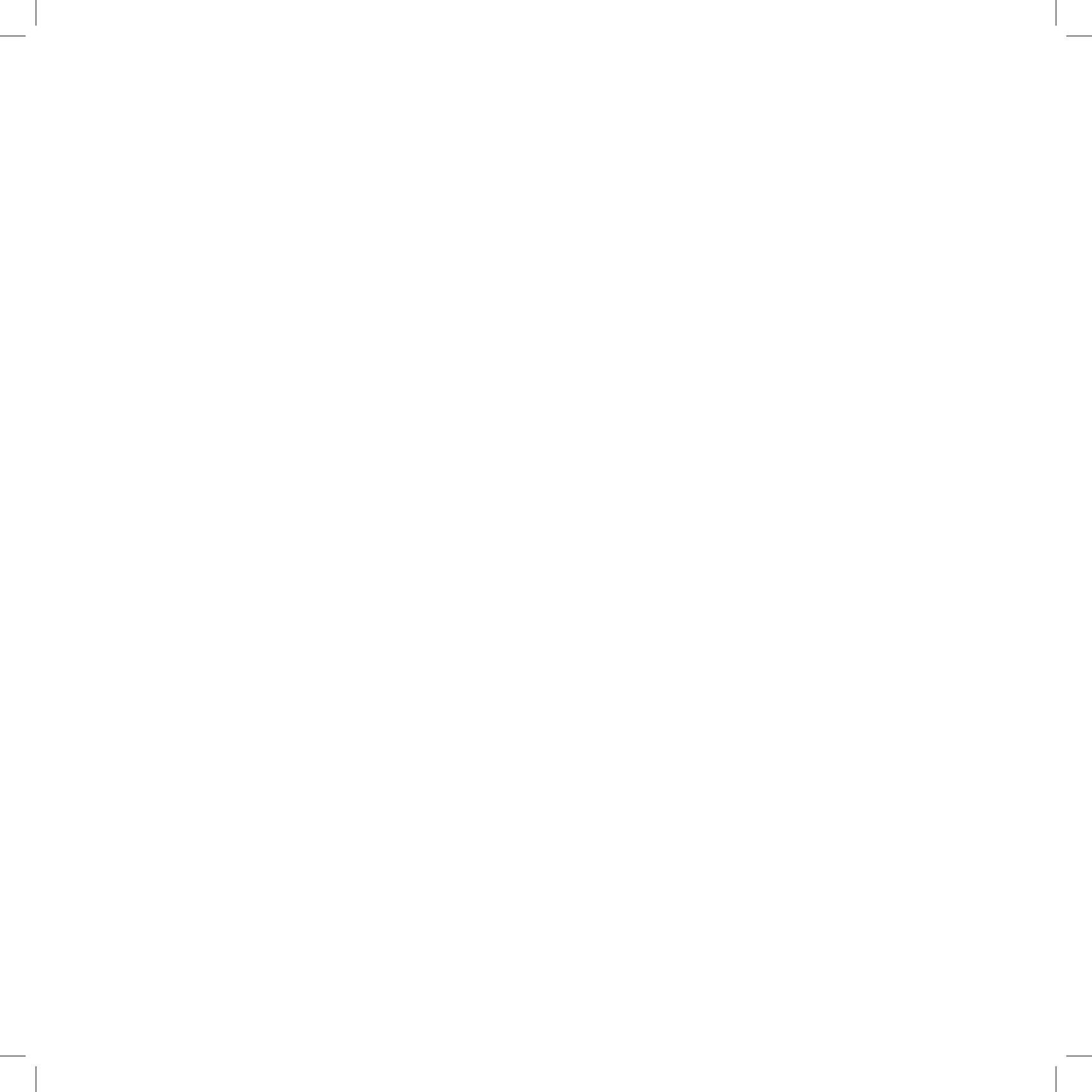
Às minhas colegas e amigas Joana e Rita por sempre estarem presentes.

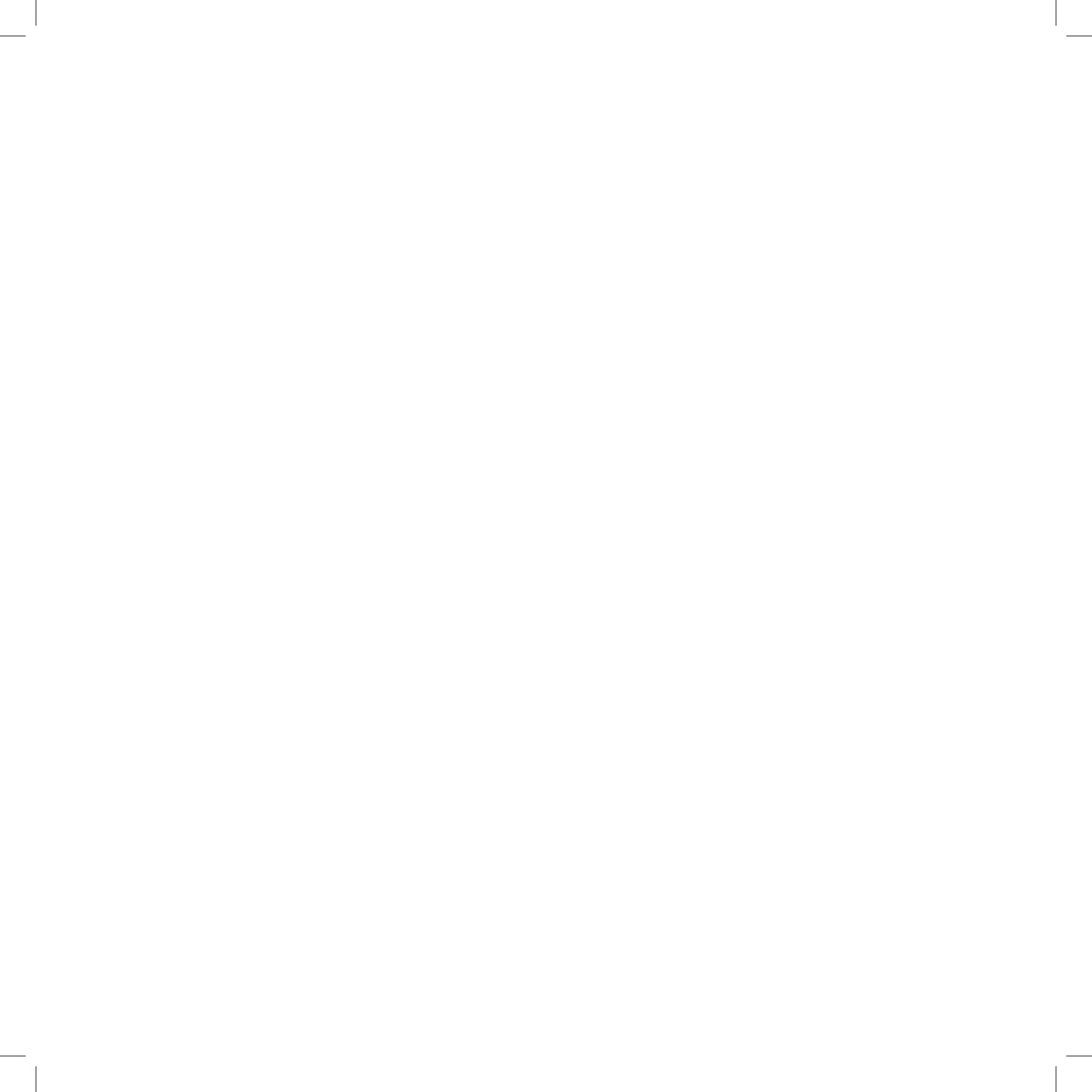
A todos os arquitetos entrevistados em especial à Arq. Marina Félix que para além da sua amizade me deu a oportunidade de colaborar no seu trabalho e com quem aprendi imenso...

Aos meus “stores” Cristina e Fernando Pereira, por todos estes anos de amizade, confiança e incentivo e por toda a nostalgia que o secundário me desperta.

E por fim ao Rafael, por imensas razões. Pela amizade e companheirismo. Por aturar os meus dramas e choradeiras, as minhas faltas de tempo, recaídas e esquecimentos. Por tudo isto e ainda assim ser capaz de me trazer à realidade e fazer perceber que a vida não é só Arquitetura.







Escola de Tecnologias e Arquitetura
Departamento de Arquitetura e Urbanismo
Mestrado Integrado em Arquitetura

Joana Isabel Neves Gomes

Trabalho prático submetido como requisito
parcial para obtenção do grau de
Mestre em Arquitectura

Nova sala de espetáculos
Teatro Ana Pereira

Tutor
Pedro Botelho - Professor auxiliar
convidado do ISCTE-IUL

I Vertente Prática

1	Introdução	11
1.1	Introdução ao trabalho	45
2	Trabalho de Grupo	13
2.1	Introdução ao Trabalho de Grupo	13
2.2	Análises e estratégias	14
3	Trabalho Individual	21
3.1	Introdução ao trabalho Individual - Programa Proposto	21
3.2	Evolução do Local e situação Atual	23
3.3	Levantamento do Existente	28
	3.3.1. Teatro Ana Pereira	32
	3.3.2. Nº19 e 21 da Rua Renato Leitão Lourenço	33
3.4	Proposta	
	3.4.1 Memória Descritiva	34
	3.4.2.Desenhos Técnicos	39
4	Referências	51

Nova sala de espetáculos

Teatro Ana Pereira

Alenquer

I Vertente Prática

Grupo de trabalho:

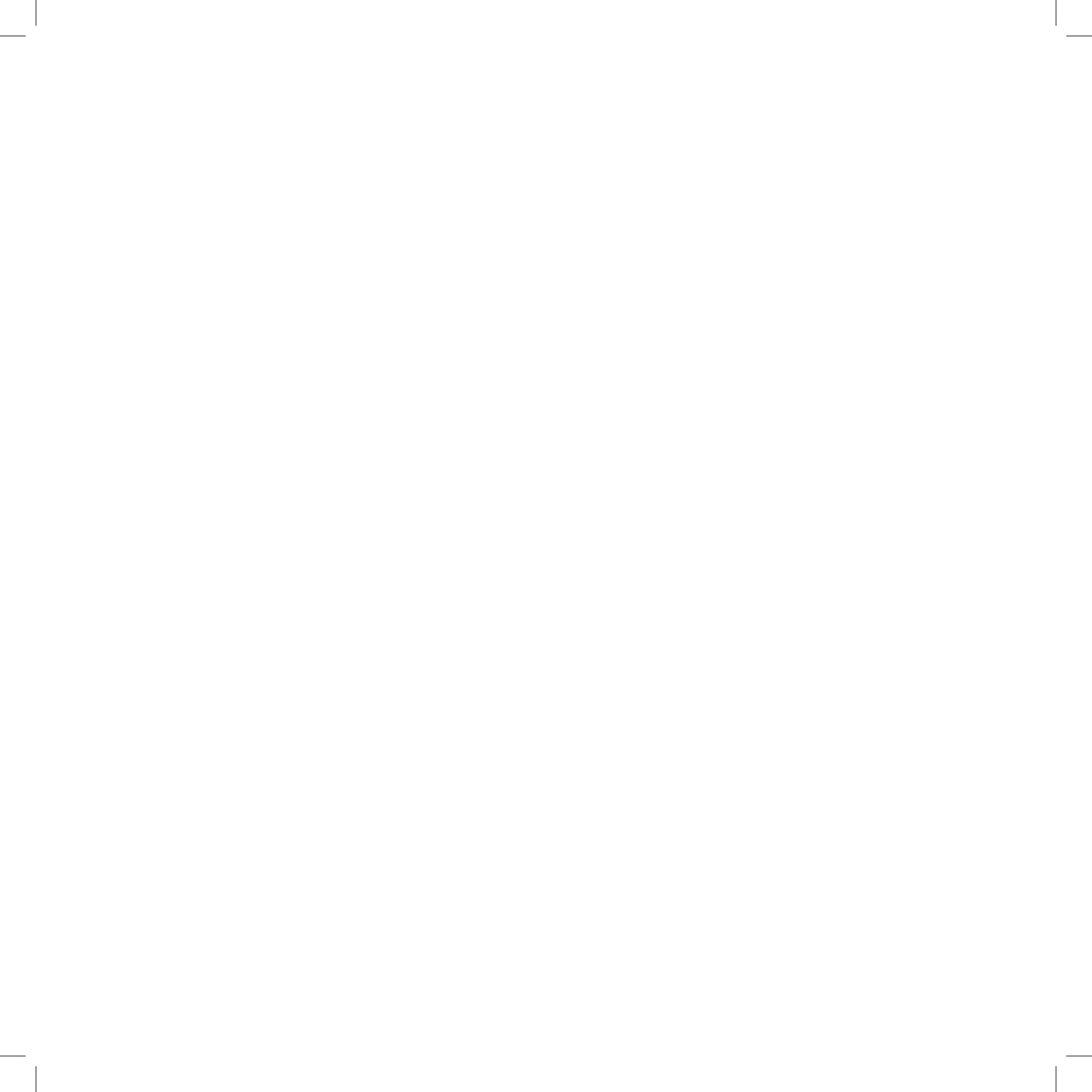
Joana Gomes | Joana Martins | Rita Duque

Parte Individual

Alenquer - Nova sala de Espetáculos: Teatro Ana Pereira

Tutor

Pedro Botelho - Professor auxiliar convidado do ISCTE-IUL



1. Introdução

1.1. Introdução ao Trabalho

No âmbito da unidade curricular de Projeto Final de Arquitetura 2017/2018, foi solicitada uma abordagem à vila de Alenquer de forma a perceber as problemáticas urbanísticas dentro deste concelho.

Desta forma, foi realizada uma análise crítica do território de forma a compreender os pontos onde seria possível intervir, elaborando posteriormente, em grupo, uma estratégia inicial que visasse dinamizar a região e dar uso das suas particularidades.

Numa última fase, foi selecionado, individualmente, um ponto dessa estratégia para o desenvolvimento de um projeto de arquitetura que será exposto no presente trabalho.



*Figura 1 - Ortofotomapa da zona da Vila de Alenquer e envolvente
(Crédito do Grupo de trabalho, 2017)*

2. Trabalho de Grupo

2.1 Introdução ao trabalho de Grupo

No início do ano lectivo foi realizada uma visita ao território mencionado no enunciado da vertente prática, abrangendo as zonas do Carregado, Alenquer, e alguns locais junto ao Rio Tejo. Embora a paisagem característica junto ao Rio tenha sido um dos pontos fortes da curta visita, foi a Vila de Alenquer que mais cativou o interesse do grupo.

Um dos locais mais antigos de Alenquer, a zona conhecida como Vila Alta mantém ainda um carácter único, remanescente dos tempos medievais, com as suas ruas estreitas e ingremes, ladeadas por pequenas habitações (Figura 2). Esta é uma zona que, apesar de ter sofrido várias alterações ao longo dos séculos, tem mantido muitas das suas características iniciais, nomeadamente partes da estrutura urbana e ruas, algumas das quais tendo permanecido maioritariamente inalteradas. Talvez um dos melhores exemplos dessas permanências possa ser encontrado na antiga Rua Direita, elemento estruturante de muitas cidades medievais que, no caso de Alenquer, manteve-se largamente no mesmo lugar, adquirindo contudo novos nomes e utilizações.

Contudo, o carácter “antigo” da Vila Alta não se encontra apenas na sua estrutura urbana, mas é hoje também evidente para quem por aí passa, ao lado de várias habitações deixadas ao abandono e pelas ruas vazias salvo o ocasional residente idoso. Esta é, então, actualmente uma zona envelhecida, tanto demográfica como fisicamente, condicionada e isolada pelos acessos entre a parte Alta e a Baixa, que são poucos e inconvenientes. Sendo a Vila Baixa o local onde se localizam quase todos os serviços, necessidades e programas, sendo uma das poucas excepções a Câmara Municipal, torna-se apenas natural que a Alta tenha vindo a ser progressivamente abandonada.

Mas, embora seja esta a realidade actual, a Vila Alta tem também potencial para ser dinamizada como a zona histórica que é e recuperada de modo a melhor servir os seus residentes actuais e preparar a eventual chegada de novos.



*Figura 2 - Vista sobre a Vila Alta
(Fotografia da Autora novembro 2017)*

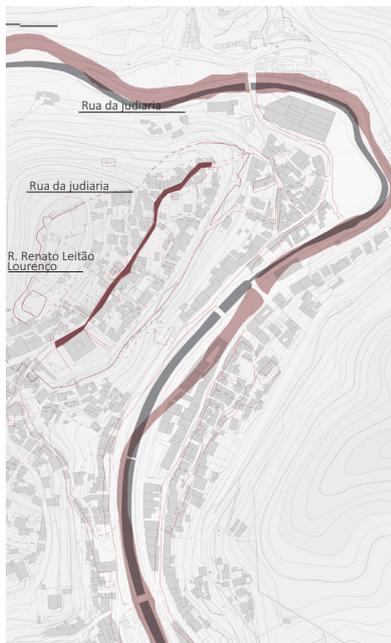


Figura 3 - Sobreposição do traçado de Alenquer medieval com a planta do existente. A antiga Rua Direita encontra-se em destaque, a vermelho. (crédito do grupo, 2017)

2.2 Análises e estratégia

Escolhida a Vila Alta como local de intervenção, pelo seu carácter, valor histórico e necessidade de revitalização, o trabalho de grupo começou por se focar numa análise da estrutura viária e caminhos nesta zona, considerando inclusivamente a evolução destes elementos ao longo dos anos.

Nesta análise, percebeu-se que grande parte das ruas da Vila Alta se mantiveram, como poucas alterações, com o passar do tempo, existindo actualmente dois eixos principais, que são as ruas longitudinais que por aqui passam: a Rua Pêro de Alenquer, mais abaixo, e as ruas Maria Milne Carmo e Calçada do Castelo, mais acima, no mesmo lugar onde teria estado a Rua Direita, característica das cidades medievais. A estrutura deste lugar dá-se então através destes eixos longitudinais principais, sendo atravessada por pequenas ruas, calçadas e travessas, transversais (e íngremes), que fazem a ligação entre os arruamentos longitudinais. Simultaneamente à realização desta análise, efectuou-se um levantamento actualizado (2017) dos edifícios devolutos na Vila Alta e sua envolvente, tomando também nota de pontos de interesse neste área, entre os quais se destacou o antigo teatro Ana Pereira, que actualmente é mantido em funcionamento pela Liga dos Amigos de Alenquer, sendo este um dos únicos programas que ainda existem aqui.

Realizadas ambas as análises, começou a surgir a ideia de uma revitalização desta zona através da reabilitação e promoção cultural da antiga Rua Direita, um dos principais eixos aqui (Figura 3). A valorização do património existente, como o teatro, que se encontra na continuação desta rua, associada a uma reabilitação deste eixo, também ela relacionada com um programa cultural, poderia ser uma forma de promover esta zona histórica e dar início a um processo maior de

recuperação do edificado local, que se tem vindo a degradar devido ao abandono.

Desse modo, a proposta de grupo foca-se neste eixo de que temos vindo a falar, propondo a recuperação e reabilitação de alguns pontos ao longo desta rua, tendo em conta programas de índole cultural e entretenimento, relacionados com as actividades do teatro Ana Pereira e mantendo em vista a melhoria das condições dos residentes desta parte de Alenquer.

Os objectivos aqui propostos vão também ao encontro daqueles expressos na ARU (Delimitação da Área de Reabilitação Urbana de Alenquer) já em 2015, para o desenvolvimento e valorização desta zona urbana com “aptidão turística aliada ao património e ao lazer”. A estratégia de desenvolvimento para esta zona tem então por objectivos “o aumento da qualidade de vida da população residente e sua valorização turística”, aspectos que, segundo este documento, “potenciarão o desenvolvimento de novas dinâmicas económicas e sociais”¹. Além destes objectivos, é ainda mencionada a importância da valorização do património histórico, cultural e arquitectónico, tão presente nesta parte da Vila de Alenquer.

Como elemento final do trabalho de grupo, foi elaborada uma planta onde se mostram os vários pontos de interesse identificados, tendo em conta os objectivos e intenções já enunciados. A partir desta última análise, foram determinados os locais onde cada elemento do grupo iria intervir individualmente, sendo estes o lote nº22 da Rua Maria Milne Carmo, uma habitação devoluta terreno onde se localizava a antiga prisão e, por último, o Teatro Ana Pereira e o edifício ao seu lado, constituindo estes o objecto de estudo durante a continuação deste caderno e trabalho.

¹ Câmara Municipal de Alenquer – **Delimitação da Área de Reabilitação Urbana de Alenquer**. [Em linha]. 2015. [Consult. 16 Outubro 2017]. Disponível em WWW: http://www.cm-alenquer.pt/_uploads/MemorialDescritiva_AlteracaoARU_Alenquer.pdf

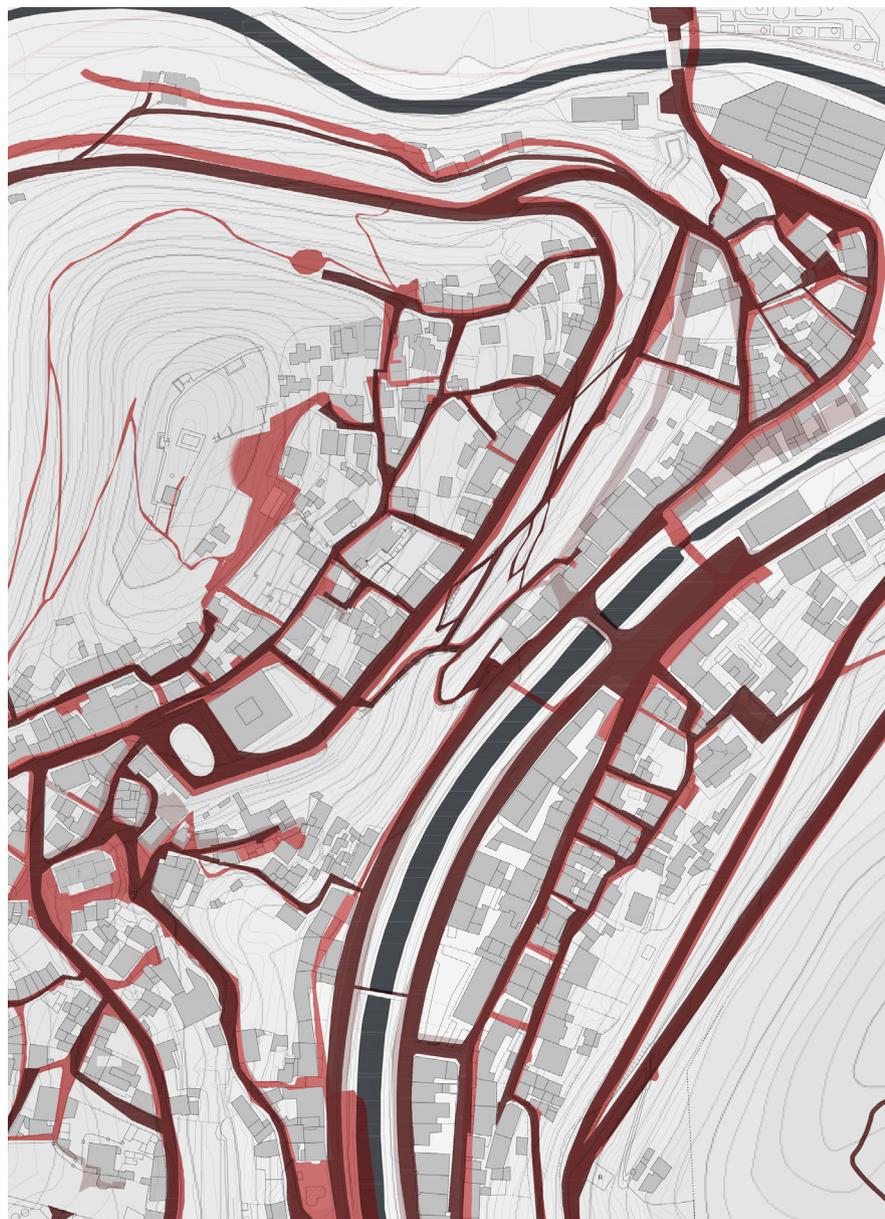


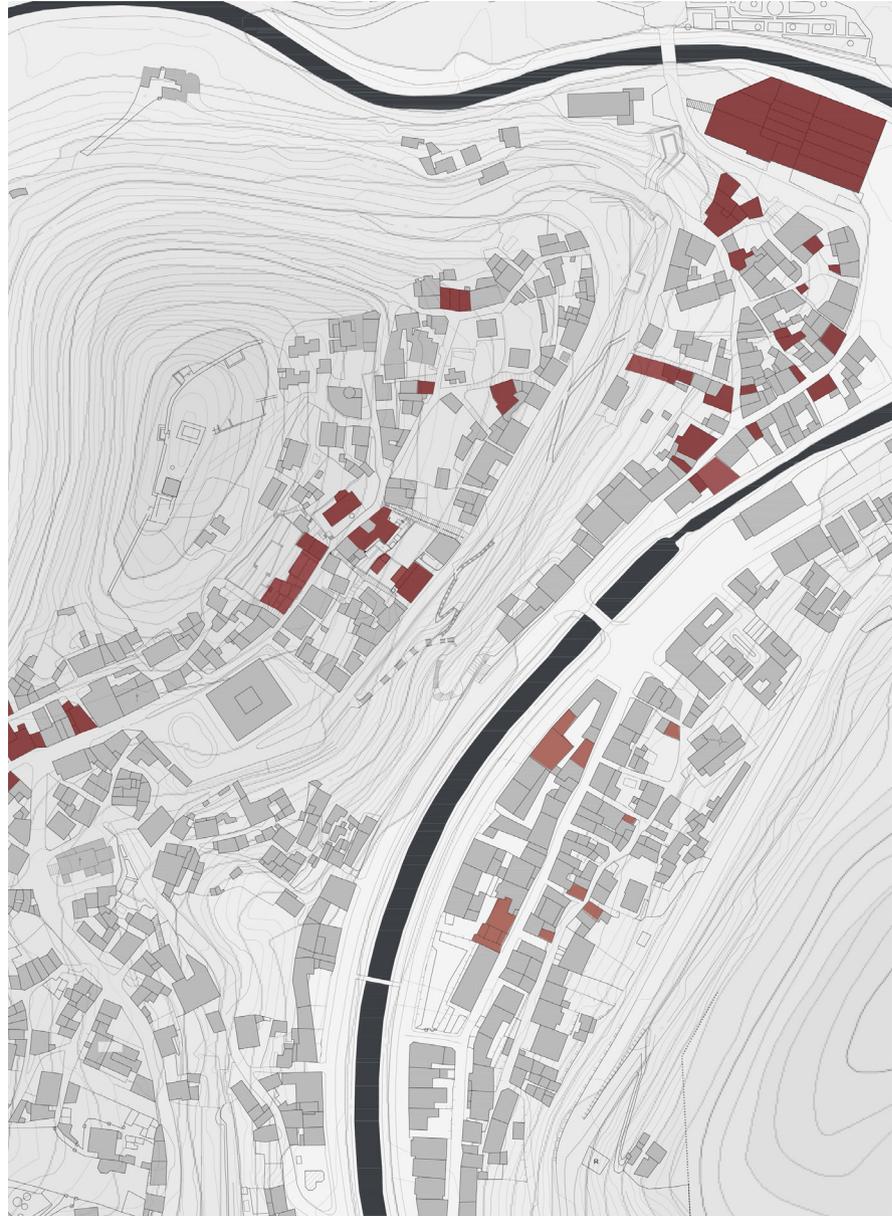
Figura 4 - Análise da estrutura viária e caminhos em Alenquer, com sobreposição dos anos de 1927 e 2016. É ainda mostrado o ano de 1943, com uma proposta que não chegou a ser realizada.

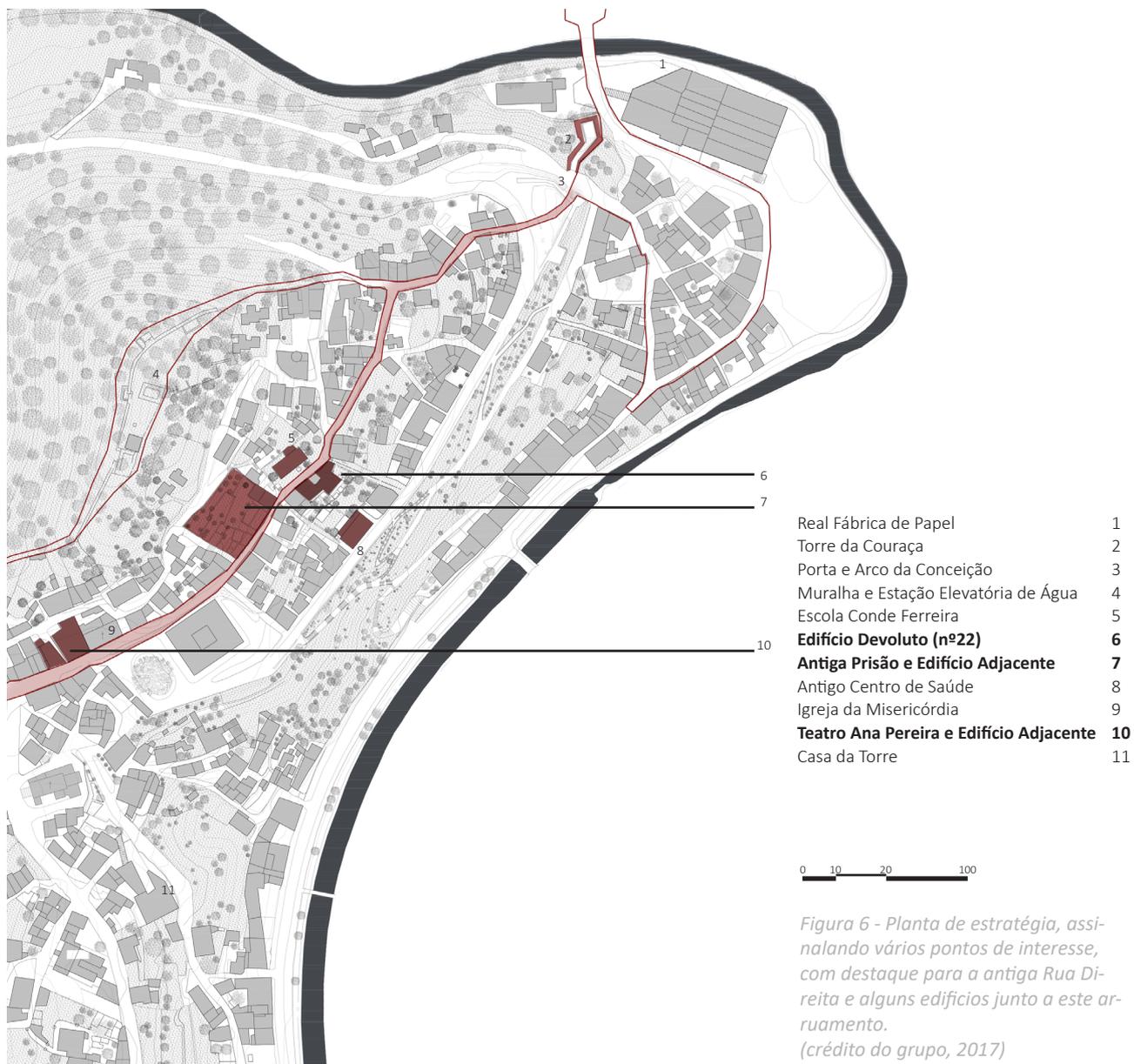
(crédito do grupo, 2017)

levantamento actualizado (2017) ■
levantamento realizado em 2016 ■

0 10 20 100

Figura 5 - Levantamento actualizado (2017) dos edificios devolutos na zona da Vila Alta de Alenquer e envolvente. (crédito do grupo, 2017)







6
Edifício Devoluto (nº22)



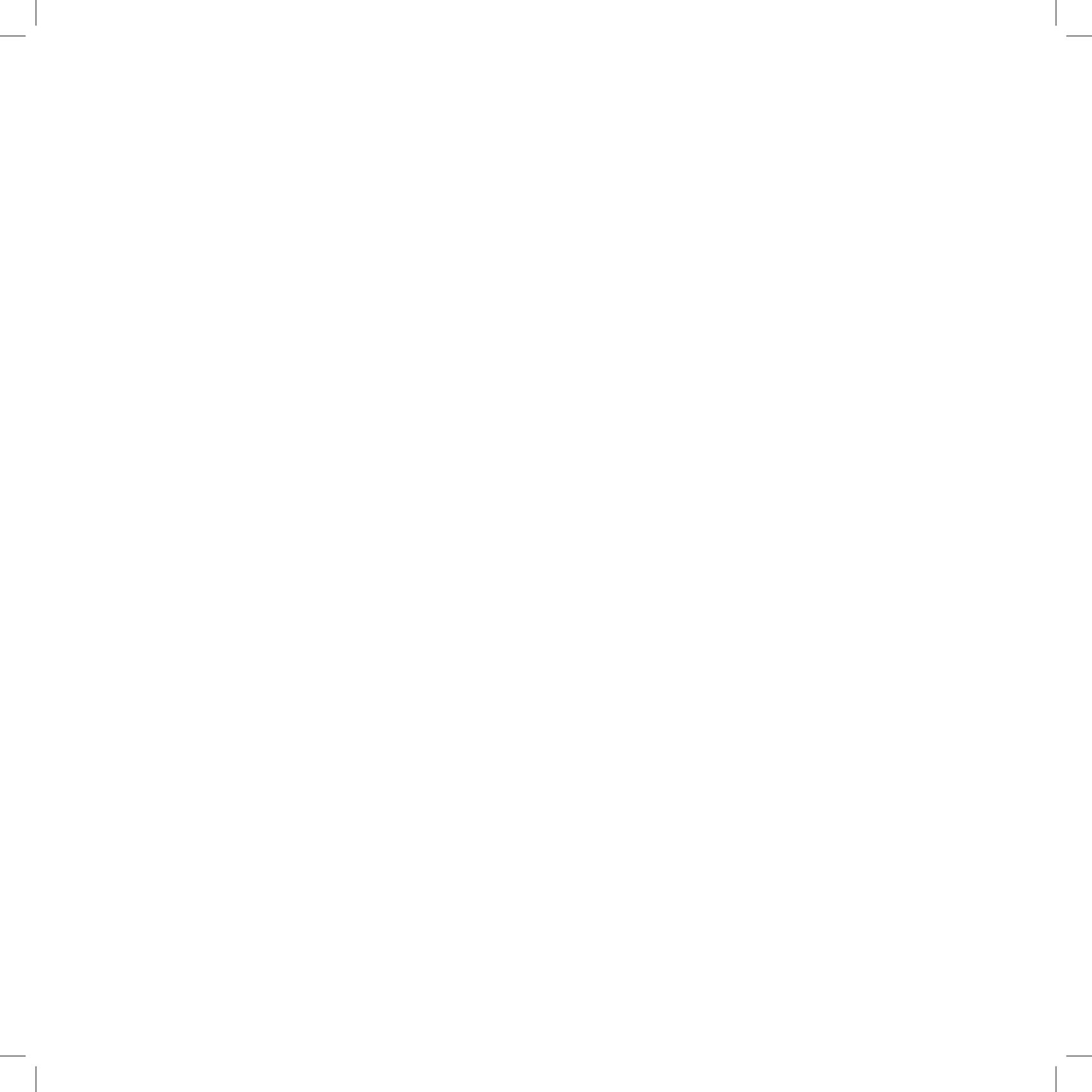
7
Antiga Prisão e Edifício Adjacente



10
Teatro Ana Pereira e Edifício Adjacente



Figura 7 a 9 - Fotografias dos locais a intervir (crédito do grupo, 2017)



3. Trabalho Individual

3.1. Introdução ao trabalho Individual - Programa Proposto

A decisão de trabalhar sobre o Teatro Ana Pereira, propondo a sua expansão para os dois edifícios adjacentes, partiu da estratégia delineada pelo grupo de trabalho.

A sala de teatro, tipo Italiana e com bancada superior em ferradura, tratou-se de uma adaptação realizada nos finais do séc. XIX a um edifício existente, construído ainda no século XVIII que consta ter sido utilizado como hospital em 1707 (HENRIQUES, 1873).

Perante a observação de um teatro cujo mobiliário fixo da plateia tinha sido retirado e substituído por “cadeiras de café” tentou-se perceber perto da direção do teatro o porquê desta visível obsolescência da sala de teatro (Figura 10).

Os membros inquiridos confessaram que esta substituição nunca lhes agradou, e visou simplesmente responder à incompatibilidade entre o espaço e os espetáculos que nele aconteciam. E mesmo apesar das recentes obras de que foi alvo, não dispõe das condições adequadas para os espetáculos.



Figura 10- Fotografias da plateia da sala de teatro (Fotografia da autora dezembro de 2017)



Figura 11 - Concerto de Jazz no Teatro Ana Pereira, Alenquer (crédito fotográfico Liga dos Amigos de Alenquer, Outubro 2018)

Atualmente os espetáculos que acolhe vão desde peças de teatro cujo espaço cénico pode acontecer no palco como na plateia, espetáculos de dança de diversos tipos, pequenos concertos e eventos culturais como palestras (Figura 11).

Desta forma, torna-se essencial proceder ao melhoramento deste teatro cuja sala, como premissa dos responsáveis, deverá ser mantida porque, de acordo com os mesmos, apesar de não se adequar a espetáculos mais intimistas continua a ser passível de utilizar para outros eventos como palestras ou espetáculos mais tradicionais onde não exista uma proximidade evidente entre os artistas e o público.

A proposta para a ampliação do Teatro Ana Pereira em Alenquer, teve como objetivo equipar este teatro não só com uma nova sala de espetáculos adequada ao tipo de espetáculos que pretendem acolher, mas também possibilitar um acesso facilitado, a ambas as salas de espetáculo, para indivíduos com mobilidade condicionada, contrariando a situação atual onde os mesmos não têm acesso sequer ao foyer existente.

O projeto da nova sala de espetáculo traduz também a oportunidade de atribuir função a edifícios devolutos e com um elevado grau de degradação, contrariando o facto de a zona alta de Alenquer se estar a perder pela desadequação e passagem dos serviços para a Vila Baixa.

Esta operação tornou-se uma possibilidade de atribuir ao Teatro Ana Pereira uma identidade há muito perdido nesta estrutura urbana consolidada.

A possibilidade de trabalhar com base numa premissa real da necessidade atual deste equipamento em oferecer melhores instalações à comunidade, surgiu durante o processo de levantamento do edificado da Rua Renato Leitão Lou-

renço e imediatamente se tornou um fator central na resolução do projeto da ampliação do teatro.

O projeto beneficiou também com o facto de na vertente teórica deste trabalho ter sido explorado o levantamento através de Laser Scan. (Figura 12)

3.2. Evolução do Local e situação Atual

A hoje denominada Rua Renato Leitão Lourenço, outrora Rua do Jornal A verdade e inicialmente Rua Direita foi um dos principais eixos da Vila Alta de Alenquer.

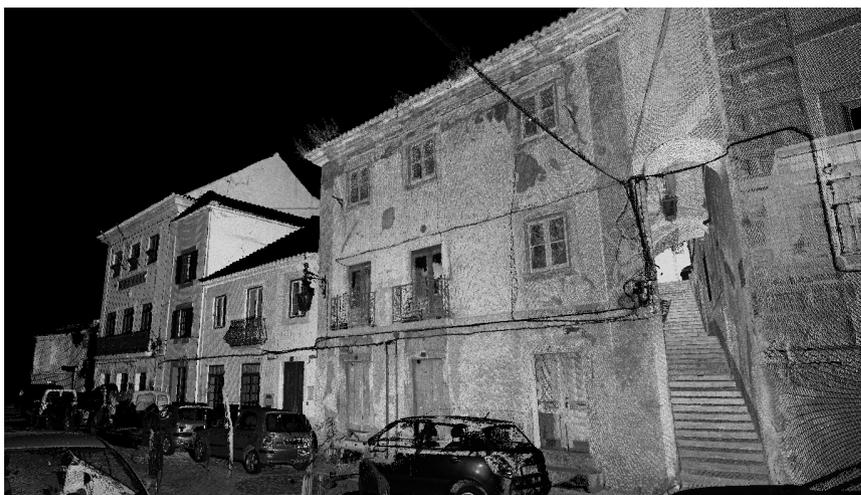


Figura 12 - Levantamento exterior dos Alçados dos edifícios intervenionados (imagem da autora realizada em novembro de 2017)

Os primeiros registos dos edifícios alvo de estudo remontam a 1707 onde, como refere Henriques “(...)Contiguas á igreja está um prédio grande, que servia antigamente de hospital, tendo uma enfermaria para homens, outra para mulheres, e uma enfermaria especial para os frades capuchos de Carnota, Merciana, Castanheira, etc. Este hospital foi erigido em 1707(...)”.

Neste mesmo edifício chegou também a ponderar-se a ideia de o transformar em prisão, contudo e apesar das inúmeras vantagens apresentadas, a proposta não chegou a ser colocada em prática.

Por esta época, talvez uns anos mais tarde, a sociedade Dramática de Alenquer que na altura não dispunha de edifício fixo para a realização dos seus espetáculos tanto realizados por eles como por companhias de teatro exteriores ao concelho, apresentou uma proposta de transformação do prédio adjacente à Igreja da Misericórdia num pequeno Teatro. Por esta altura, o edifício pertencia, também ele, à Misericórdia.



Figura 13 - Fotografia de Alenquer em 1900 (autor desconhecido)

Contudo, apenas em 1891 os trabalhos para a renovação do prédio tiveram início, ficando a obra a cargo do mesmo Arquiteto, José Juvenâncio da Silva, que assinara outros projetos importantes para a vila de Alenquer como a Fábrica da Chemina e o edifício dos Paços do Concelho (Figura 13). Também os edifícios contíguos a este prédio sofreram transformações ao longo dos últimos séculos, no entanto, essa informação não se encontra tão bem documentada. Dada a idade das construções ser anterior a 1940 a câmara de Alenquer não possui quaisquer peças desenhadas nem registos dos mesmos, sem serem os atuais proprietários (figura 14).

Desta forma os dados recolhidos sobre o passado dos mesmos aconteceram por análise das cartografias antigas da zona em conjunto com depoimentos recolhidos junto de habitantes mais antigos deste local que presenciaram as transformações nomeadamente do nº19 e 21 da Rua Renato Leitão Lourenço.



Figura 14 - comparação fotográfica da Rua Renato Leitão Lourenço (à esq. autor desconhecido, sem data; à direita fotografia da autora, Novembro 2017)

O nº 21 desta rua é deveras o mais antigo, dizem que na altura em que o edifício da misericórdia fora hospital este prédio servia também como ambulatório. Nomeadamente no primeiro piso, que fazia ligação para o edifício do hospital por meio de um arco que agora se encontra fechado. Não estando essa passagem visível atualmente e na impossibilidade de o comprovar esta informação foi tida como premissa válida pelo que também ela fora relevante para o projeto. Provavelmente esta função clínica ter-se-á mesmo realizado pois o primeiro piso foi continuamente utilizado como consultórios médicos durante um longo período de tempo. Mais recentemente, o espaço foi utilizado como escritório de advocacia.

Relativamente ao piso térreo, apenas são conhecidas duas funções para além do hospital. Posteriormente é dito que fora uma taberna nos inícios do séc. XIX, a “Taberna do Galinha”, referiu um dos inquiridos. Depois disso, e até ao fim do ano de 2017 esteve neste mesmo piso uma pequena oficina, que por o edifício se encontrar em muito mau estado de conservação optou por se instalar num outro prédio. Os andares superiores, encontram-se desde os inícios do ano 2000 sem qualquer utilização.

Quanto ao nº19 a narrativa transmitida é completamente diferente. Trata-se de um edifício que foi alvo de inúmeras transformações ao longo dos anos. Ini-

Figura 15 - Evolução do local (à esq. cartografia sem data; ao centro cartografia de 1927; à direita cartografia de 1943)



cialmente não foi possível saber ao certo a sua funcionalidade, contudo registos mais recentes referem que foi uma barbearia. No entanto, foi referido sempre como um edifício com piso térreo. Atualmente isso não se verifica. Perante esta informação, comum a vários inquiridos durante o processo de entendimento do local a intervir, constatou-se que numa das primeiras cartografias, cuja data é desconhecida, os edifícios 19 e 21 de facto não se encontravam juntos. Já na cartografia de 1927, os dois lotes já se encontravam consolidados (figura 15). Perante este facto, um dos habitantes refere que essa transformação se deu quando o edifício foi vendido à misericórdia e esta optara por lhe acrescentar um piso de forma a poder servir como habitação.

Na Figura 16 é visível que a janela de sacada ainda não existia em 1880 quando ainda se observava a antiga praça medieval, hoje transformada em Praça Luís de Camões.

O projeto de requalificação e alteração destes dois edifícios tem por base um programa composto por uma nova sala de espetáculos para o Teatro Ana Pereira. Desta forma é proposta uma nova utilização para estes imóveis baseada na sua ligação no passado adaptado às necessidades atuais do Teatro.



Figura 16 - Praça Medieval, 1880 (autor desconhecido)

3.3. Levantamento do Existente



Figura 17 - Alçado existente da Rua Renato Leitão Lourenço



Figura 18 - Alçado da Proposta

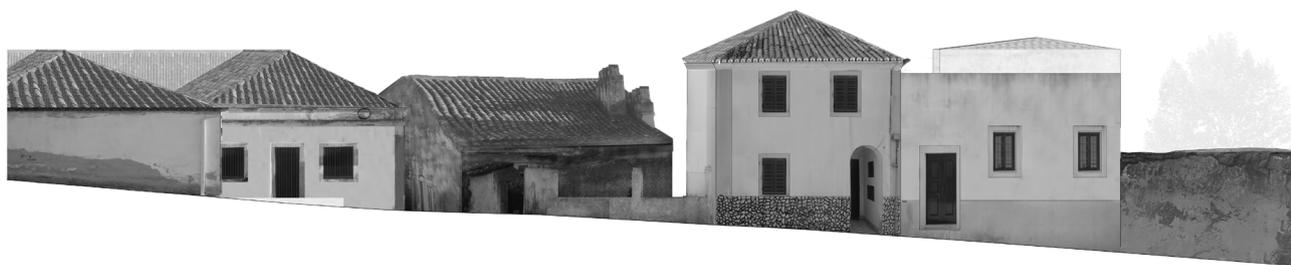


Figura 19- Alçado existente da Rua Detrás da Misericórdia

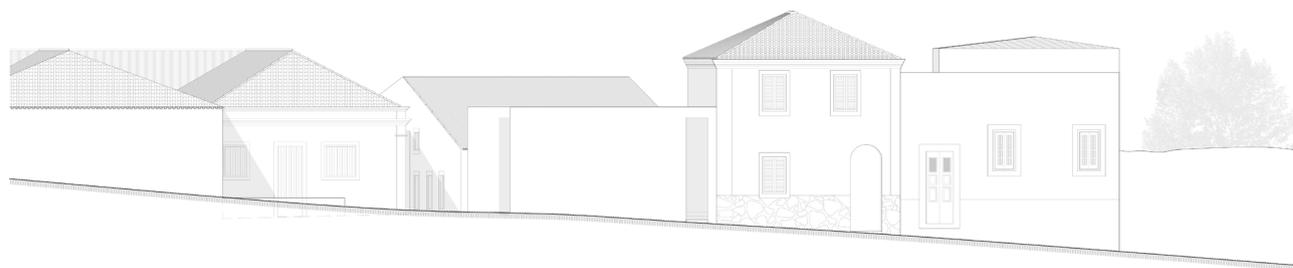


Figura 20 - Alçado da Proposta

3.3.1 Teatro Ana Pereira



3.3.2 Nº19 e 21 da Rua Renato Leitão Lourenço



3.4. Proposta

3.4.1 Memória Descritiva



Figura 21 - Exemplo de demolição e planta proposta para o piso 2. Planta à cota 77.70m

Com este projeto pretende-se oferecer ao Teatro Ana Pereira não só uma nova sala de espetáculos adequada ao tipo de espetáculos que pretendem acolher, mas também possibilitar um acesso facilitado a ambas as salas de espetáculo. A nova sala de espetáculos trás também a oportunidade de atribuir função a edifícios devolutos, que se tem vindo a agravar na zona alta de Alenquer em grande parte pela passagem dos serviços e equipamentos para a Vila Baixa. O projeto trata da demolição dos interiores danificados e em evidente risco de colapso dos dois edifícios adjacentes ao Teatro que em tempos terão sido separados por uma travessa como acontece atualmente entre os mesmos e o edifício do teatro (Figura 21). A intervenção procura ligar as várias partes do lugar e atribuir ao local uma identidade há muito perdida nesta estrutura urbana consolidada. Considerando que outrora os edifícios do teatro e o nº 21 já se encontraram ligados aproveitou-se essa premissa para abrir um acesso direto do espaço superior do teatro, que se encontra atualmente vazio e o qual se acredita que com este projeto possa ser a continuação do foyer do piso 1. A este espaço foram adicionadas também instalações sanitárias.

Tendo em conta as dimensões do edifício onde se iria localizar a sala de espetáculos, e considerando o elevado estado de degradação das estruturas em madeira existentes, optou-se por realizar demolições de todos esses elementos e esvaziar o edifício. Este fator aplicou-se também ao edifício do nº19.

Com a intervenção pretende-se parar a ação do tempo e consolidar o edifício degradado. O facto de serem deixadas as fachadas existentes, apesar da fachada do 19 ter sido acrescentada, trata-se de uma forma de assumir os corpos exis-

tentes, e ao deixá-los inalteráveis também no interior valoriza o edifício enquanto ruína. O conceito passa por cuidar do potencial do espaço sem apagar os sinais do tempo e da memória do espaço.

O desenho da nova sala de espetáculos pretende apropriar-se das paredes exteriores em alvenaria de pedra que se encontram em bom estado e criar galerias de passagem e permanência para o público que recebe. Apesar de neste novo espaço constar uma pequena bancada o facto de não ter lugares associados transmite uma certa liberdade ao espaço e para o palco dos espetáculos, podendo este ser invertido e funcionar nesse desnível.

Enquanto que o público acede à sala no lado da travessa do clube, quer pelo arco ligante entre os edifícios quer pelas próprias escadas da travessa, os artistas confinam a sua entrada pelo edifício nº19 (figura 23), espaço este que lhes é reservado e onde dispõem de novos camarins, uma sala de leitura, sanitários e sala de apoio técnico ao espetáculo (régie).

De forma a enfatizar a ideia de que os edifícios 19 e 21 já se encontraram divididos por uma travessa, os acessos para o pessoal técnico é realizado pela abertura de um acesso vertical no local da antiga travessa.

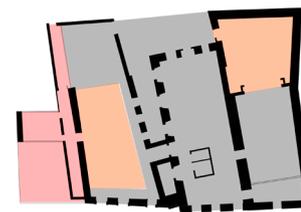
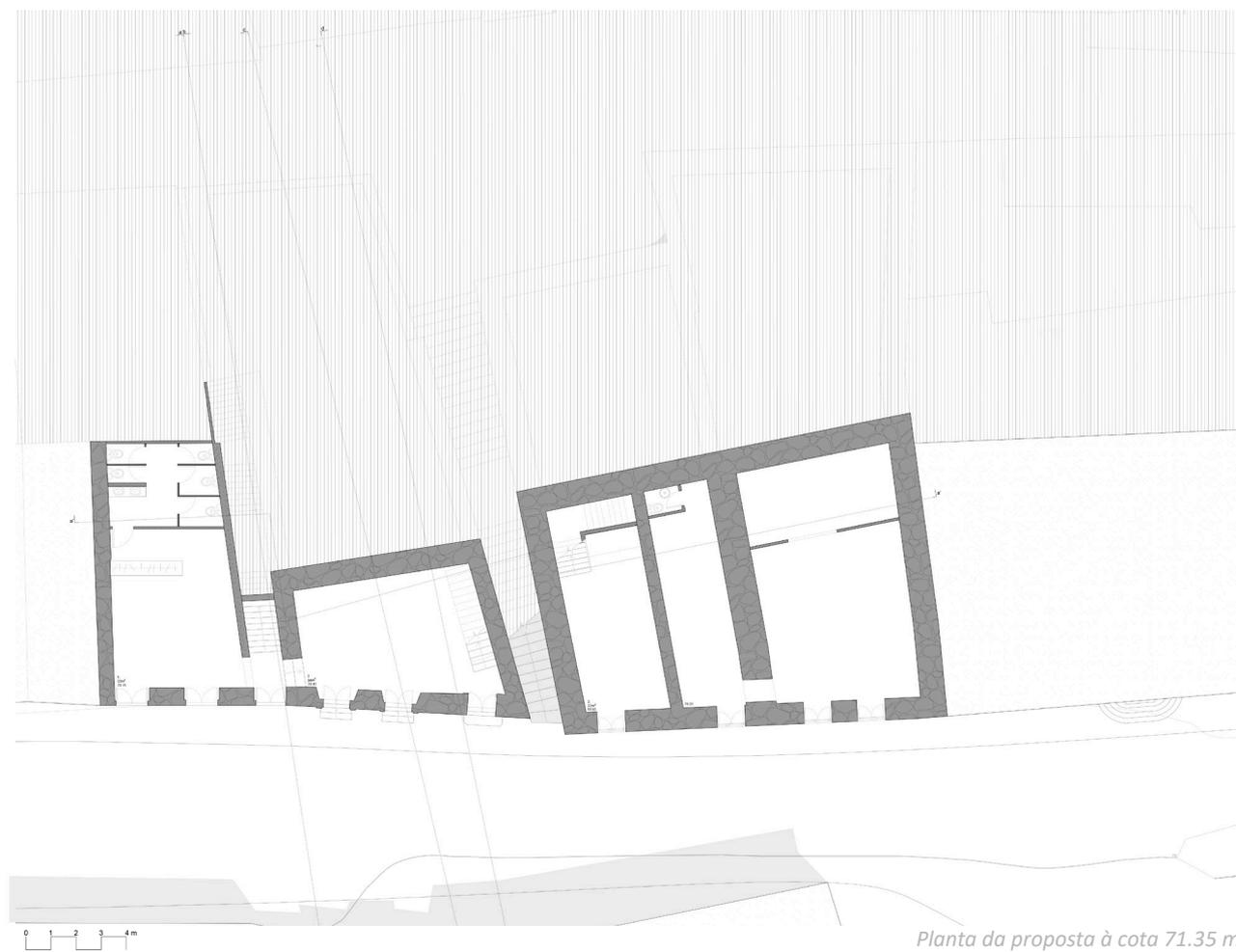


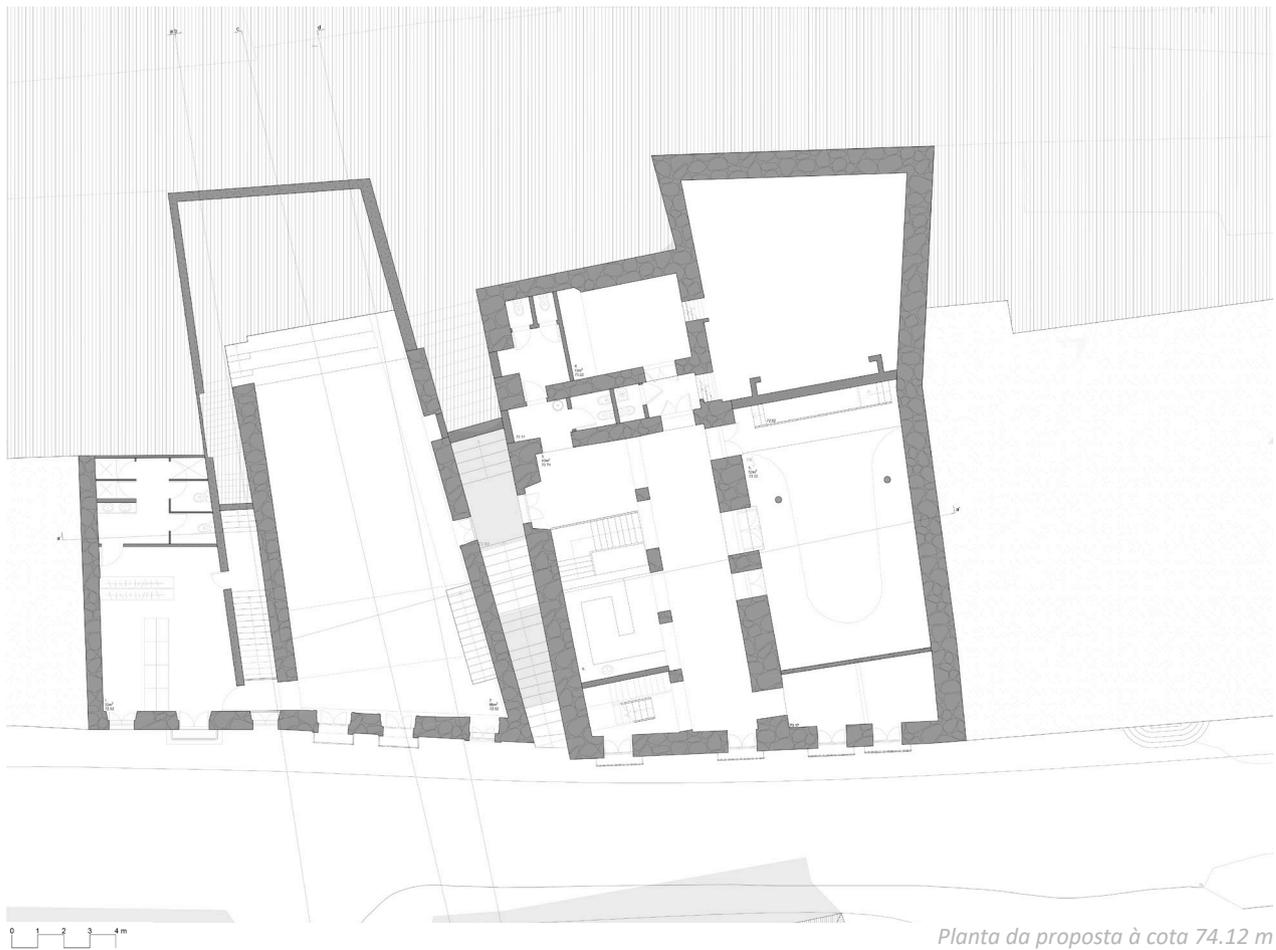
Figura 23 - Esquema de distribuição.

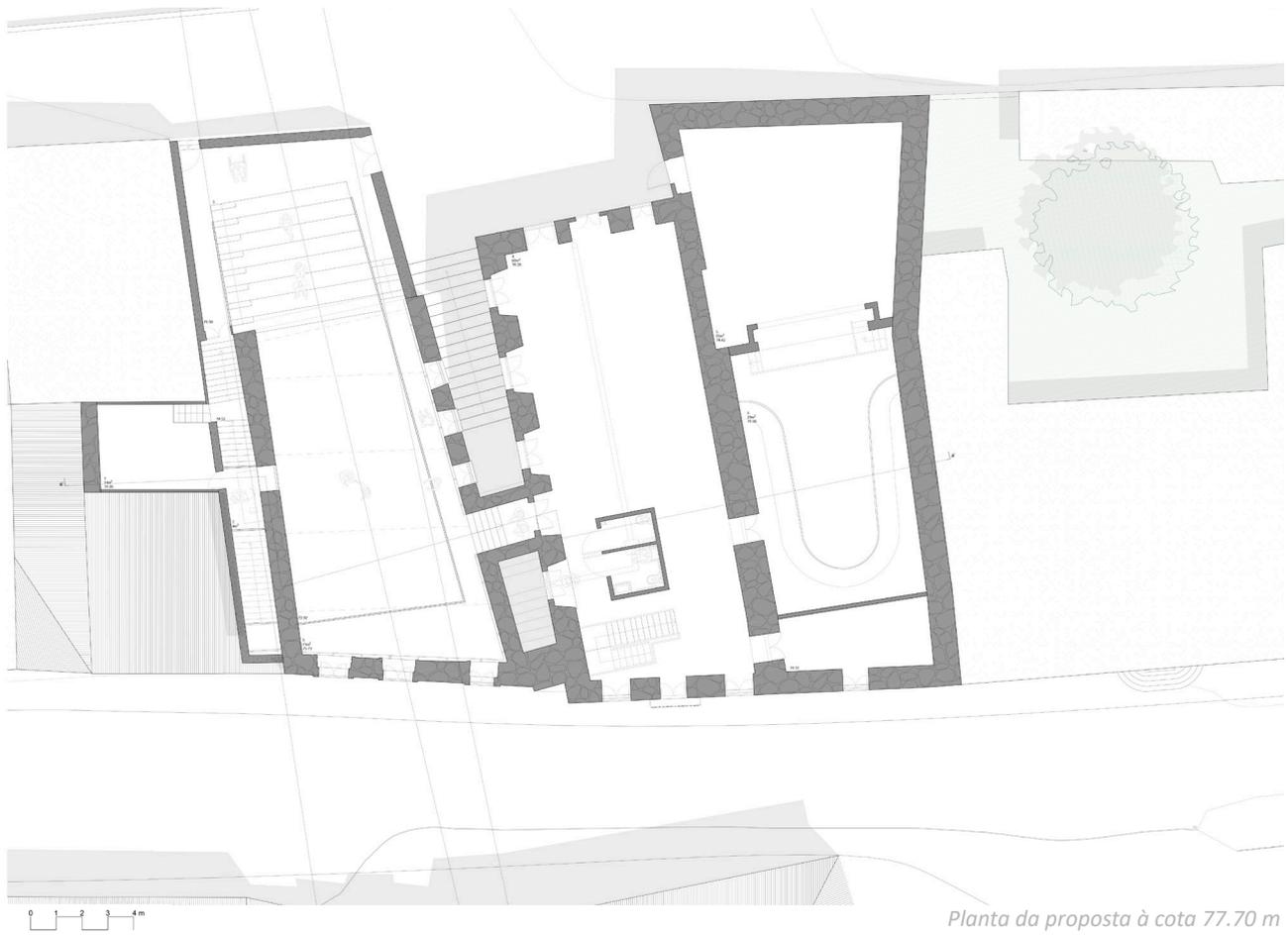
No que diz respeito à estrutura dos edifícios existentes, tendo em consideração que as fachadas se encontram em bom estado, uma forma de apenas realizar um reforço estrutural tornando-as mais resistentes para a suspensão da estrutura da galeria interna passou por realizar injeções de argamassa nessas paredes. Essas paredes, posteriormente recebem um acabamento interior numa argamassa à base de cal hidráulica, fechando as juntas da parede, mas deixando a alvenaria à vista.

Relativamente às novas construções propostas serão realizadas em betão armado para o exterior e recebem posteriormente um acabamento interior num material absorvente acústico. Já as estruturas internas dos edifícios são feitas em madeira de pinho com guardas em metal.

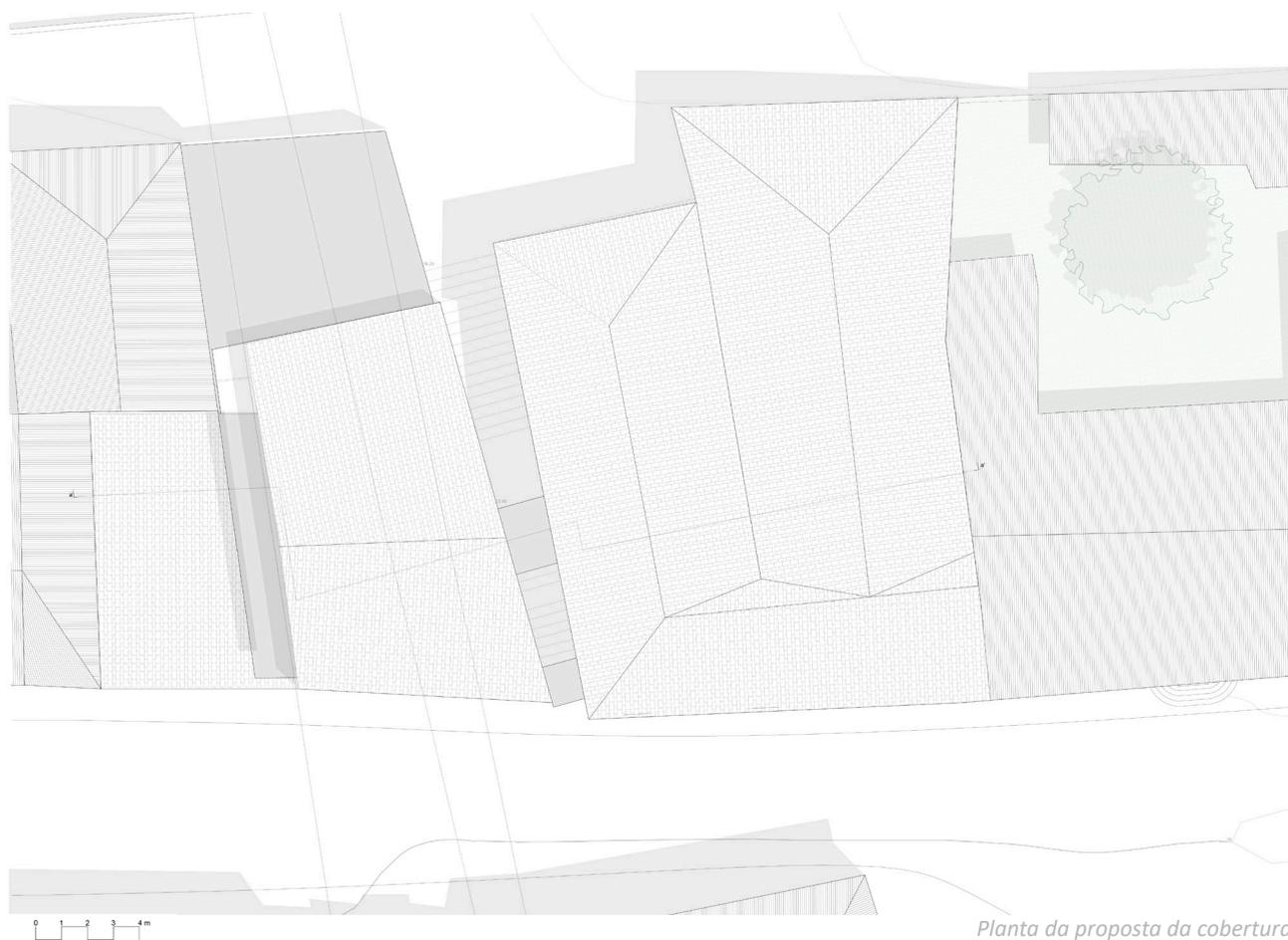
3.4.2 Desenhos Técnicos



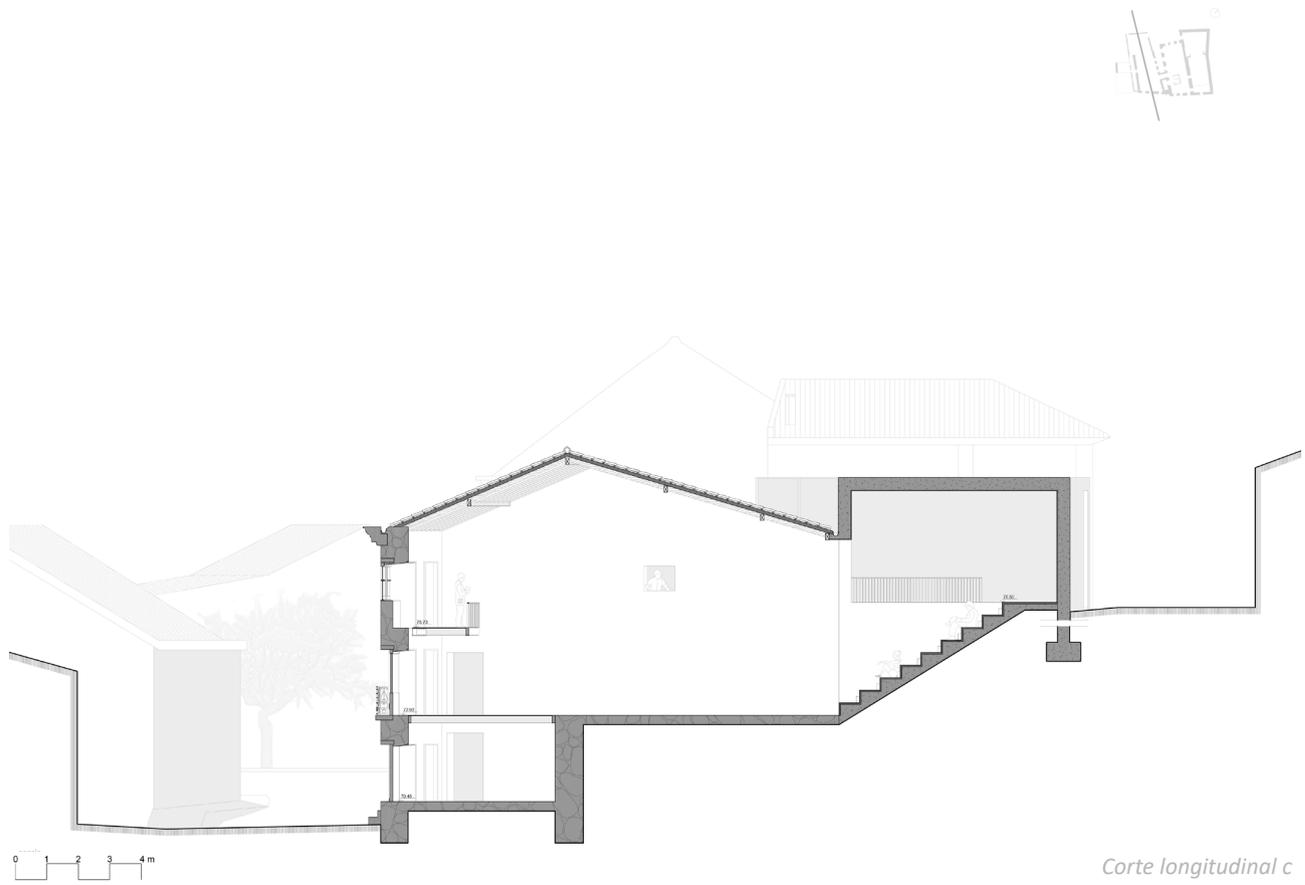




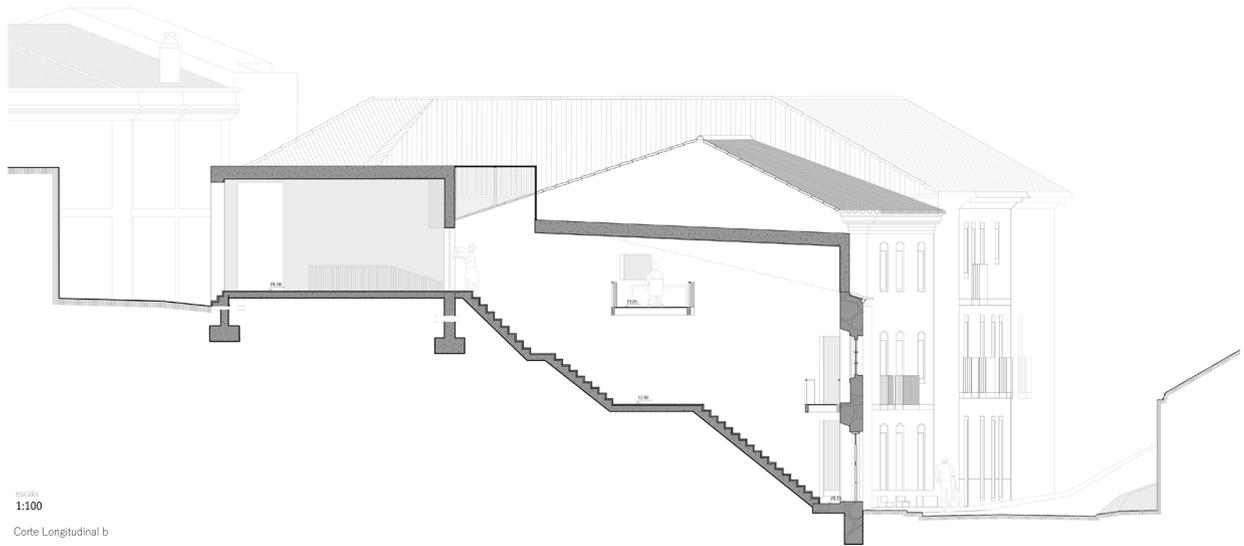
Planta da proposta à cota 77.70 m



Planta da proposta da cobertura



Corte longitudinal c



0 1 2 3 4 m
1:100
Corte Longitudinal b

Corte longitudinal b

4. Referências

HENRIQUES, Guilherme João Carlos (1873). Alemquer e o seu concelho, Typographia Universal. Lisboa
Costa, J. (1995). Caracterização e constituição do Solo. 5ª edição, Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa.

Índice de Imagens

Figura 1- Ortofotomapa da zona da Vila de Alenquer e envolvente (Crédito do Grupo de trabalho, 2017)

Figura 2- Vista sobre a Vila Alta (Fotografia da Autora novembro 2017)

Figura 3- Sobreposição do traçado de Alenquer medieval com a planta do existente. A antiga Rua Direita encontra-se em destaque, a vermelho.(crédito do grupo, 2017)

Figura 4- Análise da estrutura viária e caminhos em Alenquer, com sobreposição dos anos de 1927 e 2016. É ainda mostrado o ano de 1943, com uma proposta que não chegou a ser realizada.(crédito do grupo, 2017)

Figura 5- Levantamento actualizado (2017) dos edificios devolutos na zona da Vila Alta de Alenquer e envolvente. (crédito do grupo, 2017)

Figura 6- Planta de estratégia, assinalando vários pontos de interesse, com destaque para a antiga Rua Direita e alguns edificios junto a este arruamento(crédito do grupo, 2017)

Figura 7 a 9- Fotografias dos locais a intervir (crédito do grupo, 2017)

Figura 10- Fotografias da plateia da sala de teatro (Fotografia da autora dezembro de 2017)

Figura 11- Concerto de Jazz no Teatro Ana Pereira, Alenquer (crédito fotográfico Liga dos Amigos de Alenquer, Outubro 2018)

Figura 12- Levantamento exterior dos Alçados dos edificios intervencionados (imagem da autora realizada em novembro de 2017)

Figura 13- Fotografia de Alenquer em 1900 (autor desconhecido)

Figura 14- comparação fotografica da Rua Renato Leitão Lourenço (à esq. autor desconhecido, sem data; à direita fotografia da autora, Novembro 2017)

Figura 15- Evolução do local (à esq. cartografia sem data; ao centro cartografia de 1927; à direita cartografia de 1943)

Figura 16- Praça Medieval, 1880 (autor desconhecido)

Figura 17- Alçado existente da Rua Renato Leitão Lourenço

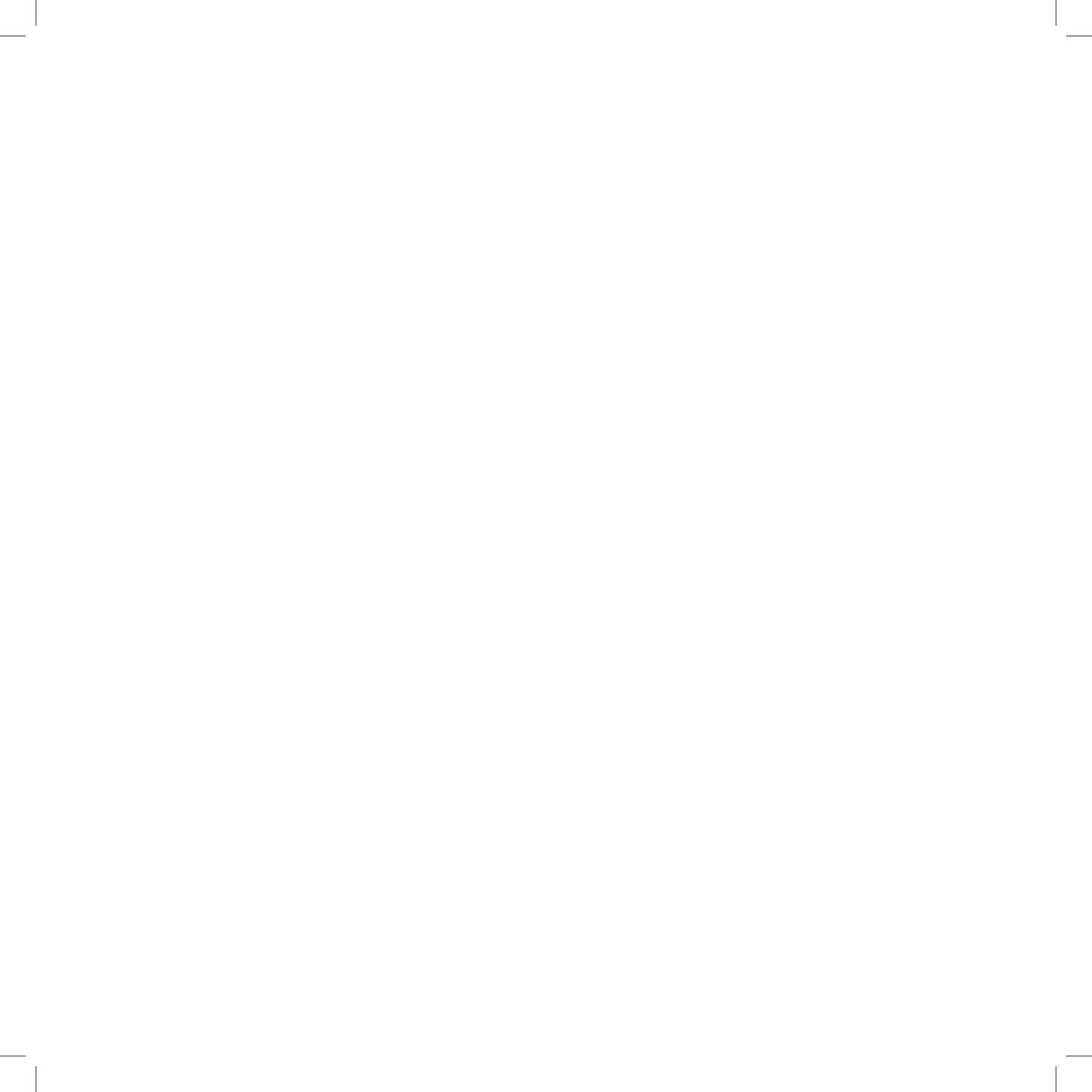
Figura 18- Alçado da Proposta

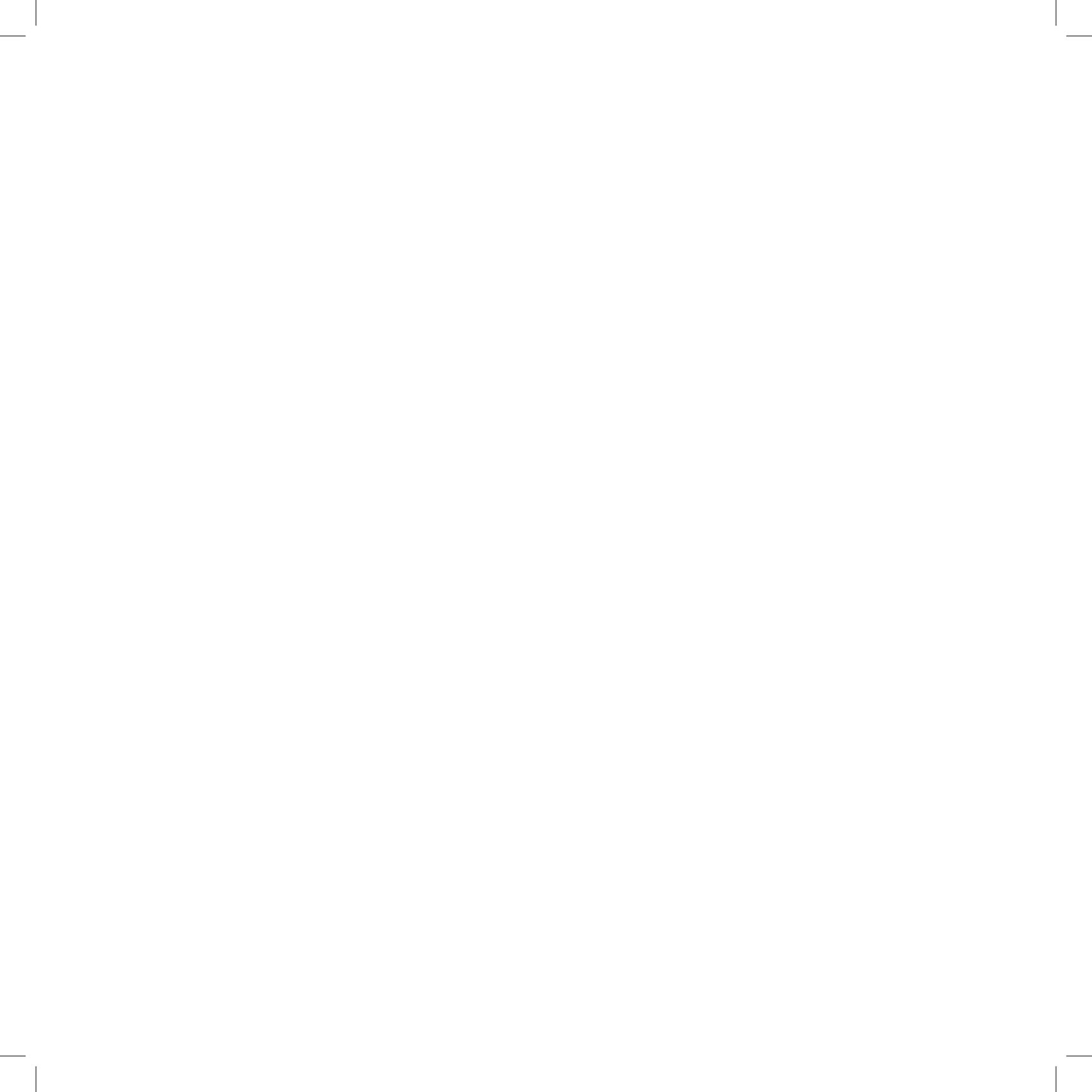
Figura 19- Alçado existente da Rua Detrás da Misericórdia

Figura 20- Alçado da Proposta

Figura 21- Exemplo de demolição e planta proposta para o piso 2. Planta à cota 77.70m

Figura 23- Esquema de distribuição.





Escola de Tecnologias e Arquitetura
Departamento de Arquitetura e Urbanismo
Mestrado Integrado em Arquitetura

Joana Isabel Neves Gomes

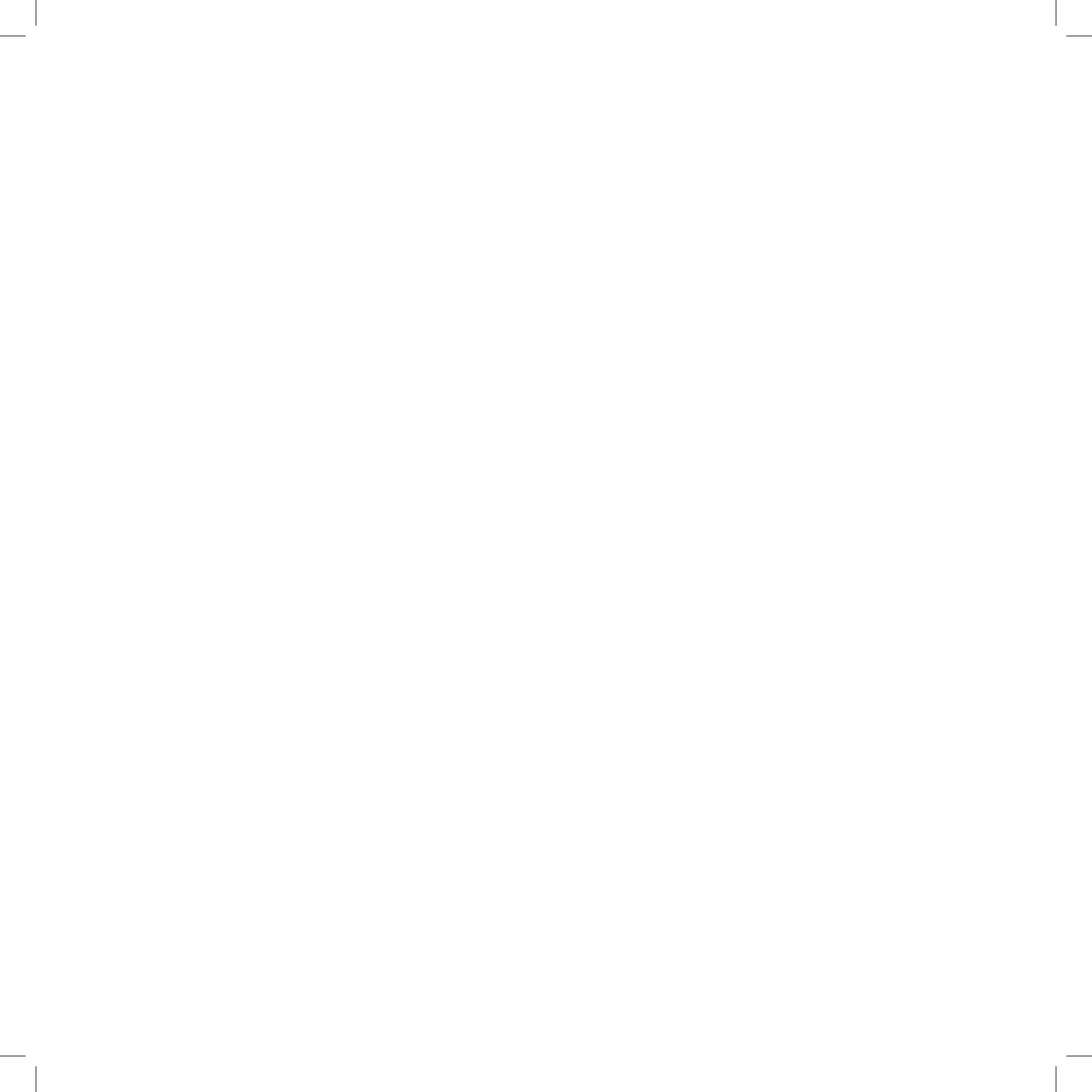
Trabalho teórico submetido como requisito
parcial para obtenção do grau de
Mestre em Arquitectura

Do Laser Scan à modelação em BIM;
experiências e testemunhos

Orientadora
Sara Eloy-Professora auxiliar do
ISCTE-IUL

Co-Orientador
Pedro Santos- FVPS, Lda.

Lisboa - Outubro 2018



Do Laser Scan à modelação BIM

Experiências e testemunhos

II Vertente Teórica

Do Laser Scan à modelação em BIM;
experiências e testemunhos

Orientadora

Sara Eloy - Professor auxiliar do ISCTE-IUL

Co-orientador

Pedro Santos - Engenheiro civil Professor fundador da FVPS - Projectos e Consultadoria, lda.

II Vertente Teórica

1	Introdução	65
1.1	Objetivos	67
1.2	Metodologia	68
1.3	Estrutura do Trabalho	69
2	Estado da Arte	71
2.1	A evolução do Levantamento do Edificado	71
2.1.1	Ferramentas Tradicionais para levantamentos	72
2.1.2	Levantamentos tradicionais e as suas fragilidades no seu uso	74
2.2	Novas Tecnologias de levantamento	76
2.2.1	Fotogrametria	77
2.2.1.1	<i>Hardware</i>	78
2.2.1.2	<i>Software</i>	80
2.2.2	<i>Laser Scanning 3D</i>	82
2.2.2.1	<i>Hardware</i>	83
2.2.2.2	<i>Software</i>	84
2.3.	<i>Building Information Modelling (BIM)</i>	88
2.3.1	Definição de BIM	88
2.3.2	BIM vs metodologia tradicional	89
2.3.3	Potencialidades do BIM	93
3	Estudo de Casos	99
3.1	Reabilitação na Rua do Crucifixo, Atelier Falanstério, laser scan por FVPS- Projetos e consultoria, Ida	100
3.2	BNH Hostel, Atelier Azimute Arquitectura, laser scan por FVPS- Projectos e consultoria, Ida	105

4	Aplicação prática - recuperação e alteração de um edifício do século XX	109
	Alenquer	
4.1	Captura da nuvem de pontos	111
4.2	Modelação em BIM do original	118
4.3	Discussão sobre o processo de projeto	120
5	As novas tecnologias de levantamento do edificado nos atelier de arquitetura nacionais	123
5.1	Objetivos	123
5.2	Metodologia	125
	5.2.1 Conceção das entrevistas	126
	5.2.2 Participantes	127
5.3	Resultados	128
5.4	Discussão dos Resultados	133
	5.4.1 A: Sobre os Ateliês	133
	5.4.2 B: Importância dos Levantamentos	135
	5.4.3 C: As novas técnicas de levantamento e implementação do BIM	136
	5.4.4 Outras questões levantadas	137
6	Considerações Finais	139
6.1	Trabalho Futuro	142
7	Referências	145
	Referências	145
	Índice de figuras	148
	Índice de tabelas	151
8	Anexos	152

Resumo

Intervir em edifícios existentes e outros espaços construídos requer, tal como acontece no projeto de edifícios novos, o total controlo sobre o edifício/espço no qual se vai intervir. Um projeto baseado em premissas incorretas é um fator primordial para o insucesso de uma intervenção. O controlo que é necessário ter num projeto de arquitetura de reabilitação obrigada a que o levantamento do edifício seja bastante preciso.

Este trabalho iniciou-se pela contestação desta necessidade e do facto de que, no âmbito das novas tecnologias de levantamento, o 3D *laser scan* e a fotogrametria, apresentam-se como ferramentas excecionais para realizar esse levantamento do edificado. De facto, através desta tecnologia é possível digitalizar o território e recolher inúmeros dados que depois são tratados em *software* próprio e destinam-se a construir um modelo digital que reproduza em absoluto o edifício real.

Com esta investigação pretende-se explorar estas novas tecnologias de levantamento, focando essencialmente no *Laser Scanning* com implementação de uma metodologia BIM (*Building Information Modeling*), usufruindo do facto da mesma se encontrar disponível na FVPS – *projectos e consultoria, Lda.*, gabinete de engenharia onde a autora teve oportunidade de colaborar, e que garantiu a possibilidade de experimentação das tecnologias envolvidas neste trabalho.

De forma a mostrar a utilização deste sistema no desenvolvimento do projeto de arquitetura foram acompanhados dois casos reais nessa empresa e realizados relatórios baseados na experiência da autora e em relatos de outros colaboradores.

A experimentação prática desta tecnologia no processo de projeto foi ainda testada no edifício alvo de estudo no desenvolvimento da vertente prática de Projeto Final de Arquitetura (PFA) de forma a perceber como pode este tipo de tecnologia auxiliar nas intervenções em espaços construídos.

Esta abordagem, complementada com a realização de entrevistas a arquitetos nacionais cujo trabalho incide na reabilitação de edifícios, visa fundamentar a apresentação de vantagens e desvantagens das novas técnicas de levantamento, assim como compará-las com a forma tradicional de levantamento, realizando ao mesmo tempo um breve retrato da técnica atual de levantamento nos gabinetes de arquitetura em Portugal.

Palavras-chave: levantamento, 3D laser scan, fotogrametria, BIM, espaços construídos.

Abstract

Intervening on existing buildings and other built spaces require, as in the case of new buildings, an overall control over the building /space in case. A design based on incorrect assumptions is the main factor for the failure of an intervention. The control that is required for an architecture rehabilitation design requires the survey of the building to be very accurate.

This work started by analyzing, in the literature, this need of accuracy. It was possible to verify that in the scope of the new surveying technologies, 3D laser scan and photogrammetry, are presented as exceptional tools to perform an accurate building survey. In fact, through this technology it is possible to digitize the territory and collect numerous data that are then treated in their own software and are designed to build a digital model that reproduces the real building at all.

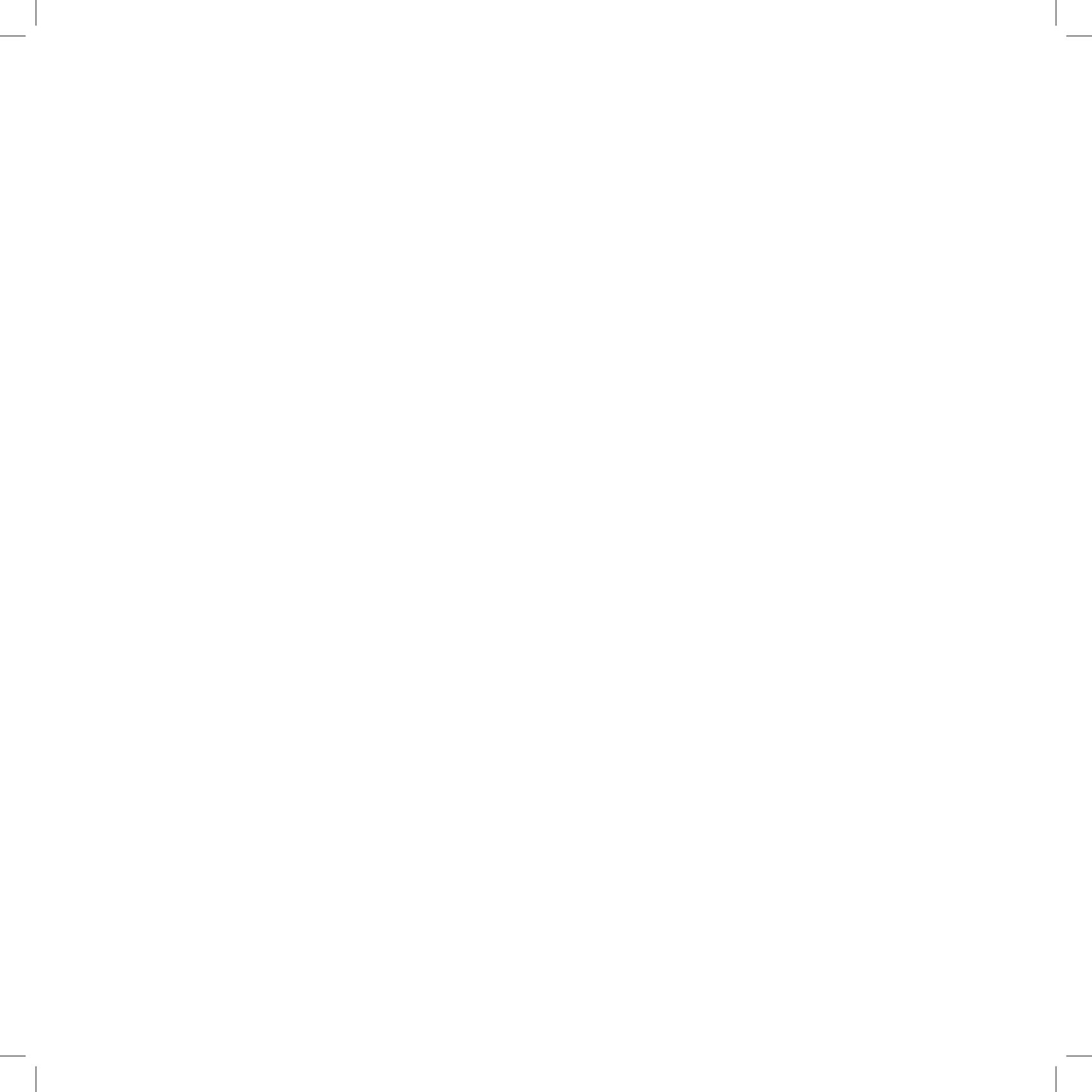
This research aims to explore these new surveying technologies, focusing essentially on Laser Scanning with the implementation of a BIM (Building Information Modeling) methodology, taking advantage of the fact that it is available at FVPS- projectos e consultoria Lda., the engineering office where the author had the opportunity to collaborate, and guaranteed the possibility of testing the technologies involved.

In order to demonstrate the utility of this system in the development of the architectural design, two real life cases were followed and reports were made, based on the author's other collaborators' experience.

The practical research of this technology in the design process was also tested during the design undertaken for the practical part of the course Projeto Final de Arquitetura (PFA) in order to understand how this type of technology can help in interventions on already built spaces.

This approach, complemented by interviews with national architects whose work focuses on the rehabilitation of buildings, aims at supporting the presentation of advantages and disadvantages of utilizing new surveying techniques, as well as comparing them with the traditional survey method. Simultaneously a brief depiction of the current surveying technique used in architecture offices in Portugal is done.

Keywords: survey, 3D laser scan, photogrammetry, BIM, already built spaces.



1. Introdução

Durante séculos, a interpretação espacial de objetos arquitetónicos regeu-se unicamente por desenhos de espaços, representados em planos com precisão topográfica e com uma panóplia de símbolos e convenções gráficas.

O processo de compreensão de uma obra de arquitetura, tanto em novas construções como em edifícios existentes exige um controlo total face ao espaço circundante e existente do projeto. (Mascio & Palka, sem data; Tonn & Bringmann, 2015)

Uma documentação espacial com pouco rigor e pouco objetiva conduz, na maioria das vezes, ao insucesso do projeto de arquitetura. Uma base de projeto, somente apoiada em desenhos, pouco rigorosos e regidos por linhas que pouco ou nada se aproxima da realidade, é uma das principais lacunas durante o processo de projeto. (Mateus, 2012a)

Contudo, com a velocidade da evolução tecnológica que é possível observar ao longo destes últimos anos, surgiram ferramentas como o *Laser Scanning*, que visam aprofundar o conhecimento espacial, cruzando e recolhendo cada vez mais dados que depois de tratados em *Software* especializados permitem obter modelos digitais que simulam com crescente rigor o objeto real. (Tonn & Bringmann, 2015)

Hoje, após uma reflexão dos vários aspetos que têm progressivamente tornado os métodos tradicionais de levantamento de edifícios obsoletos coloca-se uma questão fundamental: como pode a tecnologia *Laser Scanning* colmatar a fraca documentação ao longo do processo de obra?

A tecnologia *Laser Scanning* permite realizar digitalizações de todo o tipo de corpos e, no processo de construção, pode ser útil em diversas fases nomeadamente na obtenção de elementos rigorosos para o início do projeto, no controlo de qualidade, na fiscalização, entre outros. Esta tecnologia pode realizar medições precisas e que por outros métodos seriam difíceis de conseguir.

De acordo com o hardware utilizado, a distância alcançável para obter informação geométrica pode variar, equipamentos mais recentes possuem um alcance maior. Os dados recolhidos são armazenados em forma de nuvem de pontos onde são guardados os seus componentes espaciais – geometria, cor, textura e coordenadas espaciais.

Ao contrário de outros métodos de levantamento que precisam de vários tipos de equipamento para medir e armazenar os dados em diferentes fases, o *3D Scanning* com um único varrimento do espaço guarda todos os componentes que em qualquer altura, mesmo sem a transformação num modelo tridimensional, pode ser consultado sem ser necessária uma nova visita ao espaço. (Shih & Wang, 2004)

Normalmente, o levantamento Laser divide-se em duas fases: i) preparação e configuração do equipamento durante a qual é realizada a georreferenciação, o estacionamento da máquina, parametrização do levantamento e só então se iniciam os varrimentos; ii) preparação do modelo durante a qual os dados são registados, analisados com *Software* específico (*Cyclone* e *Recap*, por exemplo) e transferido o modelo de nuvem de pontos para um outro programa onde será transformado em modelo tridimensional de trabalho (*Revit*, entre outros). (Groetelaars, 2011)

Com esta investigação pretende-se explorar a tecnologia *Laser Scanning*, usufruindo do facto da mesma se encontrar disponível na FVPS – projectos e consultoria, Lda., gabinete de engenharia onde a autora teve oportunidade de colaborar, e que garantiu a possibilidade de experimentação in loco de todas as tecnologias envolvidas neste trabalho assim como do seu uso em casos reais.

1.1. Objetivos

Neste contexto propõe-se os seguintes objetivos para este trabalho:

- identificar e estudar o *hardware* de *Laser Scanning* disponível;
- identificar e estudar *software* disponíveis para transformação de dados reunidos ao longo do processo;
- apresentar as vantagens e desvantagens do método na fase de levantamento;
- aplicar o processo de levantamento por *Laser Scanning* no projeto em concretização;
- fazer um breve retrato do uso destas tecnologias por gabinetes de arquitetura portugueses

1.2. Metodologia

De modo a atingir estes objetivos será necessário considerar uma metodologia que inclua cinco fases principais. Uma primeira fase de leitura de bibliografia relacionada com o tema. Uma segunda fase que inclui o levantamento de *hardware* e *software* disponível e utilizado para levantamentos de edifícios. Após o levantamento dos dados anteriores, a terceira fase de desenvolvimento consiste em dois casos práticos de trabalho em parceria com a FVPS – projectos e consultoria, Lda., onde se realiza o acompanhamento duas obras desde o levantamento Scan do espaço até à aplicação do modelo tridimensional nas diversas fases e especialidades do projeto. A quarta da fase do projeto consiste na realização de entrevistas a escritórios e ateliers de arquitetura que fazem reabilitação de edifícios e passaram a adotar o *Laser Scanning*. Esta fase permite fundamentar a apresentação de vantagens e desvantagens do método assim como compará-lo com a forma tradicional de levantamento.

A quinta fase decorre simultaneamente à terceira e quarta e consiste na aplicação deste tipo de levantamento no espaço intervencionado na vertente prática de PFA em Alenquer.

1.3. Estrutura do trabalho

O presente trabalho de investigação encontra-se dividido por vários capítulos. No capítulo 1 é feita a introdução ao tópico investigado, objetivos e metodologias. O capítulo 2 descreve o estado da arte das temáticas analisadas. Nele é possível encontrar a análise da literatura existente e relacionada com o tema- uma revisão da evolução das técnicas de levantamento do edificado, quais as novas tecnologias aplicáveis. Nesta fase é também realizada uma comparação entre as novas tecnologias bem como o levantamento de *hardware* e *software* proposto. O capítulo termina com uma pequena introdução à modelação em BIM. O capítulo 3 é composto por estudo de casos, acompanhados com a descrição do processo onde são combinadas ferramentas BIM e laser 3D. Este capítulo funciona como introdução ao que se procede no 4, onde é realizada uma aplicação prática do levantamento em laser 3D e modelação BIM no âmbito do trabalho da vertente prática de Projeto Final de Arquitetura. O capítulo 5 apresenta a sua aplicação do laser 3D no âmbito nacional e os resultados das entrevistas realizadas. No capítulo 6 fazem-se as considerações finais do trabalho.

2. Estado da Arte

2.1. A Evolução do Levantamento do Edificado

Durante séculos, a interpretação espacial de objetos arquitetônicos regeu-se unicamente por desenhos de espaço representados em planos com precisão topográfica e com uma variedade de símbolos e convenções gráficas.

Em meados do século VII e VI AC, na Grécia, Heron de Alexandria inventou um dispositivo geodésico, o primórdio dos equipamentos de levantamento. Esta ferramenta recolhia através de um sistema horizontal de coordenadas, a distância zenital e o azimute do objeto em estudo possibilitando assim recolher informação de espaços de difícil acesso como pontes, rios, etc.

Séculos mais tarde, em Roma, o famoso mapa de mármore que retrata Roma Antiga – *Forma Urbis Romae* (200 DC) – denota já uma interpretação bastante moderna de grande parte das áreas urbanas. No mapa, os espaços, edifícios públicos e privados, são representados em plano, com uma precisão topográfica bastante boa e com um enorme número de símbolos e convenções gráficas.

Neste campo, também Giovan Battista Piranesi (1720-89) foi determinante, não se limitando somente a redesenhar elementos, como procurou também, através de escavações e levantamentos, documentar o que teria um acesso mais difícil.

No entanto, com a invenção da geometria descritiva por Gaspard Monge (1746-1818), a forma como se observa e estuda o espaço através de plantas, cortes e alçados mudou radicalmente. Começou-se a dar especial importância à qualidade gráfica de representação, especialmente às linhas, onde a sua espessura variava ligeiramente de acordo com a posição dos elementos.

Desde períodos avitos, os levantamentos têm vindo a desempenhar um pa-

pel cada vez mais importante no conhecimento construtivo dos edifícios e estes exemplos são ilustrativos dos momentos mais importantes, ao longo da história dos levantamentos, e mostram como a evolução das ferramentas, métodos e conceitos, também ocorreram em grande parte pela diferença das necessidades práticas. (Mascio & Palka, sem data)

2.1.1 Ferramentas Tradicionais para levantamentos

Com a pressão e aperfeiçoamento das necessidades práticas ou do desejo de aprofundar o conhecimento da arquitetura do passado, têm vindo a ser elaboradas novas teorias, ferramentas e métodos de levantamento e representação de edifícios e espaços, quer à escala urbana, quer à escala do elemento. (Mascio & Palka, sem data)

Tradicionalmente, o modo de recolha e representação dos dados baseia-se num processo de recolha e transformação de elementos realizado em duas fases bastante distintas. Primeiramente é realizado o levantamento manual através da obtenção de valores métricos do objeto. Normalmente, esses valores são obtidos através da utilização de fitas métricas ou, mais atualmente, de medidores de distância laser (Figura 1). Algumas destas ferramentas atuais, possuem já uma conexão com smartphones ou tablets onde os dados são introduzidos e automaticamente são geradas as peças desenhadas que depois têm que ser ainda trabalhadas.

Os valores obtidos, no local de levantamento, são extrapolados pela medição da distância entre paredes, entre paredes e laje, entre objetos ou mesmo entre pontos dos próprios objetos, por exemplo, a distância de um pilar a uma parede ou a dimensão de um vão. (Anil, Tang, Akinci, & Huber, 2011) Posteriormente, em gabinete, os dados são transformados em informação com a produção de peças desenhadas baseadas nas regras da geometria descritiva e obtidas através de projeções ortogonais convertidas em planos onde a verticalidade do espaço é a única referência obrigatória. Este sistema de representação, apesar de por vezes produzir imagens de objetos longe do nosso alcance visual, como é o caso dos edifícios confinantes que nunca se observam na sua totalidade, permite-nos obter informação métrica de uma maneira direta. Por outro lado, esta interpretação leva à simplificação do objeto, baseado numa seleção dos elementos mais significativos, que apesar da sua subjetividade, facilita a compreensão do edifício. Esta seleção dos dados por vezes torna-se demasiado criteriosa e conduz a um entendimento pobre do objeto. Por exemplo, no levantamento de uma fachada pelo método tradicional, o desenho dos vãos por vezes é simplificado de tal forma que as dimensões das cantarias seguem generalizadas baseando-se numa só medição quer por difícil acesso dos restantes quer por limitação de visitas ao espaço. (Almagro, Programme, & Salvador, 2007; Mateus, 2012b)



Figura 1 - Medidor Laser Bosh
(<https://www.bosch-professional.com/pt/pt/medidor-de-distancias-a-laser-101300-ocs-c/>)

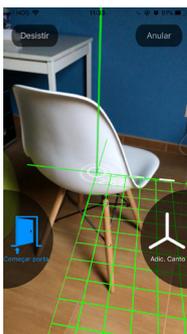


Figura 2 - Utilização da aplicação Magicplan (<http://www.magic-plan.com/>) para delimitar espaço (fotografia de teste realizada pela autora em Fevereiro 2018)



Figura 3 - Desenho 2D obtido na aplicação (<http://www.magic-plan.com/>) após delimitar a divisão (fotografia de teste realizada pela autora em Fevereiro 2018)

Existem ferramentas experimentais que podem ser consideradas como intermédios entre as técnicas tradicionais e tecnologias mais atuais aplicáveis nos levantamentos. Como é o caso das aplicações desenvolvidas para os smartphones e tablets que possibilitam a rápida medição de espaços através da identificação dos seus limites (Figura 2), algumas delas, com bastante fluidez, conseguem até gerar desenhos bidimensionais que pode ser posteriormente utilizado em *software* de desenho como o *AutoCAD* (Figura 2 e Figura 3).

O levantamento em arquitetura é muito mais do que uma forma de recriar um modelo reduzido de um objeto, e sendo mais é capaz de conter informação suficiente para permitir a transmissão de conhecimento adequado sobre o mesmo enquanto permite a tomada de decisões necessárias para a sua conservação apropriada. (Almagro et al., 2007)

2.1.2 Levantamentos tradicionais e as fragilidades no seu uso

O processo de compreensão de uma obra de arquitetura deve, tanto em novas construções, como em edifícios existentes exigir um controlo total face ao espaço circundante e existente do projeto (Mascio & Palka, sem data; Tonn & Bringmann, 2015) e, desta forma, uma documentação espacial fraca e pouco objetiva conduz, na maioria das vezes, ao insucesso do projeto. A base, somente apoiada em desenhos, pouco rigorosos, regidos por linhas que simplificam em demasia a realidade, poderá tornar-se assim numa das principais lacunas durante o processo (Mateus, 2012a).

Dado que o método tradicional de levantamento tem como objetivo a produção de desenhos bidimensionais, o processo de modelação tridimensional realizado com base nesses dados é menos preciso e mais complicado.

Na prática, as medições são levadas a cabo num limitado número de espaços. Dessa forma, certas áreas podem não chegar a ser medidas e erros cruciais serem assim criados e passar despercebidos. Mesmo em elementos onde foram detetados problemas e estes foram devidamente assinalados, por vezes a simples medição não é suficiente para identificar o erro pois este poderá não ser somente nesse plano de medição. Através deste método é também difícil perceber de onde surgem os erros de levantamento. Isto é, não é possível distinguir se se trata de um erro de modelo/desenho ou de um erro de registo porque se não existir base que sustente o levantamento, como fotos, não existe meio de comparação.

Outro problema surge na facilidade com que se acede ao local. Por vezes podem não ser permitidas novas visitas para que sejam realizadas novas medições e quase sempre, uma única visita ao espaço revela-se insuficiente o que torna este processo ainda mais dispendioso a nível de tempo. (Anil et al., 2011)

2.2. Novas Tecnologias de levantamento

A evolução tecnológica que se tem observado ao longo destes últimos anos fez surgir novos métodos de levantamento, métodos esses em que, por vezes, a recolha de informação se traduz instantaneamente em informação tridimensional. A reconstituição virtual do objeto em estudo pode ser materializada na forma digital por elementos 2D ou 3D. Nesta aproximação pode-se encontrar algumas tecnologias como a Fotogrametria e o 3D *Laser Scanning*.

A fotogrametria baseia-se no processamento de imagens com o objetivo de criar orto fotos, reconstruções e classificação de objetos em 2D e 3D, vistas tridimensionais, animações e simulações. Esta tecnologia tem como ponto inicial imagens recolhidas por máquinas fotográficas ou drones (Figura 4).

O laser, um dos mais importantes desenvolvimentos tecnológicos do século, foi introduzido na comunidade em parte por pesquisas levadas a cabo pelo Instituto de Fotogrametria da Universidade de Estugarda em 1988. Nos últimos anos a tecnologia Laser Scan desenvolveu-se de uma forma impressionante. Quase todos os sistemas laser utilizados dão uso ao GPS como meio de orientação. Trata-se de um método recente, ainda pouco maturo, com um número limitado de fornecedores, e ainda bastante dispendioso. (Baltsavias, 1999)



Figura 4 - Exemplo de foto mosaico re-tificado por fotogrametria (Mateus, 2012b)

Estas ferramentas de levantamento visam aprofundar o conhecimento espacial, cruzando e recolhendo cada vez mais dados que, depois de tratados em *Software* especializado, se destinam a simular modelos digitais que cada vez mais reproduzem em absoluto o objeto real. (Hamani, Beautems, & Huneau, 2014; Mateus, 2012b; Tonn & Bringmann, 2015)

De entre estas duas tecnologias de levantamento escolheu-se neste trabalho explorar o *Laser Scanning* como método de levantamento. Neste sentido as secções seguintes detalham com mais enfoque este processo e alguns exemplos do seu uso em Arquitetura.

2.2.1 Fotogrametria

Fotogrametria, assim é chamada a tecnologia que permite com bastante precisão relacionar a informação geométrica de um objeto com a imagem digital através de processos de medição realizados nessas mesmas imagens.

A fotogrametria poder-se-á classificar relativamente à distância entre a câmara e o objeto como, como terrestre, aérea, de satélite, aquática, microscópica ou próxima, consoante o método de recolha de dados utilizados. Esta diferenciação será aprofundada em seguida no ponto 2.2.1.1.

O processo de recolha de dados é baseado na visão multidimensional para a reconstrução tridimensional do objeto, ou seja, significa que a estrutura tridimensional da imagem é adquirida por meio de câmaras cujas fotografias se distanciam pouco umas das outras.



Figura 5 - Ferramentas para fotogrametria (superior Máquina fotográfica NIKON; ao centro Balão de ar quente (MATEUS, 2012a); inferior Drone Parrot Bebop 2)

Quer a fotogrametria seja obtida com câmaras de mão ou com outras plataformas como tripés ou drones, o processo é semelhante e o seu sucesso prende-se somente no material fotográfico adquirido, seja ele relativo à capacidade da máquina utilizada seja ao objeto em estudo.

O processo apesar dos princípios base, nunca é igual, há objetos que exigem um maior número de fotografias, mais ângulos e mesmo câmaras melhores, quer seja por complexidade e detalhe do mesmo ou mesmo pelo tamanho do objeto. A forma como esta fase do processo é encarada, define o grau de precisão que a nuvem de pontos irá ter.(Mateus, 2012a)

2.2.1.1 Hardware

Retomando a classificação da fotogrametria, esta poder-se-á classificar como terrestre se realizada por meio de câmaras digitais de mão e tripés ou aérea se se servir do auxílio de, por exemplo, drones e balões de ar quente (Figura 5).

No caso das outras definições remete exatamente para o tipo de recolha – satélite, microscópio e câmaras aquáticas.

A qualidade e precisão deste método varia de acordo com vários fatores.

O número de fotografias tiradas, bem como o seu ângulo e a possibilidade de se sobreporem sem falhas afetam o resultado fotogramétrico final. Não existe, contudo, uma regra com um número certo de frames ou ângulos a utilizar, isso deverá ser decidido pelo técnico que recolhe a informação in loco tendo em consideração o tamanho e complexidade do objeto, e obviamente a resolução

do equipamento que utiliza.

Existem, contudo, certas recomendações a considerar em qualquer recolha:

As fotografias devem ser o mais nítidas possível, usar um ISO menor de forma a reduzir o ruído da foto e sem alterar as configurações da câmara entre elas.

Para a recolha de pormenores mais detalhados, convém tirar no mínimo três fotografias ao objeto.

No caso da utilização de câmaras manuais é aconselhado o uso de controlo remoto e um tripé para evitar qualquer movimento, pois por mais insignificante que seja pode comprometer a estabilidade do equipamento e consequentemente a nitidez da fotografia.

Posteriormente deverá ser utilizada uma workstation para tratamento fotográfico, neste tipo de processo, para o processamento da imagem (e já considerando fases posteriores de conversão em nuvem de pontos), será indicado um sistema operativo Win-64 e 16 GB de memória RAM(Mateus, 2011, 2012a).

2.2.1.2 Software

De forma a estudar alguns dos *software* atualmente utilizados em fotogrametria, aplicada no âmbito da arquitetura, foi realizado um estudo comparativo entre os mesmos.

Inicialmente as ferramentas foram diferenciadas em duas categorias:
(Tabela 1)

- Gerar modelos de nuvem de pontos
- Editar modelos de nuvem de pontos

<i>Software</i>	<i>Fabricante</i>	<i>Preço (anual)</i>	<i>Sistema Operativo</i>	<i>Gera PCM¹</i>	<i>Edita PCM¹</i>
¹ <i>Pix4D</i>	<i>Pix4D SA</i>	2600 €	Windows MacOS Linux	Sim	Sim
<i>Visual SFM</i>	<i>Changchang Wu</i>	Grátis (não utilizável para fins comerciais)	Windows MacOS Linux	Sim	Sim
<i>Autodesk®Recap®360</i>	<i>Autodesk</i>	399 €	Windows	Sim	Sim
<i>CloudCompare</i>	<i>Open source</i>	Grátis	Windows MacOS Linux	Não	Sim
<i>MeshLab</i>	<i>ISTI-CNR</i>	Grátis	Windows MacOS Linux	Não	Sim
<i>Agisoft PhotoScan Pro</i>	<i>Agisoft LLC</i>	3000 €	Windows MacOS Linux	Sim	Sim

Tabela 1 - Catalogação de Software aplicáveis à fotogrametria (dados retirados dos websites das marcas)

¹ PCM - Point Cloud Model (modelo de nuvem de pontos)

Os programas capazes de gerar modelos de nuvens de pontos, como *Pix4D*, *Visual SFM*, *Autodesk®Recap®360* e *Agisoft PhotoScan Pro* são utilizados numa fase inicial do projeto, armazenam as fotografias e transformam-nas em modelos de nuvens de pontos. Estes programas permitem também a edição das nuvens. Normalmente tratam-se de *software* mais dispendiosos, a escolha deverá ter em conta o tipo de sistema operativo utilizado apesar de somente os programas fabricados na *Autodesk* serem restritos ao Windows.

Relativamente aos programas que não geram modelos de nuvem de pontos, *MeshLab* e *CloudCompare*, estes são indicados para a edição das nuvens de pontos. A grande vantagem da utilização destes programas é o facto de estes serem gratuitos e fáceis de utilizar.

Normalmente são utilizados em pequenos trabalhos, com nuvens pouco complexas e com pouco detalhe visto terem uma capacidade bastante limitada em lidar com ficheiros de nuvens de pontos muito grandes. A escolha entre estes dois *software* poderá recair na experiência do utilizador - o *MeshLab* possui um visual bastante complexo pelo que para usuários com pouca experiência não será o mais aconselhado (Mateus, 2011, 2012a).



Figura 6 - Exemplo de Nuvem de Pontos (imagem da autora realizada em novembro 2017)



Figura 7 - Exemplo de Alvo (MATEUS, 2012a)



Figura 8 - Leica BLK 360 conectada a Ipad (fotografia da autora janeiro 2018)

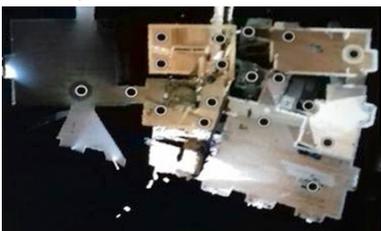


Figura 9 - Exemplo de nuvem de Pontos associada a cor através da BLK360 (fotografia da autora maio 2018)

2.2.2 Laser Scanning 3D

Segundo Mateus (2012a), um sistema de *Laser Scanning 3D* pode recolher informação tridimensional de um objeto e usar uma nuvem de pontos para mostrar tridimensionalmente todas as informações recolhidas. Este tipo de varrimento faz *scans* com diversos níveis de alcance, podendo recolher informação de um objeto a poucos metros da estação de recolha até quilómetros de distância, dependendo do alcance do equipamento, sendo que a nuvem de pontos obtida guarda todos os componentes espaciais identificados. Uma nuvem de pontos refere-se a uma base de dados onde são armazenados pontos com coordenadas tridimensionais X, Y e Z (Figura 6). Para que a nuvem seja o mais precisa possível é necessário que em cada scan sejam conferidos pontos homólogos que podem pertencer ao objeto ou materializados através de alvos (Figura 7). Esses Pontos deverão ser facilmente identificáveis nos Scans para que o registo dos mesmos seja feito mais rapidamente; normalmente, se esses pontos estiverem bem colocados o programa realiza o registo automaticamente, otimizando o processo de criação de uma nuvem de pontos tridimensional. («Recap | Reality Capture And 3D Scanning Software | Autodesk»)

Com o aparecimento de equipamentos mais recentes, como a BLK360 (Figura 8), é possível associar automaticamente cor à nuvem de pontos (Figura 9).

Este método de laser scan baseia-se somente na utilização de um aparelho no local, seja qual for a fase da obra, não necessitando de equipamentos de medida adicionais para recolha de dados, ou seja, com apenas uma ferramenta consegue-se, in situ, identificar os componentes da construção na fase em que se encontra. (Mateus, 2012b; Shih & Wang, 2004)

2.2.2.1 Hardware

Como já referido anteriormente, esta recente tecnologia dispõe ainda de um limitado número de fornecedores de equipamentos, sendo que é possível considerar a *Leica* com o modelo BLK360 e *ScanStation P50* (como modelos mais recentes) (Figura 10) e a *FARO* com a FOCUS s 350. Estas são as principais empresas a atuar no setor da construção, sendo que a *FARO* se dedica não só ao ramo da construção e BIM, dispondo de equipamentos laser também em áreas como a medicina onde a alta precisão dos dados conseguidos através da modelação e simulação 3D promovem o desenvolvimento de novas ferramentas em ramos como a ortopedia e neurocirurgia. («Medical Systems | FARO»)

Como esta última empresa, também outras empresas têm investido na tecnologia laser *Scanning* como é o caso da empresa Espanhola BQ. Ambas têm investido na aproximação do método laser aos smartphones e tablets com o objetivo de os tornar mais móveis e fáceis de usar (Figura 11).

Atualmente há também que considerar acessórios que fazem parte do hardware necessário para o funcionamento do sistema, são eles tripés, baterias, alvos, memórias, entre outros. (Mateus, 2012b)



Figura 10 - Calibração de ScanStation P30 (Fotografia da autora outubro, 2017)



Figura 11 - Exemplo de tecnologia laser acessível EORA 3D (<https://eora3d.com/>)

2.2.2.2 Software

De forma a estudar alguns dos *software* atualmente utilizados no âmbito do laser *Scanning* aplicado na arquitetura, e face à necessidade da utilização de alguns dos mesmos para o desenvolvimento deste trabalho, realizou-se um estudo comparativo entre os *software*. Estes foram divididos inicialmente em quatro grandes grupos, com o objetivo de mostrar as diferenças entre os mesmos (Tabela 2): (Groetelaars, 2011)

- Introdução
- Transformação
- Visualização
- Modelação

Tabela adaptada de (Groetelaars, 2011)

Software	Fabricante	Importação de Scan	Processo	Preço (anual)	Sistema Operativo
<i>Leica Cyclone</i>	<i>Leica GeoSystems</i>	Genérico	Introdução; transformação	Grátis	Windows
<i>Recap Pro</i>	<i>Autodesk</i>	Genérico	Introdução; transformação; Visualização	399 €	Windows
<i>Leica TruView</i>	<i>Leica GeoSystems</i>	Genérico	Transformação; Visualização	grátis	Windows
<i>MeshLab</i>	<i>ISTI-CNR</i>	Genérico	Transformação; Visualização	grátis	Windows MacOS Linux
<i>AutoCAD</i>	<i>Autodesk</i>	não	Modelação	2075 €	Windows MacOS
<i>Revit</i>	<i>Autodesk</i>	não	Modelação	2970€	Windows
<i>ArchiCAD</i>	<i>Graphisoft</i>	não	Modelação	2214€	Windows MacOS

Tabela 2 - Catalogação de Software aplicáveis ao Laser Scanning

Os programas do grupo de Introdução como o *Leica Cyclone* e o *Recap Pro* são utilizados nas fases iniciais do projeto, permitindo armazenar dados e visualizar rapidamente os *scans* registados pelas estações de recolha.

De entre as ferramentas existentes para a Transformação de informação dos *scans* em nuvens de pontos referem-se, na tabela apresentada, *Leica Cyclone*, *Leica TrueView* e *MeshLab*. Estes *software* de Transformação possibilitam otimizar a informação recolhida nos *scans* através das seguintes funções:

- Registo dos *scans*
- Divisão da nuvem em regiões e isolar objetos.
- Conversão da nuvem em conjuntos de triangulação tridimensional (meshes)
- Exportação da nuvem para formatos como .OBJ, 3DS ou .STL.
- Realização de medições, cálculo de áreas e volumes.
- Verificação da qualidade da nuvem gerada e da existência ou não de vazios no modelo.

Estes *software* podem também ser classificados como de Visualização. Nestes enquadram-se os mais simples que permitem somente a função básica de visualizar a nuvem, como é o caso do *TrueView*, que funciona como complemento ao *Cyclone*. Normalmente estes são disponibilizados gratuitamente pelos fabricantes.

Relativamente às ferramentas para Modelação, são destacados o *Revit*, *AutoCAD* e *ArchiCAD*. Estes três exemplos identificados permitem a importação, sem necessidade de *software* intermediário, de nuvem de pontos e permitem a criação de modelos tridimensionais do objeto em estudo. Contudo, o *Revit* e o *ArchiCAD* destacam-se por implementarem a tendência do BIM, na medida em

que a sua utilização aprimora o processo de manipulação dos dados na nuvem. (Groetelaars, 2011)

Entre estes *software* privilegiou-se a utilização do *Recap Pro* e *Revit*, de forma a explorar as potencialidades da tecnologia BIM no caso objeto do trabalho – recuperação e alteração de um edifício do século XIX. A escolha do *Revit* em detrimento do *ArchiCAD* deve-se sobretudo ao conhecimento mais aprofundado neste *software* e da familiarização com outros produtos da *Autodesk*.

Ao escolher um *software* devem ser considerados vários fatores como, o objetivo do levantamento, o fabricante da estação de recolha, a quantidade de dados que há a tratar, os recursos disponíveis e essencialmente o conhecimento de quem o irá operar. (Groetelaars, 2011)

É necessário verificar qual o sistema operativo de que dispõe, a aquisição (caso sejam estudantes algumas destas empresas têm protocolos com as instituições e oferecem descontos ou licenças gratuitas), os *software* com os quais está familiarizado. As especificações deste tipo de programas são bastante idênticas, como se trata de processamento de imagens quer 2D quer 3D requerem um equipamento com um processador relativamente atualizado com, idealmente, 2,5 a 3,0 GHz e sistemas operativos Win-64.

Muitos fabricantes disponibilizam diversos módulos gratuitos para as diversas fases descritas, contudo, se todas as fases forem acompanhadas pelo mesmo grupo de operadores dito Atelier sugere-se a opção por *software* de um só fabricante pois a interface estará otimizada para a troca de dados entre esses programas.

Na Figura 12, são mostrados dois exemplos de integração entre os *software*. O da esquerda baseia-se na utilização de ferramentas disponibilizadas pela *Autodesk*. Para um utilizador com uma subscrição nesta empresa seria frutuoso este tipo de cadeia sugerido. Já se fosse um utilizador, que utiliza em grande parte um sistema operativo que não o Windows, a segunda opção seria mais benéfica visto que apenas o *Cyclone* é limitado a esse sistema. Outro benefício desta cadeia é que não só o *Cyclone* é gratuito como também o *software* utilizado para visualizar a nuvem de pontos, visto ser um open-source.

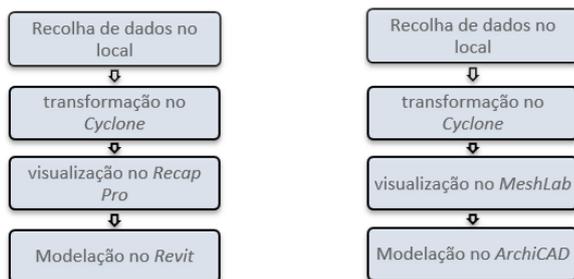


Figura 12 - Exemplos de integração entre *software*.

2.3. Building Information Modelling (BIM)

2.3.1 Definição de BIM

Existem diversas definições para o termo Building Information Modeling (BIM).

Contudo, apesar das diversas definições, estas explicações relacionam-se e tendem a completar-se. O BIM é sempre apontado como um processo que utiliza diferentes tipos de *software* que possibilita a partilha de informação a ser utilizada pelas diferentes especialidades.

Neste presente estudo, considera-se BIM como o processo de levantamento e tradução num modelo tridimensional da informação recolhida. O que significa que ferramentas utilizadas ao longo de todo o processo como o *Cyclone*, *Recap Pro* e *Revit* fazem parte também eles do BIM.

Contudo, é essencial compreender que todo este conceito vai mais além do que meramente uma representação 3D de um projeto – trata-se de um método de trabalho novo, que pressupõe uma forma de pensar e modelar por parte do projetista diferente daquela se se tem vindo a usar com os sistemas CAD.

Quem está familiarizado com sistemas CAD reconhece o grau de detalhe que cada desenho deve ter consoante a escala aplicada, no BIM a ideia permanece, contudo como num único modelo é possível obter informação de escalas bastante diferentes, com pouco ou nenhum conhecimento das convenções BIM como o LOD (*level of development*)- onde o detalhe é adequado ao nível de pormenor acordado no início do projeto e até ao qual o modelo deverá ir – poderá tornar-se complicado perceber o nível de detalhe que deverá modelar o edifício, na maior parte das vezes porque não sabe o que será pretendido mostrar ou comunicar com esse modelo.

Como se trata de uma ferramenta bastante complexa e com muito pouca aderência atualmente, é necessário, para a maioria dos técnicos, realizar formação especializada e conseqüentemente conduzir à criação de novos postos no processo de projeto, como por exemplo BIM manager.

O BIM trás a capacidade de criar modelos inteligentes de edifícios, que os podem acompanhar no seu ciclo de vida e durante intervenções futuras que possam vir a acomodar. Fomenta a colaboração multidisciplinar entre todas as especialidades envolvidas e sobretudo a fluidez, em tempo real, da informação que se tornou mais simples e eficaz (Ferreira, 2017).

Com a integração do BIM e com toda a agilização que acontece no processo de design é possível construir edifícios com geometrias e redes cada vez mais complexas com um esforço muito menor.

2.3.2 BIM vs metodologia tradicional

A implementação de *software* CAD em detrimento ao método manual de desenho, tornou o processo de trabalho mais eficiente tanto a nível de criação de desenho como da sua edição. Apesar de se tratar de uma evolução técnica bastante significativa, não se considera, contudo, que a forma de projetar foi alterada visto que o CAD se baseia em grande medida na transferência das técnicas de desenho manual para o computador. Apesar da otimização que o computador permite, o resultado final centrou-se sempre na representação de peças finais.

Já o BIM prevê a construção de ambientes inteligentes com objetos de características próprias e não somente a sua representação. Por exemplo, ao utilizar um objeto “janela” no conceito BIM, este elemento terá a sua própria identidade definida por parâmetros e propriedades, enquanto que no CAD este objeto apenas pode ser representado através de linhas sem definições internas.

É possível identificar assim quatro áreas onde a metodologia BIM se destaca em relação ao método tradicional, vulgo CAD (Leitão & Garcia, 2014): a otimização, a quantificação, a colaboração entre especialidades e realização de trabalhos mais eficientes

Primeiramente, e como já referido, existe a otimização do desenho (Figura 13) que permite com a metodologia BIM que:

- Rapidamente seja possível aceder à informação do objeto.
- Os modelos da construção criados sejam extremamente precisos e detalhados e realizados de forma rápida.
- Seja possível tornar a construção mais barata e sustentável através da exploração de novas geometrias e da integração com outros *software*.

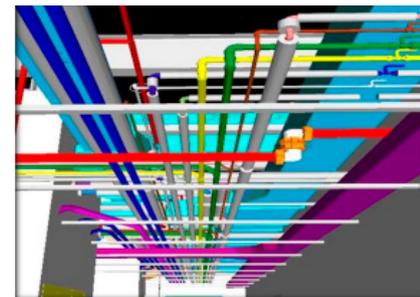


Figura 13 - interpretação de desenho tradicional vs representação 3D [Adaptado de: Garcia, J. & Leitão, J. (2014). *O Valor do BIM*]

A quantificação possibilitada pela metodologia BIM permite (Figura 14):

- obtenção de áreas – geram-se medições com mais frequência o auxilia o proprietário na tomada de decisões.
- listagem dos materiais utilizados – enquanto que no CAD este era um processo demoroso para a criação de orçamentos, neste caso os materiais e objetos são pormenorizados e quantificados quase automaticamente pelo *software* sendo possível criar mapas de quantidades rapidamente e bastante certos precisos.

A metodologia BIM permite ainda uma melhor colaboração entre especialidades (Figura 15):

- Melhora a coordenação das equipas e torna a planificação dos trabalhos mais eficiente.
- Permite identificar conflitos entre redes antes da construção do edifício.
- Melhora a coordenação in situ dos trabalhos e consequentemente o trabalho final.

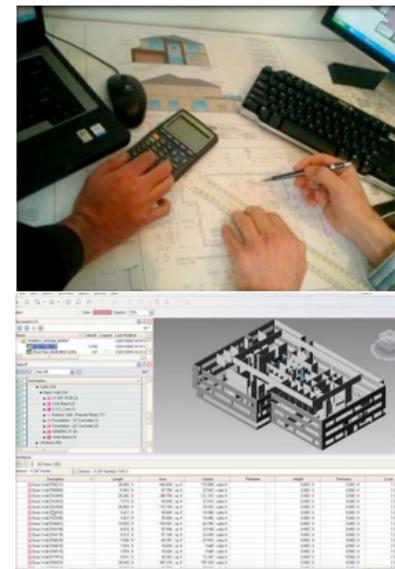
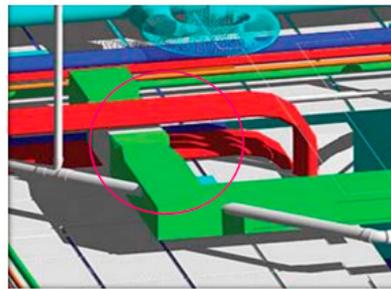
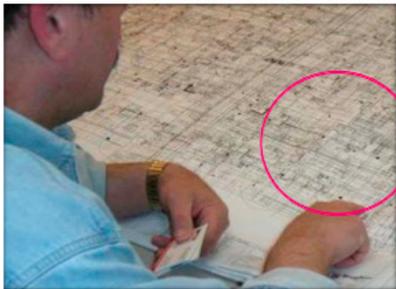


Figura 14 - rocesso manual de medição vs processo otimizado por mapas de quantidades com BIM [Adaptado de: Garcia, J. & Leitão, J. (2014). O Valor do BIM]

Figura 15 - Coordenação e identificação de conflitos no processo tradicional vs BIM [Adaptado de: Garcia, J. & Leitão, J. (2014). O Valor do BIM]

A metodologia BIM permite por fim a realização de trabalhos mais eficientes dado que permite (Figura 16):

- Uma avaliação rápida das quantidades e impacto de modificações no projeto e de planificação dos trabalhos.
- A experimentação de novas formas de executar o trabalho sem perder muito tempo.
- A realização de modelos da construção precisos e fiéis à realidade.
- A simulação de processos de construção.
- A existência de informação sempre disponível para todos os intervenientes.

Desta forma, nestes processos todas as fases são previstas, desde a informação necessária para os desenhos construtivos, até à quantificação de trabalhos e calendarização de execução dos mesmos. É um processo que acompanha a obra desde a sua fase inicial até à conclusão da mesma e pode posteriormente garantir uma manutenção eficiente do mesmo.



Figura 16 - Possível vantagem com a utilização do BIM em novos negócios [Adaptado de: Garcia, J. & Leitão, J. (2014). O Valor do BIM]

Como é possível observar no gráfico da Figura 17, quando tomadas decisões acertadas na fase inicial do projeto, dá-se uma redução do custo da obra. Desta forma, apesar do custo que poderá envolver esta troca de metodologia de projeto, o BIM torna o processo de obra mais eficiente, deixando espaço para o melhorar em fases posteriores.

2.3.3 Potencialidades do BIM

O BIM continua a crescer exponencialmente e são vários os estudos realizados atualmente que visam a melhoria da sua utilização. Como tal, surgem características que se destacam no que respeita a utilidade desta nova tecnologia em associação com áreas de construção. Algumas dessas características, enunciadas em seguida, são também características fundamentais para que um *software* possa ser considerado compatível com BIM (Pereira, 2015):

Building Life Cycle (ciclo de vida do edifício)

Pode-se considerar como ciclo de vida, as diversas fases por que passa um edifício (Figura 18). Estas fases vão desde o planeamento da obra até a gestão do edifício depois de construído e em utilização. Vário tipo de informações acompanha o edifício mesmo após o término da sua vida útil: o tipo de ocupação que teve, as intervenções realizadas, história, os materiais com que foi construído, etc. Estes tipos de informações são relevantes para caso se deseje realizar uma demolição, por exemplo.

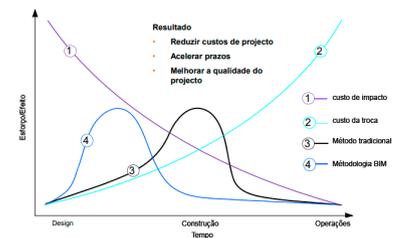


Figura 17 - Gráfico ilustrativo das benéficos e do impacto na troca para uma metodologia BIM, nomeadamente em fases iniciais do projeto [Adaptado de: Garcia, J. & Leitão, J. (2014). O Valor do BIM]



Figura 18 - fases que constituem o ciclo de vida de um edifício. [Adaptado de: <https://cadoutsourcingservice.quora.com/Building-Information-Modeling-BIM-Life-cycle-and-Facilitates-Management>]

Este tipo de controlo do edifício apenas é conseguido caso os dados do mesmo sejam utilizados de forma eficiente – a utilização e otimização da informação dada aos modelos e aos seus objetos influencia a forma como o edifício pode ser gerido. É, desta forma, dada preferência à utilização de informações normalizadas entre especialidades e a gestão de um único modelo.

Interoperabilidade

Os projetos envolvem diversas especialidades que, normalmente usam diferentes *software* para executar diferentes tarefas.

A interoperabilidade é a capacidade dos *software* de trocar informação entre si, sem a mesma perder qualidade. Esta característica é essencial para o sucesso do projeto.

Para que esta função possa acontecer é necessário utilizar um formato de ficheiro que possa ser aberto em qualquer programa – o IFC.

Contudo, esta funcionalidade é ainda recente e o formato ainda não funciona sem percalços, sendo que a interoperabilidade é atualmente o maior obstáculo no sucesso do BIM. Por exemplo, na passagem de um modelo iniciado no *Revit* para o *ArchiCAD*, esta troca é suficiente para que, por vezes, se percam informações p.e. de cotas.

Projeto Colaborativo

A informação do projeto é armazenada num servidor central para auxiliar a partilha e colaboração entre os diferentes especialistas.

O modelo central suporta operações simultâneas no mesmo ficheiro por diversos intervenientes sem comprometer a integridade do modelo.

Level of development (Nível de desenvolvimento)

O conceito de nível de detalhe ou de desenvolvimento de um objeto, na área da construção, é de extrema importância, pois, como acontece com a escala do desenho tradicional, estes pretendem dar destaque a diferentes elementos do projeto e da fase do mesmo.

A utilização de diferentes terminologias deve-se ao uso que será dado ao objeto. Enquanto o nível de detalhe se refere à pormenorização a incluir num elemento que irá obrigatoriamente fazer parte de um modelo, o grau de desenvolvimento diz respeito ao nível de dados que se pretende introduzir num objeto e com a geometria e informação que lhe é adicionada

O nível de desenvolvimento ou de detalhe (LOD) vai, desta forma, estar relacionados com o que é pretendido analisar e comunicar através da utilização do BIM. (Volk, Stengel, & Schultmann, 2014)

Tendo em consideração a aparência do objeto, são considerados cinco níveis de detalhe (Figura 19)(AIA, 2013):

- LOD100: um elemento pode ser descrito com um símbolo ou com uma representação genérica.
- LOD200: um elemento representado graficamente como um sistema genérico com quantidade, tamanho, forma, localização e orientação aproximadas.
- LOD300: um elemento graficamente representado como um sistema específico, com informações exatas de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação.
- LOD400: elemento que, assim como no LOD300 é representado com informações específicas, contudo são inseridos dados detalhados sobre a fabricação, montagem e instalação.
- LOD500: um elemento que é uma representação detalhada semelhante ao LOD 400, contudo é atualizado com as fases da obra. Este nível de representação é útil para possíveis obras de manutenção sendo que em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação se encontra exatamente como construído.

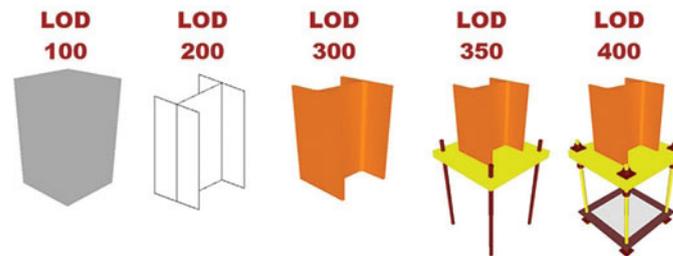


Figura 19 - Caracterização dos diferentes LOD [adaptado de : (Will Ikerd, 2016)]

Facility Management (Gestão do edifício)

Existem inúmeros benefícios na utilização deste tipo de funcionalidades no âmbito de edifícios existentes, em grande parte pela facilidade com que estes podem depois ser geridos. Exemplos de funcionalidades úteis são o cálculo de possíveis custos de alterações que se venham a realizar, a obtenção de documentação relativa aos materiais de construção como fabricantes, mapas de quantidades e de custos, entre outros. Este processo permite também a planificação de trabalhos a longo prazo, como o controlo da qualidade, monitorização e avaliação do edifício.(Pereira, 2015)

3. Estudo de casos

O *Laser Scanning*, apesar de recente, tem um potencial enorme. Esta nova tecnologia apesar de ter ainda diversos pontos a melhorar, tem excelentes expectativas futuras de melhoria a nível de hardware, *software* e até mesmo na sua aplicação. Ligada especialmente à ciência, as vantagens do *Laser Scanning* cada vez mais são aproveitadas noutras áreas, como as de âmbito militar e da construção.

Na área da construção, no âmbito da Arquitetura, o *Laser Scanning* surge como uma ferramenta multidisciplinar capaz de acompanhar todo o processo, e, associado à tecnologia BIM, permite auxiliar na redução de conflitos entre especialidades, no caso de obras novas e reabilitações.

Desta forma, para ser possível compreender melhor como esta tecnologia funciona, bem como todo o processo e áreas que pode envolver como rede de águas, eletricidade, arquitetura, entre outras, são apresentados dois casos de estudo. Os trabalhos escolhidos têm escalas diferentes e ambos partem da utilização de uma nuvem de pontos para a reabilitação de um edifício. Os dois casos apresentados são em Portugal e abordam de maneira mais ou menos direta a forma como a utilização de nuvem de pontos pode ajudar para identificação de conflitos e anomalias nos edifícios durante o processo de obra.

A escolha destes casos deveu-se ao facto de a autora ter feito parte da equipa da *FVPS - projectos e consultoria, lda*. Os dois casos foram realizados um baseado no seu próprio envolvimento no trabalho, e o outro no período imediatamente anterior à sua chegada à equipa, pelo que o discurso é baseado na experiência de outros membros da equipa com o qual contactou.



Figura 20 - Edifício na Rua do Crucifixo
(Fotografia da autora dezembro 2017)

3.1. Reabilitação na Rua do Crucifixo, atelier Falanstério, laser scan por *FVPS - projectos e consultoria, lda*

Em 2017, em parceria com o gabinete de arquitetura Falanstério, foi realizado o levantamento laser do edifício na Rua do Crucifixo, em Lisboa, propriedade do Banco de Portugal.

O edifício, construído no início do séc. XX, é uma prova da exuberância arquitetónica oitocentista que persistiu até as primeiras décadas do séc. XX (Figura 20).

A intervenção a realizar visa o Restauro da Fachada e a reconversão programática do edifício para fins hoteleiros.

O varrimento laser foi levado a cabo pela equipa da *FVPS - projectos e consultoria, lda*, da qual a autora fez parte, pelo que o discurso é baseado na experiência da própria e de membros da empresa que participaram no levantamento.

A recolha de dados no Edifício foi realizada em dois dias e uma manhã, que incluíram registos interiores e exteriores, bem como algumas das fachadas dos edifícios adjacentes. Durante o trabalho foram realizados um total de 350 *scans* da estação de recolha utilizada, neste caso a *Leica P30*.

Como o edifício se encontrava, à data do levantamento, guarnecido de mobílias e elementos decorativos nomeadamente no piso térreo, foi difícil encontrar posições para colocar a máquina de forma a que esta recolhesse toda a informação nos cantos das divisões e em locais perto de vãos. Isto acontece por a superfície que se pretende captar não estar visível, sendo que nestes casos os feixes de luz do equipamento não são capazes de incidir na superfície final que se deseja.

É o caso de paredes por estas estarem ocultas por móveis ou outros elementos, sendo que a realidade obtida é pouco fiel ao existente e com deformações. Nestes casos, a utilização de alvos facilita, mas nem sempre é suficiente. Por

esse motivo, e para evitar possíveis visitas ao local posteriores ao levantamento de forma a colmatar faltas de informação na nuvem, o técnico que manobra o equipamento de recolha, ou outro membro da equipa que o acompanhe, deverá analisar o local previamente e perceber se as condições existentes são propícias para realizar o levantamento e, caso não se observe, essa inconformidade deverá ser comunicada ao responsável pelo local ou ao cliente diretamente de forma a que sejam tomadas medidas para facilitar a recolha dos dados e não encarecer o trabalho com deslocações que poderiam ser evitadas.

Após a recolha de dados os dados foram transferidos para o *Cyclone* no formato .bin para serem transformados em .ptx e posteriormente inseridos no *Recap Pro* onde é realizada uma limpeza de elementos desnecessários e a unificação de todos os scans.

Uma vez no *Recap*, a nuvem é analisada de forma a identificar possíveis anomalias e deformações que poderiam colocar em causa o projeto. Neste caso em específico não foram identificados elementos anómalos; apenas se constatou o desafio que uma fachada com este grau de detalhe podia oferecer ao técnico que realizasse a modelação(Figura 21) .

Desta forma, para conservar o grau de detalhe requerido pelo arquiteto, foi necessário realizar um passo intermédio antes da passagem da nuvem para *Revit*.

Parte do detalhe requerido pelo arquiteto era referente à modelação das esculturas da fachada. Como se tratavam de elementos com um grau de detalhe muito elevado, foi necessário, antes de passar a nuvem de pontos para o *Revit*, realizar um passo intermédio. As esculturas foram assim isoladas do restante projeto no *Recap Pro*. Para isso foi criado um ficheiro somente com o conjunto de



Figura 21 - Pormenor de Janela existente representada na Nuvem de Pontos (Imagem da Autora Dezembro 2017)

pontos que interessam e seguidamente foi criada uma Mesh com o auxílio de um plugin do Dynamo para o *Revit*. Este processo foi repetido para todos os elementos relevantes da fachada (Figura 22).

Com a transformação em .ptx a nuvem foi inserida no *Revit*. Foram tomados os procedimentos mais corretos para a definição do modelo, colocação das coordenadas reais, posicionamento real do modelo e definição de níveis.

Como se tratava de uma nuvem de pontos bastante complexa, optou-se por primeiramente dividir a mesma por zona exterior e zona interior. Desta forma, o ficheiro *Revit* iria ficar menos pesado e seria possível desligar por exemplo a fachada para trabalhar independentemente no interior sem afetar a fluidez do programa. Essa decisão tomada em equipa conseguiu também que enquanto o interior do edifício era modelado, o exterior era transformado em mesh. Um processo relativamente demorado que se estendeu por largas semanas.



Figura 22 - Comparação entre Mesh (à esq.) e real (à drt.) (Imagem e fotografia da autora Dezembro 2017)

No interior foram começados a desenhar os elementos integrantes do projeto, paredes, lajes, pavimentos (Figura 23).

O modelo era analisado constantemente a fim de identificar alguma patologia que possa ter passado despercebida como paredes fora dos eixos, fachadas a necessitar de contenção, entre outras

Foram também identificadas partes omissas ou conflitos na nuvem. Caso estas sejam impossíveis de resolver os técnicos devem voltar ao local para proceder a mais registos a fim de completar a nuvem de pontos.

Depois de finalizado o interior do modelo e terminadas as meshes dos elementos escultóricos da fachada foi então modelada a face exterior do edifício. Vãos com caixilharias, beirados e outros elementos integrantes do exterior foram então representados.

As meshes foram também elas inseridas, contudo, sobrecarregaram o ficheiro de forma tal que foi necessário recorrer a um computador com maior capacidade RAM para poder colmatar esse problema (Figura 24)

Estes elementos foram o grande fracasso da modelação. De facto houve demasiado tempo despendido, e o resultado, no conjunto, não funcionou da forma idealizada. Para além de que com os prazos a terminarem o cuidado que deveria ter sido empregue no interior não aconteceu.

Relativamente aos comentários por parte do Atelier requerente, este mostrou-se bastante satisfeito, no modo geral, com o modelo. Contudo, por razões diversas, a modelação deste edifício acabou por ser terminada noutra empresa do ramo.

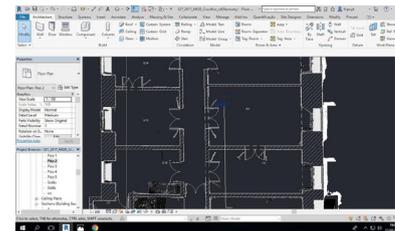


Figura 23 - Modelação sobre a nuvem de pontos no Revit (imagem da autora realizada em novembro de 2017)

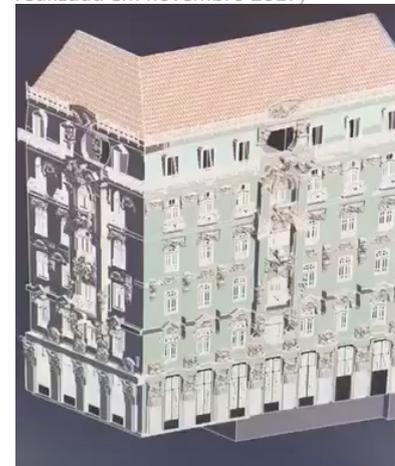


Figura 24 - Modelo tridimensional do Edifício numa fase próxima da final. Ficheiro com aproximadamente 3,5 GB (imagem da autora realizada em dezembro de 2017)

Um dos problemas que surgiu no decorrer deste e de outros projetos foi com o formato “universal” do BIM, o .IFC. Supostamente este deveria abrir em quaisquer programas que corresse este tipo de linguagem sem grandes conflitos, contudo, dada a complexidade do modelo e a inserção de meshes e outros elementos, a passagem do *Revit* para o *ArchiCAD* (*software* utilizado pelo Atelier) gerou vários problemas como paredes fora do local onde deveriam estar, níveis ocultos, entre outros problemas todos eles resultantes desta conversão.

Outro equívoco foi também a falta de definição inicial, por parte do Atelier, sobre o grau de detalhe a dar aos elementos tanto da fachada como no interior, por exemplo nas guarnições das portas. Sem ter presente os LOD- Level of Development, níveis de desenvolvimento estabelecidos para modelos BIM, um modelo que era inicialmente gerado para ser observado do ponto de vista à escala 1:100 ou 1:200, passava agora a ser exigido a uma escala 1:50 o que exigiria muitas mais horas de trabalho que se sobreporiam ao prazo estabelecido e desde logo nunca essa escala fora apontada em contactos entre empresas.

Contudo, como se tratava de um dos primeiros trabalhos com recurso a BIM no Atelier de Arquitetura requerente e, um dos primeiros projetos de levantamento a sair da empresa onde a autora colaborou, foi acima de tudo uma experiência enriquecedora para ambas as empresas. Foi possível perceber que provavelmente a modelação deveria ser feita não por um técnico sem conhecimento do que se pretende fazer no objeto a modelar e sim por um colaborador por dentro do que irá decorrer no edifício e que detenha o conhecimento total do espaço no mesmo, caso contrário informação essencial face aos olhos do projetista poderá estar omissa. Inicialmente, tendo em consideração os LOD existen-

tes, deverá ser também acordado o tipo de pormenor que se pretende representar e conforme isso estipulado um prazo mais extenso conforme o grau exigido.

3.2. BHN Hostel, atelier Azimute Arquitectura, laser scan por FVPS - projectos e consultoria, lda

Este projeto, localizado em Sintra, foi um dos primeiros realizado pela FVPS no ano de 2013 teve como objetivo principal o teste da introdução do processo Scan to BIM levada a cabo pela equipa da FVPS, com a qual a autora ainda não colaborava, pelo que a análise deste caso de estudo é baseada no discurso de membros da empresa.

A escolha deste edifício para esta primeira experiência prendeu-se essencialmente na complexidade do edifício e na localização do mesmo de forma a, caso fossem precisas novas visitas, facilitar a deslocação ao local.

Baseando-se na informação obtida pela visita ativa ao edifício em questão e fazendo as interpretações necessárias, analisou-se o edifício histórico (Figura 25).

O processo de scan do edifício prolongou-se por sete horas incluindo registos interiores de todos os pisos e do ambiente exterior envolvente. Em todos o processo foram feitos cerca de 40 disparos da estação de recolha, normalmente realizando-se dois disparos por divisão regular, de forma a recolher toda a informação disponível-paredes, caixilhos e, caso o projeto assim o exija, mobiliário.

A disposição da estação de recolha no espaço não tem uma localização predefinida, ao analisar o espaço devem ser percebidas pelo técnico que opera a



Figura 25 - Fachada Principal do Edifício (Crédito Fotográfico FVPS, 2013)



Figura 26 - Fachada do Edifício no Recap Pro (Crédito Fotográfico FVPS, 2013)

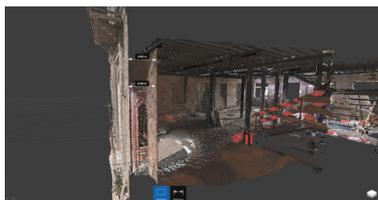


Figura 27 - Medição de Parede no Recap Pro (Crédito Fotográfico FVPS, 2013)

máquina quais as limitações do espaço, se serão necessários alvos ou se alguma particularidade será ocultada.

Também as condições de luminosidade, espaços com superfícies espelhadas e cores de objetos devem ser tidas em conta, é frequente que espelhos ou fracos contrastes (no caso de estações que não possuem a capacidade de capturar a cor real) distorçam o objeto e causem erros de precisão, nos espelhos por exemplo, pode ocorrer a replicação do espaço dando a ilusão de um espaço maior.

Aquando essa análise os dados recolhidos pela estação de *Laser Scanning* são inseridos no *Recap Pro* e transformados em .ptx e unificados. Neste *software* foi realizada uma breve análise que visava a identificação rápida de deformações ou outras anomalias facilmente identificáveis. Esta análise veio confirmar o que já se havia constatado no local, seria necessário substituir a cobertura e realizar obras de contenção no edifício (Figura 26 e Figura 27).

Com a exportação da nuvem para o *Revit* foi então possível começar a modelação, começando por definir o Norte do Projeto de forma a georreferenciar o projeto. Foram então desenhados os elementos base do projeto como paredes, lajes e pavimentos. Como este projeto não iria ficar com a especialidade de Arquitetura na empresa, foi decidido que não se efetuariam representações dos materiais mas sim apenas a volumetria dos pormenores decorativos como o exemplo apresentado da fachada.

De forma a facilitar o desenho detalhado dos pormenores na fachada, no *software* de transformação e visualização da nuvem de pontos (RecapPro) foi isolado o elemento em questão e inserido numa região que contem apenas o pormenor que se deseja modelar, o restante projeto fica temporariamente oculto.(Figura 28).

Visto que se pretende recuperar a fachada e face à importância do projeto se encontrar na reabilitação e reuso do edifício em causa, a representação da envolvente passou apenas pela colocação de volumes genéricos (Figura 29).

Após a conclusão do modelo construtivo base foi iniciada a modelação das infraestruturas das especialidades (Figura 30).

Perante este levantamento, um facto notório foi a quantidade de informação que estava disponível na nuvem gerada, o que dificilmente se conseguiria atingir através de um método tradicional de levantamento por mais visitas ao local que fossem realizadas.

Relativamente aos problemas deste sistema, a forma de trabalhar e o excesso de informação são apontados como questões a melhorar. Foi necessária uma atenção completamente diferente do que seria de esperar nos levantamentos tradicionais – enquanto que tradicionalmente a comparação é feita normalmente por registos fotográficos em confronto com medições retiradas no local, neste método existe demasiada informação a processar ao mesmo tempo e é normal que elementos passem despercebidos, especialmente se o técnico que realiza o modelo não conhecer o edifício em questão. Perante tanta informação é necessário adotar uma postura crítica muito maior relativamente ao que há a retirar da nuvem.



Figura 28 - Pormenor da Fachada
(Crédito Fotoaráfico FVPS, 2013)



Figura 29 - Sobreposição da nuvem de pontos com o modelo Revit (Crédito Fotográfico FVPS, 2013)

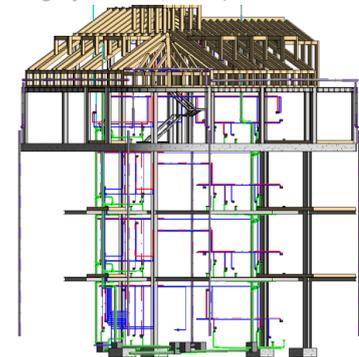


Figura 30 - Introdução das especialidades no modelo Revit (Crédito Fotográfico FVPS, 2013)

Essa falta de critério na escala de detalhe foi das principais dificuldades sentidas. São poucos os profissionais na área que de facto têm conhecimento do que é necessário representar num modelo tridimensional, o grau de detalhe que pode atingir e se esse detalhe é mesmo necessário, ou seja, devem ser definidos diversos graus de detalhe em detrimento da escala a que deverá ser feito o projeto em questão caso contrário poderá estar a ser representado detalhe em excesso tornando-se contraprodutivo se esse detalhe não for utilizado.

Face ao levantamento obtido, o Atelier de arquitetura parceiro que ficou encarregue da especialidade de arquitetura tomou uma postura bastante positiva face ao trabalho mostrando-se muito satisfeito com o pormenor a que foi possível chegar, ao facto de desta forma o edifício e todas as suas infraestruturas realizadas em BIM ficarem registadas para uma posterior manutenção do edifício. Contudo, existiram factos menos bons neste processo, dado que as tecnologias utilizadas, sejam elas o BIM ou o *Laser Scanning*, são relativamente recentes e por vezes os técnicos encarregues na fase de execução da obra ainda não estavam familiarizados com as mesmas, levando a alguns conflitos de leitura da informação apresentada.

4. Aplicação prática - recuperação e alteração de um edifício do século XIX, Alenquer

Este projeto, realizado no âmbito da unidade curricular de Projeto Final de Arquitetura, integra-se na proposta de trabalho de grupo onde se propõe a revitalização da antiga Rua direita da Vila Alta de Alenquer – agora renomeada como Rua Renato Leitão Lourenço e Rua Maria Milne Carmo.

Nesta rua, onde se situavam diversos serviços e comércios, encontra-se hoje nomeadamente a Liga dos Amigos de Alenquer que dispõe de uma pequena sala de teatro- Teatro Ana Pereira. O edifício que os acolhe, erigido no início do século XVIII, foi alvo de uma grande intervenção, no final do sec. XIX, que transformou uma parte do prédio numa diminuta sala teatro tipo italiano. Atualmente esta sala demonstra grandes limitações para os espetáculos que recebe. Apesar das obras recentes de que foi alvo o teatro não consegue oferecer as condições espaciais adequadas para a maioria dos espetáculos que lá têm lugar.

Dada a incapacidade de adaptação por parte do atual edifício, o projeto procura resolver os problemas da atual sala, apropriando-se de dois edifícios existentes adjacentes ao teatro para construção de uma nova sala e da área técnica a que lhe diz respeito.

O projeto é assim constituído por dois corpos, o primeiro, um antigo edifício de habitação em grande estado de degradação interior e que possibilita a passagem interna para o atual corpo principal do Teatro. Esta sala alternativa pretende colmatar a falta de versatilidade da existente, tanto relativamente ao espaço de atuação como ao espaço destinado aos espectadores. Atualmente não existem barreiras entre os espaços restritos ao público e espaços de atuação, funcionando de forma mais intimista e quase como uma oficina teatral aberta ao público.



Figura 31 - Fachada do Edifício em estudo na Rua Renato Leitão Lourenço. (Fotografia da autora outubro 2017)

O segundo corpo, localizado imediatamente ao lado do primeiro, e em condições de conservação semelhantes, é constituído por dois pisos e aproveitamento do desnível da cobertura. Neste edifício é acomodada toda a área técnica.

A intervenção proposta procura manter o máximo possível da volumetria dos edifícios realizando a sua recuperação e conservação. Apesar do projeto englobar dois edifícios, apenas num foi aplicado o método laser, sendo que no outro o levantamento foi realizado com recurso às ferramentas tradicionais. Esta dualidade no uso de métodos foi realizada para que fosse possível fazer uma comparação experimental entre os métodos.

O edifício alvo de *laser scanning* (Figura 31), foi construído em meados no séc. XIX e foi alvo de diversas intervenções ao longo das últimas décadas. Visto ser uma construção anterior a 1940 não foi possível recolher dados base na Câmara Municipal de Alenquer de modo a facilitar o início do trabalho.

Desta forma, o presente levantamento serviu também para ceder os desenhos gerados ao proprietário. Apesar da utilização do *laser scanning* para proceder ao levantamento interior e exterior do edifício, este método não permite a captação de elementos difíceis de alcançar como é o caso da cobertura. Como não foi possível obter um equipamento capaz de recolher informação do topo do edifício, essa informação ficou incompleta. Um equipamento como um drone capaz de captar imagens para uma utilização posterior em fotogrametria aérea teria sido o ideal para realizar esta tarefa.

Os membros da equipa responsável pelo levantamento do edifício foram Miguel Antunes e Joana Gomes.

4.1. Captura da nuvem de pontos

A Figura 32, mostra o diagrama esquemático da aquisição e do processo bem como a sequência de etapas a enunciar nos parágrafos que se seguem.

O levantamento interior e exterior do edifício realizou-se recorrendo à utilização da *ScanStation Leica P30* (Figura 33). Durante o levantamento foram também tirados vários registos fotográficos auxiliares bem como apontamentos gráficos do espaço.

O processo de datação do edifício decorreu em novembro de 2017. Foi necessário transportar para o local o equipamento da *Leica* visto que foi a ferramenta principal nesta fase de recolha de dados (Figura 34).

Inicialmente foi realizada uma visita pela habitação de forma a perceber o espaço e analisar a segurança no edifício dado o grau de degradação no interior. O levantamento prolongou-se por 4 horas na totalidade, sendo que as 3 primeiras horas dizem respeito à recolha de interiores, o tempo restante foi utilizado para realizar o levantamento do exterior e envolvente, e trocar ideias com o proprietário que se mostrou bastante interessado e fez questão de estar presente para acompanhar o decorrer do trabalho.

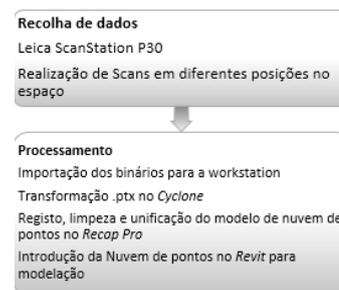


Figura 32 - Diagrama esquemático da aquisição e do processo de dados



Figura 33 - Equipamento Leica ScanStation (fotografia da autora novembro 2017)

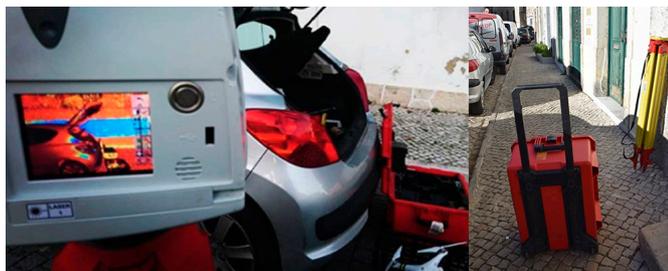


Figura 34 - Transporte da estação P30 para o local (fotografias da autora outubro 2017)



Figura 35 - Colocação do equipamento no local para recolha, no momento o técnico encontrava-se a recalibrar o mesmo (fotografia da autora novembro 2017)

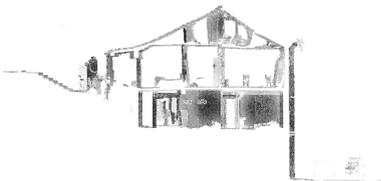


Figura 36 - perfil de corte longitudinal efetuado sobre o modelo de nuvem de pontos.

Em todo o processo foram realizados 34 disparos da estação de recolha.

O início da recolha iniciou-se no sótão do edifício um dos espaços mais críticos pelo estado em que se encontrava a cobertura e toda a estrutura de madeira nesse local devido principalmente ao mau estado do telhado (Figura 35).

Em quase todas as divisões foram realizados *scans* na entrada e perto do centro do sala. Raramente eram realizados *scans* únicos pois não seria possível interpolar dados comuns com os outros scans, nomeadamente na área ocupada pela máquina.

De cada vez que a estação era colocada num local específico do edifício, esta tinha de ser recalibrada pois o pavimento encontrava-se com bastantes irregularidades e deformações.

Não quantificando o tempo de preparação do equipamento, que variava bastante, a recolha em cada disparo demorava cerca de 2 minutos - aproximadamente o tempo que demora a recolher a vista 360 detalhada do disparo e a processá-la. Para evitar ocultação de informação espacial a recolha acontecia sem a permanência de pessoas no local. Neste momento até o técnico que manipula o equipamento se afasta do campo de alcance da máquina. É ainda de referir que, para melhorar o alcance do laser, as portas foram retiradas, este tipo de procedimento apenas é realizado se o proprietário o autorizar.

A cobertura do edifício não foi alvo de levantamento, pelo menos não foram realizados trabalhos com esse propósito. Contudo, por junção de *scans* com partes visíveis da cobertura e com o acesso ao sótão foi possível interpolar pontos e modelar a mesma (Figura 36).

No piso de habitação, o 2º piso, foram realizados 12 *scans* (Figura 37). Este local encontrava-se relativamente mais vazio que os demais, contudo não só o estado do pavimento estava muito pior como também a estrutura do teto se encontrava quase que completamente danificada. Assim como no piso anterior evitou-se ao máximo aproximar das paredes exteriores.

O facto de a cobertura estar danificada agravou bastante o estado do edifício, apodrecendo grande parte das madeiras existentes (Figura 38).

Também neste piso é realizado o acesso ao sótão onde foram realizados somente 2 *scans* pelas razões já enunciadas (Figura 39).

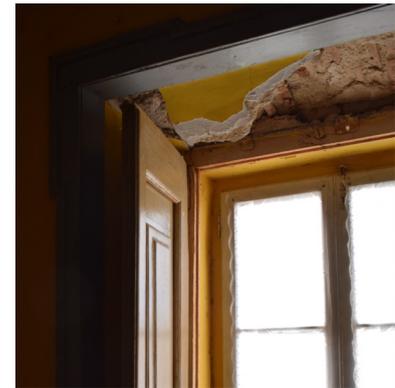
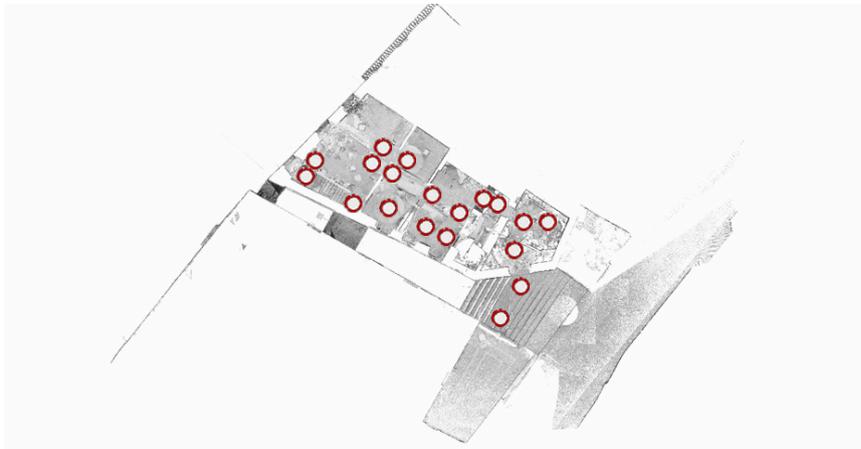


Figura 38 - Estado atual da parede exterior. É evidente o estado de degradação junto do vão (fotografia da autora novembro 2017)



Figura 39 - Transporte do equipamento para o sótão – a estação teve de ser retirada do tripé para facilitar a passagem (fotografia da autora novembro 2017)

Figura 37 - Planta do piso 2 com locais dos Scans.

No pátio onde existe um anexo foram também realizados scans, contudo esta área foi bastante difícil de definir por se encontrar cheia de vegetação (Figura 40).

No primeiro piso, que anteriormente havia sido um escritório de advocacia foram realizados 11 disparos (Figura 41). Como o acesso vertical dentro do edifício é realizado através de uma caixa de escadas, de reduzidas dimensões, os disparos apenas foram realizados no início ou no fim dos lances.

Também neste nível se podia observar a presença de muitos objetos, entre eles móveis, antigos equipamentos e pilhas de processos deixados para trás. Contudo, não foi possível alterar a posição desses objetos, pois o pavimento en-



Figura 41 - Estado atual da parede exterior para a rua principal (fotografia da autora novembro 2017)



Figura 40 - Vista sobre o alçado da Travessa do Clube (crédito fotográfico Joana Martins, 2017)

contrava-se bastante instável, especialmente junto da parede exterior em contacto com a Rua Renato Leitão Lourenço, pelo que também a maioria dos *scans* neste piso foram realizados na zona de distribuição, evitando ao máximo a zona dos vãos principais (Figura 42).

No piso térreo, constituído por uma oficina e a porta de acesso ao piso superior foram realizados 3 *scans* (Figura 43). Esta zona encontrava-se bastante ocupada por objetos junto das paredes, sendo que foi necessário, com o consentimento do proprietário, afastar alguns dos móveis na oficina.

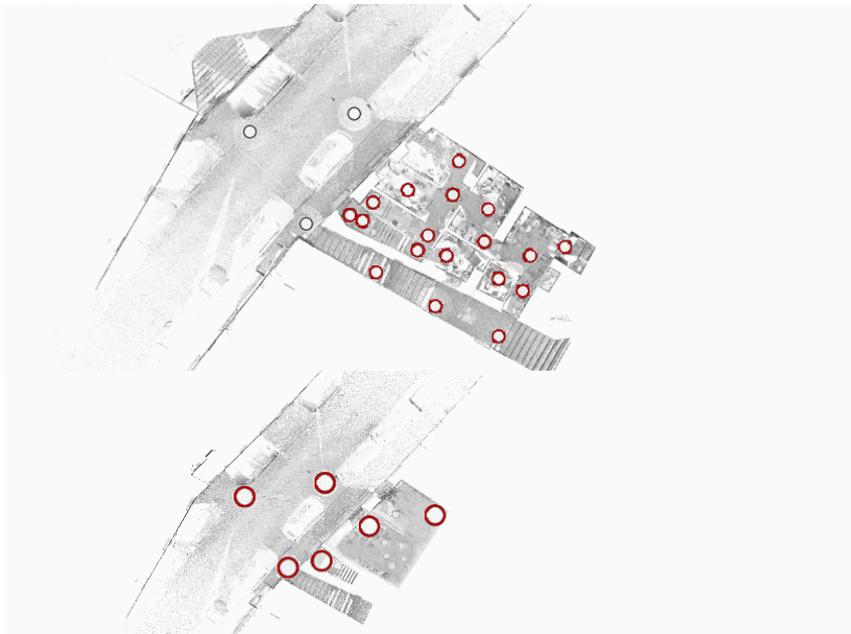


Figura 42 - Planta do piso 1 com locais dos Scans.

Figura 43 - Planta do piso 0 com locais dos Scans.

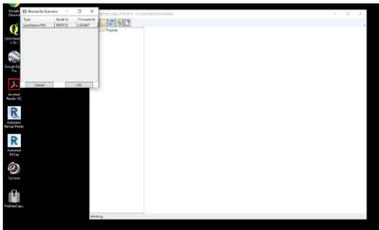


Figura 44 - transferência dos dados binários da máquina laser para a workstation.

Depois de recolhidas as informações necessárias pela estação de *Laser Scanning*, os dados em formato binário foram transferidos para uma workstation (Figura 44) para posteriormente serem transformados em .Ptx. Isto acontece por o Recap não aceitar ficheiros binários, assim como eles vêm diretamente da estação de recolha.

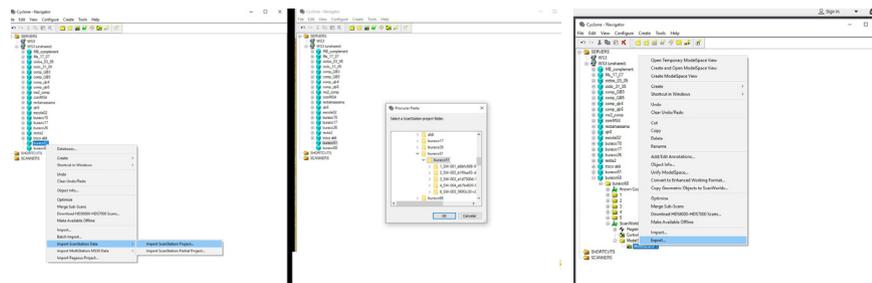
As figuras apresentadas lateralmente demonstram essa conversão para ptx:

Primeiramente os binários foram importados para o *Cyclone* onde se efetuou a sua conversão para .ptx (Figura 45 e Figura 46)

Procedeu-se à gravação do ficheiro no formato aceite no programa de edição da nuvem (Figura 47) e posteriormente inseriu-se os .ptx no Recap para que os unifique e gere o modelo de nuvem de pontos- pronto para inserir noutra *software*, neste caso será o *Revit*.

No processo de unificação, os vários .ptx são inseridos no Recap e procede-se ao seu registo (Figura 48).

Figura 45 - Importação dos dados binários no Cyclone para proceder à sua conversão para o formato ptx.
Figura 46 - exportação para ptx .



É recorrente que nesta fase o *software* não seja capaz de detetar todas as partes comuns entre os scans, sendo que depois de realizado o registo automático sugerido pelo programa, o mesmo mostra as incongruências entre os registos e sugere que estes sejam unidos pelo utilizador.

Como mostra a Figura 49, o programa sugere uma possível combinação de scans, sendo que o seu nível de exatidão é mostrado no canto inferior direito. Nem sempre este nível é exato e é por isso mesmo que é dada a oportunidade ao utilizador de fazer a sua própria combinação.

Depois de terminada a unificação do ficheiro, ainda no mesmo *software*; podem ser analisadas e identificadas deformações e anomalias de forma rápida, que noutro método exigiria estudos mais aprofundados.

Contudo, a utilização do laser *Scanning* não inviabiliza a recolha de pequenas amostras do pavimento e destacamento de partes das paredes para observação do estado interior, como aconteceu neste estudo. O que veio só confirmar o estado de degradação da estrutura interna do edifício.

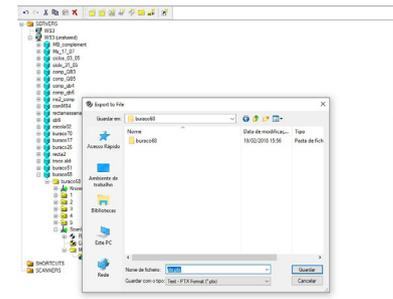


Figura 47 - O ficheiro é exportado e guardado na workstation em .ptx

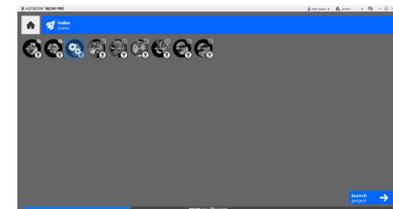


Figura 48 - Introdução dos registos .ptx no Recap

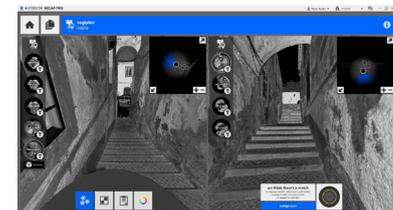


Figura 49 - Registo manual – possível combinação de scans.

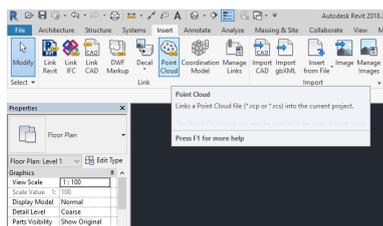


Figura 50 - comando para realizar o Link da nuvem de pontos para o Revit.

4.2. Modelação em BIM do original

Com a exportação da nuvem para o *Revit* foi então possível dar início à modelação.

Antes de proceder à modelação criou-se um ficheiro RTE de forma a desenhar um template, com as bases de desenho e unidades pretendidos, assim, sempre que utilizado este Project Template (semelhante às indicações atribuídas aos. CTB no *AutoCAD*) o futuro documento estará de acordo com as definições atribuídas ao template.

Como não se dispõe de mais informação registada sobre o edifício que possa ser utilizado e auxiliar no processo de modelação, inicia-se com a inserção do modelo de nuvem de pontos, através do comando Point Cloud (Link Point Cloud) (Figura 50). Ao utilizar este comando estamos não só a permitir a visualização da nuvem no *Revit*, como também a sua visualização será automaticamente atualizada se forem realizadas alterações na nuvem, por exemplo ocultar carros ou pessoas. Contudo, em nuvens muito pesadas, não é aconselhado realizar alterações à posteriori pois poderá causar movimentos nas coordenadas da nuvem – situação mais grave em ficheiros já georreferenciados. Com este comando, assim como em outros do *Revit*, é possível mostrar ou ocultar o ficheiro “linkado” não necessário, aumentando o desempenho do computador.

Depois de inserida a nuvem é definido o norte do projeto de forma a georreferenciá-lo. Quando todos os dados iniciais relativos ao espaço em que se insere o edifício são aplicados, definem-se então os Levels, ou seja, a altimetria referente a cada piso. Os levels são definidos por planos horizontais que utilizam como referência o eixo Z. Com a criação destes níveis é possível criar elementos attached a esses níveis e dessa forma qualquer que seja a alteração feita no nível a que esse

elemento está associado, ele é automaticamente atualizado (Figura 51).

Em seguida, depois de criados todos os níveis e grelhas auxiliares para a construção do modelo começam-se então a criar as famílias de objetos, com diferentes informações associadas; todas estas informações são individuais, cada elemento deverá ter um nome, dimensão e acabamento próprio. Ao referir objeto entende-se todos os elementos que possam ser criados ou inseridos num modelo. Estes elementos podem ser desde mobiliário a elementos estruturais como sapatas. Os objetos são agrupados por categorias que se subdivide em famílias e dentro das famílias encontramos vários tipos.

Tome-se como exemplo uma porta. Para desenhar esse elemento como é na realidade ou como se quer que seja, será necessário começar esse elemento a partir de matrizes já existentes, neste caso a família de portas do *Revit*.

Neste caso, como mostra a Figura 52 foi modelada uma porta recorrendo à informação presente na nuvem de pontos. Criou-se assim uma porta, neste caso não paramétrica. Optou-se por não realizar um modelo com vários parâmetros da porque este objeto em específico não seria para manter, pelo que somente faria sentido apresentá-lo na fase inicial do projeto.

Para a modelação de paredes recorreu-se frequentemente ao comando Model-in-Place na categoria Walls pois como se tratam de paredes antigas de alvenaria de pedra, são paredes irregulares, que possuem por vezes deformações no seu perfil e com espessura variável. Também os pavimentos e as escadas interiores tiveram de ser modelados por processo semelhante.

Como no projeto se previa a demolição das estruturas interiores de madeira, também tendo em consideração o seu estado, optou-se simplesmente por

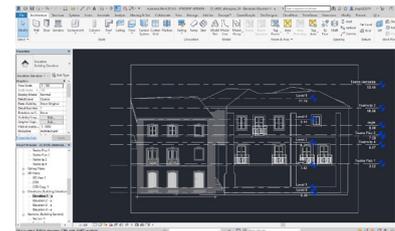


Figura 51 - Alçado principal com vista ativa dos níveis.

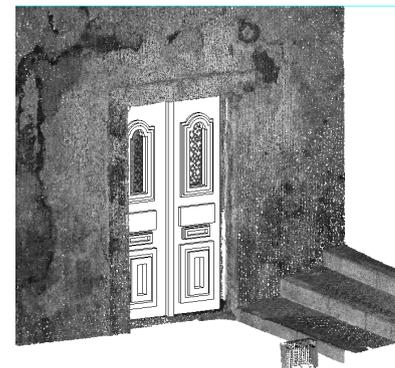


Figura 52 - Nuvem de pontos aumentada com elemento modelado – porta- obtido através da inserção da nuvem no Revit.

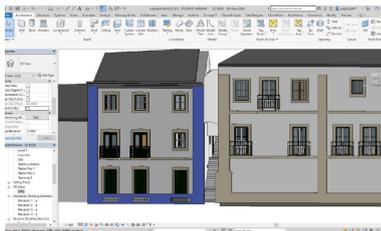


Figura 53 - Alçado da rua Renato Leirão Lourenço modelado a partir da nuvem de pontos.

representar as paredes interiores e os pavimentos sem detalhe estrutural, representando apenas como acima referido as suas irregularidades ou deformações.

Todos os outros elementos do modelo foram desenhados à semelhança da informação recolhida com a nuvem de pontos (Figura 53).

4.3. Discussão sobre o processo de projeto

Neste projeto optou-se por manter a unificação da nuvem de pontos e não a dividir em regiões nem limpar apesar desse processo poder trazer benefícios para o desempenho do *software*. A grande motivação para que isto não tenha ocorrido foi o diminuto tamanho da nuvem. Como se tratou de um edifício significativamente pequeno, e visto que a nuvem não tinha muitos elementos como pessoas, carros, entre outros, que devessem ser removidos não se considerou necessário esse passo.

Com a nuvem de pontos foi possível obter um nível de precisão dimensional incrivelmente alto ao contrário do que aconteceria com o método tradicional de levantamento. Deveria, no entanto, ter sido recolhida mais informação de exterior para fins de projeto o que teria evitado deslocações posteriores para recolher informação de edifícios a uma distância superior a 8 metros.

Foram poucos os espaços do edifício onde se observou falta de informação ou detalhe insuficiente. Contudo, e como já referido, a utilização de um equipamento capaz de recolher informação do topo do edifício a intervir bem como da envolvente teria sido uma mais valia relativamente à geometria de zonas mais

altas pois as informações estariam totalmente registadas e não seria necessário modelar a cobertura através da interpolação e dedução de pontos do interior do sótão. A informação teria desse modo sido muito mais fiável e com menos informação incerta.

No caso específico deste edifício percebeu-se rapidamente o estado de degradação do mesmo. Porém, através da nuvem de pontos foi possível assegurar o bom estado das fachadas do edifício e confirmar, novamente, que o problema que instigou ainda mais a deterioração do edifício foi mesmo a cobertura do mesmo, que associada aos longos anos da sua construção e das intempéries por que passou (e da pouca manutenção que recebeu) contribuiu para o estado em que o espaço se encontrava.

A partir do modelo de nuvem de pontos foi modelado o edifício segundo o BIM, adequando o grau de pormenor ao propósito do projeto que, como não pressupõe a construção, baseou-se no LOD300.

Este tipo de tecnologia possibilitou manter a informação de todo o edifício sistematizada e organizada num único local, acessível a qualquer interveniente no projeto e o representar fielmente a realidade existente.

Com este método, e sem grande esforço, foi possível estudar diferentes soluções com bastante eficiência para problemas que foram surgindo no decorrer do projeto.

Contudo, ao observar certas deformações e ao perceber que seria necessário substituir esses elementos questionou-se se valeria o esforço realizar a sua modelação ou imediatamente modelar como estes se deveriam apresentar após a sua substituição ou reparação.

5. As novas tecnologias de levantamento nos Atelier de arquitetura nacionais

5.1. Objetivos

Os levantamentos, com toda a evolução tecnológica a que lhes diz respeito, desempenham um papel extremamente importante no conhecimento construtivo dos edifícios, especialmente em espaços preexistentes, onde os erros podem comprometer o sucesso de um projeto.

Com este estudo, pretendeu-se assim identificar qual a importância do levantamento no processo de projeto e quais as novas técnicas aplicáveis, nomeadamente a fotogrametria e o *Laser Scanning*. Esta análise foi realizada no decorrer do desenvolvimento deste ensaio, mais precisamente entre maio e setembro de 2018. Neste estudo pretendia-se saber a opinião de uma amostra de arquitetos com atelier de arquitetura selecionados por trabalharem com espaços preexistentes e que exigem um levantamento bastante rigoroso.

O objetivo principal centra-se em fazer um breve retrato do uso destas tecnologias nos gabinetes de arquitetura em Portugal, numa altura em que estes métodos têm vindo a ganhar cada vez mais credibilidade noutros países, como Espanha. Não se pretendeu fazer um levantamento exaustivo da realidade portuguesa nem tão pouco entrevistar um número significativo de ateliers que pudesse representar uma amostra estatisticamente relevante. Procurou-se sim, numa fase do trabalho após o estudo e aplicação da tecnologia, perceber alguma da sensibilidade a esta técnica.

Desta forma foram propostas algumas questões essenciais. A entrevista foi realizada com perguntas abertas que foram desenvolvidas pelos entrevistados de modo diferente:

- Há quanto tempo tem atelier próprio?
- Quantos projetos tem construídos?
- Tratam-se maioritariamente de trabalhos de nova construção ou intervenção em edifícios existentes?
- Quão importante é o levantamento no processo de projeto?
- Já detetou erros de levantamento nos seus projetos?
- Se sim que consequências tiveram no projeto?
- O que o(a) leva a recorrer ao método de levantamento que utiliza atualmente?
- Quão preparado está o seu atelier para uma mudança de método de levantamento?
- Que métodos costuma usar para realizar levantamentos nos seus projetos?
- Os levantamentos foram realizados por si, digo Atelier?
- Se não, o que o leva a recorrer a empresas externas?
- Tem conhecimento de técnicas de levantamento *Laser Scanning* ?
- E de fotogrametria?
- O que o levaria a optar por um deles?
- No caso do *Laser Scanning* que transformações teria/teve de realizar no seu atelier e no método de trabalho dos seus colaboradores?
- Que sistema de CAD usa?
- Se não utiliza BIM explique porque não.

- Se não utilizar BIM e fotogrametria- A integração do BIM com a fotogrametria e o Scan to BIM assustam-no(a)?
- (Caso não tenha aderido ao *Laser Scanning*) Quanto está disposto a despende para a integração desta técnica no seu atelier, refiro-me a *software* e aquisição de serviços?
- Acha que se trata de um investimento economicamente rentável? Porquê?

Assim, este capítulo incide sobre a metodologia utilizada para este estudo bem como os seus resultados.

5.2. Metodologia

De forma a fundamentar a apresentação de vantagens e desvantagens do método, foram realizadas entrevistas a arquitetos cujo trabalho passa grande parte em reabilitar edifícios existentes e qual o seu conhecimento sobre a tecnologia laser, fazendo um breve retrato, no panorama português, da utilização desta técnica de levantamento.

As entrevistas decorreram presencialmente nos Atelier dos entrevistados e nas Instalações do ISCTE-IUL ou via *Skype* e não excederam os 60 minutos. A estrutura da entrevista realizada encontra-se detalhada no anexo A- formulário de entrevista a arquitetos e anexo B- formulário de consentimento e confidencialidade.

5.2.1 Conceção das entrevistas

Para os participantes foram escolhidas entrevistas semiestruturadas com perguntas de cariz aberto. Com a colocação deste tipo de questões procurou-se obter respostas criativas e sem influência de opções como aconteceria se tivessem que optar por uma escolha múltipla. Todos os entrevistados tiveram a mesma estrutura de entrevista. De forma a informar os participantes do que se tratava o estudo e o processo de entrevista foram criados um formulário de consentimento e confidencialidade, explicitando como se procederia à entrevista e quais os direitos e deveres de cada uma das partes – entrevistando e entrevistado – e um formulário de entrevista onde foi revelado o teor da entrevista, com uma pequena introdução ao estudo e as Áreas de questões, nomeadamente Informações sobre o Entrevistado, Levantamento em Arquitetura e os métodos de levantamento que utiliza (formulários em anexo).

Todas as entrevistas foram realizadas pessoalmente, à exceção da Arquiteta Marta Campos que por motivos geográficos, foi realizada via *Skype* e do Arquitecto Luís Mateus que por preferência deste também se realizou pelo *Skype*.

Para além das questões abertas explicitadas no formulário poderiam também ser explorados outros temas e caso se proporcionasse a entrevista poderia continuar noutra sessão. Em todas as entrevistas foi realizada uma recolha áudio das mesmas de forma a facilitar posteriormente a recolha da informação.

Não se optou por enviar os formulários e aguardar as respostas dos participantes, visto que essa abordagem, apesar de uma obtenção de resposta muito mais rápida, não permitiria retirar informações mais aprofundadas como aconteceu durante as entrevistas, onde o entrevistando poderia introduzir novas questões que se proporcionavam no decorrer da conversa.

As conclusões foram obtidas por uma análise interpretativa e pessoal das respostas dos entrevistados.

5.2.2 Participantes

Este estudo foi realizado numa amostra de 6 participantes, profissionais de Arquitetura entre os 34 e os 48 anos (média de 43 anos). Os Arquitetos entrevistados foram:

- Luís Mateus, arquiteto e Professor na FAUL e especialista em fotogrametria e laser scan;
- Atelier Apono, dupla de arquitetos luso italiana criado em 2006 por Marina Félix e Gian Paolo Cilurzo, cujo currículo conta com trabalhos de reabilitação grande parte em Lisboa;
- Arquiteto Nuno Montenegro, Professor na FAUL premiado com um prémio Platinum A'Design, cujo trabalho mais recente conta com diversas obras de intervenção em espaços com pre-existências
- Marta Campos, arquiteta e especialista em BIM com atelier sediado no Porto, trabalha especialmente com reabilitação;
- Appleton & Domingos, arquitetos, dupla de arquitetos com gabinete em Lisboa com trabalho de referência na área de reabilitação e conservação de edifícios;
- Sebastien Roux, Arquiteto e consultor BIM na empresa LIMSEN, colabora atualmente com o ISCTE-IUL na realização de Workshops e formações relacionadas com BIM.

5.3. Resultados

O estudo realizado focou três aspetos fundamentais durante a entrevista:

A: Conhecimento de fundo sobre o entrevistado; B: Levantamento em Arquitetura; C: Métodos de levantamento utilizados.

Nesta secção serão assim apresentados os resultados obtidos durante a investigação.

O estudo apresentado foi apresentado a seis arquitetos, cuja lista de participantes pode ser consultada na secção anterior, sendo que inicialmente, e de forma a perceber a experiência profissional no ramo, foi questionado há quanto tempo exercia as suas funções enquanto arquiteto num atelier próprio.

A amostra inquirida não se revelou uniforme relativamente à experiência de mercado sendo que, dois deles têm atelier há menos de 5 anos e apenas um trabalha na área há mais de 15 anos (Tabela 3).



Tabela 3 - Anos de experiência no mercado

Contudo e apesar da ainda recente entrada no mercado, os entrevistados cujos ateliês são mais novos são também os que têm maior volume de trabalhos. Sendo que, os valores de todos os inquiridos variam entre os 10 e 120 projetos até ao momento da entrevista (Tabela 4).



Tabela 4 - Número de projetos construídos

Todos os arquitetos disponíveis a responder às questões trabalham com edificado existente com exceção de Sebastian Roux que, curiosamente e apesar de conhecer bem os novos métodos de levantamento e BIM, tem focado a sua atividade essencialmente em construção nova, onde o laser é utilizado na grande maioria das vezes em levantamentos topográficos (Tabela 5).

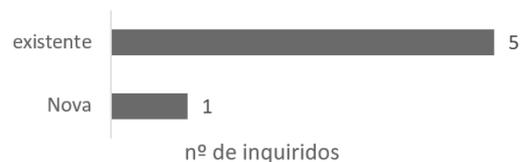


Tabela 5 - Tipo de intervenção realizada maioritariamente no atelier

Um facto comum a todos os inquiridos é que todos constataram a importância do levantamento num projeto de arquitetura. Apesar de cinco dos ateliers já terem tido contacto direto com *Laser Scanning*, contudo, apenas dois se mostraram disponíveis em continuar com o mesmo. Os restantes dão preferência aos métodos de medição tradicionais, quer realizados por empresas externas, quer realizados internamente (Tabela 6). Referem que adquirir o equipamento laser, para além do impacto económico que teria no atelier não é de todo a prioridade na sua empresa. Somente um inquirido se mostrou receptivo em adquirir o equipamento se este atingisse um valor aceitável de cerca de 5 mil euros. Nenhum método de levantamento oferece uma exatidão de 100% e todos os arquitetos referiram que erros nesta fase primordial do projeto é fulcral para o sucesso da mesma e pode mesmo comprometer o projeto. Algumas das consequências apontadas perante erros de levantamento foram a realização de novos levantamentos, alterações no projeto já na fase de execução e obviamente atrasos e encarecimento da obra.

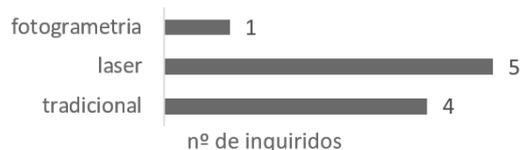


Tabela 6 - Métodos de levantamento utilizados atualmente

Quando questionados acerca da razão que os leva a optar por um certo método de levantamento, as respostas dividiram-se em dois grupos distintos. Os que atualmente utilizam maioritariamente levantamento tradicional, grande parte através de fita métrica, refere que essa escolha se deve à versatilidade com que pode ser utilizado e que não é necessária uma grande formação para o fazer. Já os que dão preferência a métodos como o Laser referem que o fazem não só por ser um método recente e desafiador, mas também porque acelera o processo de recolha e oferece um grau de precisão dificilmente atingível através de medições manuais.

Nem todos os inquiridos conheciam a fotogrametria e confessam que ao ouvir a explicação do que se tratava acharam um método mais barato que o laser sem dúvida, mas, mais trabalhoso e que mais depressa estariam dispostos a aceitar o laser do que a fotogrametria pois esta apenas conseguiriam utilizar em projetos de pequena escala.

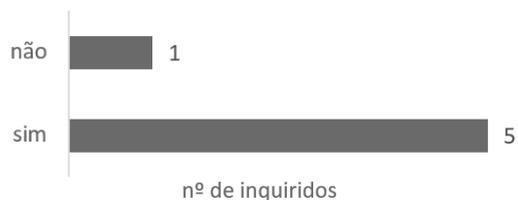
Ateliês que já realizaram a mudança para BIM e a integração com o *Laser Scanning*, como o de Marta Campos, consideram que esta transição é inevitável e que a adaptação especialmente ao BIM apresenta uma “curva de aprendizagem bastante acentuada”, mas que não se via a voltar para o 2D pois o custo benefício é muito grande.

Já ateliês como o de João Appleton e Marina Félix não se veem de todo a mudar o seu método de trabalho para BIM, um por se tratar de um atelier com cerca de quatro colaboradores e outro por considerar que para já não lhe é vantajoso a mudança pois teria de formar os seus colaboradores nesses *software* e prefere, caso o BIM entre de facto no panorama português, pedir a externos que realizem

a transformação posterior dos seus elementos bidimensionais ou caso todos os seus parceiros passem a utilizar por exemplo, o *Revit*, prevê que o terá de fazer também mas que prefere não pensar no assunto. Os outros ateliês consideram a mudança “natural assim como aconteceu com o desenho a tinta” e que por muito que se sintam assustados é um processo que viria a acontecer e se para continuar no ramo terão obviamente de se adaptar.

Contudo e apesar de se mostrarem mais ou menos recetivos a estas tecnologias consideram um investimento rentável no geral (Tabela 7), mas não aplicável ao seu negócio em causa, ora por ser demasiado caro ora por não considerarem que se trata do âmbito do seu trabalho e que a partir do momento em que tivessem de adquirir *software*, hardware e dar formação aos seus funcionários ou mesmo contratar novos colaboradores especializados, desequilibraria a empresa e logo não seria rentável.

Tabela 7 - É rentável o investimento em tecnologias como o Laser Scanning em conjunto com o BIM?



5.4. Discussão dos Resultados

5.4.1 A: Sobre os Ateliês

Empresas mais recentes são mais recetivas a novos métodos de levantamento? A complexidade do levantamento aumenta com o volume de trabalho?

A evolução nos métodos de representação em Arquitetura é uma realidade. Observou-se no decorrer dos últimos tempos uma aproximação das técnicas de desenho às novas tecnologias, como aconteceu com o aparecimento do CAD. Também na forma como o levantamento é realizado acontece um desenvolvimento menos comentado, mas também ele bastante relevante no sentido de facilitar o trabalho a quem realiza a recolha dos dados e a posterior interpretação e transformação. Contudo, o facto de ateliês que passaram por diversas fases e presenciaram algumas destas transformações nos métodos não está, de todo, relacionado com o maior ou menor aceiteamento das novas técnicas como a fotogrametria e o laser. Neste âmbito os novos colaboradores, recém-formados, têm um papel fulcral na introdução de novos conhecimentos no Atelier. Este facto deve-se à recetividade dos mesmos em relação às tecnologias, quer quando ainda se encontram a frequentar as instituições de ensino quer quando estão já no mercado de trabalho. A aceitação e aderência a estes novos métodos está apenas relacionado com a predisposição dos Ateliês em aceitar novas técnicas e em se atualizarem. Ateliês mais focados no mercado português, deveras atrasado em relação ao panorama internacional, têm dificuldade em ver os benefícios das novas tecnologias, apontando sistematicamente o elevado valor que teriam de despende como uma das razões fulcrais que inibe essa mudança.

De acordo com um dos inquiridos, “quantos mais trabalhos os ateliês possam ter mais recetivos estão em relação a novos levantamentos mesmo que com processos mais complexos”. Esta afirmação, retirada de uma das entrevistas não tem eco em todas as restantes. Como se pode observar nos resultados obtidos com este estudo, o facto de um atelier ter mais trabalhos não significa que queira optar por realizar os levantamentos com recurso a um laser. Na maioria das vezes está sim relacionado com o tipo de obra que realiza e com a complexidade dos espaços a levantar. Veja-se o caso do Atelier da Arquiteta Marta Campos que, apesar de ter pouco mais de 25 projetos construídos passou a adotar somente a utilização do laser *Scanning* quer se tratem de projetos de grande ou pequena envergadura. Para a arquiteta, a adoção deste método só trouxe mais valias aos seus projetos e ao resultado final. Os donos de obra apesar de considerarem as fases iniciais da obra mais caras, revelam à arquiteta que o custo benefício é muito maior porque evita muitos percalços já em fase de execução. Raramente são efetuadas alterações de projeto nessa fase. Prorrogação de prazos e atrasos foram palavras que deixaram de fazer sentido neste atelier.

5.4.2 B: Importância dos levantamentos

Levantamentos incorretos vs empresas externas; Tratamento dos dados

Por muito diferentes que sejam os Ateliês inquiridos, o âmbito do seu trabalho ou a escala dos seus trabalhos, todos revelaram um entendimento em comum – Levantamentos mal realizados trazem inconvenientes desastrosos. Levantamentos incorretos podem por em causa não só o projeto a realizar como a credibilidade da empresa. Por entre sorrisos algo constrangidos com a questão, foram apontadas como consequências desses erros novos estudos a realizar, acréscimos absurdos no custo do projeto, alterações de projeto que comprometem o conceito inicialmente apontado.

Contudo, quase todos os ateliês recorrem a empresas externas que disponibilizem o serviço de levantamento, referindo que não o fazem porque não é o âmbito da empresa realizar este tipo de serviços e não desejam perder tempo em fazê-lo. No entanto, confrontados com os erros que aparecem nesses levantamentos e que facilmente se teriam evitado se o mesmo tivesse sido feito por membros da equipa, visto que na maioria das vezes os levantamentos não são realizados sequer por um arquiteto, admitem que se o tratamento dos dados fosse realizado no atelier estes inconvenientes seriam menos frequentes.

5.4.3 C: As novas técnicas de levantamento e implementação do BIM

Laser Scanning e Fotogrametria só para donos de obra com poder monetário? BIM, evolução e inevitável?

Os equipamentos, especialmente de laser *Scanning*, são bastante onerosos e acabam apenas por ser utilizados para levantamentos de edifícios com valor histórico ou com uma construção ou geometria complexa. A sugestão, em ateliês que já adotaram este tipo de levantamentos, é sempre colocada ao cliente especialmente quando se intervém em património e onde é de especial atenção conservar as características dos edifícios e detetar deformações. Infelizmente a capacidade financeira dos donos de obra não é toda igual e naturalmente quando os mesmos têm mais disponibilidade financeira a técnica de *Laser Scanning* é utilizada.

Contudo, o facto de um atelier poder comportar a aquisição de um equipamento laser poderia ser uma forma de tornar o levantamento menos dispendioso e passar a ser parte integrante do orçamento e a questão da sua utilização ou não, nem se levantar.

Normalmente, os ateliês que adotam o laser *Scanning* já reconhecem o benefício deste em utilização simultânea com BIM e por isso trata-se apenas de otimizar tempo e trabalho na sua opinião. Para outros o BIM ainda parece uma realidade muito distante e, portanto, não veem benefício algum em oferecer aos seus colaboradores formação em *software* específicos nesta tecnologia. Por outro lado, respostas como “queiram ou não é inevitável” e “é a realidade” apenas veem confirmar que será uma questão de tempo até esta nova tecnologia

ser implementada e passar a fazer parte do processo de projeto a nível nacional, assim como se vai já observando no panorama internacional.

5.4.4 Outras questões levantadas

Scan to BIM no Atelier ou por empresas externas? E se o Laser Scanning fosse a nova fita métrica com tudo o que esta representa?

Enquanto que a nuvem de pontos transmite uma ideia muito concreta da realidade a passagem para modelo tridimensional é simplificada em demasia e frequentemente em zonas que não seria oportuno fazer essa simplificação. Os critérios de tolerância são pouco rigorosos e reduzem o nível de detalhe que seria pretendido.

Existem assim diversos problemas atualmente com a realização de levantamentos. Por um lado, por ser um novo método e ainda não ser do domínio de todos os utilizadores o método correto sobre como fazer e procedimentos a tomar, depois porque os critérios utilizados na modelação não são os mais indicados. Seria preferível a utilização da própria nuvem em forma de “mesh” nos *software* BIM, como base. Como ainda se está a investigar a boa forma de realizar este processo, uma boa solução passa por ser a equipa projetista a realizar a transformar a nuvem em modelo. Contudo, a “falta de tempo e de experiência” no uso desta tecnologia, são apontados como fatores que dificultam a introdução dessa fase dos trabalhos nas empresas. Uma das formas de atenuar esse problema, segun-

do o Arquiteto Nuno Montenegro, passa por tornar o diálogo, entre a equipa encarregue do levantamento e da equipa de projeto, mais próximo ou um arquiteto presente durante a modelação que fosse capaz de tornar essa “ponte” mais eficaz.

No geral, os arquitetos têm conhecimento da tecnologia, mas receiam avançar com a mesma. É consensual que o gasto para integrar o *Laser Scanning* nas empresas é, por enquanto, muito dispendioso e não estão dispostos a realizar esse investimento se o âmbito do atelier não é o de realizar e disponibilizar o serviço de levantamento. No entanto, mostram-se recetivos em adquiri-lo se este baixasse significativamente de preço, “preço de uma fita métrica” chegam mesmo a referir e neste ponto já nem questionariam a curva de aprendizagem pela qual teriam de passar.

6. Considerações Finais

A partir da pesquisa apresentada foi possível constatar a importância da precisão nos levantamentos em arquitetura, especialmente quando se tratam de projetos de reabilitação.

Através das nuvens de pontos geradas pela Fotogrametria ou *Laser Scanning* a informação gerada torna-se muito mais rigorosa e consistente. A sua utilização fornece bases exatas que, juntamente com outras informações recolhidas como fotografias e pequenos esboços do local, permitem o planeamento adequado da intervenção.

Contudo, pode-se concluir que apesar dos benefícios destas novas técnicas, existe ainda muito a melhorar nas mesmas, nomeadamente a necessidade de melhorar os critérios de seleção da informação recolhida.

A utilização de *Laser Scanning* levanta algumas questões quando aplicada a edifícios existentes. Por muito boa que seja a qualidade da informação extraída das nuvens de pontos, esta apenas permite uma análise geométrica e deformações estruturais, não pode fornecer informações invisíveis por exemplo de camadas internas das paredes sem que sejam realizadas demolições das mesmas. Tudo o que está sob a superfície do elemento de construção precisa ser gravado com outras técnicas.

No caso da sua associação ao BIM surge também a questão da modelação. Será o esforço de modelação realmente necessário?

Para lidar com esse problema torna-se essencial analisar a geometria dos elementos que constituem o edifício.

O atelier encarregue de realizar essa conversão dos dados das nuvens em modelo deverá estar devidamente habilitado com competências adequadas para

poder compreender o que deverá ser utilizado e de forma adequada bem como tornar o diálogo entre a equipa projetista e a encarregue do levantamento mais eficiente. O conteúdo do modelo deve concentrar-se principalmente no que representar e em quais as informações que o modelo deve reter.

Anteriormente à modelação deverá ter sido estipulado entre os vários intervenientes no projeto, qual o objetivo do projeto, as tolerâncias a considerar e qual o tipo de conteúdo a apresentar no modelo. A comunicação entre as partes interessadas deve, portanto, ser bastante clara.

Contudo, este cenário no panorama nacional é ainda ele muito utópico.

Através dos depoimentos recolhidos durante as entrevistas, existe ainda um grande caminho a percorrer para que a utilização da nuvem de pontos e do BIM em simultâneo seja uma realidade.

Apesar do esforço de alguns ateliês em integrar estas novas realidades, as ferramentas são consideradas ainda muito iniciais e apresentam muitos erros, nomeadamente a utilização dos IFC, os critérios de modelação, quem deve ficar encarregue de transformar a nuvem, entre outros.

O facto da tecnologia *Laser Scanning* ter sido aplicada no estudo para a vertente prática deste trabalho e a informação por esta adquirida transformada em modelo BIM, foi uma forma de efetivamente perceber o que sentiam os entrevistados ao realizar o procedimento nos seus ateliês. O *laser Scanning* veio simplificar as deslocações ao local, neste caso, tratava-se de um edifício devoluto e a entrada só poderia ser feita com autorização do proprietário do imóvel pelo que apenas foi possível agendar três visitas ao espaço. Na primeira realizou-se o levantamento interior e exterior do local bem como o levantamento fotográfico

indispensável e que viria a complementar a análise à nuvem de pontos.

As outras deslocações ao edifício aconteceram precisamente devido às limitações apontadas ao *Laser Scanning*. Apesar de terem sido facilmente identificadas deformações acentuadas e desaprumos, não foi possível perceber o estado das camadas internas dos elementos. Desta forma nessas visitas foram realizadas pequenas demolições para perceber o estado da estrutura dos mesmos. O interior das paredes interiores e dos pavimentos em madeira estava completamente apodrecido, era impossível reverter o processo e, portanto, uma das premissas para o projeto seria a sua remoção e substituição ou somente remoção.

Através da análise dos *scans* individualmente foi possível ainda perceber as diversas fases e remodelações pelas quais o edifício passou, nomeadamente pela observação dos tetos em saia-camisa originais do prédio.

De todo o processo, a passagem da informação para um modelo BIM foi de-veras o passo mais complicado. De facto, torna-se essencial a definição de um critério de tolerância na representação para que também o esforço na modelação da preexistência seja compensado. Representar informação que não é relevante para o projeto não é rentável pois num caso real poderá significar trabalho mal remunerado e pouco eficiente.

6.1. Trabalho Futuro

A continuação que poderia ser prevista deste estudo consiste no refinamento de questões relacionadas com a representação e níveis de tolerância ou mesmo a automatização da conversão de formas e elementos reconhecíveis na nuvem de pontos em elementos paramétricos.

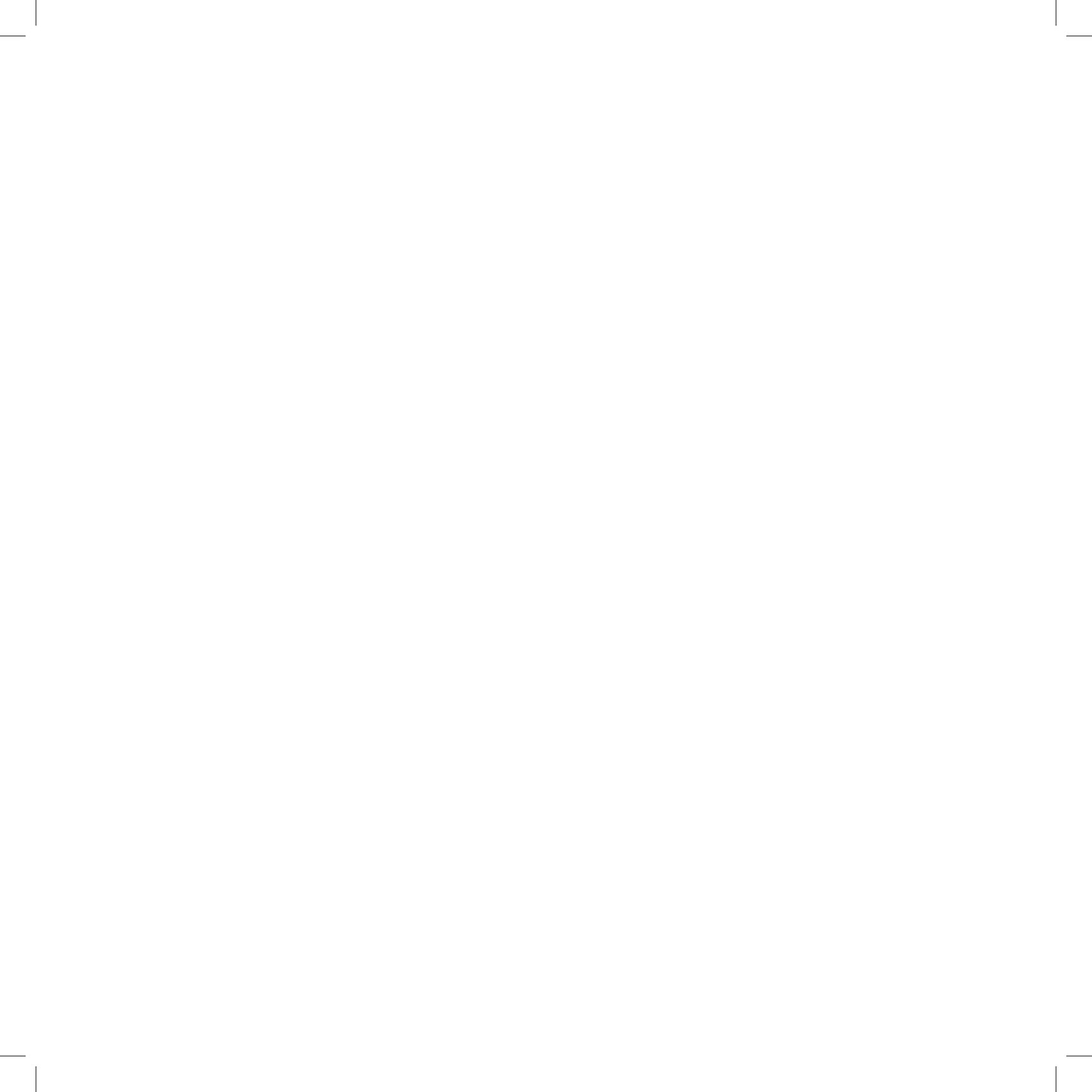
O estabelecimento de tolerâncias na modelação bem como no nível de desenvolvimento e detalhe nos modelos BIM, tornam-se mais relevantes do que a própria decisão de que LOD utilizar. Sendo que, por mais incrível que pareça alguns dos ateliês que dizem aderir ao BIM não implementaram sequer nos seus escritórios esse conceito. Em grande parte, isto deve-se ao investimento que é feito para desenvolver esses parâmetros e ao facto de que não estão incluídos nos honorários esse tipo de esforço. Se não se trata de um requisito por parte do dono de obra, muito provavelmente o LOD não será tido em conta.

Uma forma de simplificar esses padrões de tolerância e detalhe, sem que seja necessário um grande investimento de tempo ou conhecimento dos *software*, pode ser uma das linhas a aprofundar num futuro trabalho.

Talvez essa simplificação passe também por tornar o reconhecimento de elementos e formas mais automático. Relembra-se que no decorrer das entrevistas, foi referido por pelo menos dois inquiridos que o critério de representação do existente dificulta por vezes o trabalho de projeto devido ao desconhecimento de qual o âmbito que este servirá. Ora se o existente fosse convertido inteiramente em modelo por exemplo, uma parede com todas as suas deformações existentes, não seria necessário por parte de quem modela realizar uma simplificação da forma. Com a utilização de outros *software* relacionados com lin-

guagem de programação como a extensão Dynamo seja possível criar uma forma automatizada de converter elementos da nuvem em elementos, em que o usuário tem controlo sobre o nível de detalhe e de desenvolvimento cada elemento.

Também a possibilidade de introduzir a nuvem de pontos em Realidade Virtual e aumentada oferece oportunidade de continuar o estudo. Não só a sua inclusão torna a experiência de navegação na nuvem muito mais imersiva como também dá a possibilidade de esta ferramenta passar a fazer parte do trabalho de análise do local e conceção do projeto, auxiliando a tomada de decisões no mesmo. Deixando, portanto, de associar a realidade virtual e aumentada a fases somente de visualização dos trabalhos finais.



Referências

- AIA. (2013). Digital Practice Documents- Guide, Instructions and Commentary. Aia, 1–62.
- Almagro, A., Programme, H. C., & Salvador, I. D. El. (2007). Traditional Drawings Versus, (October), 1–6.
- Anil, E. B., Tang, P., Akinci, B., & Huber, D. (2011). Assessment of Quality of As-is Building Information Models Generated from Point Clouds Using Deviation Analysis. *Environmental Engineering*, 7864, 78640F–78640F–13. <https://doi.org/10.1117/12.876554>
- Baltsavias, E. P. (1999). A comparison between photogrammetry and *laser scanning*. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 54(2–3), 83–94. [https://doi.org/10.1016/S0924-2716\(99\)00014-3](https://doi.org/10.1016/S0924-2716(99)00014-3)
- Ferreira, R. (2017). Lugar de tempos reabilitação da antiga moagem de alenquer.
- Groetelaars, N. J. (2011). Tecnologia 3D *Laser Scanning* : características , processos e ferramentas para manipulação de nuvens de pontos. XV Congreso SIGRADI, 1–5.
- Hamani, D., Beautems, D., & Huneau, R. (2014). Digital Statement and 3D Modeling for the Restitution of the Architectural Heritage: 3D virtual model for architectural restoration. *Digital Crafting, 7th International Conference Proceedings of the Arab Society for Computer Aided Architectural Design (ASCAAD 2014)*, 149–160. Obtido de http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/Show?ascaad2014_011
- Leitão, J., & Garcia, J. M. (2014). O Valor do BIM Building Information Modeling, 1–7.

Mascio, D. Di, & Palka, P. (sem data). From the 3D survey « ad Oggetto » to the technological representation of the architecture, 829–836.

Mateus, L. M. C. (2011). Aplicações da fotogrametria digital e do varrimento laser 3D à CONSERVAÇÃO, 1–151. Obtido de http://home.fa.ulisboa.pt/~lmmateus/publicacoes/Dout_Mest_FA_20101210_17_slides.pdf

Mateus, L. M. C. (2012a). Contributos Para o Projecto de Conservação, Restauro e Reabilitação. Uma Metodologia Documental Baseada na Fotogrametria Digital e no Varrimento Laser 3D Terrestres, 2. Obtido de http://home.fa.utl.pt/~lmmateus/inv_cons/VOLUME_1_web.pdf & http://home.fa.utl.pt/~lmmateus/inv_cons/VOLUME_2_web.pdf

Mateus, L. M. C. (2012b). Contributos Para o Projecto de Conservação, Restauro e Reabilitação. Uma Metodologia Documental Baseada na Fotogrametria Digital e no Varrimento Laser 3D Terrestres, 1. Obtido de http://home.fa.utl.pt/~lmmateus/inv_cons/VOLUME_1_web.pdf & http://home.fa.utl.pt/~lmmateus/inv_cons/VOLUME_2_web.pdf

Medical Systems | FARO. (sem data). Obtido 18 de Abril de 2018, de <https://www.faro.com/industry/medical-systems/>

Pereira, J. M. de A. F. C. (2015). O Uso da Tecnologia BIM em Património Histórico Um Caso de Estudo: O Convento dos Capuchos da Caparica (Almada).

ReCap | Reality Capture And 3D *Scanning Software* | Autodesk. (sem data). Obtido 18 de Abril de 2018, de <https://www.autodesk.com/products/recap/overview>

Shih, N.-J., & Wang, P.-H. (2004). Using point cloud to inspect the construction quality of wall finish. Proceedings of the 22nd eCAADe Conference, (October), 573–578.

Tonn, C., & Bringmann, O. (2015). Point clouds to BIM Methods for building parts fitting in laser scan data. The next city - New technologies and the future of the built environment (16th International Conference CAAD Futures 2015), 358–369. Obtido de http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/Show?_id=c-f2015_358&sort=DEFAULT&search=3d laser scan&hits=1680

Volk, A. R., Stengel, J., & Schultmann, F. (2014). Building Information Modeling (BIM) for existing buildings – literature review and future needs. Automation in Construction, 1–33. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023>.Abstract

Will Ikerd. (2016). Level Of Development (LOD) 2016: When to Draw the Line (and Where to MODEL IT!). Autodesk. Obtido de <http://au.autodesk.com/au-online/classes-on-demand/class-catalog/2016/revit/msf22482#chapter=0>

Índice de Figuras

Figura 1- Medidor Laser Bosh (<https://www.bosch-professional.com/pt/pt/medidor-de-distancias-a-laser-101300-ocs-c/>)

Figura 2- Utilização da aplicação Magicplan (<http://www.magic-plan.com/>) para delimitar espaço (fotografia de teste realizado pela autora em Fevereiro 2018)

Figura 3- Desenho 2D obtido na aplicação (<http://www.magic-plan.com/>) após delimitar a divisão (fotografia de teste realizado pela autora em Fevereiro 2018)

Figura 4- Exemplo de foto mosaico retificado por fotogrametria (Mateus, 2012b)

Figura 5- Ferramentas para fotogrametria (superior Máquina fotográfica NIKON; ao centro Balão de ar quente (MATEUS, 2012a); inferior Drone Parrot Bebop 2)

Figura 6- Exemplo de Nuvem de Pontos (imagem da autora realizada em novembro 2017)

Figura 7- Exemplo de Alvo (MATEUS,2012a)

Figura 8- *Leica* BLK 360 conectada a Ipad (fotografia da autora janeiro 2018)

Figura 9- Exemplo de nuvem de Pontos associada a cor através da BLK360 (fotografia da autora maio 2018)

Figura 10- Calibração de *ScanStation* P30 (Fotografia da autora outubro, 2017)

Figura 11- Exemplo de tecnologia laser acessível EORA 3D (<https://eora3d.com/>)

Figura 12- Exemplos de integração entre *software*.

Figura 13- interpretação de desenho tradicional vs representação 3D [Adaptado de: Garcia, J. & Leitão, J. (2014). O Valor do BIM]

Figura 14- Processo manual de medição vs processo otimizado por mapas de quantidades com BIM [Adaptado de: Garcia, J. & Leitão, J. (2014). O Valor do BIM]

Figura 15- Coordenação e identificação de conflitos no processo tradicional vs BIM [Adaptado de: Garcia, J. & Leitão, J. (2014). O Valor do BIM]

Figura 16- Possível vantagem com a utilização do BIM em novos negócios [Adaptado de: Garcia, J. & Leitão, J. (2014). O Valor do BIM]

Figura 17- Gráfico ilustrativo dos benefícios e do impacto na troca para uma metodologia BIM, nomeadamente em fases

iniciais do projeto [Adaptado de: Garcia, J. & Leitão, J. (2014). O Valor do BIM]

Figura 18- fases que constituem o ciclo de vida de um edifício. [Adaptado de : <https://cadoutsourcingservice.quora.com/Building-Information-Modeling-BIM-Life-cycle-and-Facilitates-Management>]

Figura 19- Caracterização dos diferentes LOD [adaptado de : (Will Ikerd, 2016)]

Figura 20- Edifício na Rua do Crucifixo (Fotografia da autora dezembro 2017)

Figura 21- Pormenor de Janela existente representada na Nuvem de Pontos (Imagem da Autora Dezembro 2017)

Figura 22- Comparação entre Mesh(à esq.) e real (à drt.) (Imagem e fotografia da autora Dezembro 2017)

Figura 23- Modelação sobre a nuvem de pontos no *Revit* (imagem da autora realizada em novembro 2017)

Figura 24- Modelo tridimensional do Edifício numa fase próxima da final. Ficheiro com aproximadamente 3,5 GB (imagem da autora realizada em dezembro de 2017)

Figura 25- Fachada Principal do Edifício (Crédito Fotográfico FVPS, 2013)

Figura 26- Fachada do Edifício no *Recap Pro* (Crédito Fotográfico FVPS,2013)

Figura 27- Medição de Parede no *Recap Pro* (Crédito Fotográfico FVPS, 2013)

Figura 28- Pormenor da Fachada (Crédito Fotográfico FVPS, 2013)

Figura 29- Sobreposição da nuvem de pontos com o modelo *Revit* (Crédito Fotográfico FVPS, 2013)

Figura 30- Introdução das especialidades no modelo *Revit* (Crédito Fotográfico FVPS, 2013)

Figura 31- Fachada do Edifício em estudo na Rua Renato Leitão Lourenço. (Fotografia da autora outubro 2017)

Figura 32- Diagrama esquemático da aquisição e do processo de dados

Figura 33- Equipamento *Leica ScanStation* (fotografia da autora novembro 2017)

Figura 34- Transporte da estação P30 para o local (fotografias da autora outubro 2017)

Figura 35- Colocação do equipamento no local para recolha, no momento o técnico encontrava-se a recalibrar o mesmo (fotografia da autora novembro 2017)

Figura 37- Planta do piso 2 com locais dos Scans.

Figura 36- perfil de corte longitudinal efetuado sobre o modelo de nuvem de pontos.

Figura 38- Estado atual da parede exterior. É evidente o estado de degradação junto do vão (fotografia da autora novembro 2017)

Figura 39- Transporte do equipamento para o sótão – a estação teve de ser retirada do tripé para facilitar a passagem (fotografia da autora novembro 2017)

Figura 40-Vista sobre o alçado da Travessa do Clube (crédito fotográfico Joana Martins, 2017)

Figura 42- Estado atual da parede exterior para a rua principal (fotografia da autora novembro 2017)

Figura 41- Planta do piso 1 com locais dos Scans.

Figura 43- Planta do piso 0 com locais dos Scans.

Figura 44- transferência dos dados binários da máquina laser para a work station.

Figura 45- Importação dos dados binários no *Cyclone* para proceder à sua conversão para o formato ptx.

Figura 46- exportação para ptx .

Figura 47- O ficheiro é exportado e guardado na workstation em .ptx

Figura 48- Introdução dos registos .ptx no Recap

Figura 49- Registo manual – possível combinação de scans.

Figura 50- comando para realizar o Link da nuvem de pontos para o *Revit*.

Figura 51- Alçado principal com vista ativa dos níveis.

Figura 52- Nuvem de pontos aumentada com elemento modelado – porta- obtido através da inserção da nuvem no *Revit*.

Figura 53- Alçado da rua Renato Leitão Lourenço modelado a partir da nuvem de pontos.

Índice de Tabelas

Tabela 1- Catalogação de *Software* aplicáveis à fotogrametria (dados retirados dos websites das marcas)

Tabela 2- Catalogação de *Software* aplicáveis ao *Laser Scanning*

Tabela 3- Anos de experiência no mercado

Tabela 4- Número de projetos construídos

Tabela 5- Tipo de intervenção realizada majoritariamente no atelier

Tabela 6- Métodos de levantamento utilizados atualmente

Tabela 7- É rentável o investimento em tecnologias como o *Laser Scanning* em conjunto com o BIM?

ANEXO A - FORMULÁRIO DE ENTREVISTA A ARQUITETOS

Instituição / Atelier:

Entrevistado (Nome e formação):

Áreas de questões:

A: Informação sobre o Entrevistado atelier que coordena ou onde trabalha

B: Levantamento em Arquitetura

C: Métodos de levantamento utilizados

Outros tópicos discutidos:

Documentos Obtidos:

Comentários:

Observações:

“As novas tecnologias de levantamento do edificado nos atelier de arquitetura nacionais”

Nota introdutória

De forma a facilitar a transcrição desta conversa gostaríamos de efetuar um registo áudio da mesma. Caso concorde com as seguintes premissas, por favor assinie o formulário de consentimento informado.

Toda a informação disponibilizada durante a gravação de áudio apenas será acedida pela investigadora e respetiva orientadora, Sara Eloy.

Ao assinar o formulário de consentimento estará a concordar com:

- (1) A divulgação do seu nome, e do atelier.
- (2) A participação voluntária e consentida nesta entrevista que poderá ser interrompida a qualquer momento caso assim o entenda.
- (3) A utilização da informação obtida exclusivamente para o âmbito desta pesquisa e eventuais publicações em revistas da área pelo que não poderá ser utilizada noutros âmbitos sem um contacto prévio e novo pedido de autorização.

Agradecemos antecipadamente por aceitar participar neste estudo.

Informamos que esta entrevista não excederá os 60 minutos e que, durante esse tempo gostaríamos de abordar diversas questões. Caso o tempo previsto se aproxime do final, poderá ser necessário apressar as perguntas pelo que será necessário interrompe-lo de forma a completar a entrevista, pelo que desde já pedimos desculpa.

Introdução

O(A) arquiteto(a) foi selecionado pelo facto da sua obra se enquadrar no âmbito de estudo desta entrevista, por trabalhar com espaços preexistentes e que exigem um levantamento espacial cuidadoso.

Este estudo procura identificar qual a importância do levantamento durante o processo de projeto e o conhecimento de novas técnicas de levantamento nomeadamente a fotogrametria e o Laser *Scanning*, envolvendo tópicos como a integração com o BIM e quais as vantagens e desvantagens destes métodos e o que levaria ou levou a uma mudança no método de recolha de informação espacial.

A. INFORMAÇÃO SOBRE O ENTREVISTADO E ATELIER QUE COORDENADA OU ONDE TRABALHA

1. Há quanto tempo tem atelier próprio?
2. Quantos projetos tem construídos?
3. Tratam-se maioritariamente de trabalhos de nova construção ou intervenção em edifícios existentes?

B. LEVANTAMENTOS EM ARQUITETURA

1. 3. Quão importante é o levantamento no processo de projeto?
2. 4. Já detetou erros de levantamento nos seus projetos?
3. 5. Se sim que consequências tiveram no projeto?
4. 6. O que o(a) leva a recorrer ao método de levantamento que utiliza atualmente?
5. 7. Quão preparado está o seu atelier para uma mudança de método de levantamento?

C. MÉTODOS DE LEVANTAMENTO UTILIZADOS

1. Que métodos costuma usar para realizar levantamentos nos seus projetos?
2. Os levantamentos foram realizados por si, digo Atelier?
3. Se não, o que o leva a recorrer a empresas externas?
4. Tem conhecimento de técnicas de levantamento Laser Scanning?
5. E de fotogrametria?
6. O que o levaria a obter por um deles?
7. No caso do Laser Scanning que transformações teria/teve de realizar no seu atelier e no método de trabalho dos seus colaboradores?
8. Que sistema de CAD usa? Se não utiliza BIM explique porque não.
9. Se não utilizar BIM e fotogrametria - A integração do BIM com a fotogrametria e o Scan to BIM assustam-no(a)?
10. (Caso não tenha aderido ao Laser Scanning) Quanto está disposto a despende para a integração desta técnica no seu atelier, refiro-me a software e aquisição de serviços?
11. Acha que se trata de um investimento economicamente rentável? Porquê?

FORMULÁRIO DE CONSENTIMENTO E CONFIDENCIALIDADE

Informa-se que a aluna candidata ao diploma de Mestre em Arquitetura pelo ISCTE-IUL, Joana Isabel Neves Gomes, orientada pela professora Sara Eloy, conduzirá entrevistas com arquitetos de forma a perceber quais os métodos de levantamento arquitetónico utilizados e se têm conhecimento dos novos métodos de levantamento como o laser Scanning.

A sua participação nesta conversa irá fornecer informação bastante pertinente para a chegada a de conclusões sobre o conhecimento e implementação de novos métodos de levantamento em arquitetura no âmbito nacional.

A entrevista semiestruturada, consistirá na realização de uma série de perguntas de resposta aberta onde também poderão ser abordados outros assuntos que surjam no decorrer da abordagem. As questões serão colocadas pela aluna que poderá considerar importante a recolha de notas durante a entrevista, ao longo da entrevista será também recolhida gravação áudio.

Recordamos que a sua informação será confidencial e não poderá ser utilizada para outros âmbitos, que não os de foro académico, sem o seu consentimento prévio.

Se após a leitura deste formulário tiver alguma questão a colocar relativamente ao estudo em causa, poderá contactar a candidata:

Joana Isabel Neves Gomes através do +351 918911774, ou pelo endereço eletrónico joana.ngomes@hotmail.com

Eu _____ tomei conhecimento das condições de participação neste estudo pelo que aceito participar na entrevista a realizar pela autoria de Joana Isabel Neves Gomes (Aluna do ISCTE-IUL, candidata ao grau de Mestre em Arquitetura dessa instituição), sob orientação da Professora Doutora Sara Eloy (Professora no ISCTE-IUL). Foram-me explicados e compreendo os objetivos principais deste estudo.

Ao colaborar neste trabalho, estou a possibilitar uma investigação mais consistente na área do levantamento arquitetónico. Entendo, ainda, que apesar da minha identidade ser revelada no detrimento deste estudo, não serão efetuados quaisquer contactos noutros âmbitos sem o meu consentimento prévio.

O Entrevistado,

A orientadora,

ISCTE-IUL

Mestrado Integrado em Arquitectura

PROJECTO FINAL DE ARQUITECTURA, vertente prática

5º ano, ano lectivo 2017/2018

Docente: Pedro Botelho

1 – Pretende-se que os alunos desenvolvam simultaneamente trabalhos a várias escalas de concepção e projecto, explorando múltiplas articulações possíveis desde a escala do território às do projecto de Arquitectura dos edifícios e vice-versa.

Pretende-se que os alunos desenvolvam o seu trabalho com base no entendimento do lugar e do contexto, dos seus problemas/potencialidades, nas diversas estruturas naturais, sociais e construídas.

Trata-se de encontrar uma estratégia de intervenção em que a definição do Espaço Público edificado e não edificado cumpra a sua função eminentemente estruturante do território.

2 - Pretende-se que os alunos desenvolvam em grupo uma leitura crítica do território proposto, fundamentada no estudo da sua evolução/desenvolvimento ao longo do tempo. Este estudo permitirá a compreensão e a representação deste em três principais componentes:

- a) Espaços não ocupados por construção (vazios, verde, água, etc...)
- b) Redes de Distribuição (vias férreas, de trânsito motorizado, pedonal, etc...)
- c) Massas construídas (habitacional, comercial, serviços, indústria, etc...)

3 - Pretende-se que a partir da compreensão geral do território os estudos sejam aprofundados com o desenvolvimento de uma estratégia individual, em que os alunos investiguem e escolham os programas para os edifícios e para o espaço público que melhor cumpram os objectivos de desenvolvimento local.

Será dada especial atenção às políticas de fomento e ordenamento, Locais e/ou Nacionais, previstas ou em curso, e seleccionar os locais a interencionar com exactidão e rigor, integrando os valores patrimoniais existentes.

4 – Pretende-se que no desenvolvimento da síntese de projecto os alunos trabalhem as soluções para os edifícios e para os espaços urbanos procurando as articulações e as formas que melhor respondam aos conteúdos programáticos propostos e vice-versa.

Pretende-se que na concepção e desenvolvimento do projecto dos edifícios os alunos integrem as componentes simbólicas, formais e culturais com os sistemas estruturais e construtivos que melhor se lhes adequem e vice-versa.

5 – Procurar-se-á que as três turmas da vertente prática trabalhem no território do mesmo Aglomerado Urbano, se possível com uma dimensão idêntica à de Sines (trabalhada em 2015/2016) ou de Alenquer (trabalhada em 2016/2017), passível de ser entendido no seu todo numa visita de um só dia, e a acordar entre os docentes.

Pedro Viana Botelho

Lisboa 19 de Maio de 2017

Docente	Sara Eloy
Apresentação docente	<p>Os meus interesses de investigação são essencialmente relacionados com a representação arquitetónica e com o uso de ferramentas tecnológicas de apoio ao projeto de arquitetura, à sua representação e ao seu conhecimento.</p> <p>Nesta área tenho trabalhado com os alunos do Mestrado Integrado em Arquitetura desde o 1º ao 5º ano e também participado em projetos de investigação, publicado em revistas da especialidade e apresentado palestras e comunicações em conferências.</p> <p>Procuro compreender o modo como as tecnologias digitais são úteis para o processo de projeto e em que medida estas podem acrescentar competências que o processo tradicional (manual) não tem. Temas como os sistemas gerativos de projeto, nomeadamente as gramáticas da forma (área onde desenvolvi o meu doutoramento), os ambientes de realidade virtual imersiva, a realidade aumentada e a space syntax fazem parte das áreas que investigo atualmente. Ao nível do projeto de arquitetura tenho-me focado essencialmente na reabilitação do edificado com o apoio das técnicas e ferramentas acima enunciadas. Tenho participado em vários projetos e realizado prestações de serviços nas áreas da Realidade Virtual imersiva e realidade aumentada essencialmente para visualização de arquitetura.</p> <p>Investigo ainda na área da habitação, mais precisamente sobre soluções modulares, baseadas em princípios de desenho, para reabilitar habitação existente ou construir nova habitação. Para o desenho destas soluções tenho-me preocupado com a integração do utilizador num processo participativo de desenho.</p> <p>Outras áreas em que investigo são o desenho universal e as soluções, tecnológicas ou não, de apoio a idosos e pessoas com deficiência.</p> <p>O desenho universal é um tema transversal a todos os outros e por isso não deve ser entendido como uma área estanque. No que diz respeito ao projeto de arquitetura, apesar da crescente preocupação com a diversidade, diversas questões relacionadas com a usabilidade do espaço ainda não são suficientemente salvaguardadas. Tenho participado em vários projetos onde se desenvolvem soluções de apoio à aquisição de maior autonomia e integração social dos cidadãos, quer através de soluções passivas quer ativas.</p> <p>Obtive o meu doutoramento em Arquitetura no IST em 2012 e a licenciatura na FAUTL em 1998. Entretanto realizei investigação no Núcleo de Arquitetura e Urbanismo do Laboratório Nacional de Engenharia Civil e colaborei no Atelier dos arquitetos Nuno Teotónio Pereira e Pedro Viana Botelho.</p> <p>A investigação que faço atualmente realiza-se em grande medida no ISTAR-IUL http://istar.iscte-iul.pt/ no grupo Digital Living Spaces e em equipas pluridisciplinares com Engenheiros Informáticos e Psicólogos Ambientais.</p> <p>Podem encontrar o meu trabalho nos seguintes endereços: Academia edu: http://iscte.academia.edu/SaraEloy ISTAR-IUL: http://istar.iscte-iul.pt/index.php/Projects ISCTE-IUL: https://ciencia.iscte-iul.pt/public/person/secfc</p>

Áreas/temas propostos para orientação	<p>1 Habitação</p> <p>Várias cidades europeias têm vindo a perder população residente nos últimos anos. Algumas razões apontadas são a falta de casas recuperadas e a preços acessíveis, assim como a diminuição do número de pessoas por cada habitação. Desde a desadequação funcional até à degradação física muitas são as razões para <u>reabilitarmos o parque habitacional existente</u>. Outras opções seriam a demolição total do parque existente e a sua substituição por edifícios novos. Nesta área tenho investigado sobre as estratégias para a adequação do parque habitacional existente às novas necessidades das famílias e sobre o papel que <u>sistemas gerativos</u> de projeto podem ter numa resposta para este problema. Dentro deste tema interessa-me igualmente aprofundar os <u>processos participativos de projeto de habitação</u> dos quais John Habraken com o conceito Open Building é um exemplo paradigmático e também Alejandro Aravena com os projetos de habitação evolutiva.</p> <p>2 A utilização de tecnologias digitais no processo de projeto e na visualização de arquitetura</p> <p>Nesta área discutem-se os caminhos de investigação e prática que relacionam o <u>uso da tecnologia digital no processo de conceção, construção, uso e exposição</u> da Arquitetura. Não sendo o uso da tecnologia em si considerado um modo de fazer arquitetura interessa investigar o papel que a tecnologia digital tem tido na arquitetura contemporânea, assim como analisar quais os reais benefícios do seu uso e em que contextos esses benefícios são ou não desejáveis e pertinentes. A tecnologia digital é utilizada como ferramenta auxiliar do projeto e da construção na medida em que permite realizar avaliações e diagnósticos informados, decisões fundamentadas e maior possibilidade de responder adequadamente às diversas exigências da construção.</p> <p>Esta área é muito abrangente e inclui quer investigações sobre o uso de tecnologias digitais no processo de projeto, quer o uso do espaço virtual para avaliar a usabilidade e outras características do espaço arquitetónico.</p> <p>3 Simulação, análise e avaliação do espaço existente e proposto com recurso a teorias de análise como o Space Syntax e/ou dispositivos inteligentes para avaliação sensorial</p> <p>A possibilidade de avaliação, em fases anteriores ou posteriores à construção, da qualidade dos espaços arquitetónicos através do recurso à sua simulação tem vindo a aplicada na prática de projeto, quer em obra nova quer em reabilitação.</p> <p>A avaliação das características configuracionais do espaço construído, no sentido de identificar a sua influência no comportamento da sociedade tem vindo a ser utilizada no sentido de prever o comportamento das pessoas no espaço e com isto identificar problemas de conceção e ainda potencialidades do espaço. Teorias como o space syntax permitem analisar em rede espaços complexos e, obter resultados mensuráveis de grande escala e rigor. Por outro lado, a simulação tridimensional do espaço arquitetónico num ambiente virtual imersivo permite-nos avaliar diversas variáveis, como a luz, a geometria e o som, e ainda perceber, com recurso a sensores (e.g. eyetracker) e questionários a reação dos utilizadores que estão a navegar no espaço simulado.</p> <p>Temos no ISTAR-IUL um projeto de investigação a decorrer – IRIS: Towards Natural Interaction and Communication - onde estudamos o impacto que o som</p>
---------------------------------------	--

tem no uso do espaço. Também neste projeto há lugar para desenvolvermos temas de investigação no âmbito de PFA.

4 Realidade Virtual e Aumentada com SIG

Co-orientação com arquiteto Rui Ricardo

Parceria com a empresa **ESRI** (<http://www.esriportugal.pt/>)

A visualização dos projetos de arquitetura durante a fase de projeto através de tecnologias como a Realidade Virtual Imersiva e a Realidade Aumentada permite um maior entendimento do projeto na sua tridimensionalidade diminuindo os equívocos gerados pela abstração da representação bidimensional tradicional em plantas, cortes e alçados. A visualização em RV ou RA é tão mais interessante quando os modelos visualizados vêm diretamente de software que se utiliza geralmente em projeto.

Por um lado, a tendência atual de modelação 3D está muito direcionada para os software BIM que, para além de ser utilizados na fase de conceção, permitem ainda mostrar todo o ciclo de vida da construção, incluindo os processos construtivos e fases de instalação. Por outro lado, a georreferenciação é cada vez mais uma característica que deve ser tida em conta no desenvolvimento dos modelos 3D visto que traz vantagens em diversos tipos de simulação. Os modelos SIG permitem fazer análises espaciais baseadas na localização e correlacionando uma série de dados georreferenciados. Para além da possibilidade de análise espacial, atualmente, com o software Esri City Engine, é possível construir rapidamente cenários flexíveis de cidades e simular qual o desempenho urbano do nosso projeto nomeadamente analisando se eles criam sombras e refletem calor. O contexto deste trabalho é pois a interligação entre as realidades BIM, com o software Revit, os SIG, com o ARrcGIS e o City Engine e a visualização em RV e RA.

O trabalho será realizado em parceria com a ESRI que dará acesso a todos os seus software que colaborem para este projeto.

5 Será possível fazer arquitetura com base em processos gerativos computacionais?

As linguagens gerativas de projeto constituem práticas ou procedimentos que, colocados em movimento, adquirem autonomia e geram diferentes resultados pertencentes a uma família ou linguagem. Estes procedimentos, que constituem conjuntos de regras ou algoritmos, podem basear-se em linguagens naturais de computação ou em procedimentos implementados num computador. Nos processos generativos não se procura a forma final mas sim o processo que permite gerar diferentes formas possíveis. As diversas soluções geradas através de um processo generativo são adequadas, já que respondem a critérios definidos *a priori* e são personalizáveis já que permitem responder a requisitos diversificados quer seja do cliente quer seja do contexto.

No âmbito deste tema pode surgir a definição de uma gramática de desenho ou uma análise do sucesso das soluções geradas por processos gerativos. A discussão sobre a pertinência do uso destes sistemas em arquitetura é outro tema de investigação possível e de grande interesse atualmente.

Este tema pode integrar-se num trabalho em curso no qual se está a desenvolver um sistema gerativo de soluções de desenho habitacionais.

Trabalhos desenvolvidos / Bibliografia	<p>Trabalhos tema 1</p> <p>[1] Eloy S (2015) “Estratégias para a renovação do edificado através das Gramáticas de Forma”, in Revista de Morfologia Urbana, vol.3, nº2, pp.130-132. Available at URL WWW: <http://pnum.fe.up.pt/index.php/revista-3-2/></p> <p>[2] Eloy S, Vermaas P (2014) “Towards Effective City Rejuvenation with ICT: web-based shape grammar supported refurbishment design” in ZREIK, K (ed) Architecture, City & Information Design, pp.129-139.</p> <p>[3] Eloy S (2011) “Strategies for Housing Rehabilitation in the search for mixing generations and family types. An approach based on a transformation grammar” in 23rd ENHR Conference – “Mixité”: and urban and housing issue?, 5th-8th July 2011, Toulouse, France. Avail. <http://www.enhr2011.com/sites/default/files/Paper_SaraEloy_W11.pdf></p> <p>Trabalhos tema 2</p> <p>[1] Eloy S, Dias M S, Lopes P, Vilar E (2016) Multimedia technologies in Architecture and Engineering: exploring an engaged interaction within curriculums. In Fonseca, D; Redondo, E (ed.) (2015) Handbook of Research on Applied E-Learning in Engineering and Architecture Education. IGI Global, 2016. 368-402. Available at <http://www.igi-global.com/chapter/digital-technologies-in-architecture-and-engineering/142759></p> <p>[2] Coroado L, Pedro T, d’Alpuim J, Eloy S, Dias MS (2015) VIARmodes: Visualization and interaction in Immersive Virtual Reality for architectural design process. In Martens, B, Wurzer, G, Grasl T, Lorenz, WE and Schaffranek, R (eds.), Real Time - Proceedings of the 33rd eCAADe Conference - Volume 1, Vienna University of Technology, pp. 125-134 <http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Show?ecaade2015_303></p> <p>[3] Eloy S, Cruz A (2012) “Será o digital um equívoco na arquitetura?” In arq.urb, volume 8, 2º semestre 2012. pp.200-209. CAPES, <http://www.usjt.br/arq.urb/numero_08/16_andre_cruz.pdf>.</p> <p>Trabalhos tema 3</p> <p>[1] Eloy S, Ourique L, Pedro T, Resende R, Dias M, Freitas J (2015) Analysing People’s movement in the built environment via space syntax objective tracking and gaze analysis. In Martens, B, Wurzer, G, Grasl T, Lorenz, WE and Schaffranek, R (eds.), Real Time - Proceedings of the 33rd eCAADe Conference - Volume 1, Vienna University of Technology, pp. 341-350. Available <http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Show?ecaade2015_193></p> <p>[2] Dias M, Eloy S, Carreiro M, Proença P, Moural A, Pedro T, Freitas J, Vilar E, Alpuim J, Azevedo S (2014): “Designing better spaces for people. Virtual reality and biometric sensing as tools to evaluate space use”. In proceedings of the CAADRIA 2014 conference, 14-17 May, Kyoto, Japan.</p> <p>Guerreiro R, Eloy S, Guarda I, Lopes PF (2012): “Networks and Opportunistic Urban Design: a strategy for regeneration of public spaces in Lisbon” in Proceedings of the 19th ISUF International Seminar on Urban Form, 19-19 Oct 2012, Delft.</p> <p>Trabalhos tema 5</p> <p>[1] Eloy S, Vermaas P (2013) Do generative design systems may create</p>
---	---

- | | |
|--|--|
| | <p>architecture? Assessing architectural design computer tools. Extended abstract. In proceeding of the 18th International Conference of the Society for Philosophy and Technology, 4-6 July 2013, ISEG, Lisbon <http://www.spt2013.com/images/SPT2013_abstracts.pdf></p> <p>[2] Eloy S, Duarte JP (2014) "Inferring a shape grammar: Translating designer's knowledge", Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing, 28, pp 153-168.</p> <p>[3] Eloy S (2012) "A transformation grammar-based methodology for housing rehabilitation". PhD thesis, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.</p> |
|--|--|



Lisboa ISCTE-IUL, Junho 2017