

REQUALIFICAÇÃO DE SETÚBAL NASCENTE

Setúbal . Biblioteca Municipal de Setúbal

O VIRTUAL SOBRE A REALIDADE

Estudo de ferramenta para aumentar maquetas reais



Instituto Universitário de Lisboa
Departamento de Arquitetura e Urbanismo

Mestrado Integrado em Arquitetura

Projeto Final de Arquitetura - 2014/2015

Fábio Daniel Marques Costa - 34190

I Vertente Prática

Requalificação de Setúbal Nascente

Grupo de trabalho:

Fábio Costa | Leando Alves | Manuel Lopes

Parte Individual

Setúbal - Biblioteca Municipal de Setúbal

Tutor

Pedro Viana Botelho - Professor auxiliar convidado do ISCTE-IUL

II Vertente Teórica

Laboratório de Tecnologias de Arquitetura

O Virtual sobre a Realidade

Estudo de ferramenta para aumentar maquetas reais

Orientadora

Sara Eloy - Professora auxiliar do ISCTE-IUL

Co-Orientador

Miguel Sales Dias - Professor associado convidado do ISCTE-IUL

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

Impressão - Astúcia - Artes Gráfica, Lda.

Lisboa - outubro 2015

Agradecimentos

Agradeço à minha família pelo apoio que sempre me prestaram, especialmente aos meus pais e irmã.

À Micaela Raposo por me ajudar em todos os momentos necessários.

Aos meus colegas de grupo, Leandro Alves e Manuel Lopes.

Aos professores Sara Eloy e Pedro Botelho por acompanharem o meu trabalho ao longo deste ano.

Ao professor Miguel Sales Dias pelo acompanhamento e ao ISTAR-IUL pelos equipamentos emprestados.

À Mariana Lopes, Nuno Faria e Filipe Gaspar pela colaboração no desenvolvimento da aplicação.

Ao Lázaro Ourique pelos auxílios prestados.

E aos meus amigos por me apoiarem ao longo de vários anos em todos os momentos.

ÍNDICE GERAL

PARTE I Vertente Prática

- 1 Introdução
- 2 Evolução da Cidade
- 3 Análise da Cidade
- 4 Proposta de Intervenção
- 5 Projeto Individual

PARTE II Vertente Teórica

- 1 Introdução
 - 2 Estado de Arte
 - 3 Proposta de Aumento de maquetas com RA
 - 4 Utilização do Prototipo ARch4Models
 - 5 Testes de Usabilidade e Satisfação
 - 6 Considerações Finais
- Referências Bibliográficas
Lista de acrónimos
Índice de figuras
Índice de quadros

Anexos

PARTE I

Vertente Prática

PARTE I Vertente Prática

1 Introdução	14
2 Evolução da Cidade	
2.1 Enquadramento Histórico	18
2.2 Evolução da linha de costa	20
2.3 Esquemas do crescimento da cidade	22
3 Análise da Cidade	
3.1 Análise SWOT	26
3.2 Propostas para Setúbal	30
3.2.1 Programa Integrado de Valorização da Zona Ribeirinha de Setúbal	31
4 Proposta de Intervenção	36
5 Projeto Individual	
5.1 Terreno de Intervenção	48
5.2 Programa	50
5.3 Memória Descritiva	53
5.4 Desenhos	63

Trabalho Prático submetido como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Arquitetura

REQUALIFICAÇÃO DE SETÚBAL NASCENTE

Setúbal . Biblioteca Municipal de Setúbal

I Vertente Prática
Requalificação de Setúbal Nascente

Grupo de trabalho:
Fábio Costa | Leando Alves | Manuel Lopes

Parte Individual
Setúbal - Biblioteca Municipal de Setúbal

Tutor
Pedro Viana Botelho - Professor auxiliar convidado do ISCTE-IUL

introdução



Setúbal, linda cidade
Cheia de encanto e beleza
Isso é mesmo realidade
És a terceira Portuguesa

Onde se pode almoçar
Choco frito, e caldeirada
Um vinho moscatel, a não faltar
Como aperitivo na entrada

O teu afamado vinho
Alegra o coração
Sabe bem um copinho
À hora da refeição

Tens um encanto natural
Admirada do alto da serra
Linda cidade de Portugal
Visitem esta bonita terra

Poema de José Matos
(<http://www.luso-poemas.net/modules/news/article.php?storyid=143289>)

1 Introdução

Este é um trabalho para a cadeira de PFA, que consiste em abordar a cidade de Setúbal de forma a perceber os seus problemas, para podermos trazer ideias que os resolvam, fazendo de Setúbal uma cidade melhor. Esta requalificação da cidade é considerada urgente, tratando-se de uma estratégia de intervenção para um espaço público edificado e não edificado. É-nos proposto, no enunciado, seguir uma solução que visa acabar com o comboio que passa na estação do Quebedo e segue pela Estrada da Graça. Estamos então perante uma alteração radical no funcionamento da linha férrea. Esta solução trás a hipótese de reutilizar a linha férrea existente com um tram-train que faz o percurso. Este iniciando-se na estação central de Setúbal seguindo para as Praias Sado utilizando o velho túnel do Quebedo. Esta é uma proposta aliciante que prevê que a linha férrea deixe de ser uma barreira para os habitantes de Setúbal. Estamos assim prontos para propor um novo desenho para a cidade, que permita à mesma renascer de um longo período de decadência e sofrimento.

Localização de Setúbal

Setúbal está situada a 48 km de distância de Lisboa, na margem norte do rio Sado e é delimitada a poente pelo Parque Natural da Serra da Arrábida. A cidade tem uma área urbanizada com aproximadamente 170 km² e é sede de concelho e distrito.



Figura 2 Mapa de Portugal, com o distrito de Setúbal assinalado a cinzento e a cidade a amarelo.

evolução da cidade

2 Evolução da Cidade

2.1 Enquadramento Histórico

A cidade de Setúbal está estrategicamente localizada junto ao rio Sado, uma região bastante propícia à fixação humana devido à grande abundância de fauna no rio Sado. Setúbal é território ocupado desde a Pré-História, nomeadamente do período Neolítico. Cidade esta que começou a crescer com a entrada dos romanos que se apoderaram deste importante entreposto comercial. Entre os séculos I e IV esta foi um importante núcleo urbano e industrial, ligado à salga de peixe. Com as invasões bárbaras durante a ocupação árabe, a cidade entrou num processo de recessão, pois os árabes optaram por povoar territórios mais férteis e resguardados, como Palmela, Alcácer e Azeitão.

Apesar de Setúbal possuir uma carta de foral desde 1249, somente no século XIV se viu delimitada por uma cintura de muralhas. A cidade desenvolveu-se sobretudo durante o período dos Descobrimentos, principalmente no reinado de D. João II. Pois foi neste reinado que foram criadas várias freguesias e construídos vários equipamentos de valor indispensável à crescente importância urbana. Esta foi uma das cidades afetadas pelo terramoto de 1755. Contudo, ergueu-se rapidamente, transformando-se numa das vilas mais importantes do país. Só em 1860 Setúbal ganhou o estatuto de cidade. Poucos anos depois é inaugurada a linha férrea que liga Setúbal ao Barreiro. Nos 100 anos seguintes teve um grande desenvolvimento económico e é a 22 de Dezembro de 1926 conside rada capital de distrito. Este foi o último distrito do país a ser criado.



Figura 3 Gravura de Setúbal em 1547.
(http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d0/Set%C3%BAbal_em_1547.png)

Foi crescendo como centro industrial, especialmente durante o século XIX, aqui fixaram-se fábricas de conservas, cimento, mármore e adubos. Nos dias que correm contempla empresas de montagem automóvel, celulose, construção naval e químicos. O porto de Setúbal é um dos mais movimentados do país, produz atividades ligadas ao tráfego marítimo e fluvial, que alberga uma importante frota pesqueira.

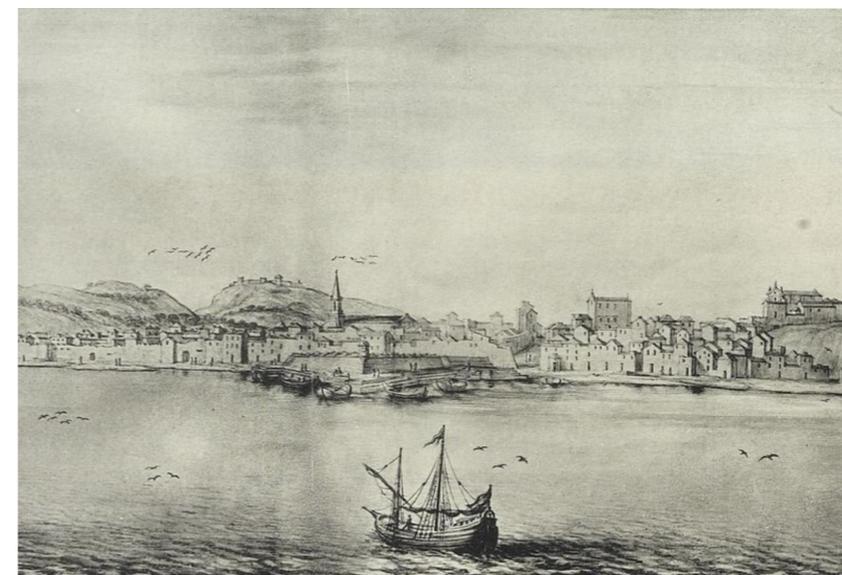


Figura 4 Cidade em 1669.
(<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e2/Set%C3%BAbal1669.jpg>)

2.2 Evolução da linha de costa

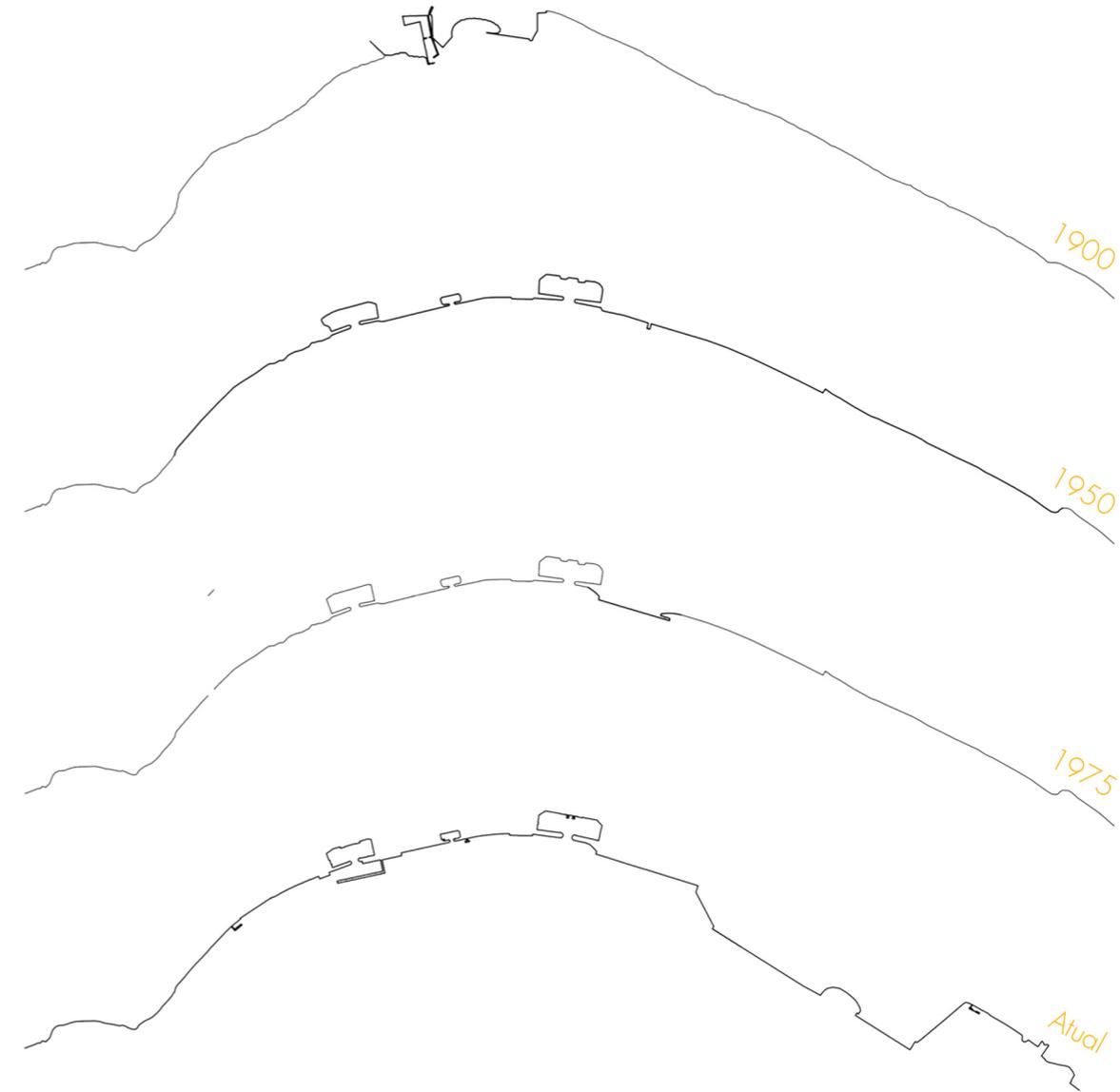
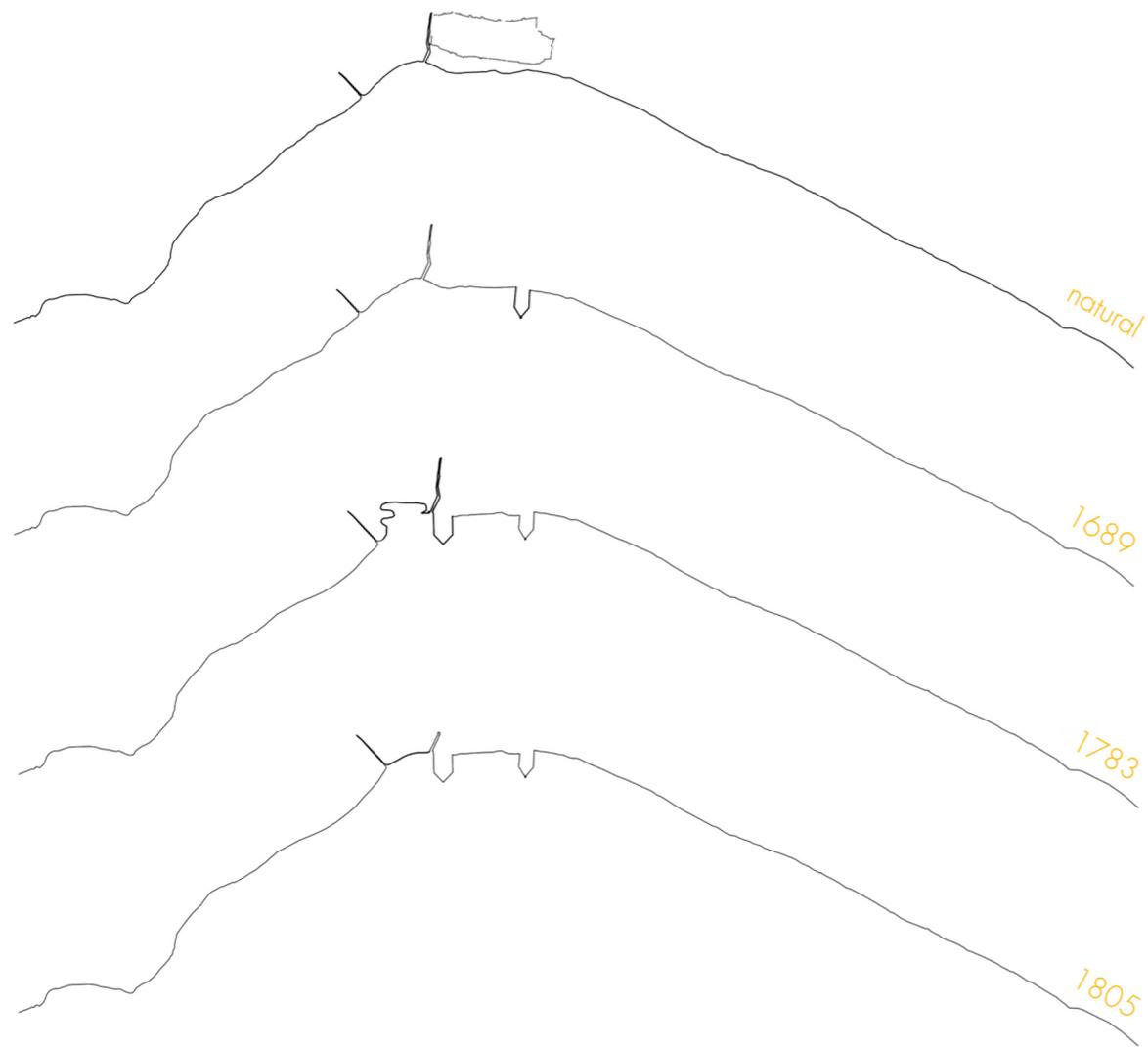


Figura 5 Evolução e alterações efetuadas na linha de costa.

2.3 Esquemas do crescimento da cidade



Figura 6 Esquema da cidade de Setúbal em 1820.



Figura 7 Setúbal em 1900.



Figura 8 Cidade em crescente no ano 1955.



Figura 9 Esquema da cidade próximo da atualidade, ano 2012.

análise da cidade



Figura 10 Pescairos na marina de Setúbal. (<https://pracadobocage.files.wordpress.com/2010/12/snc00075.jpg>)



Figura 11 Barreira criada pela linha férrea.



Figura 12 Serra da Arrábida vista do bairro de S. Nicolau.

3.1 Análise SWOT

Contexto urbano e territorial

Setúbal está bastante próxima da AML (Área Metropolitana de Lisboa), o que para uma cidade do seu tamanho traz alguns prós e contras. A sua proximidade à AML é uma mais-valia, pois gera postos de trabalho podendo usufruir de recursos e serviços provenientes da capital. Mas por outro lado Setúbal perde algum protagonismo por estar próxima de uma cidade com o tamanho de Lisboa. Uma vantagem de Setúbal é a sua grande comunidade piscatória [Figura 10] que dão à cidade uma vivência enorme com o rio Sado. Esta cidade está diretamente ligada à natureza pelas suas praias e pela Serra da Arrábida. A ligação a Tróia por meio fluvial é uma grande oportunidade para a cidade de Setúbal, por trazer Turismo à cidade. Setúbal carece pelas suas barreiras como a ferrovia [Figura 11] que divide a cidade da sua zona ribeirinha.

Suporte físico natural e envolvente

A cidade está resguardada de ventos oceânicos pela imponente Serra da Arrábida [Figura 12], com a sua frente ribeirinha virada a Sul banhada pelo rio Sado. Setúbal é caracterizada pela sua boa qualidade de vida, muito voltada para a natureza devido à sua proximidade ao rio Sado e Serra da Arrábida.

Acessibilidade

Em termos de acessos esta cidade tem uma abundante proximidade entre os eixos rodoviários, ferroviários e marítimos, o que dá aos moradores uma rede de transportes públicos muito abrangente. O seu porto é também um dos maiores a nível nacional conseguindo ligação com Lisboa e Sines. A outra face dos acessos em Setúbal fraqueja pelo condicionamento de vias no centro histórico da cidade e pela criação do Pólo Universitário longe do centro da cidade. Setúbal é um cidade que tal como tantas outras, está todos os dias ameaçada pelo excesso de veículos [Figura 13] que circula nas ruas.



Figura 13 Veículos estacionados no centro da cidade.



Figura 14 Viaduto e ferrovia da Estrada da Graça.



Figura 15 Contentores do porto de Setúbal.



Figura 16 Ferry's que fazem ligação com Tróia.

Construído e Não Construído

A zona ribeirinha de Setúbal tem, atualmente, uma imensa área ocupada pelo seu porto, que pode ser visto como uma oportunidade. A sua requalificação é vista como prioritária pela poluição visual e sonora feita todos os dias pelos contentores.

Esta área da cidade é afetada pela barreira visual da linha férrea [Figura 14] e contentores do porto [Figura 15]. Setúbal tem aqui uma oportunidade de levar o porto da cidade mais para nascente podendo toda a população usufruir da zona ribeirinha mais calma e harmoniosa como existe em Lisboa na nova Ribeira das Naus.

Funções e Atividades

Tróia [Figura 16] foi desde sempre um marco turístico a sul do Sado, por ser uma península que se une ao resto do território português por um estreito. A sua ligação visual e marítima [Figura 17] a Setúbal trazem a esta cidade muitos turistas que procuram visitar Tróia, parando na cidade e aproveitando também os recursos existentes a norte do Sado como a Serra e as praias da zona da Arrábida e também a gastronomia local como a cozinha de peixe e o choco frito típico de Setúbal.



Figura 17 Vista para Tróia do Forte de Albarquel.



Figura 18 Ferrys que fazem ligação com Tróia.
(Programa Integrado de Valorização da Zona Ribeirinha de Setúbal)



Figura 19 Requalificação do passeio ribeirinho da cidade.
(Programa Integrado de Valorização da Zona Ribeirinha de Setúbal)

3.2 Propostas para Setúbal

3.2.1 Programa Integrado de Valorização da Zona Ribeirinha de Setúbal

Com o desenvolvimento da metrópole, Setúbal viu-se como uma cidade de indústria com a fixação de um terminal da Autoeuropa. A cidade industrial vive essencialmente da importação de recursos por via marítima como é o caso dos automóveis da Autoeuropa e dos recursos que chegam ao porto de Setúbal, um dos maiores do país. Contudo houve a necessidade de desenvolver a zona ribeirinha por causa do problema dos portos, contentores e etc. Os setubalenses sentiram que era necessário requalificar a “borda-d’água”, por isso é desenvolvido um projeto pela Sociedade Setúbal Polis que visa requalificar toda a zona ribeirinha desde a Estrada da Graça a nascente, até à Praia da Saúde a poente.



Figura 20 Requalificação da Estrada da Graça e frente envolvente.
(Programa Integrado de Valorização da Zona Ribeirinha de Setúbal)



proposta de intervenção

4



Figura 22 Estratégia de grupo, com percursos principais assinalados a amarelo.

4 Proposta de Intervenção

4.1 Requalificação de Setúbal Nascente

Setúbal sente necessidade de uma frente ribeirinha que usufrua do conforto, da brisa e da paisagem do Rio Sado. Depois de uma análise à cidade concluímos que a zona mais carente da cidade é a frente nascente, da Estrada da Graça, que agrega as antigas fábricas em ruína. Esta é uma zona de perigo para a população, que tem edifícios devoluto e espaços escondidos que ninguém utiliza pelo seu aspeto degradado. Mas para esta frente poder ser um local confortável para a população é necessário requalificar toda a frente da Estrada da Graça até à borda-d'água com um passeio para os habitantes desta cidade, com um espaço onde as pessoas pudessem usufruir da vista para Rio. O bairro de S. Nicolau tem o problema da sua frente necessitar de ser reconstruída, por falta de um espaço que, tal como na Estrada da Graça, valorize a vista para Rio Sado e Tróia. No alto da escarpa, o bairro de S. Nicolau, tem uma frente com bastantes baldios que precisam de ser urbanizados, pois este bairro é apenas um bairro sem recursos que tragam até este “miradouro” turistas e pessoas de toda a cidade de Setúbal.

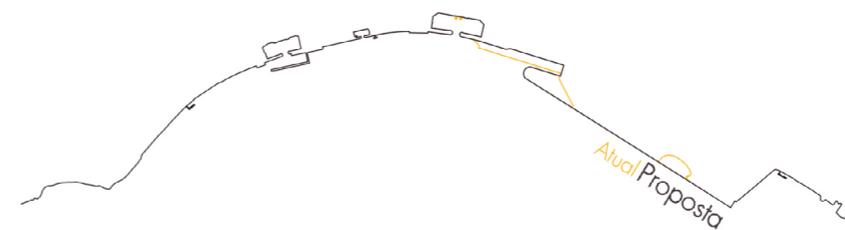


Figura 23 Alterações feitas da linha de costa, com linha atual assinalada a amarelo.



O nosso projeto de intervenção visa reconverter a zona urbana da Estrada da Graça, a sua frente envolvente até a borda-d'água e o bairro de S. Nicolau. Procura-se conectar a zona da frente ribeirinha ao topo da escarpa de S. Nicolau, através de um percurso fluido que traga população e turismo ao bairro. A reconversão de toda a frente envolvente da Estrada da Graça trás a necessidade de deslocar as atividades do porto de Setúbal mais para nascente, desocupando o espaço que fica entre o Sado e a Estrada da Graça. Para este local é pensado um jardim pedonal ou passeio marítimo que intitulamos de "Passeio do Sado", este procura fazer a ligação entre a frente ribeirinha da marina e o percurso de ligação ao alto da Bela Vista. A linha de costa sofre algumas alterações dando espaço a um pontão que sendo destinado às atividades do porto, resguardam a zona de atracagem dos ferry's.

Para isso é pensado um percurso pedonal paralelo à Av. Luísa Todi. Este percurso procura ligar a Praça do Bocage, do centro histórico da cidade, à Praça da Residência e posteriormente à Praça de S. Nicolau. Este percurso passa pelo caminho reconstruído nas traseiras da Biblioteca e da Residência Universitária, trazendo os cidadãos às praças e até mesmo ao passeio do Sado.

Figura 24 Jardim proposto à beira rio, Passeio do Sado.

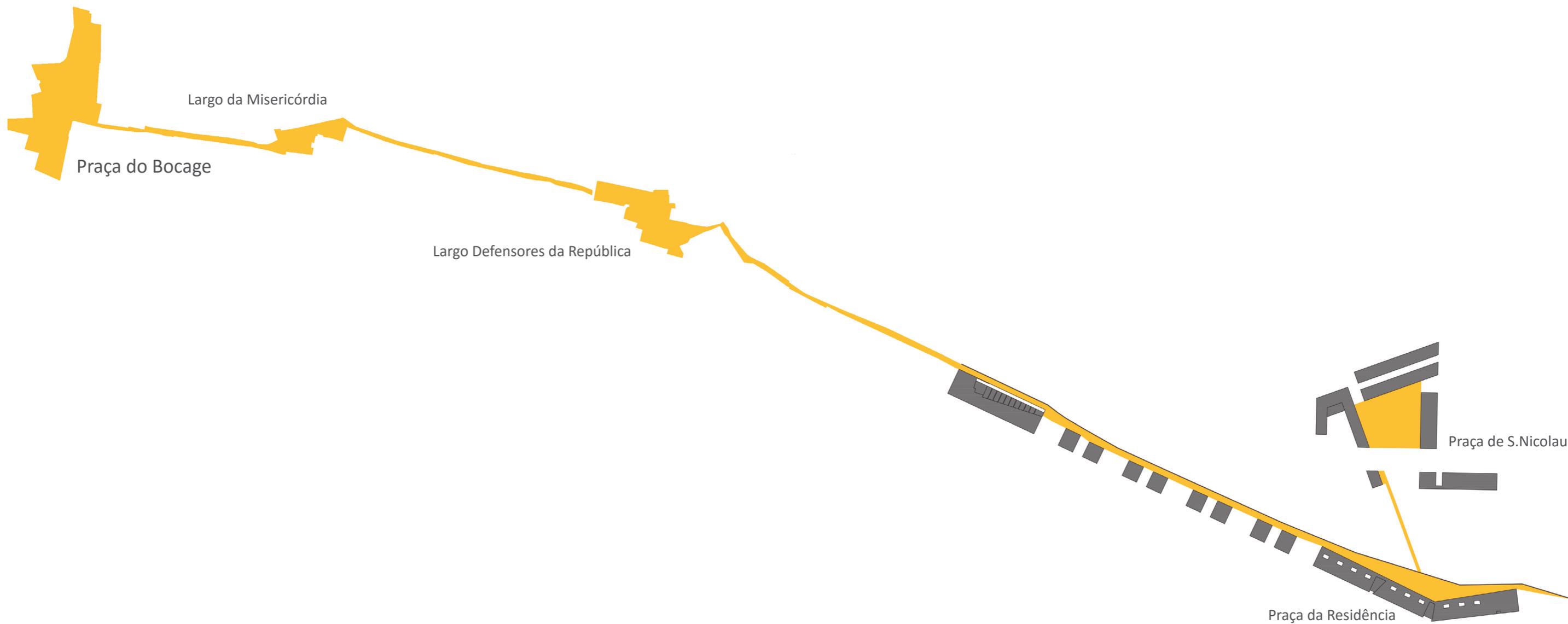


Figura 25 Caminho de ligação entre praças assinalado a amarelo.

O elevador de S. Nicolau está ligado a uma das estações de tram-train e conecta a cota da frente ribeirinha, pela Praça da Residência, ao bairro de S. Nicolau. No topo da escarpa a chegada do elevador faz-se na Praça de S. Nicolau onde há um ponto comercial que dá vida a este percurso. O terreno é afundado em relação à cota da estrada, procurando facilitar o acesso através deste mesmo elevador, de forma a trazer mais população ao cimo da escarpa. Também procuramos através de rampas dar uma continuação a este percurso como forma de trazer moradores do bairro e pessoas do resto da cidade à Praça de S. Nicolau. Esta praça contém os pontos comerciais referidos anteriormente, que terminam num miradouro sobre o Rio Sado.



Figura 26 Terreno afundado em relação à estrada.

O projeto da frente ribeirinha prevê um percurso ao comprido, na sua traseira. Visa-se enriquecer esse percurso com aberturas ao longo do trajeto. Na extremidade encontram-se equipamentos de apoio à comunidade, uma biblioteca municipal a poente e uma residência universitária a nascente. Entre estes dois equipamentos são pensados vários blocos de escritórios com pequenos largos de comércio em baixo. Estes largos de comércio são definidos por um muro que começa numa extremidade (biblioteca) e só termina na extremidade oposta (residência).

A linha do tram-train visa desbloquear a passagem carente que existe atualmente na Estrada da Graça, abolindo também o viaduto viário que impede a vista da paisagem do Sado. Tornando esta zona um espaço sem barreiras, podendo facilmente os cidadãos fazer a travessia da estrada acedendo ao passeio do Sado. A linha do tram-train parte da estação central de Setúbal, passando no túnel do Quebedo que existe atualmente, atravessa toda a Estrada da Graça e segue em direção às Universidades, fazendo uma ligação facilitada para os estudantes que habitam na cidade de Setúbal.



Figura 27 Esquema do muro da frente assinalado a amarelo.

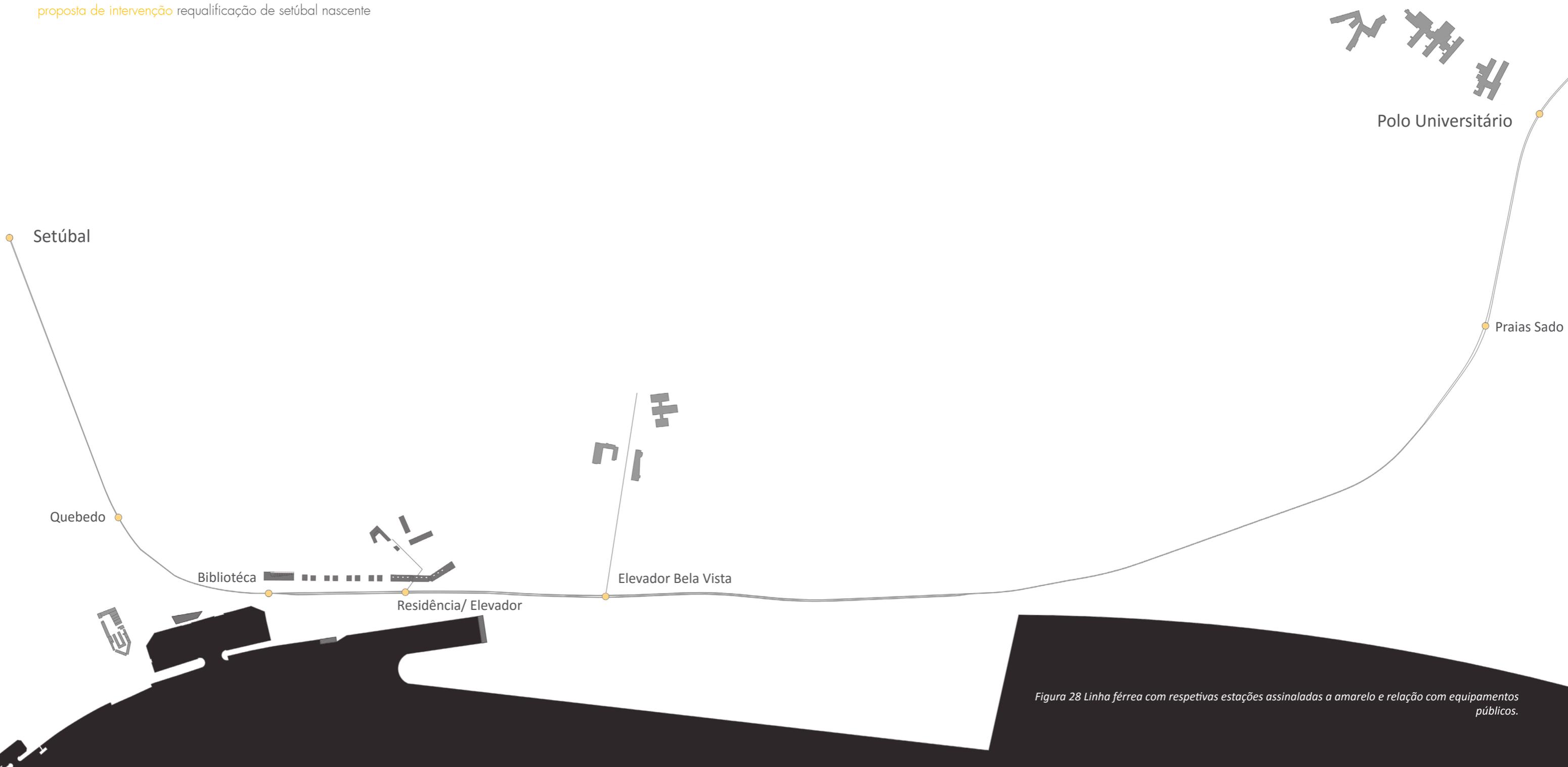


Figura 28 Linha férrea com respetivas estações assinaladas a amarelo e relação com equipamentos públicos.

projeto individual



Figura 29 Jardim Camilo Castelo Branco

5 Projeto Individual

5.1 Terreno de Intervenção

Setúbal nascente consta com uma imensa área abandonada, com a frente da Estrada da Graça repleta de edifícios devoluto e em ruína [Figura 30].

Esta intervenção procura requalificar a frente da Estrada da Graça, dando-lhe vida através de dois equipamentos públicos e pequenas praças com comércio.

Com esta intervenção procurou-se preservar o caminho já existente, paralelo à Estrada da Graça, que liga os dois equipamentos nas extremidades e dá acesso aos blocos de escritórios previsto entre a biblioteca e a residência.

O jardim Camilo Castelo Branco ocupa a zona poente da escarpa e dá aos habitantes um espaço calmo que faz a ligação entre a Estrada da Graça e o bairro de S. Nicolau.



Figura 30 Frente ribeirinha da Estrada da Graça.



Figura 31 Jardim Camilo Castelo Branco, escarpa de S. Nicolau.

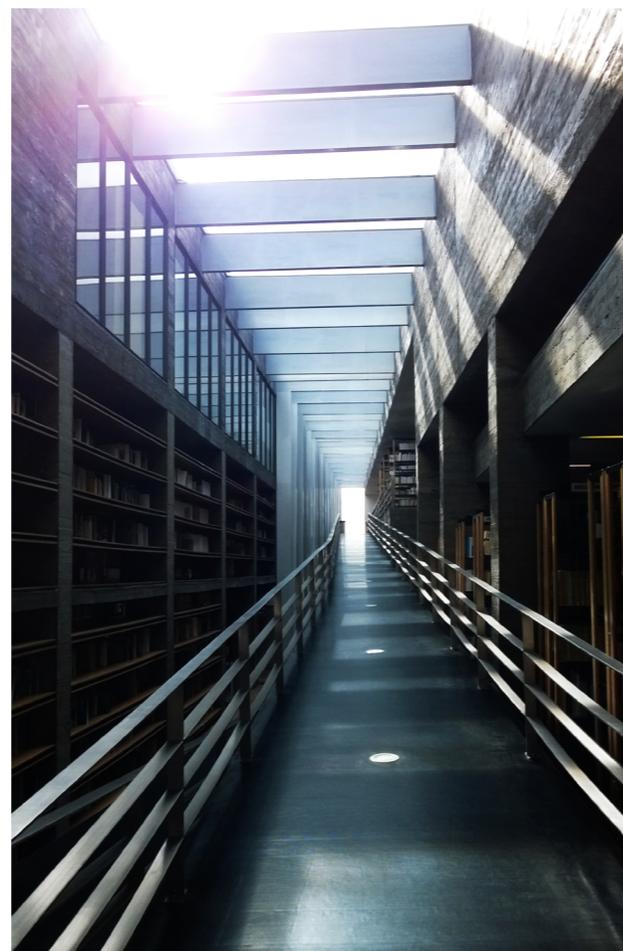


Figura 32 Rampa central da Biblioteca da Universidade do Açores.

5.2 Programa

A escolha do programa deve-se à necessidade de construir um equipamento público que ajuda-se na requalificação da frente ribeirinha da Estrada da Graça. Este equipamento teria necessariamente de ser um espaço que acolhesse os habitantes da cidade setubalense. Relacionando esta escolha com um concurso lançado há um par de anos para uma Biblioteca Municipal de Setúbal, este foi o programa definido para a zona poente da frente da Estrada da Graça. Esta biblioteca seria uma Biblioteca Municipal do tipo BM3, ou seja para concelhos superiores a 50 000 habitantes. O programa utilizado para este projeto foi o que consta no enunciado do concurso [Anexo C], com uma área brutal a rondar 3200 m². Uma biblioteca é um espaço físico onde os livros estão organizados, para serem facilmente consultados. É um espaço calmo para quem os visita, onde as pessoas que as visitam podem relaxar na companhia de um livro ou revista.



Figura 33 Secção de Adultos da Biblioteca José Saramago, Loures.

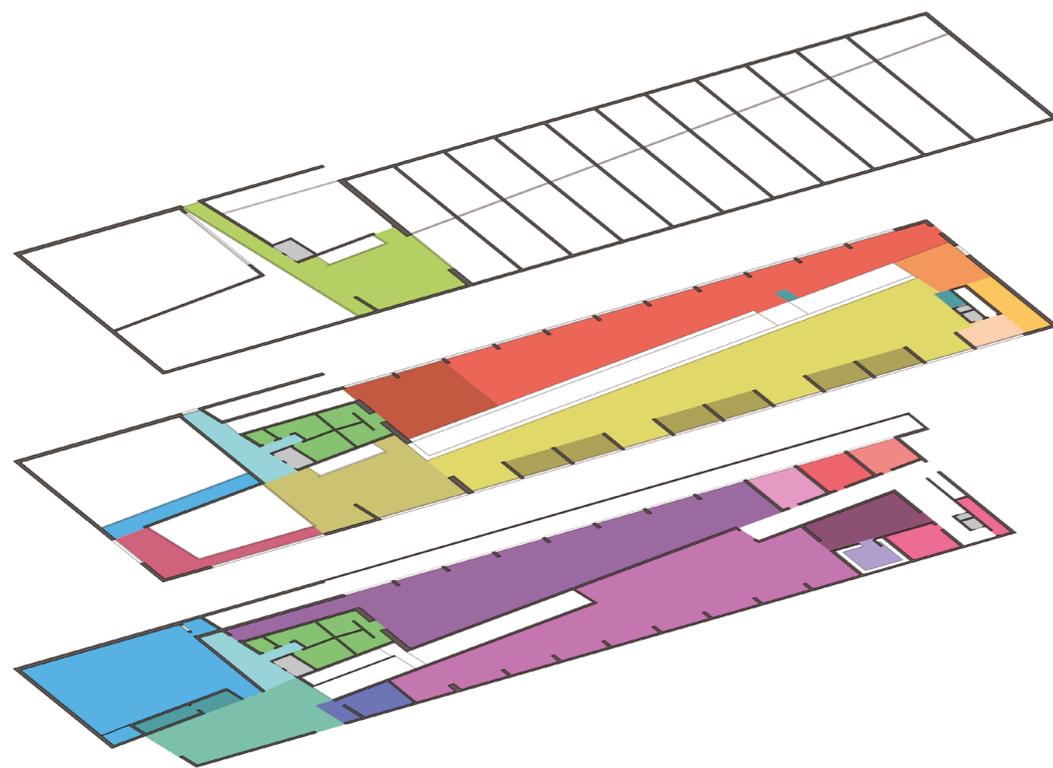


Figura 34 Esquema de plantas com distribuição programática.

átrio	i.s.	trabalho interno	deposito	autoformação	zona de crianças
atendimento	elevadores	sala de reuniões	manutenção	apoio a invisuais	animação e expressão
polivalente	circulação	sala de informática	caixa forte	empréstimo e consulta	formação tic
cafetaria	arrumos	sala do pessoal	periódicos	salas de trabalho	

5.3 Memória Descritiva

O projeto de requalificação da frente ribeirinha e Estrada da Graça procura dar um espaço de passeio que usufrua da brisa do rio. Este passeio está próximo da Estrada da Graça, local que será requalificado com uma nova frente construída de origem. A ponte com a Biblioteca Municipal e a nascente a Residência de estudantes. Entre estes dois equipamentos foram criadas pequenas praças de comércio que vivem para si, no meio de pequenos blocos de escritórios. A norte da biblioteca encontra-se o jardim Camilo Castelo Branco e a nascente um pequeno parque de estacionamento por onde são feitas as cargas e descargas para o depósito desta.

A Biblioteca Municipal foi desenvolvida com base no programa lançado com o concurso feito para a cidade. Esta ocupa uma área bruta a rondar os 3400 m², e situa-se na extremidade poente da frente da Estrada da Graça. A sua entrada esta voltada a poente diretamente ligada à cidade e aos seus habitantes.

A Biblioteca tem um embasamento feito em betão armado aparente, com um volume em cima revestido em pedra Lioz.



O átrio com triplo pé-direito, a partir do qual podemos ter acesso à sala polivalente, tem ligação visual com o espaço de trabalho comum e com a zona de formação TIC no último piso. Contém uma cafetaria com acesso a uma pequena esplanada no exterior, usufruindo da vista para o Passeio do Sado. O acesso às zonas de biblioteca, pode ser feito por elevador, escadas ou, mais importante, pela rampa central.

O átrio é o local onde se encontra a receção da biblioteca com um bengaleiro, onde os utentes podem guardar os seus pertences. Também é nesta receção que podemos esclarecer qualquer dúvida e obter informações sobre a biblioteca.

Os espaços internos de trabalho, que só podem ser utilizados pelos trabalhadores da biblioteca são acedidos através do átrio como todos os outros espaços. Situa-se no piso térreo e têm ainda uma entrada privada a nascente. É por este lado que entram todos os livros e mercadorias que chegam à biblioteca, seguem para a zona de manutenção e futuramente para o depósito. É neste piso que os trabalhadores têm o seu espaço de trabalho com grandes vãos para um pátio voltado a norte.



O edifício divide-se em duas naves, delimitadas pela grande rampa que se atravessa em diagonal e divide a secção de adultos e a secção de crianças. Esta rampa tem como guardas bancos feitos em betão onde as pessoas podem sentar-se e usufruir dos livros da biblioteca.

A secção de adultos é o maior espaço da biblioteca, também a maior das duas naves, pois inclui a rampa. Esta tem vigas de madeira no teto que marcam o ritmo que é dado também pelas laminas de betão nas paredes. A zona dos adultos está um metro acima do espaço destinado às crianças havendo um controlo visual sobre o espaço dos mais pequenos. Estas duas naves são suportadas por grandes lâminas de betão que criam os espaços isolados de trabalho voltados a sul. Tanto as salas de trabalho como o espaço de trabalho comum usufruem de um rasgo a sul deixando apreciar a paisagem do rio filtrando a luz solar.

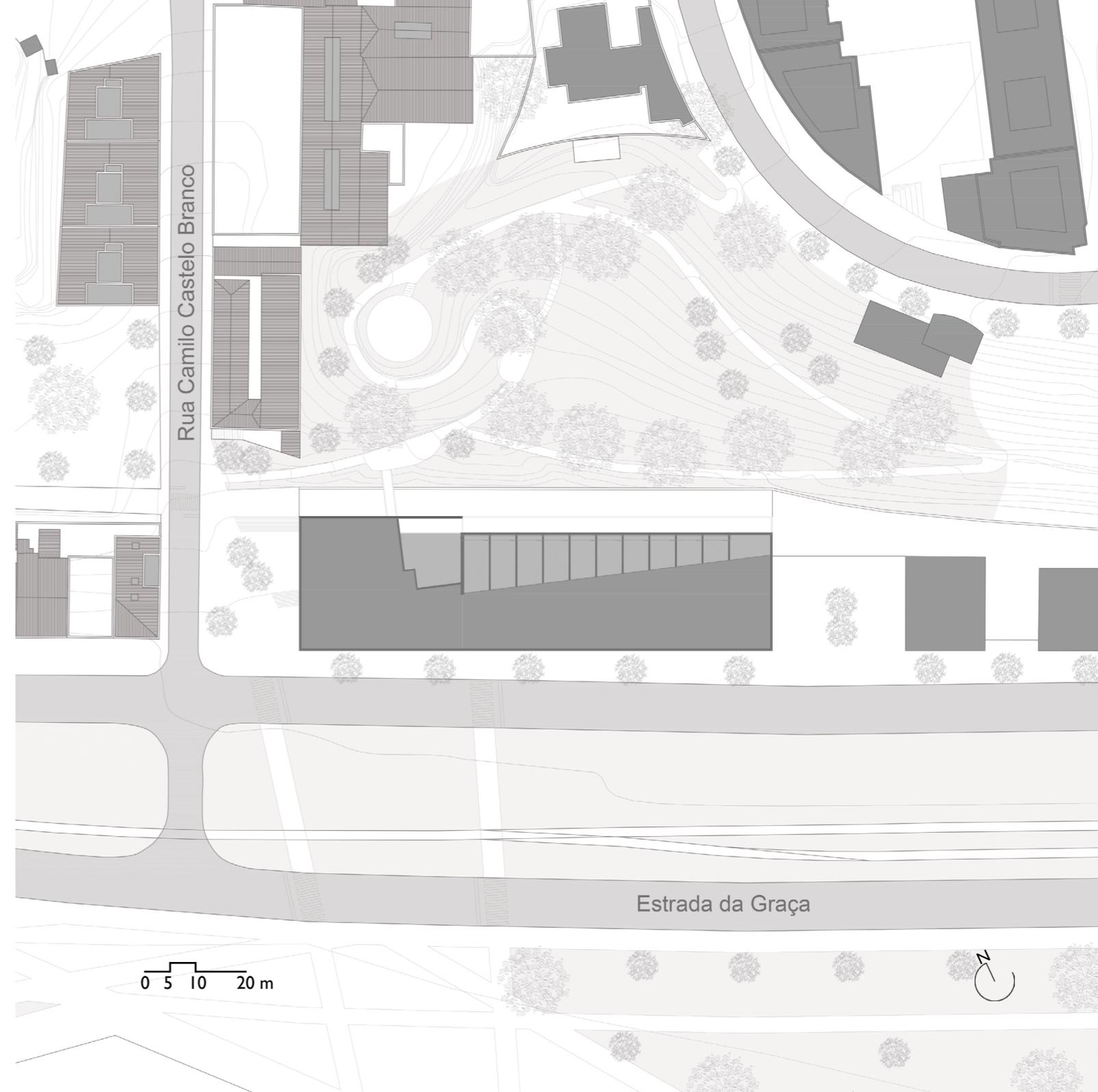


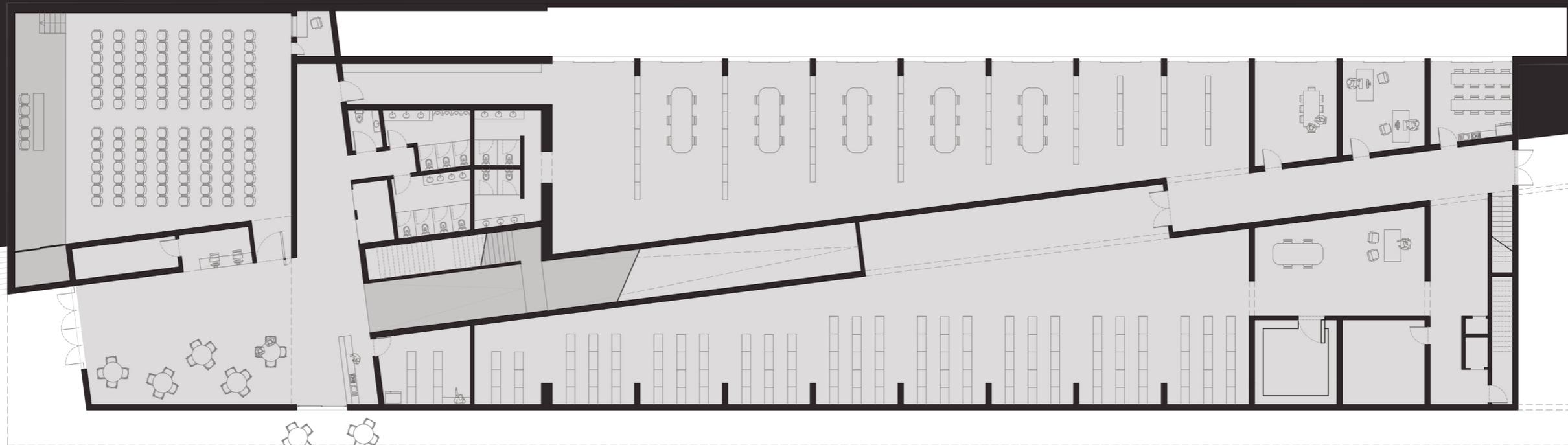
A secção de crianças encontra-se voltada a norte com grandes vãos que iluminam as duas naves. Aqui podemos encontrar todos os livros destinados às crianças. Próximo das I.S. destinadas aos mais pequenos está um espaço de animação e expressão com mesas onde as crianças podem assistir a filmes e pintar.

O último piso tem uma ligação direta com o jardim Camilo Castelo Branco, onde qualquer pessoa pode chegar facilmente. Este é um jardim que liga a cota mais alta da escarpa de S. Nicolau e a zona baixa da Estrada da Graça.



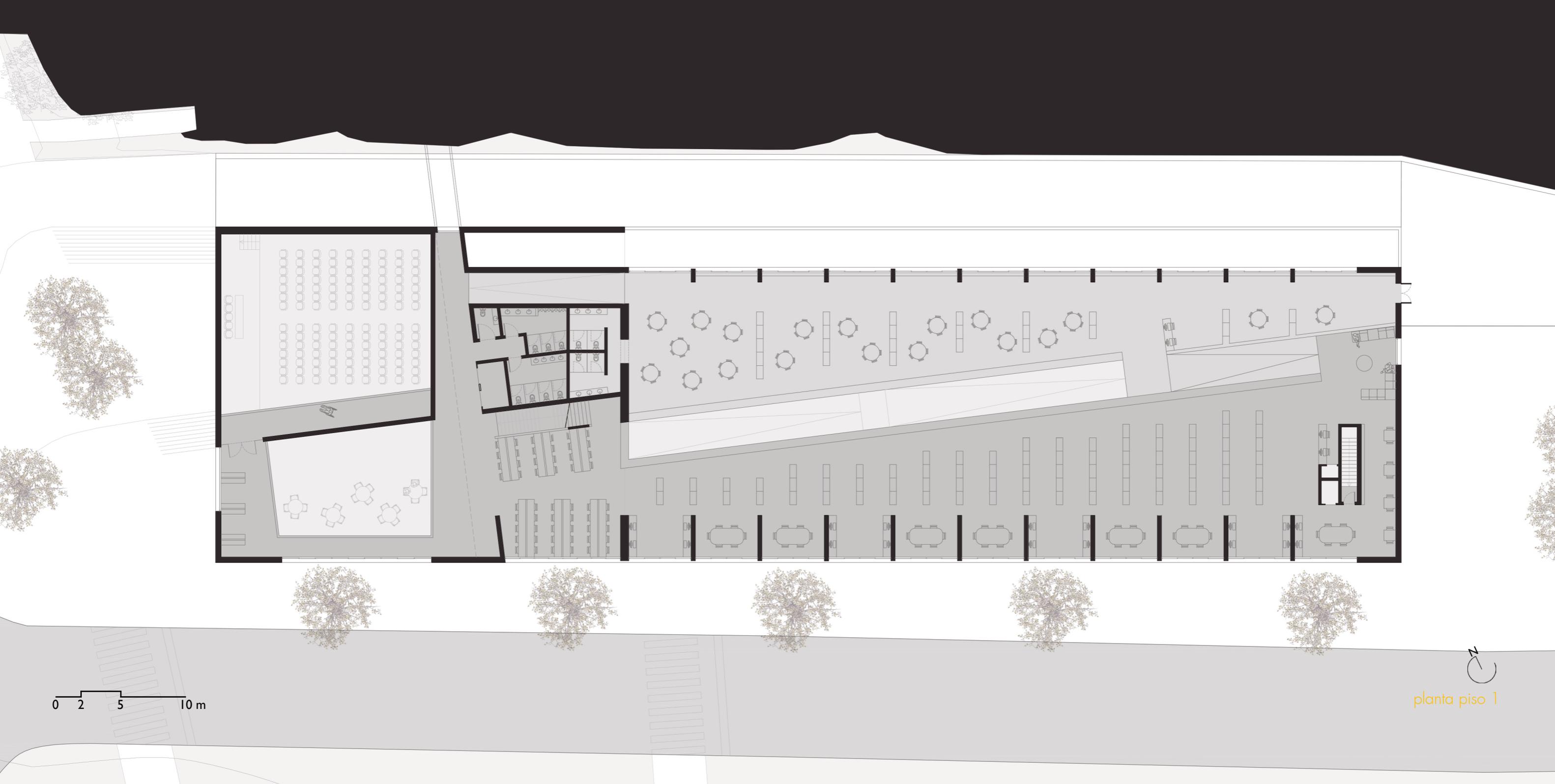
planta de implantação





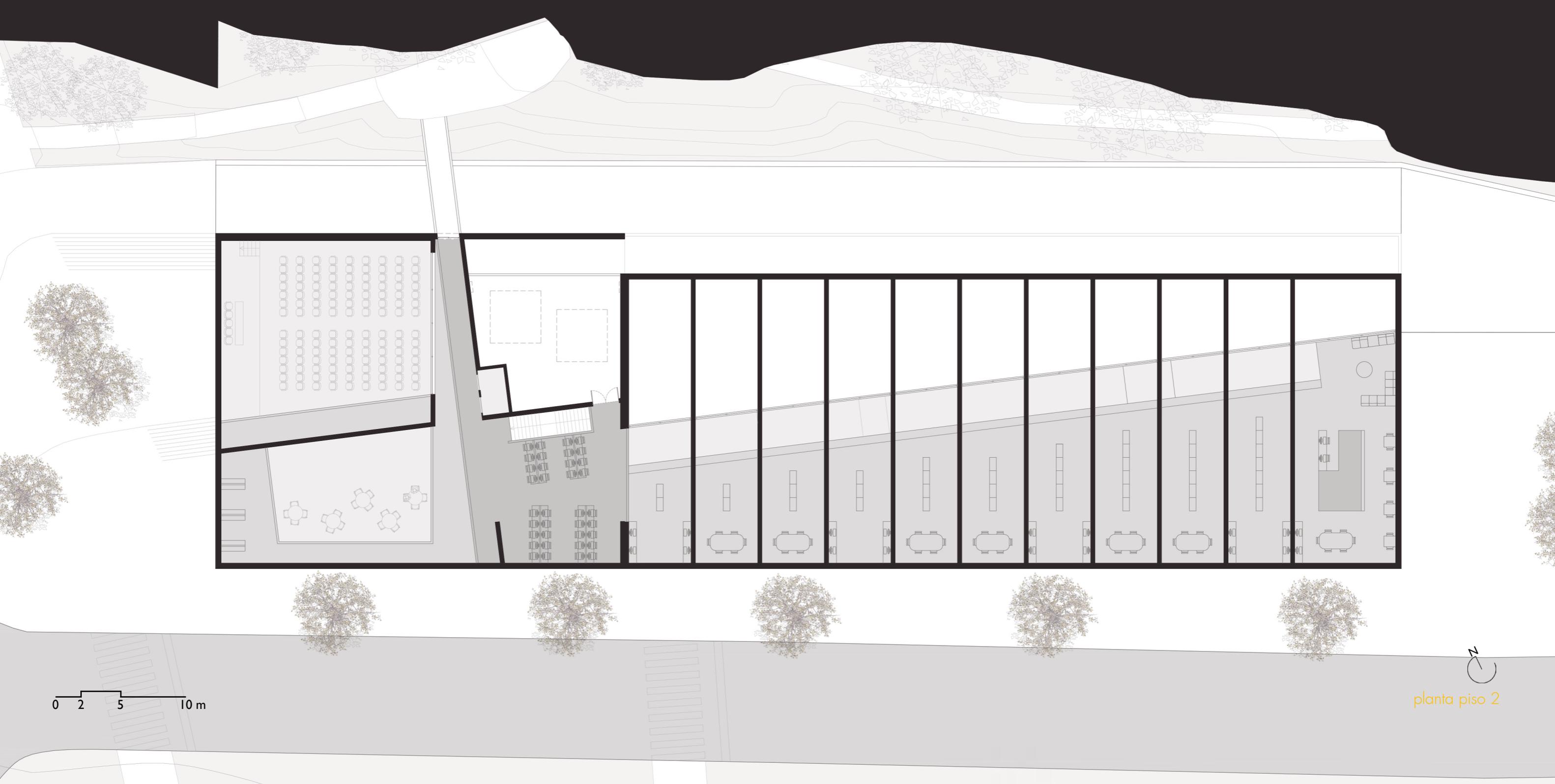
0 2 5 10 m

planta piso 0



0 2 5 10 m

planta piso 1



0 2 5 10 m

planta piso 2



0 2 5 10 m

alçado sul



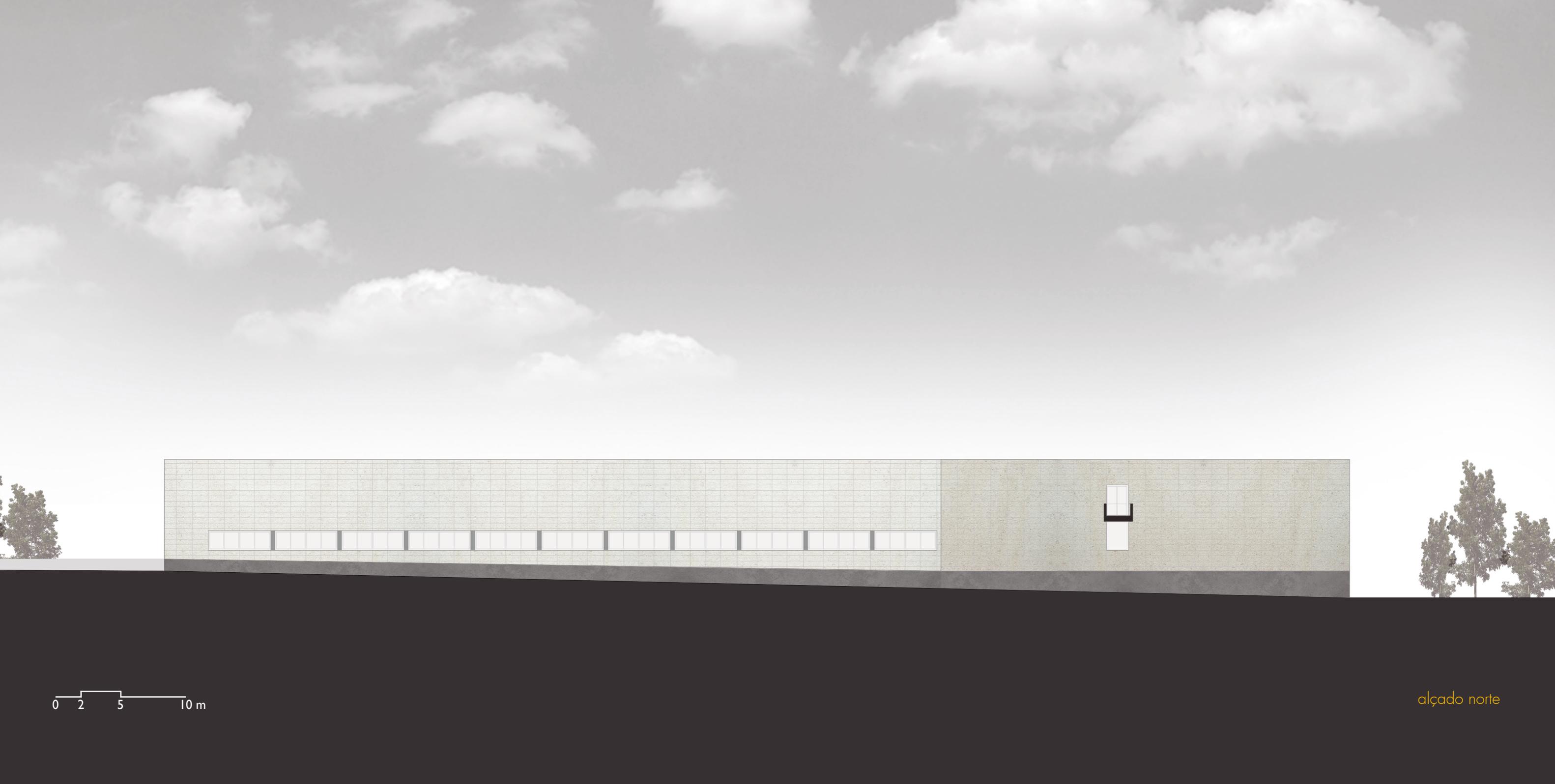
0 2 5 10 m

alçado poente



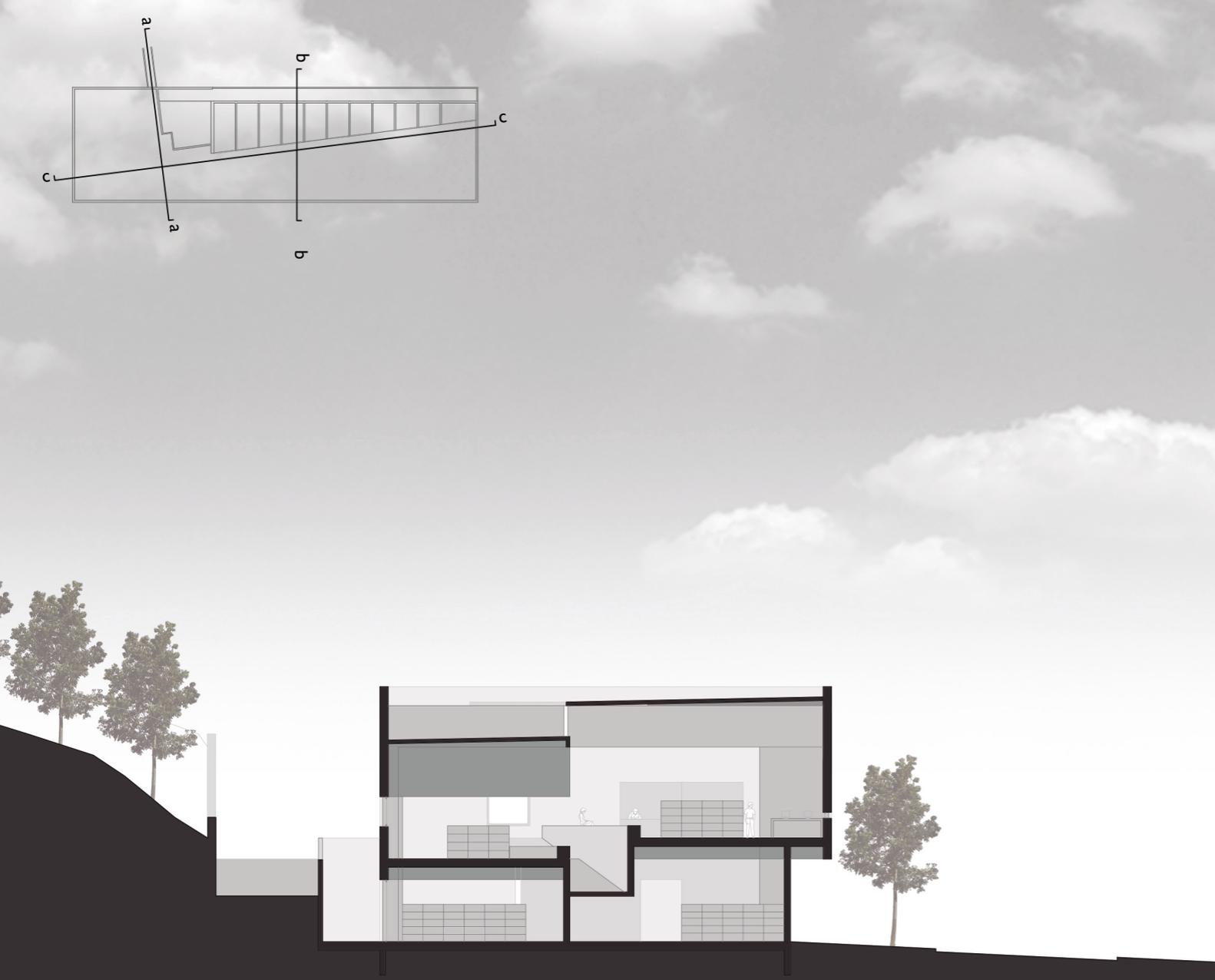
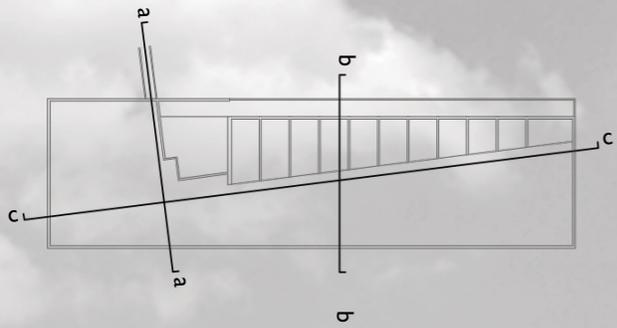
0 2 5 10 m

alçado nascente



0 2 5 10 m

alçado norte



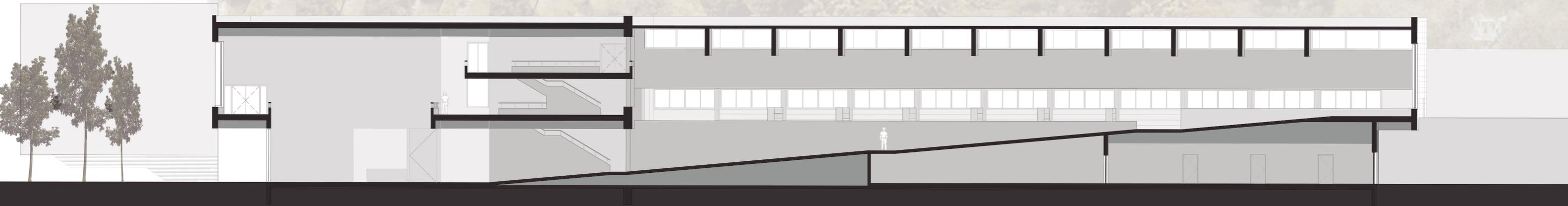
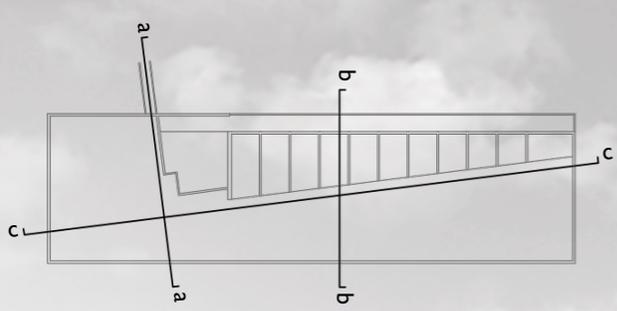
0 2 5 10 m

corte a



0 2 5 10 m

corte b



0 2 5 10 m

corte c

PARTE II

Vertente Teórica

Trabalho Teórico submetido como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Arquitetura

O VIRTUAL SOBRE O REAL

Estudo sobre ferramenta para aumentar maquetas físicas

I Vertente Prática

O Virtual Sobre a Realidade

Estudo sobre ferramenta para aumentar maquetas reais

Orientador

Sara Eloy - Professor auxiliar do ISCTE-IUL

Co-orientador

Miguel Sales Dias - Professor associado convidado do ISCTE-IUL

PARTE II Vertente Teórica

1 Introdução	92		
1.1 Objetivos	94		
1.2 Metodologia	95		
1.3 Calendarização	96		
1.4 Estrutura do trabalho	97		
2 Estado de Arte	100		
2.1 A visualização através da maqueta real	100		
2.1.1 Maquetas para projeto de arquitetura	100		
2.1.2 Maquetas de contexto urbano	103		
2.2 A visualização através da maqueta virtual	104		
2.2.1 Computer Aided Design	104		
2.2.2 Modelação 3D	106		
2.2.3 Vantagens do modelo virtual	110		
2.3 A visualização através da realidade aumentada	112		
2.3.1 Realidade aumentada	112		
2.3.2 Tecnologia	115		
2.3.3 Realidade aumentada em arquitetura	120		
2.3.4 Realidade aumentada em maquetas	123		
3 Proposta de aumento de maquetas com RA	128		
3.1 Cenários	128		
3.2 Requisitos	136		
3.3 Desenvolvimento da aplicação	140		
		3.3.1 Interface	140
		3.3.2 Ferramentas e funcionalidades	142
		3.3.3 Sistema de Reconhecimento	145
		4 Utilização do protótipo ARch4models	
		4.1 Preparação do modelo digital	150
		4.1.1 Criar modelo 3D e exportar para 3DS Max	150
		4.1.2 Criar grupos no 3DS Max	152
		4.1.3 Exportar OSG	155
		4.1.4 Adicionar e mudar modelo 3D	156
		4.2 Colocação do modelo digital na maqueta	157
		5 Testes de usabilidade e satisfação	162
		5.1 Metodologia	162
		5.2 Hardware utilizado	163
		5.3 Participantes	164
		5.4 Resultados	165
		6 Considerações Finais	174
		6.1 Trabalho futuro	176
		7. Referências bibliográficas	180
		Anexos	191

Resumo

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma nova forma de olhar sobre as maquetas de arquitetura dando-lhes vida, de modo a que estas passem a ser objetos dinâmicos que possam sofrer facilmente alterações e interagir com o observador. O desejo de conseguir aumentar a realidade com informação que esta não possui, foi o mote que levou este trabalho a propor uma ferramenta que permita dotar objetos, utilizados frequentemente em arquitetura, de características que sozinhos nunca poderiam ter. Após um estudo sobre o tipo de maquetas mais frequentemente utilizadas pelos arquitetos concluímos que as maquetas de contexto urbano são aquelas que podem ganhar mais com este tipo de abordagem e por isso ser mais úteis para os projetistas e outros intervenientes no processo de projeto. Estas maquetas servem para que o arquiteto entenda como o seu projeto se pode relacionar com o espaço envolvente. A proposta reside na utilização da maqueta real e de um ou vários modelos 3D digitais, previamente criados, que a aumentam, ou seja, sobrepõem-se virtualmente à mesma, adicionando-lhe informação. O modelo digital tem as vantagens de poder ser frequentemente alterado e totalmente analisado sem a necessidade de fazer estragos ou retalhos no modelo real. A resposta tecnológica a este problema reside no uso da Realidade Aumentada (RA) já que esta é uma tecnologia que permite a coexistência entre o real e o digital no mesmo espaço. A RA é então uma tecnologia que permite ao utilizador visualizar e interagir (HOFMAM, et al., 2006) com o seu objeto através de óculos de realidade aumentada, tablets, computadores e até mesmo consolas de jogos. Esta tecnologia

opera através do reconhecimento de marcadores visuais que podem ser imagens 2D, posicionamento por georreferência ou de um modo mais recente, como abordamos neste trabalho, através de reconhecimento tridimensional do objeto físico onde se vai visualizar os dados digitais. O ARch4models é o software desenvolvido ao longo deste trabalho e tem o objetivo de, tal como referido anteriormente, fazer coexistir no espaço uma maqueta real e um modelo virtual, aumentando-a. Esta aplicação tem como base o ARch, desenvolvido em 2013/2014 no âmbito dos trabalhos de projeto de dois alunos de mestrado do Mestrado Integrado em Arquitetura do ISCTE-IUL e uma aluna de mestrado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Ambas as aplicações foram desenvolvidas em parceria com o grupo Digital Living Spaces do ISTAR-IUL e com a Microsoft. Os testes de usabilidade e satisfação realizados no final do trabalho permitem concluir que a utilização da aplicação torna mais fácil a leitura do projeto no seu contexto urbano assim como permite explorar a maquete de um modo mais dinâmico. Esta também consegue ser uma mais-valia ao longo do processo de projeto de um arquiteto.

Palavras-chave:

realidade aumentada; arquitetura; maquetas; modelo 3D digital; processo de projeto.

Abstract

The main goal of this work is to develop a new way to look at physical model buildings, by giving them life, so that they become dynamic objects that can be changed and interact with the user. The will to augment reality with information reality does not have, was the reason to propose a tool which would enable objects, frequently used in architecture, to acquire features that they can't have in reality. After a research about which types of physical model buildings architects frequently use, we concluded that urban context models are the ones that can take more advantage of this approach and be more useful for architects and other users in the design process. These models are used by the architect so that for him/her to understand how his/her project is linked with the surrounding environment. The current proposal uses a real model and one or more 3D virtual models, previously created, that increase virtually the real model adding information to it. The use of a digital model has the advantage of allowing changes without damaging the real model. Augmented Reality (AR), was used to answer the research problem as a technology that allows the coexistence between real and digital in the same space, and with which the user can view and interact (HOFMAM, et al., 2006) with his/her object using augmented reality glasses, tablets, computers and even videogame consoles. This technology operates by recognizing 2D visual marks, geotags or, as we approached in this work, with three-dimensional recognition of an object, where will display the digital data. ARch4models is the software developed along this research with the objective, as referred earlier, of coexist the real and the virtual model,

increasing it. This application is based on ARch, developed in 2013/2014 by two master students of the Integrated Master in Architecture and a master student from Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Both applications were developed in collaboration with the group Digital Living Spaces of ISTAR-IUL and with Microsoft. The conducted usability and satisfaction tests supported the conclusion that the use of ARch4models enables an easier visualization of the design in the urban context as well as allows to explore the physical model building in a more dynamic manner. This app can also be an advantage during all the design process.

Keywords: augmented reality; architecture; models; 3D model; project process.

introdução

I Introdução

Essencialmente no mundo ocidental, as tecnologias são parte integrante e um ponto fulcral da nossa evolução. Todos sabemos que hoje em dia, nos países desenvolvidos, um grande número de cidadãos usa diariamente o seu computador, tablet ou smartphone, seja para efeitos profissionais ou pessoais. Do mesmo modo, uma grande parte dos arquitetos e estudantes de arquitetura utilizam estas ferramentas no seu trabalho quotidiano. Por outro lado, em arquitetura, trabalha-se muito com maquetas físicas já que estas permitem um contacto físico mais direto com os objetos concebidos e aumentando a compreensão total do que se está a criar. Dada a morosidade implicada na criação de várias maquetes que vão mostrando as alternativas ou evolução do projeto, acredita-se que arquitetos e estudantes teriam um grande interesse numa ferramenta que lhes ajudasse a visualizar melhor as suas propostas, comparando alterações assim como visualizando-as no meio urbano que rodeia os seus projetos sem o atual consumo de tempo implicado no refazer da maquete física. Este tipo de ferramenta poderia “dar vida” a uma maquete p.e. fazendo surgir, num dispositivo intermédio, alternativas virtuais sobre a maquete real.

A atividade dos arquitetos rodeia-se de desenhos e maquetas de vários tipos, que servem todas para a mesma finalidade, compreender e ensaiar alternativas de projeto. E se a estas maquetas pudéssemos acrescentar algo que elas por si só não conseguem mostrar? A nossa hipótese de estudo é que esse aumento da maquete constituiria uma ferramenta bastante útil e apelativa a quem a utiliza. As maquetes físicas atuais são objetos estáticos que não podem ser facilmente alterados sem provocar alguns

danos no modelo. Este é o problema que vamos destacar neste trabalho, com o objetivo de acrescentar informação e dinamismo a estas maquetes. As tecnologias evoluem de dia para dia e vão sendo adotadas rapidamente quer na vida quotidiana quer na vida profissional. Nos últimos anos temos vindo assistir ao aparecimento de várias aplicações com a inovação dos smartphones e a Realidade Aumentada (RA) tem vindo a crescer desde daí. Seja para marketing como faz o IKEA na sua aplicação de catálogo ou nos videojogos, a RA é uma tecnologia em constante crescimento. Para os arquitetos as tecnologias são muito úteis ao longo do processo de projeto, nas suas várias fases e com diversos fins desde o desenho, à avaliação e simulação. Atualmente já existem app's que podem ser úteis ao arquiteto como o Urbasee Future, onde é possível colocar um modelo 3D num terreno real e testar a sua implantação. Também o ARch desenvolvido no ISCTE no ano passado (2013/2014) é uma aplicação que nos dá uma nova forma de ver um projeto seja ao longo do processo de projeto seja numa exposição.

Com este trabalho pretende-se resolver o problema das maquetas físicas e analisar qual a melhor forma de o resolver. A Realidade Aumentada é o meio que pode solucionar os seus problemas, acrescentando informação às maquetes. Sendo esta uma tecnologia em constante desenvolvimento, é possível o aparecimento de novas formas de reconhecimento seja por imagem, georreferencia ou volumetria como abordaremos mais adiante neste trabalho.

1.1 Objetivos

Com o desenvolvimento deste trabalho pretendo alcançar os seguintes objetivos:

1. Permitir que os projetistas consigam tirar maior partido das maquetes físicas, fornecendo-lhes mais informação do que estas conseguem ter;
2. Desenvolver uma aplicação baseada em RA para uso em maquetes de arquitetura.

Para isto pretende-se estudar as hipóteses tecnológicas disponíveis que permitem acrescentar informação extra ao que vemos da realidade, fornecendo à nossa visão algo que os nossos olhos não conseguem ver sem a sobreposição de uma imagem virtual. Com este trabalho pretende-se identificar os pontos fracos no uso de maquetas físicas. Pretende-se também gerar um maior entendimento entre as entidades envolvidas num projeto de arquitetura quando estas estão a visualizar um projeto. Esta ferramenta tecnológica poderá ser uma ajuda no diálogo entre as várias áreas profissionais, na realização de um projeto.

De modo a desenvolver a aplicação proposta foi necessário definir cenários de uso e os requisitos necessários para o funcionamento de uma aplicação que permita esse acréscimo de informação. A aplicação foi desenvolvida em parceria com os investigadores do grupo Digital Living Spaces da ISTAR-IUL e a Microsoft. O estudo focou-se ainda na definição

da interface de modo a que a experiência fosse o mais fácil e eficiente possível. No final do trabalho foram realizados testes de usabilidade e satisfação para perceber se a aplicação pode ou não ser uma mais-valia para quem projeta.

1.2 Metodologia

A metodologia seguida para a concretização deste trabalho foi:

1. Levantamento e tratamento bibliográfico;
2. Análise de algumas aplicações de realidade aumentada semelhantes à aplicação proposta;
3. Estudo da tecnologia utilizada para a realização de uma aplicação de realidade aumentada;
4. Definição dos cenários de utilização e dos requisitos para a aplicação proposta;
5. Colaboração no desenvolvimento da aplicação;
6. Realização de testes de usabilidade e satisfação;
7. Escrita do trabalho.

1.3 Calendarização

Tarefas	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun	Jul
• Levantamento e tratamento bibliográfico;	X	X	X	X	X					
• Análise de algumas aplicações de realidade aumentada semelhantes à aplicação proposta;		X	X	X	X					
• Estudo da tecnologia utilizada para a realização de uma aplicação de realidade aumentada;			X	X	X					
• Definição dos cenários de utilização e dos requisitos para a aplicação proposta;				X	X	X				
• Colaboração no desenvolvimento da aplicação;					X	X	X	X		
• Realização de testes de usabilidade e satisfação;								X	X	X
• Escrita do trabalho.		X	X	X	X	X	X	X	X	X

Quadro 1 Calendarização e tarefas previstas para o trabalho.

1.4 Estrutura do trabalho

Este trabalho encontra-se dividido em 4 partes. Na primeira parte encontra-se o Estado da Arte que inclui uma investigação sobre o papel das maquetes em arquitetura assim como uma revisão do estado atual da tecnologia, o que já foi feito e o que está a ser feito atualmente. É nesta parte que são feitas algumas comparações de aplicações parecidas com o que vamos propor futuramente.

A segunda parte constitui a proposta e é nesta fase que são definidos os cenários e requisitos para o desenvolvimento da ferramenta proposta. parte seguinte realizou-se um guia que explica tudo o que é necessário para colocar o modelo digital numa maquete real.

Por fim na quarta e última parte é onde fazemos uma análise dos testes de satisfação realizados a estudantes, arquitetos e engenheiros. O trabalho termina com Conclusões e uma reflexão sobre trabalho futuro.

estado de arte

2.1 A visualização através da maquete real

As maquetas são um modo de expressão. Com elas o arquiteto consegue facilmente materializar as suas ideias e mostrar as suas intenções.

Essas são vantajosas porque proporcionam uma representação fiel à realidade que um desenho não consegue transmitir e, por serem objetos em três dimensões, permitem-nos visualizá-las de várias perspetivas diferentes. Mills (2005) divide as maquetes em dois grupos: maquetas primárias e maquetas secundárias.

As maquetas primárias transmitem conceitos e ideias e são estas que são maioritariamente usadas para fins de projeto. Dentro deste grupo Mills (2005) insere: maquetas conceptuais, maquetas volumétricas e por fim maquetas de apresentação.

No grupo das maquetas secundárias, em que as maquetas são feitas com maior detalhe Mills (2005) refere: maquetas de interiores, secção, fachadas e estrutura.

2.1.1 Maquetas para projeto de arquitetura

As maquetas são um suporte ao projeto e à conceção de ideias, pois é através das mesmas que o arquiteto pensa e expressa o seu trabalho. A maquete é utilizada como instrumento que ajuda o arquiteto a apresentar as suas ideias e permite que o edifício projetado possa ser

estudado a uma escala menor antes de ser construído. Dos tipos de maquetas que Mills (2005) refere, as que considere essenciais ao desenvolvimento de um projeto são:

- Maquetas conceptuais, como diz Mills (2005) são feitas em fases iniciais de projeto, servem para explorar questões abstratas, como materialidade e relação com o local. O mesmo autor diz ainda que estas maquetas são usadas como “código genético” e vão servir para orientar as direções tomadas ao longo do projeto. Como exemplo temos a Figura 1 que é uma maquete de conceito feita em 2001 pelo atelier ARX, para o projeto EST Barreiro construído em 2005.

- Maquetas volumétrica, segundo Mills (2005) são maquetas simples que representam o volume do projeto, estas não têm ainda qualquer detalhe, nem qualquer vão. Estas maquetas são geralmente feitas a pequenas escalas por não terem detalhes e servem para conferir relações com envolventes próximas. Podem inclusivamente estar relacionadas ou integradas em maquetas urbanas [Figura 2].

- Maquetas de apresentação são maquetas que representam um projeto finalizado, são construídas com cuidado para ficarem apresentáveis. Segundo Mills (2005) são usadas para apresentar aos clientes. Na Figura 3 está o exemplo de uma maquete de apresentação feita pelos ARX do edifício Mythos, construído em 2008 no Parque das Nações.

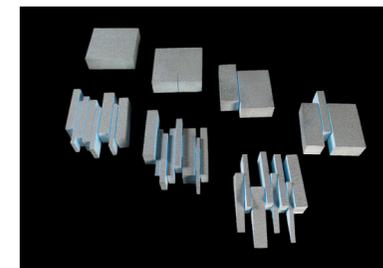


Figura 1 Maquete de conceito da EST Barreiro dos ARX. (<http://arx.pt/pt/construido/185-est-barreiro>)

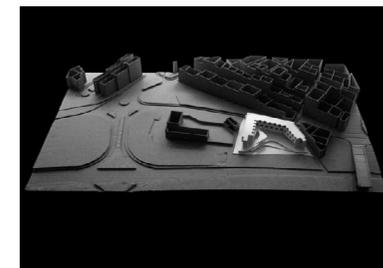


Figura 2 Maquete de volumes e contexto do Hotel da Vila dos ARX. (<http://www.arx.pt/em-projecto/213-projecto-template>)

- Maquetas de interiores são geralmente representadas a uma escala maior (1:100, 1:50 ou 1:25) que mostra como se desenrola o interior de um espaço projetado [Figura 4]. Como diz Mills (2005) estas funcionam como maquetas que ajudam no desenvolvimento de projeto porque são feitas para estudar o espaço interior.

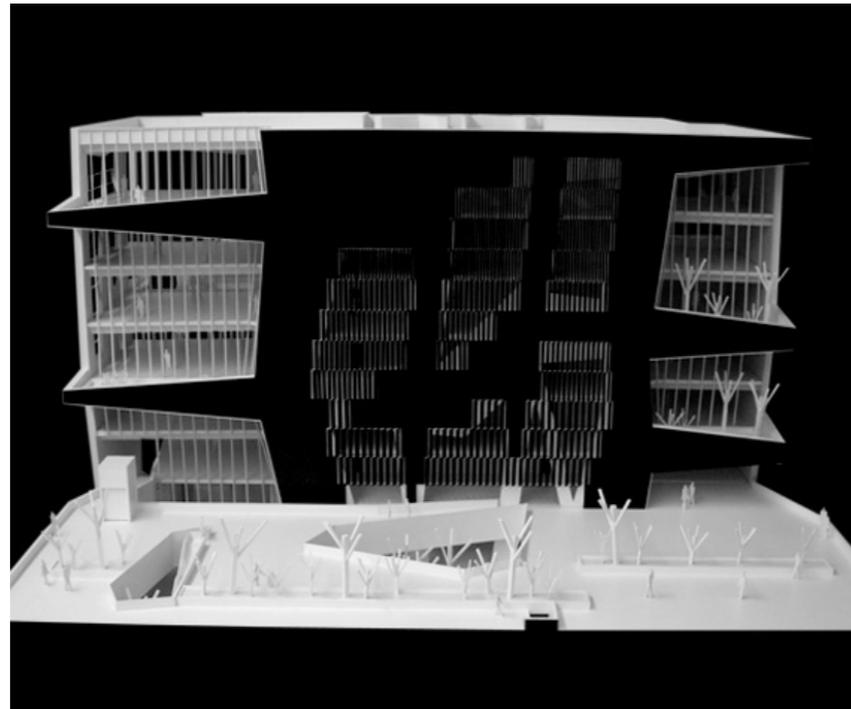


Figura 3 Maquete de apresentação do edifício Mythos dos ARX. (<http://arx.pt/pt/construido/583-edificio-mythos>)

“As maquetas do contexto podem ser elaboradas de forma a acomodar diferentes projetos, deixando-se um espaço vazio onde se pode encaixar várias edificações no terreno.”
(MILLS, 2005)

2.1.2 Maquetas de contexto urbano

As maquetas ajudam o arquiteto a entender um local, estas podem ser consideradas maquetas volumétricas que mostram a volumetria de uma cidade, ou parte dela. As maquetas urbanas são aquelas que nos dão informação tridimensional do modo como se estrutura o meio onde vamos projetar. Com elas o arquiteto pode estudar o ambiente que envolve o seu local de intervenção.

Segundo Mills (2005), estas são feitas para estudos de relações entre volumes. O mesmo autor acrescenta que as maquetas de contexto urbano servem para mostrar o território envolvente que avizinha o projeto. Estas podem ser usadas para visualizar e analisar várias propostas simultaneamente, podendo cada projetista colocar a sua proposta no terreno de intervenção para perceber a relação com o ambiente envolvente [Figura 5]. Tal pode também acontecer no caso de uma turma de alunos que está a trabalhar o mesmo local.

Estas maquetas são importantes para a fase inicial do projeto, é aqui que o arquiteto consegue perceber como o seu projeto se pode integrar com a cidade e onde se vai inserir.

Este tipo de maquetas também é utilizado para planos de áreas maiores como p.e. o Plano para a Av. de Berna do ARX [Figura 6].



Figura 4 Maquete do interior de uma casa. (<https://mozartravelli.files.wordpress.com/2011/06/mozart-ce1.jpg>)



Figura 5 Maquete de contexto com espaço para colocação de projeto, 2º ano do MIA 2015. (fotografia por Joana Gomes)

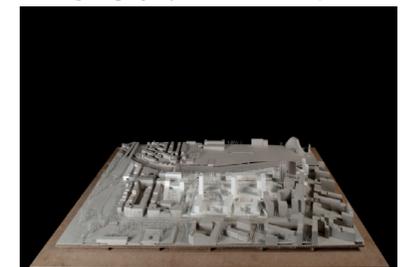


Figura 6 Maquete do Plano para a Av. de Berna, ARX. (<http://arx.pt/pt/em-proyecto/155-plano-avde-berna>)

2.2 A visualização através da maquete virtual

O arquiteto suporta grande parte do seu trabalho no desenho, através do qual expressa o seu pensamento e ideias de projeto. Com o aparecimento dos computadores e da sua exploração em arquitetura na década de 60, estes passaram a ser incorporados no processo de projeto de arquitetura e a fazer parte da metodologia de trabalho. Desde então as ferramentas digitais começaram gradualmente a impor-se e fazem com que o arquiteto passe a utilizar cada vez mais o computador (REBELO, 1999), fazendo deste um instrumento essencial para a sua profissão.

2.2.1 Computer Aided Design

CAD (Computer-Aided Design) é o nome dado aos sistemas informáticos utilizados em arquitetura e engenharia que auxiliam o desenvolvimento do projeto. Segundo Celani (2003), apenas no início dos anos 60, com o programa “Sketchpad” de Ivan Sutherland, é que se dá o aparecimento do CAD interativo, no Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.).

Porém Sguizzardi (2011) diz que apenas perto de 1990, com a evolução dos computadores e com a maior facilidade de acesso por parte do público, se torna evidente o crescimento da utilização desta tecnologia. Com o maior uso do computador os arquitetos passaram a utilizar software para ajudar na conceção de projeto, como é o caso do AutoCAD, um dos software mais utilizado pelos atores envolvidos neste ramo, que facilita o desenho e a gestão do projeto.

Mas nem tudo o que está associado ao uso do CAD são vantagens. Okeil (2010) afirma que o CAD é um sistema que pode limitar o pensamento do arquiteto e que o modo como as interfaces CAD são concebidas (com os menus, comandos, teclados e rato) parecem bloquear o processo criativo, uma vez que o arquiteto tem que se preocupar mais com o uso da ferramenta do que com o próprio projeto.

2.2.2 Modelação 3D

A modelação 3D traz-nos a possibilidade de desenvolver projetos tridimensionais em formato digital. Os modelos 3D passaram a possibilitar a simulação do espaço de forma fiel à realidade, ao observador, à percepção de materiais, sombras e outros aspetos relevantes, assim como um maior entendimento do espaço e do seu funcionamento. É possível ver o interior como se o vivenciássemos, situação que não é possível com maquetas físicas a pequenas escalas.

A grande vantagem dos modelos virtuais 3D é a possibilidade de visualização de um projeto de todos os ângulos possíveis, internos e externos, utilizando o mesmo modelo virtual (REBELO, 1999). Existem vários software de modelação 3D, dos quais podemos destacar o Revit, AutoCAD, 3DS Max, SketchUp, ArchiCAD e Rhinoceros 3D por serem os mais utilizados em arquitetura.

A empresa Autodesk é a produtora de três dos programas de modelação 3D referidos a cima. O AutoCAD [Figura 7] é um software CAD (Computer-Aided Design) comercializado desde 1982. Este programa é utilizado para desenho 2D e para criação de modelos 3D. Uma característica marcante do AutoCAD é o facto de usar uma programação conhecida como AutoLISP, ou seja, a ferramenta reconhece comandos escritos pelo utilizador e ativa-os.

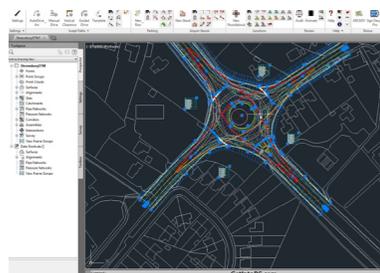


Figura 7 Interface do AutoCAD para desktop.
(<http://getintopc.com/wp-content/uploads/2013/07/Free-AutoCAD-2014-Download.jpg>)

O Revit [Figura 8], também da Autodesk, é um software BIM (Building Information Model), criado para modelação de informações de construção. Esta ferramenta é automatizada e funciona essencialmente através da modelação 3D com meta-informação. Ao reproduzirmos um modelo em três dimensões, o software cria automaticamente os desenhos em duas dimensões, ou seja, uma alteração em qualquer parte do projeto provoca alterações instantâneas em todas as outras representações da mesma sem qualquer interação do utilizador.

O 3DS Max [Figura 9] da mesma empresa dos anteriores é uma ferramenta de modelação tridimensional que permite ao usuário fazer renderização e animação com imagens. Esta é bastante utilizada em produções de filmes de animação.

Esta ferramenta utiliza uma extensão nativa .max mas é compatível com muitas das extensões utilizadas por outros softwares de modelação tridimensional. Uma característica relevante do 3DS Max é o facto de gerar superfícies NURBS (Non Uniform Rational Basis Spline), que é um modo avançado de visualizar polígonos com uma superfície suave. Este é utilizado para representar superfícies de forma livre, como formas de carros e navios. (Autodesk, 2014)

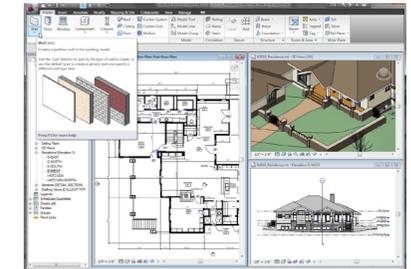


Figura 8 Interface do Autodesk Revit.
(http://maxicad.com.br/blog/wp-content/uploads/2014/06/Autodesk-Revit-Arch-2010_02_User_Interface_Full.jpg)



Figura 9 Interface do 3DS Max para desktop.
(<http://getintopc.com/wp-content/uploads/2013/07/Free-AutoCAD-2014-Download.jpg>)



Figura 10 Interface do SketchUp.
(<http://s318.photobucket.com/user/amarshallpics/media/GarageShop/30a42f0a.jpg.html>)

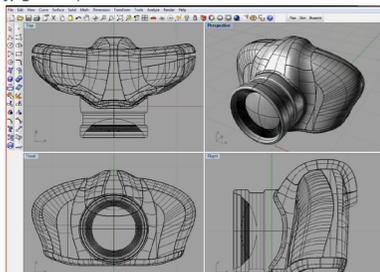


Figura 11 Interface do Rhinoceros 3D.
(<http://www.rhino3dhelp.com/tutorials/creating-your-first-toolbar-button-macro/>)

Criado originalmente pela At Last Software, e adquirida em 2006 pela Google, temos o SketchUp [Figura 10]. Atualmente a ferramenta pertence à empresa Trimble, desde 2012. É um software de modelação 3D, fácil e intuitivo, onde o utilizador apenas necessita agarrar um lápis (comando do software) e desenhar linhas nas três dimensões (X;Y;Z) e o modelo começa a ser criado. Um aspeto importante da versatilidade do SketchUp é a ligação a vários Plug-ins, como o Google Earth, através do qual o utilizador pode exportar uma zona do mapa-mundo e importar para o Sketchup desenhando nessa modelação 3D do terreno.

Outro Plug-in é o Sketchy Physicsm destinado a simulações físicas. Existem ainda vários Plug-ins de renderização para o SketchUp como o V-Ray e o Indigo. (Trimble, 2014)

O Rhinoceros 3D [Figura 11], mais conhecido por Rhino foi desenvolvido por Robert McNeel & Associates. É um software de modelação 3D, baseado na tecnologia NURBS (Non Uniform Rational Basis Spline) tal como o 3ds Max. Esta ferramenta nasceu inicialmente como um Plug-in do AutoCAD da Autodesk. Foi mais tarde desenvolvido como software independente, atualmente utilizado em diversos ramos do Design, Arquitetura e Engenharia. Um dos seus principais atributos é a sua interface operacional, bastante mais intuitiva quando comparado ao AutoCAD. Existem vários Plug-ins de renderização para esta ferramenta como: RhinoScript, Flamingo, Penguin, V-Ray e Rhinophoto. (Robert McNeel & Associates, 2014).

O ArchiCAD [Figura 12] é um software BIM (Building Information Model) e CAD (Computer-Aided Design), desenvolvido pela empresa Graphisoft. Permite a modelação em três dimensões e desenho em duas dimensões. Tem a particularidade de ser uma ferramenta baseada no trabalho em equipa, onde vários utilizadores podem trabalhar simultaneamente no mesmo modelo. (Graphisoft, 2014)

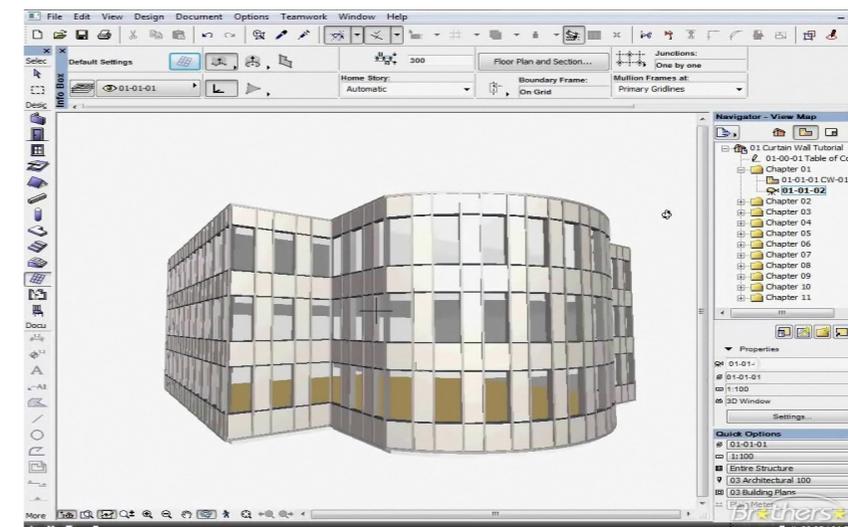


Figura 12 Interface do ArchiCAD.
(<http://computer aideddesignguide.com/archiCAD-autocad-alternative/>)

“A maquete virtual (...) somada à maquete física, apresenta algumas vantagens em relação a outros métodos de representação de informação.”

(LUCIANO, 2012, p. 699)

2.2.3 Vantagens do modelo virtual

A maquete é um elemento que sempre foi utilizado para auxiliar os arquitetos na concepção das suas ideias. O modelo físico real tem a finalidade de representar algo estático. A conjugação deste modo tradicional com as novas tecnologias traz-nos a hipótese de cruzar as informações do espaço real com informações do espaço virtual, para ajudar no desenvolvimento e concepção de projeto. (LUCIANO, 2012)

Segundo Luciano (2012) a maquete virtual pode ser utilizada em diversas áreas de estudo, pois, ao ser conjugada com a maquete tradicional, apresenta vantagens na representação de informações que são assim sobrepostas ao objeto físico. O mesmo autor dá o exemplo do desenvolvimento de um projeto de reabilitação onde muitas vezes é difícil a compreensão do edifício existente e das suas partes constituintes e a conjugação das várias áreas de projeto. Este tipo de representação virtual sobrepõe informações, obtidas através de pesquisas históricas e iconográficas, ao modelo físico real.

Tal como diz Cuperschmid (2014) toda a informação deve ser entendida por qualquer pessoa, com ou sem formação profissional na área da arquitetura. Tem a vantagem de ser um modelo criado virtualmente, o que faz com que seja muito menos dispendiosa a sua produção, reque-rendo também menos mão-de-obra que uma maquete física, e se considerarmos também que a sua edição é mais fácil e rápida que a mudança de um modelo físico.

Outra vantagem, e a principal a abordar neste trabalho, como diz Luciano (2012), pode ser a adição à maquete física, ou seja, pode haver uma sobreposição de modelos para que o modelo virtual traga mais informação ao modelo físico, de forma a ser mais facilmente compreendido por qualquer pessoa. P.e. pode mostrar materialidades, interiores através de secções, estruturas e infraestruturas, insolação entre muitos outros aspetos, que o modelo físico não contém por si só.

Todas estas vantagens fazem com que o modelo virtual seja dinâmico e interativo em tempo real.

“What is the relationship between Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR)?”
(MILGRAM & TAKEMURA, 1994)

2.3 A visualização através da realidade aumentada

A Realidade Virtual (RV) e a Realidade Aumentada (RA) relacionam-se entre si e é válido considerá-las como duas tecnologias complementares. A RV é geralmente referida como um ambiente completamente virtual, que pode ou não seguir as propriedades físicas do mundo real. Por outro lado no mundo real não é possível ir para além das leis da física. (MILGRAM & TAKEMURA, 1994) Na Figura 13 está representado um gráfico que mostra como a RV e o Ambiente Real são extremos opostos de um continuum entre o real e o virtual, no qual a Realidade Mista (Mixed Reality) faz o intermédio. No caso do lado esquerdo da imagem “Real Environment” (Ambiente Real) é um ambiente constituído exclusivamente por objetos reais, é o mundo em que vivemos. No extremo oposto “Virtual Environment” (Ambiente Virtual) é constituído somente por objetos virtuais, que incluem simulações feitas através de computadores. (MILGRAM & TAKEMURA, 1994) A área da Realidade Mista mostra que a Realidade Aumentada se encontra mais próxima do mundo real, mas ao mesmo tempo entre o mundo real e a Realidade Virtual.

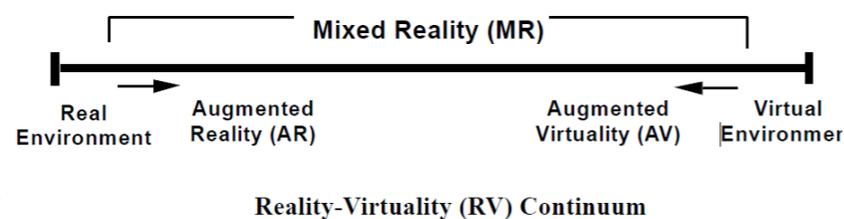


Figura 13 Representação da Realidade Virtual Continua. (MILGRAM & TAKEMURA, 1994, p. 2)

“AR allows the user to see the real world, with virtual objects superimposed upon or composited with the real world.”
(AZUMA, 1997)

2.3.1 Relidade Aumentada

A RV leva o observador para um ambiente tridimensional, no qual o observador é imerso num mundo virtual à parte da realidade. Por seu lado, a RA permite tanto a interação do observador com os objetos virtuais como a interação entre os objetos reais e virtuais ao mesmo tempo (TORI, et al., 2006). Segundo Ronald Azuma (1997) o ideal é que não se consiga distinguir os objetos virtuais do espaço real, parecendo fazer parte um do outro, como acontece no filme “Quem tramou Roger Rabbit?” [Figura 14].



Figura 14 Imagem do filme “Quem tramou Roger Rabbit?”
(<https://cdn2.thedissolve.com/features/599/fullwidth.95d4826f.jpg>)

A RA permite adicionar novos dados e maior dinamismo ao real. Segundo Hofmam (2006) podemos definir a RA como um sistema que contém as seguintes características:

- Coexistência da realidade e virtualidade (introduzindo objetos digitais ao ambiente real);
- Interação em tempo real;

A RA tem o objetivo de, através da inserção de elementos gerados computacionalmente, auxiliar o observador, aumentando a percepção sobre a realidade. (AZUMA, 1997)

Segundo Amim (2007) esta vantagem trazida pela RA faz com que comece a ser utilizada em diversas outras áreas profissionais, como a medicina onde serve como guia para cirurgias [Figura 15]; na indústria de entretenimento que passa a ser possível a coexistência dos elementos reais com os virtuais [Figura 14]; em treinamentos militares com as simulações de ocasiões reais; e na arquitetura [Figura 16] que é o ponto fulcral deste trabalho.



Figura 15 Observação da espinha dorsal auxiliada pela RA. (<http://www.augmentedrealitytrends.com/augmented-reality/medical-augmented-reality.html>)



Figura 16 Maquete virtual. (<https://recursoscomputacionais.files.wordpress.com/2011/04/arthur21.jpg>)

2.3.2 Tecnologia

Atualmente a Realidade Aumentada traz possibilidades que, há 20 anos atrás, eram impossíveis de prever. No que toca à tecnologia, as áreas mais afetadas por esta evolução são a área dos videogames, telemóveis e tablets (TORI, et al., 2006). Tori (2006) acrescenta ainda que através de um aparelho com câmara para recolha das imagens do espaço real e um software de RA é possível combinar os objetos virtuais com o mundo real. “O ajuste dos objetos virtuais no espaço real, feito na calibração, pode ser interativo, visual ou baseados em referenciais de posição” (TORI, et al., 2006). Tal como diz Amim (2007) a câmara capta uma visão tridimensional da realidade e converte-a numa imagem bidimensional, em que os fatores distância e posicionamento determinam exatamente o que será projetado na mesma. Isto acontece através da digitalização de certos pontos referenciados que o software irá interpretar para acionar o modelo que irá projetar.

A realidade aumentada pode ser registada através de posição por georeferenciação ou ainda por marcadores visuais [Figura 17], que servem para identificar a imagem que é digitalizada pela câmara. Segundo Amim (2007) estes marcadores são marcações passivas, ou seja, não necessitam de eletricidade ou qualquer tipo de energia para funcionarem. São marcadores óticos que podem ser impressos facilmente num papel, tendo reconhecimento imediato através de um dispositivo com câmara e uma aplicação de RA.



Figura 17 Marcadores visuais. (AMIM, 2007, p. 32)

2.3.2.1 Reconhecimento por marcadores bidimensionais e georreferência



Figura 18 Dispositivo a digitalizar QR Code. (<http://www.ezleads4u.com/lead-capture/qr-code-scan/>)



Figura 19 Interface da aplicação do IKEA. (http://www.geek.com/wp-content/uploads/2013/08/ikea_augreal_02.jpg)



Figura 20 Livro com marcadores visuais. (<http://extremisimo.com/wp-content/uploads/2010/03/realidad-aumentada.jpg>)

Os marcadores visuais, tal como, os QR Codes [Figura 18] (para marcações de sites, imagens ou textos) são amplamente utilizados por serem de baixíssimo custo e pouquíssima manutenção. Os marcadores podem ser utilizados como estratégia de marketing, tal como usa a empresa IKEA. O catálogo do IKEA [Figura 19] tem vários marcadores ao longo das páginas, o utilizador precisa apenas de ter a aplicação da loja no seu smartphone ou tablet e digitalizar o marcador a partir do catálogo. Vai então aparecer o objeto virtual no dispositivo e o utilizador pode testá-lo em qualquer parte da sua casa. Estes marcadores são também utilizados em livros didáticos [Figura 20] e para o entretenimento como p.e. o jogo The Eye of Judgement, da PlayStation 3 que utiliza cartas com marcadores visuais [Figura 22] para fazer a criatura de cada carta aparecer no ecrã do jogo.

É ainda possível o reconhecimento da posição dos objetos virtuais e o local correto onde se deve inserir relacionando-os com o espaço real. Para que isto seja possível é necessário o uso de sensores GPS (Global Positioning System), bússola, acelerómetro e giroscópio. (AMIM, 2007)

Para Tori (2006) esta é uma boa alternativa de reconhecimento para espaços abertos, o sinal é recebido via GPS e o software RA saberá as imagens que se referem àquela posição em que o utilizador se encontra. P.e. o AR Quake [Figura 21] é um jogo de RA que utiliza um HDM [Figura 23] (capacetes óticos ou capacetes com microcâmaras) para interagir com o

jogador. É destinado a ambientes exteriores e utiliza um sensor GPS para reconhecimento da posição do jogador. (AMIM, 2007)

Outro exemplo de georreferenciação é a aplicação Urbasee Future que abordarei mais à frente neste trabalho.



Figura 21 Utilizador jogando AR Quake. (http://www.yorku.ca/caitlin/futurecinemas/resources/Early%20hypertext%20fiction_files/image008.jpg)



Figura 22 Cartas do jogo The Eye of Judgement. (http://mlb-s1-p.mlstatic.com/the-eye-of-judgment-mercenary-savior-lattoo-03210-cartas-14139-MLB4433253132_062013-F.jpg)



Figura 23 Utilizadora dos Goggle Glasses. (<http://media.bestofmicro.com/K/F/380463/original/google-glass.jpg>)



Figura 24 Câmara Kinect para Windows.
(http://assets2.ignimgs.com/2015/01/01/kinect-1jpg-7f759b_1280w.jpg)



Figura 25 Digitalização pelo Kinect-Fusion.
(<http://mashable.com/2012/02/01/kinect-fusion/>)



Figura 26 Utilizador dos HoloLens.
(<http://rack.3.mshcdn.com/media/ZgkyMDE1LzAxLzlyLzNhL01pY3Jvc29m-dEhvlmZkZDdmLmpwZwpwCXRo-dW1iCTEyMDB4OTYwMD4/f6067572/0d5/Microsoft-HoloLens-MixedWorld-RGB.jpg>)

2.3.2.2 Reconhecimento de objetos 3D

A câmara Kinect [Figura 24] é um dispositivo de reconhecimento criado pela Microsoft, que reconhece objetos, pessoas e movimentos. É com esta que atualmente é possível fazer a reconstrução virtual de um objeto ou espaço, através de uma nuvem de pontos. Este dispositivo vem com microfone, uma câmara VGA, duas câmaras 3D e sensor de infravermelhos.

Até hoje já saíram duas versões do dispositivo o Kinect 360º (a primeira versão) e o Kinect One (a segunda versão). Dando uso às potencialidades deste dispositivo encontra-se em desenvolvimento o reconhecimento de maquetas, desenvolvido no trabalho de doutoramento do Eng. Filipe Gaspar do grupo Digital Living Spaces da ISTAR-IUL, Neste trabalho vamos abordar esta tecnologia Kinect-Fusion [Figura 25]. “A Kinect-Fusion permite uma digitalização de objetos reais e recriá-los em modelos 3D em tempo real.” (MIGUEL, 2014) Ainda com a tecnologia do Kinect-Fusion, a Microsoft está a desenvolver uns óculos inovadores que leem o espaço tridimensional e posteriormente reproduzem “hologramas fictícios” através dos óculos, batizados de HoloLens [Figura 26]. Esta é uma tecnologia de ponta, apresentada em 2015.

2.3.2.3 Dispositivos e modos de visualização

A RA pode ser direta ou indireta, dependendo do tipo de interação entre o observador e a tecnologia. Segundo Tori (2006), quando a direção do olhar em relação ao objeto coincide com a direção relativamente do dispositivo, fazemos com que se veja diretamente o objeto através do dispositivo, estamos perante um cenário de RA direta [Figura 27], ao passo que ao olhar para um dispositivo ou ecrã, sem estes estejam alinhado com a posição real do objeto, estamos perante uma situação de RA indireta [Figura 28]. Tori (2006) acrescenta ainda que a RA direta pode ser transmitida através de smartphones, tablets, capacetes óticos ou capacetes com microcâmaras, como é o caso dos HMD's. Dois exemplos atuais de HMD's de RA são o Google Glasses [Figura 23] e o HoloLens [Figura 26] da Microsoft.

Os elementos virtuais são visualizados através de um ecrã seja do smartphone, tablet ou HMD, que se encontra alinhado com o espaço onde se situa o objeto. A RA de visão indireta acontece quando os objetos virtuais sobrepostos ao espaço real são vistos através um monitor ou projetor, sem que este e o objeto estejam alinhados.

Uma variante da visão indireta é a visão espelho [Figura 29], cuja designação se deve ao fato de haver uma câmara ou projetor virada em direção ao observador. (AZUMA, 1997)

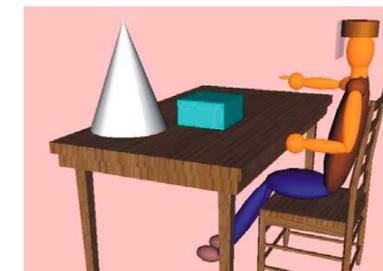


Figura 27 Visão direta. (TORI, et al., 2006, p. 28)

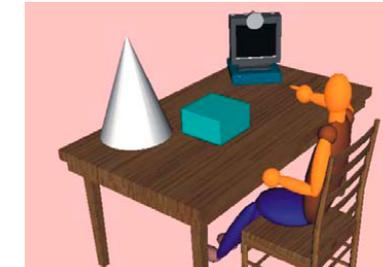


Figura 28 Visão indireta. (TORI, et al., 2006, p. 28)



Figura 29 Visão espelho. (TORI, et al., 2006, p. 28)

“A informação dirigida aos cidadãos deve ser entendida por pessoas sem formação profissional.” (CUPERSCHMID, 2014, p. 46)

2.3.3 Realidade aumentada em arquitetura

A RA é um sistema que pode vir a ajudar os arquitetos. Apresentar ideias a clientes constitui um momento complexo e de grande responsabilidade visto que o entendimento da arquitetura e dos seus modos de representação não são necessariamente compreendidos por todos. De modo a ajudar esta dificuldade, já existem algumas aplicações concebidas para uso durante o processo de projeto de arquitetura como o Ar-Media, Urbasee, 3D On, equipAR! e a ARch (LOPES, 2014; MENDONÇA, 2014; MIGUEL, 2014).

O Urbasee [Figura 30] é uma aplicação comercial, desenvolvida pela empresa Artefacto SAS e está disponível para os sistemas Android e iOS. É uma ferramenta que suporta ficheiros do formato .3ds, .kmz e .dae. O Urbasee está dividido em Urbasee Project e Urbasee Future. A diferença entre os dois é que no Project há a possibilidade de visualizar um modelo 3D através de um marcador, enquanto no Future podemos visualizar um modelo à escala 1:1 através de georreferencia. O Urbasee Project é uma aplicação que permite ao utilizador visualizar o modelo 3D como se de uma maquete se tratasse, mas com a possibilidade de ver a sua insolação em tempo real. Isto é, podemos alterar a hora do dia para ver como simular a insolação naquela altura do dia. Nesta versão o tamanho dos marcadores pode variar entre o A4 e o A0. Na versão Future a escala é estática, o objeto encontra-se sempre à escala real tendo a opção de alterar a distância entre o observador e o objeto, como se de um zoom se tratasse. Esta aplicação tem a mesma opção de insolação que o Project, mas tem mais algumas opções, como a possibilidade de rodar,



Figura 30 Tablet correndo Urbasee Future. (https://www.urbasee.com/css/v3/slide_02EN.jpg)

aproximar e mover o objeto. Em ambas, a biblioteca de modelos é feita pelo utilizador, mas para aceder a ela é necessário pagar uma anuidade bastante dispendiosa, contudo têm modelos de demonstração para testes grátis. (Artefacto SAS, 2014)

A aplicação desenvolvida por Mendonça (2014), Miguel (2014) e Lopes (2014), em parceria com o grupo Digital Living Spaces da ISTAR-IUL, é utilizada ao longo dos seus trabalhos com o nome ARch [Figura 31]. Segundo Miguel (2014) esta é uma ferramenta voltada para a área da arquitetura, que pode oferecer aos arquitetos um novo modo de trabalho e comunicação. O mesmo autor explica que para haver maior mobilidade e interação, a ferramenta é desenvolvida para funcionar num tablet, pois este já tem uma câmara incorporada e através do toque o observador pode interagir com a RA. Assim é dispensável o uso de computadores, teclados, ratos e etc. A aplicação utiliza a tecnologia NUTTS (Natural Ubiquitous Texture Tracking) que permite o reconhecimento de texturas, fazendo com que a câmara capte a informação através de uma imagem 2D, sejam ilustrações ou fotografias. Depois deste reconhecimento a aplicação coloca o modelo virtual sobre a imagem que foi digitalizada pela câmara, através dos pontos referenciados. A aplicação tem algumas ferramentas como: cortes, insolação, realçar, ocultar e pintar paredes e por fim animações. Nos cortes o observador pode interagir com a ferramenta deslizando o dedo até fazer uma secção onde lhe convém, pode ser horizontal ou vertical. No menu de realçar, pintar e ocultar o



Figura 31 Interface da ARch. (MIGUEL, 2014, p. 175)

observador pode editar o modelo através do ecrã de toque, em tempo real. É possível dar destaque a uma parede, ou mesmo ocultá-la para poder ver o interior. O observador pode também pintar uma parede de qualquer outra cor. (MIGUEL, 2014; MENDONÇA, 2014)

A interface desta ferramenta ARch é simples e intuitiva, de fácil uso para qualquer pessoa, pode ser usado tanto por um arquiteto, como por outra pessoa qualquer. Existem ainda dois modos: de apresentação e de seleção. No modo de apresentação pode-se observar o modelo livremente e simular a insolação em várias alturas do ano. O modo de seleção é onde o observador pode utilizar a ferramenta de realçar, ocultar e pintar qualquer uma das paredes ou várias. (MIGUEL, 2014; MENDONÇA, 2014)

2.3.4 Realidade aumentada em maquetas

O trabalho de Velhinho (2014), em parceria com a ISTAR-IUL, aborda o aumento de maquetas através de “um sistema alternativo de projeção Vídeo Mapping [Figura 32] com recurso à Realidade Aumentada” (VELHINHO, 2014). A vantagem do sistema funcionar através de uma projeção na maqueta é que não há necessidade de utilizar um dispositivo com ecrã para a aumentar, pois a imagem virtual aparece diretamente na mesma. Mas por outro lado é necessário: um computador, um projetor, uma webcam e um cabo VGA.

Segundo Velhinho (2014) é utilizada uma marca em xadrez para reconhecimento da posição da maqueta, que é captado pela webcam, posteriormente o computador processa a projeção e o projetor emite as imagens virtuais que vão sobrepor a maqueta. Esta ferramenta dá a possibilidade de serem emitidas várias projeções diferentes sobre esta, dependendo do que o observador queira ver.

Utilizando a aplicação desenvolvida por Velhinho, o observador tem apenas de pressionar algumas teclas no teclado do computador de modo a ter acesso às projeções de texturas, dimensões, insolação, cores e cortes.



Figura 32 Vídeo Mapping na exposição da Escola de Chicago. (VELHINHO, 2014, p. 207)

No seu estudo Cuperschmid (2014) desenvolve a ferramenta equipAR! [Figura 33 e Figura 34] que corre na plataforma iOS. É uma ferramenta com base em equipamentos urbanos e conta com 20 modelos em três dimensões. (CUPERSCHMID, 2014) A ferramenta reconhece um marcador e seleciona o modelo 3D do respetivo marcador. O observador pode interagir com os modelos movimentando-se em torno deles ou movendo e rodando os marcadores.



Figura 33 Marcadores visuais para reconhecimento. (CUPERSCHMID, 2014, p. 169)



Figura 34 Modelos 3D reconhecidos pela equipAR! (CUPERSCHMID, 2014, p. 169)

Segundo Cuperschmid (2014) os modelos 3D que são reconhecidos aparecem representados à escala 1:100. Esta aplicação tem diversas vantagens pois, enquanto na ARch, Lopes (2014), Mendonça (2014) e Miguel (2014) não conseguiram uma escala exata nos seus modelos virtuais em RA, Cuperschmid (2014) consegue representações escaladas e posteriormente dá-nos a possibilidade de utilizar estes marcadores sobrepostos a maquetas reais, podendo assim aumentar maquetas.

**proposta de aumento
de maqueta com RA**

“O uso da maquete física e virtual tem como finalidade ajudar a visualização da forma tridimensional...” (LUCIANO, 2012, p. 698)

A maquete física é um modelo tridimensional que ajuda na percepção do espaço, mas quando lhe é adicionada mais informação esta pode tornar-se um objeto mais explícito. Como diz Luciano (2012), tanto a maquete física como a virtual ajudam a visualizar a forma tridimensional. O ponto onde queremos chegar com este trabalho é perceber quais as potencialidades da junção destes dois modos de representação através da sobreposição de um modelo virtual, na maquete física. Para tal a metodologia utilizada passou por um primeiro momento de definição de cenários de uso (capítulo 3.1) que informou o segundo momento de definição de requisitos da aplicação (capítulo 3.2). No final destas fases realizou-se o desenvolvimento da aplicação em parceria com investigadores da Microsoft e ISTAR-IUL (capítulo 3.3).

3.1 Cenários

Os cenários de utilização para uma aplicação de realidade aumentada que forneça ao utilizador a experiência acima descrita são os dois seguintes:

1. Avaliação de concurso de arquitetura;
2. Apresentação de projeto de arquitetura.

Para um concurso são necessários vários elementos de entrega, e, com ajuda desta ferramenta, esses elementos poderiam ser vistos pelo júri de um modo mais interativo e uniforme entre as várias propostas. Esta

aplicação pode também ser utilizada para uma apresentação ou discussão de projeto entre o arquiteto e outras especialidades, para discutir sobre uma proposta concreta através de um modelo interativo.

Cenário 1

Persona: arquiteto júri de concurso

Instrumentos disponíveis: uma maquete urbana, um portátil e o Kinect

O arquiteto está numa sala onde estão diversos painéis e uma maquete urbana. Foi requerido aos participantes no concurso que entregassem um modelo 3D digital do edifício, modelado seguindo uma estrutura de layers predefinida que permita visualizar tanto o enquadramento urbano como a volumetria do edifício (estrutura, infraestruturas, materialidades, elementos de enchimento). A visualização dos modelos é realizada na sala de júri com ajuda das ferramentas da app ARch4Models (que permite ocultar e realçar paredes e outros elementos, fazer secções e pintar). A app ARch4Models regista então a maquete urbana do local de intervenção e coloca, um de cada vez, os modelos 3D dos participantes no seu local exato. É através destes dados que o júri vai analisar e posteriormente avaliar cada proposta podendo assim ter em conta a integração de cada projeto na envolvente e escolher a que mais se adequa.

A sequência de ações neste cenário é a seguinte:

1. O arquiteto está numa reunião de júri e tem à sua disposição um Tablet/PC para poder visualizar as propostas;
2. A reunião inicia-se com a análise dos painéis de modo a que todos os membros do júri tenham uma visão mais alargada das propostas a concurso;

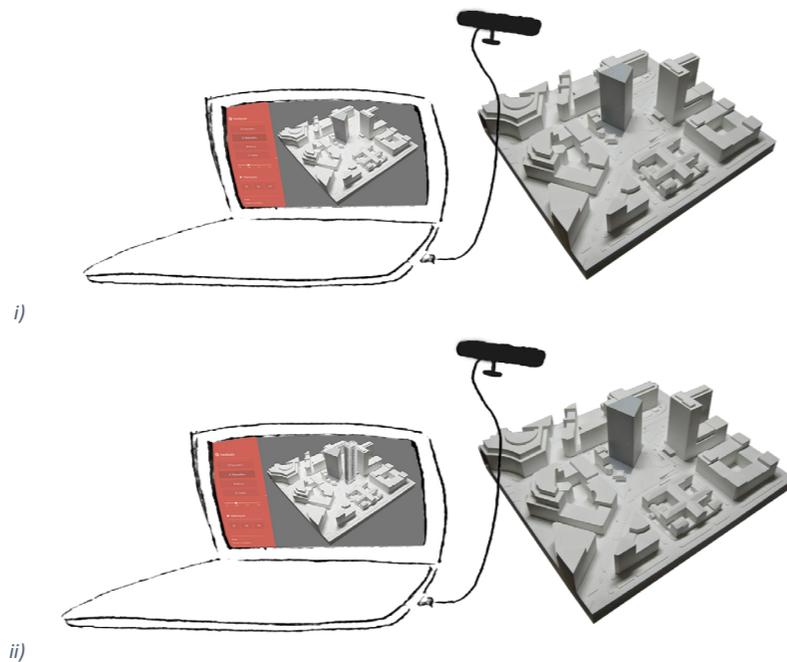


Figura 35 Reconhecimento e colocação do modelo digital na maqueta, i) reconhecimento da volumetria da maqueta através do Kinect, ii) maqueta urbana com modelo virtual sobreposto.

3. Num segundo momento os membros do júri, através de um Tablet/PC, visualizam o modelo 3D digital de cada proposta para avaliação.

4. Para isso fazem o seguinte:

- a. Abrem a aplicação no Tablet/PC;
- b. Apontam, de qualquer ângulo, a câmara do Tablet/PC, para a maqueta urbana;
- c. O sistema reconhece a maqueta e mostra-a no ecrã [Figura 35];
- d. Depois do registo da maqueta, a app irá abrir o menu onde o júri pode escolher a proposta a avaliar. Como podemos ver na Figura 36 aparece uma lista com as várias propostas e o júri apenas tem de seleccionar clicando numa delas para que o modelo virtual seja colocado na maqueta real. Posteriormente a esta lista pode, também, adicionar-se um campo para introduzir a avaliação final de cada proposta;
- e. Após ter escolhido uma proposta o arquiteto começa a explorá-la. Inicia visualizando o enquadramento do edifício com a envolvente e o efeito da insolação [Figura 37]. O arquiteto também altera as estações do ano e as horas do dia, para conseguir ver como é feita a trajetó-

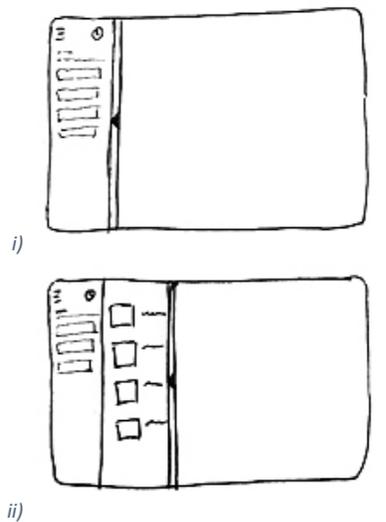


Figura 36 Esquício do menu de alteração de modelo, i) esquício com a barra de alteração fechada, ii) esquício com a barra aberta.

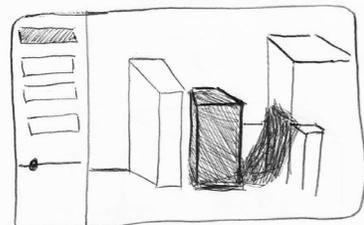
ria do Sol e do Sombreamento ao longo de um dia inteiro;

f. De seguida o arquiteto começa a visualizar o interior do edifício, e para isto utiliza o modo de corte que lhe permite ver o edifício através de cortes verticais e horizontais;

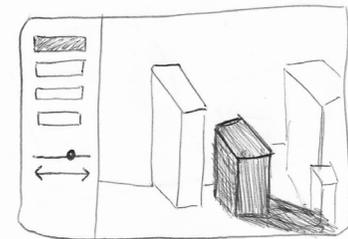
g. Vê estrutura e infraestrutura do edifício por meio de secções e ocultação de paredes;

h. De seguida volta ao ecrã de seleção do modelo [Figura 36], para ver as próximas propostas.

i. Por fim o júri faz a sua avaliação à proposta que acabou de visualizar e volta à lista de propostas para passar a próxima e no final chegar a uma conclusão e obter um vencedor que possa ser construído.



i)



ii)

Figura 37 Ferramenta de insolação, alteração da sobre projetada, i) painel para escolha da posição do Sol (solstícios e equinócios), ii) alteração da hora do dia na barra lateral.

Cenário 2

Personas: arquiteto projetista; engenheiro de estruturas; engenheiro de AVAC

Instrumentos disponíveis: uma maquete urbana, um portátil e o Kinect

O arquiteto está numa sala do atelier com dois engenheiros de outras especialidades, um engenheiro de estruturas e um engenheiro de AVAC. O arquiteto pode, através da maquete de terreno que mostra como é o local de intervenção no presente, sobrepor o modelo 3D da sua intervenção e mostrar todas as alterações que efetuou. Mostrar o que demoliu, o que construiu e até o que reaproveitou. Consegue ainda mostrar o volume de terras que foi necessário remover do terreno assim como a implantação do edifício no mesmo. Assim quem está a ver a apresentação consegue perceber como era o local antes da intervenção do arquiteto.

Pode ainda apresentar o interior da sua intervenção através das ferramentas de secção horizontal e vertical.

A sequência de ações neste cenário é a seguinte:

1. O arquiteto está numa reunião com engenheiros de especialidades e tem à sua disposição um Tablet/PC para poder visualizar as propostas;
2. A reunião inicia-se com a análise do território de intervenção;
3. Num segundo momento o arquiteto através de um Tablet/PC, mostra aos engenheiros o modelo 3D digital do seu projeto de intervenção e discutem sobre o assunto;
4. Para isso fazem o seguinte:
 - a. Apontam o Tablet/PC para a maquete urbana de um qualquer ângulo;

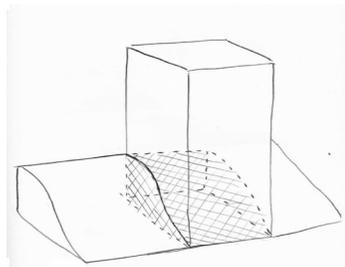


Figura 38 Assinalado terreno retirado para implantar o edifício.

- b. O sistema reconhece a maquete [Figura 35];
 - c. Veem o enquadramento do projeto com a envolvente representada na maquete de intervenção;
 - d. O arquiteto pretende mostrar ao engenheiro de AVAC de que modo o edifício recebe a luz solar para que dimensionem os equipamentos da forma mais correta. Para isso mostra a insolação e altera as estações do ano e as horas do dia, para conseguir ver como é feita a trajetória do Sol e do sombreamento ao longo de um dia inteiro;

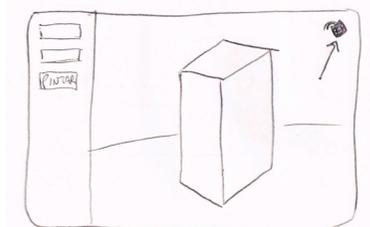
e. De seguida o arquiteto começa a mostrar o interior do edifício através da ferramenta de secção vertical e horizontal;

f. Posteriormente começam a discutir especialidades ao mesmo tempo que vão vendo a versão preliminar das estruturas e infraestruturas que os engenheiros enviaram;

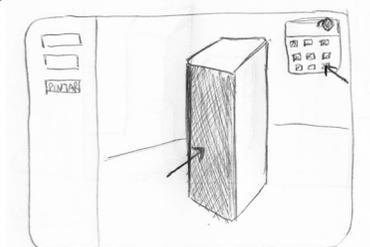
g. O engenheiro mostra a quantidade de terreno que é necessário retirar do local para implantar a obra e as modificações ao mesmo, sobrepondo ao modelo físico quer um modelo de aterro quer o modelo do edifício final. [Figura 38]

h. É com essa conversa que o arquiteto e os engenheiros ficam com uma noção total do projeto e identificam potencialidade e fragilidades das suas propostas. O arquiteto pode agora utilizar a ferramenta de destaque para destacar uma parede ou outro elemento que esteja no centro da conversa;

i. O arquiteto tem depois a possibilidade de pintar as paredes [Figura 39] que tem intenção de alterar por consequência da discussão com os engenheiros de especialidades.



i)



ii)

Figura 39 Ferramenta para pintar uma ou mais paredes, i) botão da paleta de cores, ii) painel de escolha de cores e pintar uma parede.

3.2 Requisitos

Após a realização dos cenários torna-se então importante a identificação de todos os requisitos necessários para o funcionamento e desenvolvimento da ferramenta que nos propomos realizar para aumento de maquetas físicas.

É com a definição destes requisitos que se percebe o que é necessário para o desenvolvimento da ferramenta futura. É a partir dos cenários que extraímos estes requisitos para que a ferramenta seja útil para tanto para a apresentação de projeto e discussão do mesmo como para uma avaliação de concurso.

Os requisitos para esta aplicação são então:

1. Reconhecimento da maquete física e sobreposição de um modelo 3D digital a esta

- A ferramenta tem que reconhecer a maquete física a partir de vários ângulos;

- Em terrenos acidentados este reconhecimento pode ter eventualmente ocultações de parte da maquete, p.e. se outro edifício fizer sombra por cima do terreno para a proposta.

2. Carregar vários modelos para a aplicação e alternar entre eles

- A aplicação terá um ecrã onde apresenta simultaneamente os vários modelos que podem ser visualizados e que foram previamente carregados para o software. É neste menu que o utilizador pode escolher o modelo que quer ver naquele momento e mais tarde alterar e ver outro;

3. À maquete física sobrepor edifícios ou zonas vazias

- Os elementos da maquete podem não ser visíveis por se encontrarem atrás do modelo digital neste caso os objetos que não são vistos de um certo ângulo podem ser visto ao andarmos em torno da maquete [Figura 40].

- O modelo digital 3D é sobreposto à maquete física. Este modelo é colocado no local pretendido para a implantação do edifício, previamente definido nas configurações da aplicação. Caso parte do modelo seja uma zona vazia, p.e. se se tiver demolido o edificado para construir um parque, esse parque deve conseguir sobrepor-se ao que está representado na maquete física [Figura 41], fazendo com que o que foi demolido desapareça da visão do utilizador;

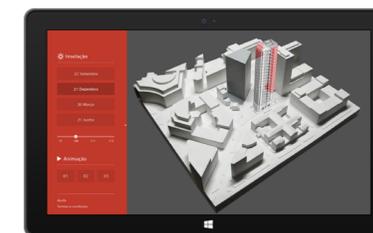
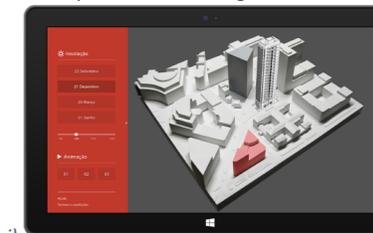


Figura 40 Áreas escondidas da maquete ficam sobrepostas pelo modelo 3D, i) o modelo digital oculta parcialmente partes da maquete em certos ângulos de visão



i)



ii)

Figura 41 Áreas escondidas da maquete ficam sobrepostas pelo modelo 3D, i) edifício que será demolido, ocultado pelo projeto futuro, ii) modelo virtual oculta o edifício real que vai ser demolido no futuro.

4. Partes do modelo 3D podem ser ficar ocultados

- Parte do modelo 3D pode ser ocultado [Figura 42] pelos edifícios que estão presentes na maqueta real. Estas zonas escondidas podem ser vistas de certos ângulos, quando andamos em torno da maqueta.

5. Exibir insolação

- É a ferramenta para exibir a sombra própria do edifício projetado e a sombra projetada pelo mesmo na envolvente próxima presente na maqueta de intervenção;

6. Mostrar infraestrutura e estrutura do edifício

- O modelo virtual 3D estará previamente configurado através de layers (que possibilitam visualizar a estrutura e infraestrutura do projeto), que serão reconhecidas pela aplicação. Este requisito é atualmente já possível com a ARch;

7. Realçar e ocultar paredes

- Este requisito possibilita ocultar uma parede para conseguirmos visualizar o interior ou realçar uma parede para lhe dar destaque.

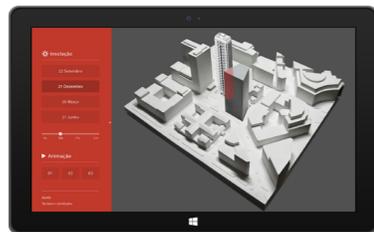


Figura 42 Parte do modelo 3D esta escondido atrás do volume da maqueta.

Este requisito já está disponível na ARch;

8. Realizar cortes verticais e horizontais

- Dá-nos a possibilidade de fazer secções no modelo tridimensional, podendo visualizar o interior do edifício seja horizontal ou verticalmente. Esta interage com o utilizador através de um corte ou planta onde o mesmo desliza o dedo ate que a linha de corte fique no local pretendido. Já está disponível na ARch;

9. Reprodução de animações

- A aplicação deve estar configurada para reproduzir animações previamente criadas.

3.3 Desenvolvimento da Aplicação

Em parceria com o ISTAR-IUL, com a colaboração de alguns engenheiros informáticos da Microsoft Lisboa e Porto, e com base na aplicação já criada no ano anterior pelos alunos do Mestrado Integrado em Arquitetura, Ricardo Miguel e Nuno Mendonça, e da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Mariana Lopes, foi desenvolvida uma aplicação de realidade aumentada com o reconhecimento de maquetas reais, através de um referencial: a ARch4models. O objetivo da ARch4models é aumentar maquetas reais, dando mais informação do que a que a própria maqueta pode conter. Nas secções seguintes são explicados qual o método de reconhecimento necessário para o registo da maqueta e quais as funcionalidades da aplicação.

3.3.1 Interface

A interface do ARch4models tem como base a aplicação ARch [Figura 43]. Ambas são aplicações idealizadas para tablet, pela necessidade de dimensão do ecrã e pelo facto de este permitir maior interatividade que um smartphone. Mas a ARch4models pode ser utilizada de duas maneiras diferentes:

- i. Através do reconhecimento de volumetrias com o Kinect que apenas pode ser utilizado num PC dada a necessidade de processamento;
- ii. Através do reconhecimento de um marcador bidimensional com um tablet.



Figura 43 Interface ARch. (MIGUEL, 2014, p. 175)

A interface do ARch4models foi desenhada para ser intuitiva e interativa de forma que o utilizar tenha uma navegação fácil e rápida pelos menus existentes. O ARch4models tem $\frac{1}{4}$ do ecrã ocupado pelos menus da aplicação e o restante espaço para a visualização do modelo na maqueta. Quando queremos alterar o modelo tridimensional temos que deslizar o dedo na barra de menus para abrir o “Menu de Alteração de Modelo” [Figura 44], uma vez neste menu basta fazer um click longo no modelo para onde queremos alterar. Podemos voltar a fechar o menu de alteração, fazendo um deslize para o sentido oposto nesta mesma barra.

O resto da interface funciona como expliquei anteriormente, encontra-se dividida em: Modo Apresentação; Modo Cortes; e Modo Seleção. Dentro de cada um destes três modos temos as ferramentas da aplicação. É no Modo Apresentação que podemos encontrar a insolação e as animações. No Modo Cortes é onde podemos fazer cortes no modelo virtual, sejam horizontais ou verticais. E por último o Modo Seleção é o que nos proporciona realçar, pintar ou ocultar os elementos do modelo digital.

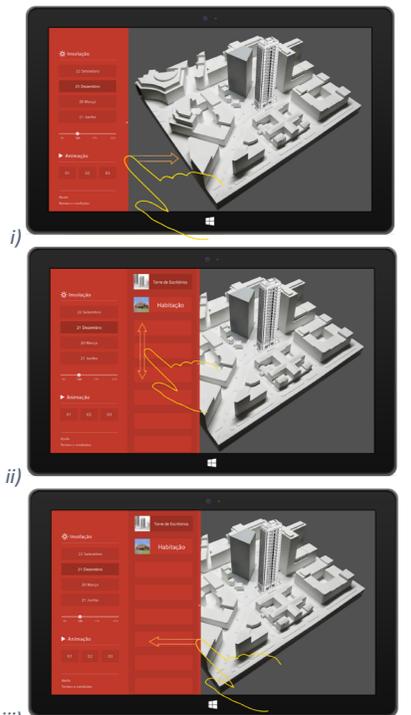


Figura 44 Como usar menu de alteração de modelo: i) deslizar menu para aceder aos modelos de outros edifícios, ii) fazer scroll e escolher modelo de outro edifício, iii) voltar a deslizar menu para fechar a lista dos modelos disponíveis.

3.3.2 Ferramentas e Funcionalidades

Várias ferramentas e funcionalidades incluídas na ARch4models têm origem na app ARch, que já tinha sido pensada para ser utilizadas por arquitetos durante o processo de concepção de projeto. A app agora desenvolvida destina-se ao uso em maquetas e serve para colocar um ou vários modelos tridimensionais numa maqueta podendo explorá-los com as funcionalidades já existentes e outras novas agora apresentadas.

- **Mudar Modelo**

A ARch4models contém um menu para alterar o modelo digital [Figura 44]. Isto é, a aplicação pode ter carregados no sistema vários modelos 3D em simultâneo sem ser necessário sair da aplicação como acontecia na anterior ARch.

- **Modo Cortes**

Permite fazer cortes verticais e horizontais, para que os arquitetos ou júris de concursos possam ver o interior do edifício projetado e o avaliar. O sistema de cortes já vem da aplicação ARch e conta com cortes em tempo real que podem ser feitos em qualquer direção ou ângulo.

- **Pintar/Realçar**

O ARch4models contém uma funcionalidade bastante útil para quando se está em conversa acerca de um projeto. Nesse momento é possível utilizar a ferramenta Realce [Figura 45] e Pintar quando há uma discussão entre um arquiteto e um engenheiro. Com estas funcionalidades o arquiteto pode apontar o que está a ser falado realçando esses elementos e posteriormente pintar de forma a saber mais tarde o que tinha para alterar no seu projeto.

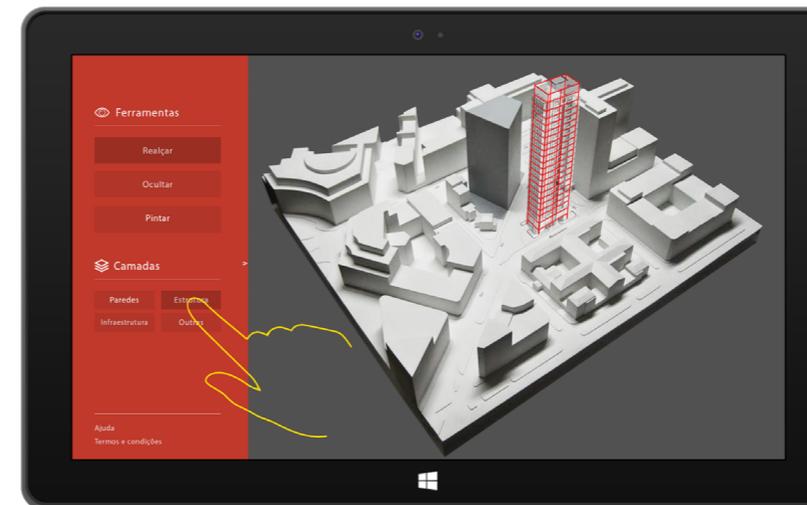


Figura 45 Visualização da estrutura do edifício realçada através da aplicação.

- **Ocultar**

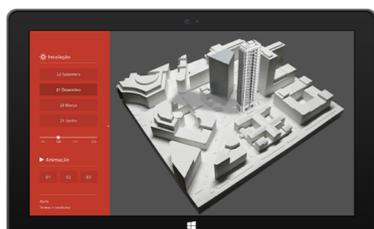
Esta funcionalidade possibilita-nos ocultar p.e. uma parede para conseguir ver o interior do edifício sem o seccionar. Podemos também ocultar qualquer outro elemento que não nos faça falta num momento específico.

- **Insolação**

A insolação é uma ferramenta de extrema importância para o ARch4Models mas que ainda não foi desenvolvida. É com ela que o arquiteto ou júri consegue testar o sombreamento que o modelo 3D faz aos edifícios da sua envolvente e as sombras que se projetam no próprio edifício [Figura 46]. Esta funcionalidade permitirá testar a insolação nos solstícios e equinócios, entre as 9h e 21h.

- **Animações**

A aplicação proposta consegue reproduzir animações previamente feitas. Assim o utilizador consegue ver o seu espaço a ser utilizado, seja com pessoas a passear, árvores a abanar ou mesmo automóveis a passar. Esta funcionalidade dá a hipótese da aplicação ser utilizada para uma apresentação e mostrar às pessoas a maqueta real a ser “vívida”.



i)



ii)

Figura 46 Uso do menu de insolação e suas funcionalidades: i) escolher dia do ano em que queremos ver a insolação (equinócios ou solstícios), ii) alterar hora do dia em relação à data escolhida anteriormente.

3.3.3 Sistema de Reconhecimento

O Kinect é a câmara da Microsoft que usa uma tecnologia chamada “Kinect Fusion” que possibilita a leitura de elementos tridimensionais. A ARch4models utiliza um referencial que indica a posição do modelo virtual, que é colocado na maqueta real. Este modelo pode ser colocado através de um tablet (sem o reconhecimento tridimensional) ou com o Kinect. Utilizando o Kinect, é possível ler o referencial e depois do sistema reconhecer o mesmo, é fixada a posição do modelo virtual em relação à maqueta e não necessário continuar com o referencial visível, ao contrário do que acontece com tablet. Assim é possível girar a maqueta sem perder a posição do modelo virtual. O modelo aparece assim no local de intervenção como se coexiste-se com a maqueta. É neste momento que estamos perante uma maqueta aumentada.

O sistema de tracking com o Kinect utiliza uma nuvem de pontos para definir as profundidades e reconhecer objetos tridimensionais, como a maqueta para saber a posição em que o modelo digital foi colocado inicialmente e apresenta-lo sempre nessa posição. A camera utilizada pelo ARch4models é o Kinect 360^º para Windows [Figura 47]. Para isto é necessário: um computador com uma gráfica GPU; um Kinect 360^º para Windows; o modelo 3D virtual previamente preparado; o referencial de reconhecimento; e a maquete física. O Kinect conecta-se ao computador através da ligação USB e reconhece a maqueta com as suas 3 câmaras de tecnologias distintas: VGA, 3D, e infravermelhos.

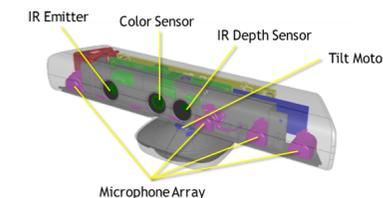


Figura 47 Câmara Kinect 360^º para Windows, com explicação dos seus elementos em inglês. (<https://i-msdn.sec.s-mst.com/dynimg/IC584396.png>)

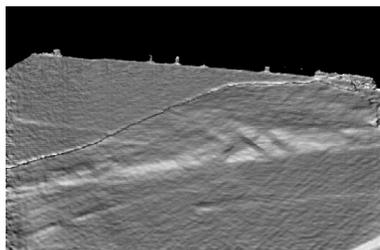


Figura 48 Reconstrução 3D de uma maquete em cartão cinzento, escala 1:2000.

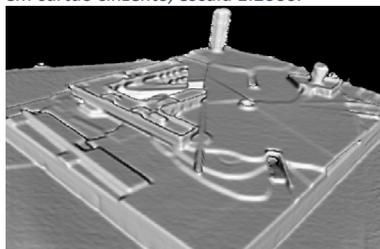
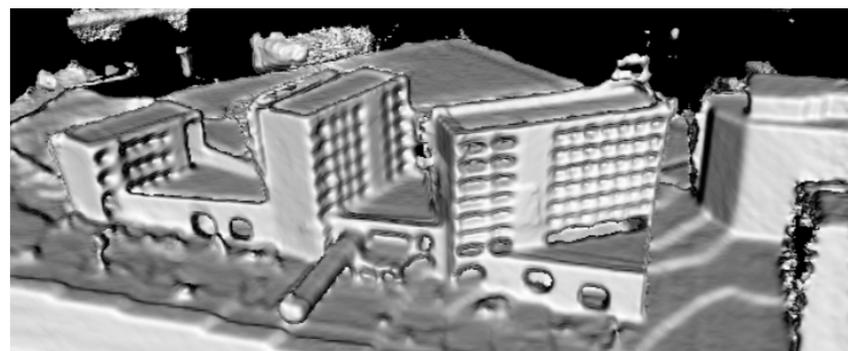


Figura 49 Reconstrução 3D de uma maquete em mdf, escala 1:200.



Figura 50 i) maquete de projeto em poliestireno expandido (terreno) e cartão (edifícios) (fotografia de Micaela Raposo), ii) reconstrução 3D da mesma maquete pelo Kinect-Fusion.



ii)

No que toca à materialidade foram testadas várias maquetas feitas em poliestireno expandido [Figura 50] , cartão prensado [Figura 48] e mdf [Figura 49]. Podendo-se concluir que o Kinect tem facilidade em reconhecer qualquer dos materiais, desde que a maquete seja realizada a uma escala adequada, tal como referido anteriormente, igual ou superior a 1:1000. O Kinect não consegue reconhecer os edifícios a escalas menores, já que os volumes ficam extremamente pequenos e confundem-se com o terreno da maquete, tal como na Figura 48. Em relação a outras escalas maiores, o Kinect consegue até p.e. reconhecer os rasgos de uma varanda a 1:200 como é visto na Figura 50, mas em contrapartida não conseguiu reconhecer as árvores que estavam presentes na maquete, devido ao seu tamanho. Isto mostra alguma dificuldade por parte da tecnologia “Kinect-fusion” em reconhecer pequenos elementos físicos.

4

utilização do protótipo

4.1 Preparação do modelo digital

4.1.1 Criar modelo 3D e exportar para 3DS Max

O ARch4models suporta modelos tridimensionais realizados em qualquer software de modelação 3D, desde que este permita a exportação para o software 3DS Max, onde se define a escala do modelo digital 3D, e os elementos do edifício são divididos por layers que serão posteriormente reconhecidos pela aplicação. Após este trabalho no 3DS Max, o modelo é novamente exportado, desta vez em formato OSG, extensão que a aplicação ARch4models reconhece.

Para a exportação e importação em 3DS Max o modelo pode simplesmente vir do software original no formato FBX [Figura 51]. Assim, teremos o nosso modelo no software 3DS max onde vamos poder criar os grupos de layers, que serão essenciais na utilização do ARch4models.

- File > Save As > .fbx (e escolher esta extensão)

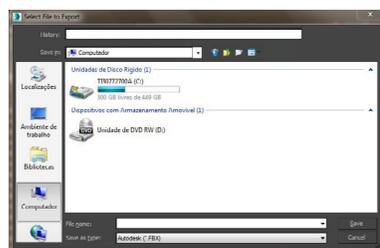


Figura 51 Janela para gravar na extensão FBX.

4.1.1.1 Exportar e importar modelo do Revit

Caso o modelo seja criado em Revit, pode ser exportado de duas formas: guardando em FBX e abrindo esse mesmo ficheiro no 3DS Max, como indicado anteriormente; ou fazendo Link Revit no 3DS Max.

Ao fazer link do modelo Revit, qualquer alteração que seja feita no 3DS Max é alterada também no ficheiro do Revit. Assim o modelo estará sempre atualizado nas duas extensões e preparado para os dois software. Para fazer isto basta utilizar a ferramenta “Link Revit” [Figura 52] no menu do 3DS Max:

- File > Import > Link Revit.

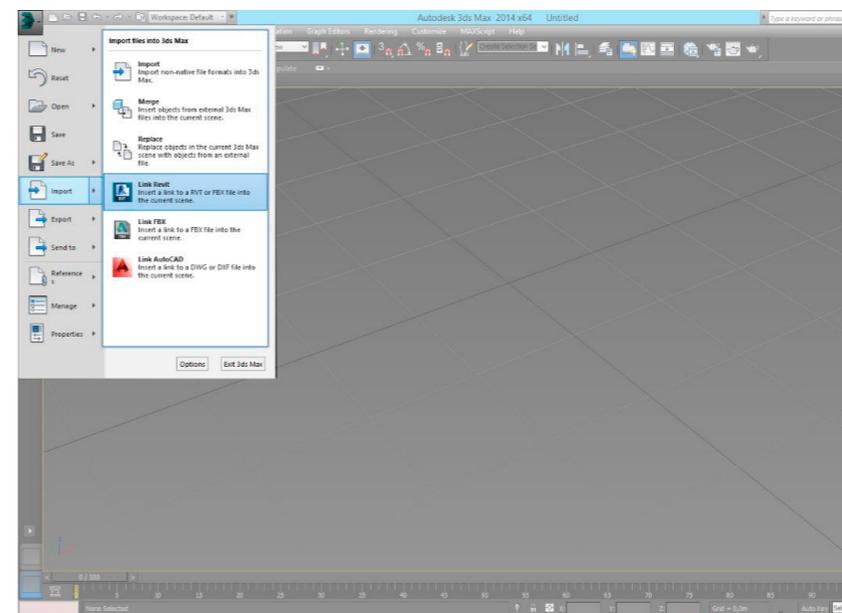


Figura 52 Função para fazer “Link Revit”.

4.1.2 Criar grupos no 3DS Max

Esta é uma fase importante da preparação do modelo digital para a aplicação, pois é aqui que são divididas as layers em grupos que serão futuramente reconhecidos pela ARch4models.

Para começar sugere-se que se organizem todos os elementos por layers, de forma a facilitar depois a criação dos grupos [Figura 53]:

- Manage Layers > Create New Layer
- Divide-se os elementos pelas layers segundo as suas características (paredes, estrutura, infraestrutura e outras).

Tal como no passo anterior, as layers são divididas em quatro grupos

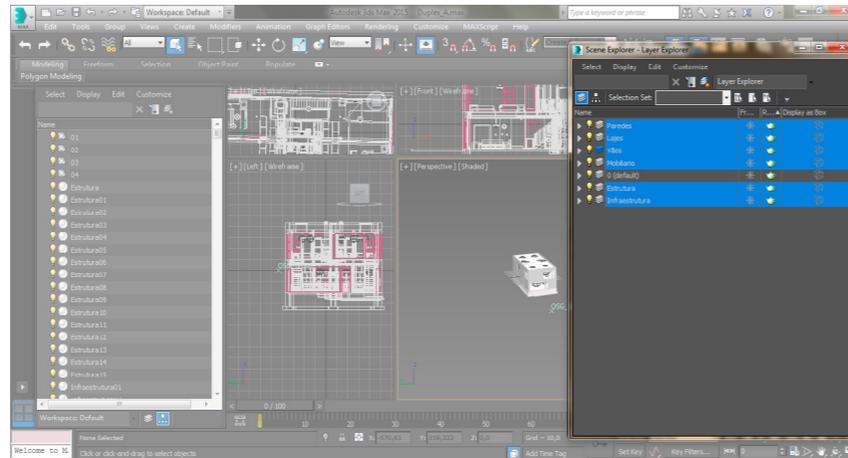


Figura 53 Divisão dos elementos por layers.

através do plug-in “OpenSceneGraph Max Exporter”. Este plug-in tem de estar instalado no computador, para ser usado através do 3DS Max, pois é com ele que vamos criar os grupos que posteriormente vão ser exportados no formato OSG.

O ARch4models reconhece os grupos nomeados de: 01, 02, 03 e 04, correspondendo respetivamente a “Paredes”, “Estruturas”, “Infraestruturas e “Outras”. Para prosseguir com a criação dos mesmos basta aceder ao plug-in e, dentro da “layer 0”, criar os quatro grupos que irão conter os elementos do modelo 3D [Figura 54].

- Create > Helpers > “OpenSceneGraph” > Group.

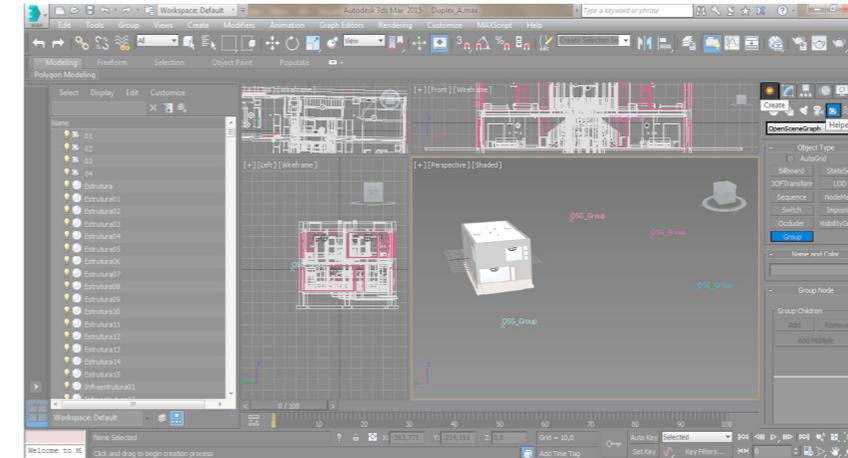


Figura 54 Menu de criação de grupo do plug-in “OpenSceneGraph”.

Segue-se a criação dos grupos como indica a [Figura 55]. Para isto basta:

- Clicar em qualquer parte do modelo 3D;
- Nomear os grupos (01, 02, 03, 04) tal como foi explicado anteriormente.

De seguida divide-se as layers em função do grupo ao qual pertencerão, isto é, todas as paredes serão colocadas no seu grupo correspondente: Grupo 01, todos os pilares e vigas no Grupo 02 (estrutura), etc. Para facilitar este processo, voltamos à gestão de layers e desligamos todas à exceção das que serão movidas.

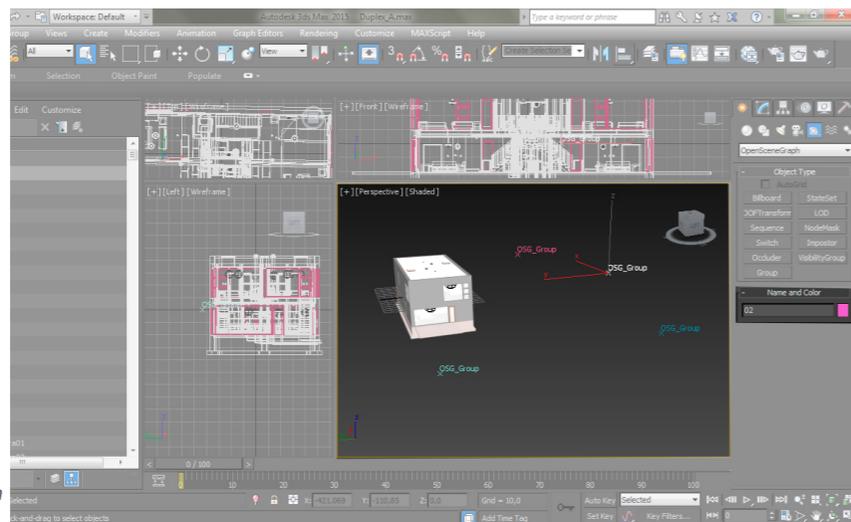


Figura 55 Criação de grupo com o “OpenSceneGraph”.

Finalmente é necessário mover os elementos para os respetivos grupos já criados:

- Seleciona-se o grupo;
- Modify > Add Multiple;
- Selecionam-se todos os elementos pertencentes à layer que corresponde ao grupo selecionado [Figura 56];
- Ok.

No final, as layer ficam agrupadas conforme a divisão que se pretende.

4.1.3 Exportar OSG

Depois de criar os grupos que serão posteriormente reconhecidos pela aplicação, é necessário exportar o ficheiro para a extensão que é reconhecida pelo ARch4Models. A exportação é feita para o formato OSG, da seguinte forma:

- File > Export > Save as;
- Save as type: OpenSceneGraph Exporter [Figura 57];
- Escrever o nome pretendido e a extensão OSG. Exemplo: “nome pretendido.OSG”

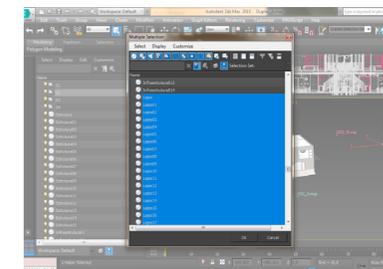


Figura 56 Seleção das layer que se pretende agrupar.

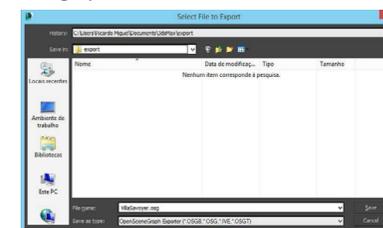


Figura 57 Janela de “save as type”.

4.1.4 Adicionar e mudar modelo 3D

Depois do modelo exportado na extensão OSG, temos de colocar o modelo no local onde será reconhecido pela ARch4models. Para isso basta arrastar o modelo pretendido para a pasta ActiveModels [Figura 58].

Em: ...\\aframework2\\config\\AR\\3DModels\\ActiveModels

Para que o modelo tenha uma imagem associada, que irá aparecer no menu de mudança de modelos [Figura 58], basta arrastar a imagem que pretendemos associar para a mesma pasta (ActiveModels) e alterar o seu nome para o mesmo nome que o modelo.

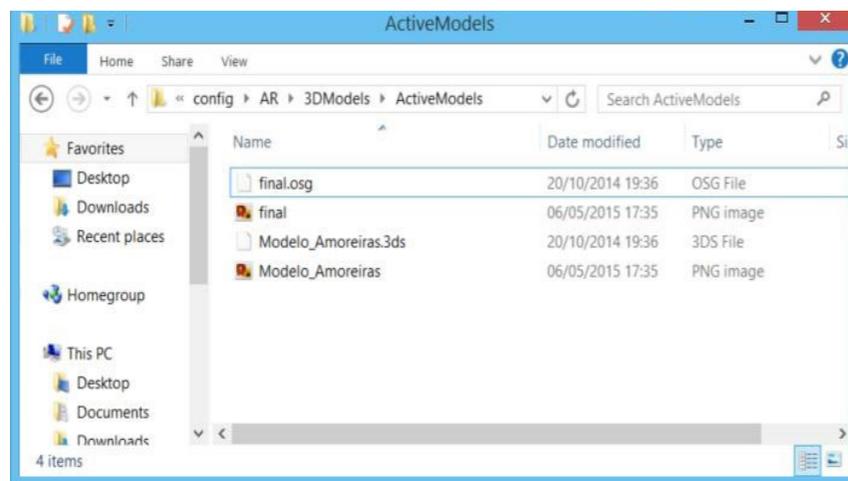


Figura 58 Pasta ActiveModels.

4.2 Colocação do modelo digital na maquete

Depois do modelo digital estar previamente preparado e colocado na devida pasta da ARch4models, é necessário que os dispositivos se encontrem ligados e operacionais, para a colocação do modelo na maquete.

Para podermos usufruir das funcionalidades da aplicação vamos precisar de um computador com uma gráfica GPU que suporte a câmara Kinect ligada por USB e uma maquete.

Ou em alternativa, podemos utilizar um tablet e um referencial, para o posicionamento do modelo 3D na maquete, nesta segunda hipótese o referencial tem de estar sempre visível pela câmara do tablet. No caso de querermos criar o referencial é necessário utilizar o software “Image Automizer” [Figura 59] que processa a textura dando-lhe pontos que a câmara irá reconhecer posteriormente. O software cria um ficheiro .nts que tem de ser colocado na pasta XTS.

Em: ...\\aframework2\\config\\AR\\XTS [Figura 60]



Figura 59 Interface do Image Automizer, com os pontos que serão reconhecidos pelo Kinect.

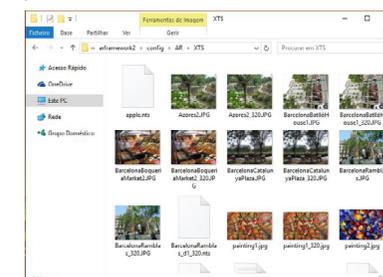
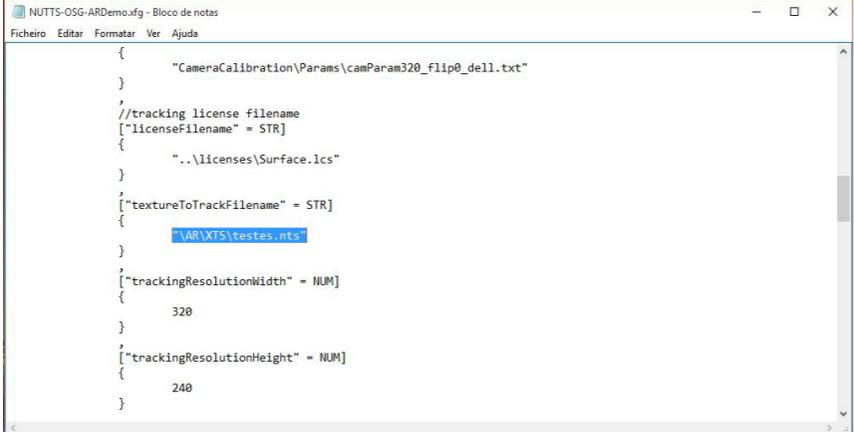


Figura 60 Pasta da localização das texturas para o referencial.

O próximo passo é indicar no ficheiro de configuração a localização da textura criada [Figura 61].

Por último é necessário colocar o referencial próximo da maquete, com o local do modelo previamente definido. É neste momento que o Kinect ou o tablet vão ler o referencial e fazer aparecer no ecrã o modelo digital corretamente posicionado na maquete. A partir daqui, no caso do Kinect, o referencial deixa de ser necessário, pois este “decora” a sua posição e passa a ser possível girar a maquete sem perder o modelo digital. Estamos finalmente prontos para testar o protótipo do ARch4models..



```
NUTTS-OSG-ARDemo.xfg - Bloco de notas
Ficheiro Editar Formatar Ver Ajuda

{
  "CameraCalibration\Params\camParam320_flip0_dell.txt"
}
//tracking license filename
["licenseFilename" = STR]
{
  "..\licenses\Surface.lcs"
}
["textureToTrackFilename" = STR]
{
  "\AR\XTS\testes.nts"
}
["trackingResolutionWidth" = NUM]
{
  320
}
["trackingResolutionHeight" = NUM]
{
  240
}
```

Figura 61 Ficheiro de configuração (.xfg) com parâmetros a alterar selecionado a azul.

testes de usabilidade e satisfação

Para podermos tirar as conclusões necessárias sobre o uso do protótipo criado da ARch4models, foram realizados testes a utilizadores da área de arquitetura. Estes possíveis utilizadores foram selecionados entre alunos e professores do Mestrado Integrado em Arquitetura (MIA) do ISCTE-IUL.

Com este teste de uso e satisfação procurou-se:

- Perceber se uma maquete real pode tornar-se mais informativa quando lhe é adicionada informação extra.
- A pertinência da aplicação ARch4models na comunicação entre os vários participantes no processo de projeto, tal como em avaliações de júris de arquitetura.

5.1 Metodologia

Os testes de uso foram realizados nas instalações do ISTAR-IUL, em setembro de 2015. Esta experiência dividiu-se em 3 fases distintas

1ª Fase – Receção e consentimento: os participantes foram recebidos e dirigidos até às instalações do ISTAR-IUL, onde lhes foi apresentado os objetivos do teste, o termo de consentimento que leram e assinaram e o questionário preliminar.

2ª Fase – Realização do teste: foi feita uma pequena demonstração ao participante e posteriormente este testa a aplicação ARch4Models de forma a experimentar todas as funcionalidades do protótipo.

3ª Fase – Resposta a questionário: após a realização do teste foi pedido ao participante que responda a um questionário sobre a aplicação testada.

5.2 Hardware utilizado

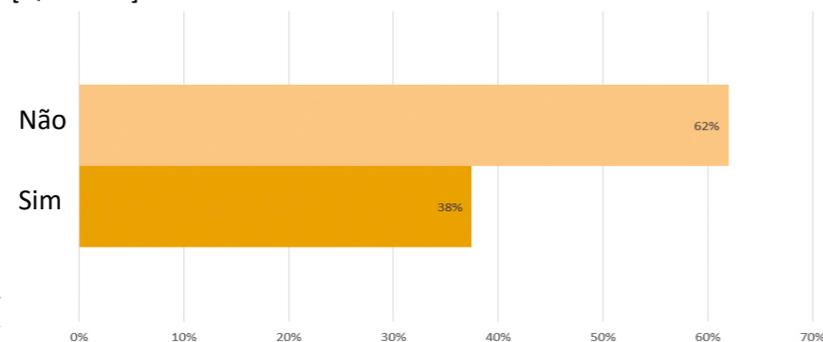
Para a realização deste teste foi utilizado um tablet Surface Pro 2, com as seguintes especificações:

- Processador: Intel Core i5 - 1,60 GHz
- Memória RAM: 4GB
- Capacidade: 64GB
- Placa Gráfica: Intel HD Graphics 4400
- Sistema Operativo: Windows 8.1 Pro

Os modelos digitais utilizados foram um apartamento de dois pisos, da plataforma Cobie (em: http://www.nibs.org/?page=bsa_commonbimfiles) com todas as especialidades e um modelo sample basic do Revit.

5.3 Participantes

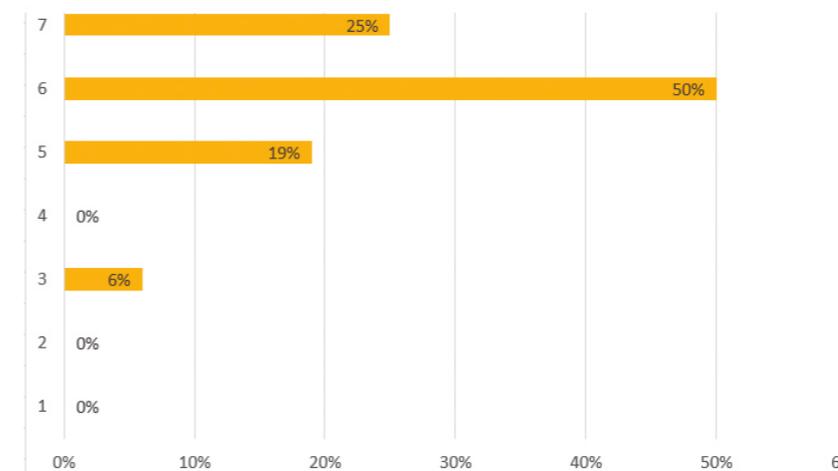
Nos testes de usabilidade da ARch4Models foram inquiridas um total de 16 pessoas com idades compreendidas entre os 19 e os 50 anos, 12 homens e 4 mulheres. Estes participantes eram maioritariamente alunos do MIA. Todos os participantes eram pessoas com experiência no uso de maquetas, já que 44% dos inquiridos afirmou elaborar maquetas com bastante frequência, 38% com uma frequência razoável e apenas 19% elabora poucas maquetas. Em contrapartida aos modelos físicos, perguntou-se qual era a relação dos inquiridos com a modelação 3D, onde 6 pessoas (o que equivale a 38%) disse ter uma relação “Boa” com a modelação 3D, 44% respondeu que apenas tem uma relação razoável, enquanto 3 pessoas (19%) disseram ter uma relação insuficiente com a mesma. Tocando no assunto da tecnologia, apenas 38% responderam que tinham conhecimento em relação a software de Realidade Aumentada, já 63% nunca tinha utilizado um software com esta tecnologia [Quadro 2].



Quadro 2 Resultado da questão 8 - Alguma vez utilizou um software de Realidade Aumentada - do questionário preliminar [Anexo A].

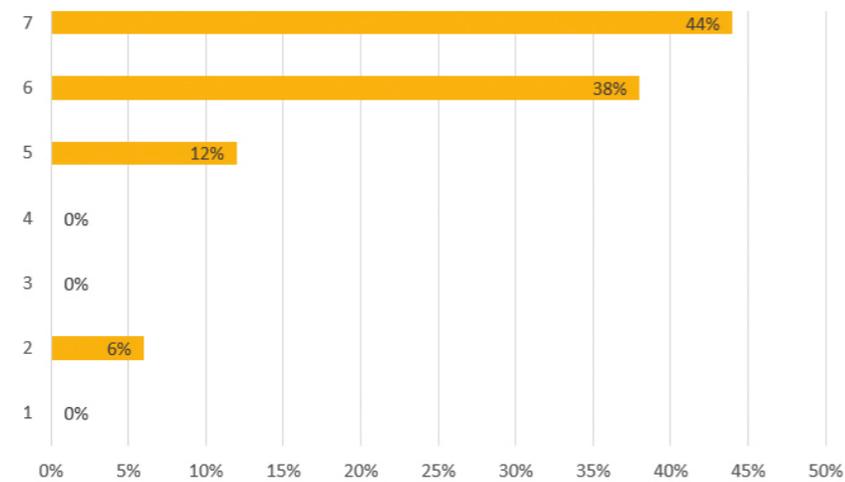
5.4 Resultados

Depois da realização dos testes foi possível entender a utilidade da aplicação perante os olhos de alunos e profissionais de arquitetura. Os resultados [Anexo B] mostram que tanto alunos como arquitetos acham que a realidade aumentada pode acrescentar algo novo às maquetas que conhecemos. As perguntas realizadas foram respondidas com uma escala de 1 a 7 sendo que o 1 representava o mínimo e o 7 o máximo. Consideramos como uma boa reação a nota de 5, 6 e 7 da escala e será essa a análise realizada neste capítulo. Os resultados disseram que a aplicação ajuda a perceber com facilidade a leitura do projeto no seu contexto urbano [Quadro 3]. Sobre esta afirmação 94% dos inquiridos afirmou que a aplicação era Boa.



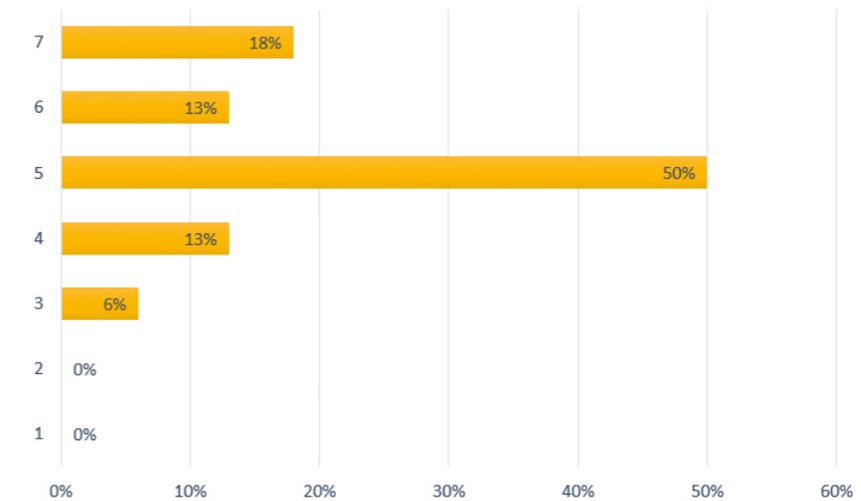
Quadro 3 Resultado da questão A3 - A utilização da aplicação torna fácil a leitura do projeto no seu contexto urbano - do questionário final [Anexo A].

No Quadro 4 é possível ver que 44% dos inquiridos acha que a aplicação permite de modo ótimo (nota 7) que a maquete seja explorada de forma mais dinâmica, do que sem a ajuda da realidade aumentada e 94% acha que a aplicação se encontra nos valores 5, 6 e 7.



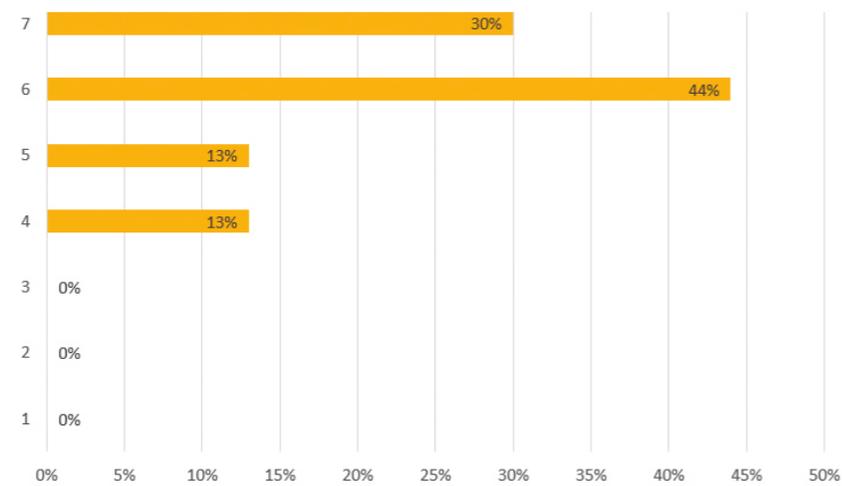
Quadro 4 Resultado da questão A5 - Considero que a aplicação permite uma exploração dinâmica da maquete- do questionário final [Anexo B].

Ao longo do processo de projeto é sempre necessária uma ou várias maquetas que ajudem o arquiteto no seu processo de criação. Muitas vezes estas maquetas têm de ser reconstruídas para alterações, o que poderia não acontecer com a ajuda da realidade aumentada. Metade dos inquiridos, 50%, deu nota 5 numa escala de 1 a 7, quando questionados se usariam a aplicação no processo de projeto [Quadro 5]. 82% disseram que estariam interessadas em utilizar a ferramenta (valores 5, 6 e 7).



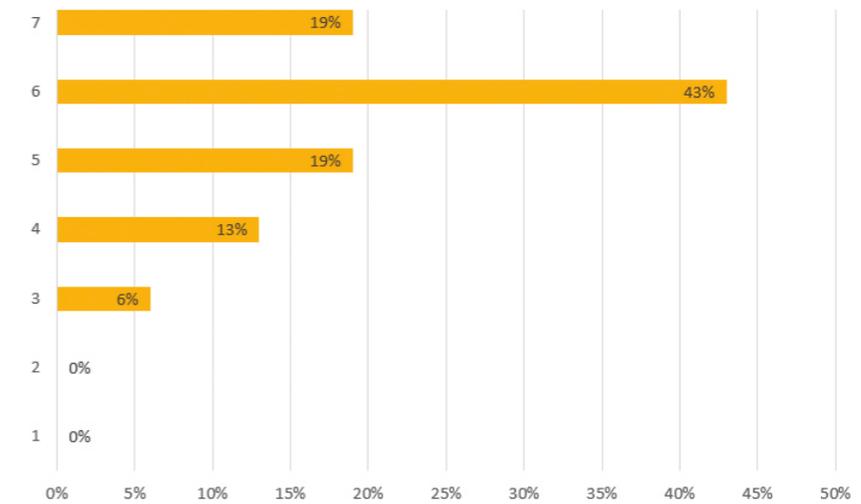
Quadro 5 Resultado da questão A7 - Estou disposto a utilizar esta aplicação ao longo do desenvolvimento de um projeto de arquitetura - do questionário final [Anexo B].

Isto mostra que a aplicação pode ser uma ferramenta que ajuda o arquiteto no seu trabalho. Em relação à utilidade da aplicação para avaliar vários projetos que são concebidos para o mesmo local, como acontece em concursos os inquiridos tiveram uma opinião muito unilateral dando na sua maioria nota 6 e 7 como podemos ver no Quadro 6 (88% nos quadros 5, 6 e 7).



Quadro 6 Resultado da questão A9 - Considero a aplicação útil para avaliar vários projetos concebidos num único local - do questionário final [Anexo B].

A realidade aumentada é assim uma alternativa complementar que permite aos projetistas incluir mais informação nas suas maquetas. Todos os estudantes e profissionais da área da arquitetura têm bastante necessidade na realização das maquetas e vêm com bons olhos [Quadro 7] a possibilidade de acrescentar mais informação às maquetas, nunca deixando os métodos mais antigos de parte.



Quadro 7 Resultado da questão A10 - Acho que a Realidade Aumentada em maquetas seria uma alternativa complementar às maquetas reais - do questionário final [Anexo B].



Ferramentas

Realçar

Ocultar

Pintar

Camadas

Paredes

Estrutura

Infraestrutura

Outras

Reiniciar modelo

considerações finais



Neste trabalho abordaram-se as novas tecnologias procurando novas formas de uso para os modelos tridimensionais físicos que são usados ao longo do processo de projeto em arquitetura e em momentos de avaliação dos projetos. Procurou-se pensar e desenvolver novas formas de interação com o projeto, complementando os processos existentes a não tentando substituí-los. O ponto fulcral deste trabalho incide sobre as maquetas visto que estas são ferramentas de projeto que o arquiteto sempre manuseou e utilizou no seu processo de trabalho e ainda hoje se relevam muito úteis. O que procurámos foi trazer algo mais a essas maquetas, tentando que os utilizadores com elas interajam, usando-as de modo dinâmico e interativo.

Para isto levou-se a cabo um estudo sobre a Realidade Aumentada e suas potencialidades, concluindo que esta era a melhor forma para dar dinamismo às maquetas reais desde sempre utilizadas pelos arquitetos. A RA trouxe possibilidades de simulação que seriam difíceis sem as suas funcionalidades. Com a RA foi possível desenvolver uma app que permite p.e. seleccionar e cortar o modelo virtual em tempo real e fazê-lo enquanto este está sobreposto a uma maquete física. Esta funcionalidade para realização de cortes já está presentes numa aplicação desenvolvida anteriormente por anteriores alunos do MIA: a ARch. Para esta nova etapa tentámos manter as potencialidades já existentes na ARch e transportámos as suas funcionalidades melhoradas para uma nova plataforma onde agora reconhece tridimensionalmente as maquetas

colocando-lhes através de um referencial, o modelo digital por cima.

O contributo deste trabalho foi o desenvolvimento da ARch4models para que esta se revelasse como uma aplicação que traz inovação à área da arquitetura. Com o resultado deste trabalho, as maquetas tornam-se objetos dinâmicos com uma interação entre o observador e o objeto. O observador pode com esta aplicação testar várias hipóteses no contexto da maqueta podendo facilmente perceber pontos a alterar e a melhorar.

Com os testes de satisfação realizados conclui-se que a aplicação tem potencial para ser utilizada tanto no processo de trabalho do arquiteto, como na avaliação de projetos concebidos todos para o mesmo local. A ARch4models é uma ferramenta que tem as funcionalidades necessárias para corresponder às necessidades de todos os que desenvolvem projeto para construção.

6.1 Trabalho futuro

O protótipo da ARch4models é uma aplicação desenvolvida com o trabalho realizado no ISTAR-IUL, com a sua base do ARch. Este trabalho tem ainda alguns pontos que se podem abordar, para aperfeiçoamento das ferramentas existente e criação de novas.

Das ferramentas já existentes na ARch4models, há algumas que necessitam ser completadas e até mesmo implementadas:

- No Modo Apresentação, tal como já tinha sido referido por Miguel (MIGUEL, 2014), há ainda a necessidade de criar e implementar as funcionalidades das ferramentas presentes neste modo. Tanto insolação como as animações são ferramentas que neste momento não esta a funcionar por falta de tecnologia;
- No Modo Cortes é necessário aprimorar o plano de cortes vertical, para que seja possível definir a rotação do mesmo até ao ângulo pretendido.
- No Modo Seleção a ferramenta pintar necessita da criação de uma paleta de cores que neste momento tem um botão apenas representativo.

Para além destas ferramentas há ainda uma situação bastante importante como o reconhecimento tridimensional. De momento é necessário

um referencial, seja para o uso do tablet ou de um computador com a câmara Kinect, para a leitura da posição do modelo digital. Prevê-se que num futuro próximo, a leitura de volumes possa vir a ser feita com um simples tablet ou até com um capacete de RA, como os Hololens da Microsoft, sem necessitar de qualquer referencial para a posição do modelo digital 3D.

Outra mais-valia para o futuro desta tecnologia que pode ser baseada na ARch4models seria o reconhecimento de edifícios, nomeadamente de espaços interiores para que fosse possível p.e. simular propostas de alterações no interior de um edifício.

Desta investigação espera-se ter conseguido inovar a forma de trabalhar em arquitetura, com a criação de projeto e maquetas. Prevê-se que esta linha de investigação continue e seja aperfeiçoada até a aplicação ser lançado ao público.

referências bibliográficas

7.1 Bibliografia

AMIM, R., 2007. Realidade Aumentada Aplicada à Arquitetura e Urbanismo. Rio de Janeiro: Universidade Federal.

Artefacto SAS, 2014. Urbasee. [Online]
Available at: <https://www.urbasee.com/>
[Acedido em 19 Novembro 2014].

Autodesk, 2014. Autodesk. [Online]
Available at: <http://www.autodesk.pt/>
[Acedido em 6 Dezembro 2014].

AZUMA, R., 1997. A Servey of Augmented Reality. Malibu, CA: Hughes Research Laboratories.

BASTOS, R. et al., 2013. ART 02: Tangible Interaction for Conceptual Architectural Design. Lisboa: ISCTE-IUL.

BELCHER, D. & JONHSON, B., 2008. ARchitecture View: An Augmented Reality Interface for Viewing 3D Building Information Models. s.l.:eCAADe 26.

BLACKWOOD, D., FALCONER, R., GILMOUR, D. & ISAACS, J., 2011. Immersive and Non-immersive 3D Virtual City: Decision Support Tool For Urban Sustainability. United Kingdom: School of Contemporary Sciences, University of Abertay Dunbee.

CELANI, G., 2003. CAD Criativo. Rio de Janeiro: Editora Campus.

CRUZ-NEIRA, C., 1992. The CAVE ádio visual experience automatic virtual environment communication of the ACM. s.l.:s.n.

CUPERSCHMID, A., 2014. Realidade aumentada no processo de projeto participativo arquitetônico: Desenvolvimento de sistemas e diretrizes para utilização. Campinas: UNICAMP.

ESCOBAR, A. et al., 2012. Sistematização e disponibilização da produção de modelos tridimensionais digitais de patrimônio arquitetônico. Brasil: SIGRADI.

FREITAS, M. & RUSCHEL, R., 2010. Aplicação de realidade virtual e aumentada em arquitetura. Brasil: UNICAMP, Faculdade de Engenharia Civil.

FREITAS, M. & RUSCHEL, R., 2013. What Is Happening To Virual And Augmented Reality Applied To Architecture. Campinas: University of Campinas.

GONÇALVES, B., 2012. Aplicações da Realidade Aumentada no processo de desenvolvimento de produto. Brasil: XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção.

GONÇALVES, M. d. M., 2011. O uso da realidade aumentada no espaço urbano. Brasil: Faculdade de Santa Marcelina.

Graphisoft, 2014. Graphisoft. [Online]
Available at: <http://www.graphisoft.com/archicad/>
[Acedido em 6 Dezembro 2014].

HOFMAM, M. et al., 2006. Um estudo sobre marcas fiduciais em Realidade Aumentada: Combinando detecção de linhas com calibração de câmera. Rio de Janeiro: Grupo de Tecnologia em Computação Gráfica.
JACOBSON, L., 1994. Realidade virtual em casa. Rio de Janeiro: Berkeley.

JONES, P., 2012. A refundação do centro urbano: O Vale de Santo António. Lisboa: ISCTE-IUL.

KIRNER, C. & SISCOOTTO, R., 2007. Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações. Rio de Janeiro: Livro do Pré-Simósio.

LESTON, J., 1996. Virtual Reality: the it perspective, Computer Bulletin. s.l.:s.n.

LOPES, M., 2014. Realidade Aumentada para Design e Arquitetura. Porto: Universidade do Porto.

LUCIANO, B. M., 2012. Maqueta Física e Virtual Aplicada ao Projeto de Restauro. Rio de Janeiro: Centro Internacional Para La Conservación del Patrimonio.

MACHADO, L., 1995. Conceitos básicos de Realidade Virtual. São José dos Campos: Ministério da Ciência e Tecnologia - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

MATEUS, J. & MATEUS, N., s.d. ARX. [Online]
Available at: <http://www.arx.pt/>
[Acedido em 4 12 2014].

MENDONÇA, N., 2014. Arquitetura ou Revolução - Learning from the satallite: Expor Arquitetura Desmontando-a com a Realidade Aumentada. Lisboa: ISCTE-IUL.

MIGUEL, R., 2014. Arquitetura ou Revolução - Learning from the satallite: Realidade Aumentada Aplicada ao Processo de Projeto de Arquitetura. Lisboa: ISCTE-IUL.

MILGRAM, P. & TAKEMURA, H., 1994. Augmented Reality: A class os displays on the reality-virtuality continuum. Japan: ATR Communication Systems Research Laboratories.

MILIGRAM, P., 1994. *A Taxonomy of Real and Virtual*. Canada: University of Toronto.

MILLS, C. B., 2005. *Projetando com maquetes*. 2ª Edição ed. São Paulo: Bookman.

MORAIS, B., 2011. *Realidade Aumentada em dispositivos móveis*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

NETTO, A., MACHADO, L. & OLIVEIRA, M., 2002. *Realidade Virtual - Definições, Dispositivos e Aplicações*. São Paulo: Universidade de São Paulo.

OKEIL, A., 2010. *Hybrid Design Environments: Immersive and Non-Immersive Architectural*. Emirados Árabes Unidos: Abu Dhabi University.

PEREIRA, D. A., 2010. Portal Arquitetônico. [Online]
Available at: <http://portalarquitetonico.com.br/a-arquitetura-alem-do-edificio/>
[Acedido em 16 Novembro 2014].

REBELO, I., 1999. *Realidade Virtual Aplicada À Arquitetura e Urbanismo: Representação, Simulação e Avaliação de Projetos*. Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina.

REITMAYR, G. & SCHMALSTIEG, D., 2004. *Collaborative Augmented Reality for Outdoor Navigatio and Information Browsing*. Vienna: Vienna University of Thechnology.

RIMKUS, C. & GALVÃO, F., 2013. *Realidade Aumentada: Visualização Tridimensional e Interatividade na Documentação do Património Arquitetônico*. Brasil: Universidade Federal de Sergipe.

Robert McNeel & Associates, 2014. *Rinoceros*. [Online]
Available at: <http://www.rhino3d.com/>
[Acedido em 6 Dezembro 2014].

RODRIGUES, G. & PORTO, C., 2013. *Realidade Virtual: conceitos, evolução, dispositivos e aplicações*. Aracaju: Interfaces Científicas.

SGUIZZARDI, S., 2011. *Modelando o Futuro: A evolução do uso de tecnologia digitais no desenvolvimento de projetos de arquitetura*. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

TORI, R., KIRNER, C. & SISCOOTTO, R., 2006. *Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada*. Belém: s.n.

Tribble, 2014. *SketchUp*. [Online]
Available at: <http://www.sketchup.com/>
[Acedido em 6 Dezembro 2014].

VELHINHO, G., 2014. *Arquitetura ou Revolução - Projeção vídeo mapping como ferramenta de exposição de arquitetura*. Lisboa: ISCTE-IUL.

ZARZYCKI, A., 2014. *Teaching and Designing for Augmented Reality*. New Jersey: New Jersey Institute of Technolohy.

7.2 Lista de Acrónimos

2D – 2 Dimensões;

3D – 3 Dimensões;

app – aplicação;

AV – Ambiente Virtual;

BIM – Building Information Model;

CAD – Computer Aided Design;

GIF – Graphics Interchange Format;

GPS – Global Positioning System;

HMD – Head-Mounted Display;

ISCTE-IUL – Instituto Superior da Ciência do Trabalho e da Empresa – Instituto Universitário de Lisboa;

ISTAR-IUL – Information Sciences, Technologies and Architecture Research Center – Instituto Universitário de Lisboa;

MIA – Mestrado Integrado em Arquitetura;

NURBS – Non Uniform Rational Basis Spline;

OSG – OpenSceneGraph;

PC – Personal Computer;

p.e. – por exemplo;

PFA – Projeto Final de Arquitetura;

RA – Realidade Aumentada / AR – Augmented Reality;

RM – Realidade Mista / MR – Mixed Reality;

RV – Realidade Virtual / VR – Virtual Reality;

USB – Universal Serial Bus;

VGA – Video Graphics Array.

7.3 Índice de figuras

- Figura 1 Maqueta de conceito da EST Barreiro dos ARX.
 Figura 2 Maqueta de volumes e contexto do Hotel da Vila dos ARX.
 Figura 3 Maqueta de apresentação do edifício Mythos dos ARX.
 Figura 4 Maqueta do interior de uma casa.
 Figura 5 Maqueta de contexto com espaço para colocação de projeto, 2º ano do MIA 2015.
 Figura 6 Maqueta do Plano para a Av. de Berna, ARX.
 Figura 7 Interface do AutoCAD para desktop.
 Figura 8 Interface do Autodesk Revit.
 Figura 9 Interface do 3DS Max para desktop.
 Figura 10 Interface do SketchUp.
 Figura 11 Interface do Rhinoceros 3D.
 Figura 12 Interface do ArchiCAD.
 Figura 13 Representação da Realidade Virtual Continua.
 Figura 14 Imagem do filme “Quem tramou Roger Rabbit?”
 Figura 15 Observação da espinha dorsal auxiliada pela RA.
 Figura 16 Maqueta virtual.
 Figura 17 IMarcadores visuais.
 Figura 18 Dispositivo a digitalizar QR Code.
 Figura 19 Interface da aplicação do IKEA.
 Figura 20 Livro com marcadores visuais.
 Figura 21 Utilizador jogando AR Quake.
 Figura 22 Cartas do jogo The Eye of Judgement.
 Figura 23 Utilizadora dos Goggle Glasses.
 Figura 24 Câmara Kinect para Windows.
 Figura 25 Digitalização pelo Kinect-Fusion.
 Figura 26 Utilizador dos HoloLens.
 Figura 27 Visão direta.
 Figura 28 Visão indireta.
 Figura 29 Visão espelho.
 Figura 30 Tablet correndo Urbasee Future.
 Figura 31 Interface da ARch.
 Figura 32 Vídeo Mapping na exposição da Escola de Chicago.
 Figura 33 Marcadores visuais para reconhecimento.
 Figura 34 Modelos 3D reconhecidos pela equipAR!
 Figura 35 Reconhecimento e colocação do modelo digital na maqueta, i) reconhecimento da volumetria da

- maqueta através do Kinect, ii) maquete urbana com modelo virtual sobreposto.
 Figura 36 Esquiço do menu de alteração de modelo, i) esquiço com a barra de alteração fechada, ii) esquiço com a barra aberta.
 Figura 37 Ferramenta de insolação, alteração da sobra projetada, i) painel para escolha da posição do Sol (solstícios e equinócios), ii) alteração da hora do dia na barra lateral.
 Figura 38 Assinalado terreno retirado para implantar o edifício.
 Figura 39 Ferramenta para pintar uma ou mais paredes, i) botão da paleta de cores, ii) painel de escolha de cores e pintar uma parede.
 Figura 40 Áreas escondidas da maqueta ficam sobrepostas pelo modelo 3D, i) o modelo digital oculta parcialmente partes da maqueta em certos ângulos de visão
 Figura 41 Áreas escondidas da maqueta ficam sobrepostas pelo modelo 3D, i) edifício que será demolido, ocultado pelo projeto futuro, ii) modelo virtual oculta o edifício real que vai ser demolido no futuro.
 Figura 42 Parte do modelo 3D esta escondido atrás do volume da maqueta.
 Figura 43 Interface ARch.
 Figura 44 Como usar menu de alteração de modelo: i) deslizar menu para aceder aos modelos de outros edifícios, ii) fazer scroll e escolher modelo de outro edifício, iii) voltar a deslizar menu para fechar a lista dos modelos disponíveis.
 Figura 45 Visualização da estrutura do edifício realçada através da aplicação.
 Figura 46 Uso do menu de insolação e suas funcionalidades: i) escolher dia do ano em que queremos ver a insolação (equinócios ou solstícios), ii) alterar hora do dia em relação à data escolhida anteriormente.
 Figura 47 Câmara Kinect 360º para Windows, com explicação dos seus elementos em inglês.
 Figura 48 Reconstrução 3D de uma maqueta em cartão cinzento, escala 1:2000.
 Figura 49 Reconstrução 3D de uma maqueta em mdf, escala 1:200.
 Figura 50 i) maqueta de projeto em poliestireno expandido (terreno) e cartão (edifícios) (fotografia de Micaela Raposo), ii) reconstrução 3D da mesma maqueta pelo Kinect-Fusion.
 Figura 51 Janela para gravar na extensão FBX.
 Figura 52 Função para fazer “Link Revit”.
 Figura 53 Divisão dos elementos por layers.
 Figura 54 Menu de criação de grupo do plug-in “OpenSceneGraph”.
 Figura 55 Criação de grupo com o “OpenSceneGraph”.
 Figura 56 Seleção das layer que se pretende agrupar.
 Figura 57 Janela de “save as type”.
 Figura 58 Pasta ActiveModels.
 Figura 59 Interface do Image Automizer, com os pontos que seram reconhecidos pelo Kinect.
 Figura 60 Pasta de localização das texturas para o referencial.
 Figura 61 Ficheiro de configuração (.xfg) com parâmetros a alterar selecionado a azul.

7.4 Índice de quadros

Quadro 1 Quadro de calendarização e tarefas previstas para o trabalho.

Quadro 2 Resultado da questão 8 - Alguma vez utilizou um software de Realidade Aumentada - do questionário preliminar [Anexo A].

Quadro 3 Resultado da questão A3 - A utilização da aplicação tonra fácil a leitura do projeto no seu contexto urbano - do questionário final [Anexo A].

Quadro 4 Resultado da questão A5 - Considero que a aplicação permite uma exploração dinâmica da maquete- do questionário final [Anexo B].

Quadro 5 Resultado da questão A7 - Estou disposto a utilizar esta aplicação ao longo do desenvolvimento de um projeto de arquitetura - do questionário final [Anexo B].

Quadro 6 Resultado da questão A9 - Considero a aplicação útil para avaliar vários projetos concebidos num único local - do questionário final [Anexo B].

Quadro 7 Resultado da questão A10 - Acho que a Realidade Aumentada em maquetas seria uma alternativa complementar às maquetas reais - do questionário final [Anexo B].

Anexos

Anexo A

Protocolo da
aplicação:
Teste de uso



Protocolo da Aplicação

Trabalho de Projeto Final do Mestrado Integrado em Arquitetura
O Virtual sobre a Realidade: Estudo de ferramenta para aumentar maquetas reais

Fábio Costa

Índice

1	Introdução	3
2	Objetivos	3
3	Metodologia	3
3.1	Local e Data	3
3.2	Amostra	3
3.3	Procedimento	3
4	Conclusão	4
5	Anexos	5
5.1	Anexo 1	5
5.2	Anexo 2	6
5.3	Anexo 3	7
5.4	Anexo 4	10
5.5	Anexo 5	11

1 Introdução

As tecnologias são parte integrante do nosso quotidiano e, nos países desenvolvidos, o computador pessoal passou a ter uma presença generalizada seja para uso profissional ou pessoal. Uma grande parte dos arquitetos e estudantes de arquitetura utilizam ferramentas digitais no seu trabalho quotidiano. Apesar disso, em arquitetura, trabalha-se muito com maquetas físicas a várias escalas de modo a verificar de modo tangível as volumetrias, as ligações e mesmo para partilhar com outros técnicos ou clientes as ideias de projeto.

O mundo dos arquitetos encontra-se povoado de maquetas. E se a estas maquetas se pudesse acrescentar a informação que elas por si só não conseguem mostrar?

Neste teste vamos abordar as novas tecnologias como forma de adicionar mais informações à maqueta clássica através de um modelo digital 3D. Com a ajuda de tecnologia de ponta de reconhecimento de elementos tridimensionais vamos aumentar a maqueta física com informação através da Realidade Aumentada.

2 Objetivos

O objetivo destes testes é avaliar a reação dos estudantes e profissionais na área de arquitetura ao uso da aplicação ARch4Models. Pretendemos perceber se a aplicação satisfaz estas pessoas e se a usabilidade desta está bem conseguida.

3 Metodologia

3.1 Local e Data

Os testes da aplicação iram decorrer no ISTAR-IUL, situado na Avenida das Forças Armadas, edifício II do ISCTE-IUL. Este teste irá decorrer em Setembro de 2015.

3.2 Amostra

Sendo esta uma aplicação essencialmente destinada a ser usada por projetistas, pretende-se que a amostra seja composta por alunos de Arquitetura e arquitetos a quem será pedido que se voluntariem para a experiência.

3.3 Procedimento

Os participantes serão recebidos no ISCTE-IUL e encaminhados ate às instalações do ISTAR-IUL [Anexo 1]. O teste será composto de três fases: 1) receção e consentimento, 2) realização do teste, 3) resposta a questionário.

Na primeira fase a realizar já nas instalações do ISTAR-IUL, será entregue um “Termo de Consentimento” [Anexo 2] depois de informar o participante do que será realizado. Este já informado deverá ler o termo e assinar se estiver se acordo com os procedimentos em questão. Apenas os participantes que assinem este termo serão levados à próxima fase. Na segunda fase deste procedimento existe uma maqueta física de intervenção, dois modelos digitais 3D completo e instalado na aplicação, um referencial e um tablet surface pro 2. É nesta fase que o participante é levado ao encontro da maqueta que será utilizada nos testes da aplicação e se explica o que se pretende do participante [Anexo 4]. Depois deste procedimento é altura de ligar o computador e fazer correr a aplicação de modo a que o modelo digital 3D seja visível sobre a maqueta real. É neste momento que será mostrado ao participante todas as funcionalidades da aplicação e para que servem.

Depois de todas estas etapas passamos à terceira fase deste teste, onde o participante poderá assumir o controlo e experimentar por si mesmo as funcionalidades da aplicação. No final desta fase será dado um Questionário [Anexo 5] para que o participante dê o seu parecer em relação à usabilidade da aplicação e à satisfação que sentiu para com o uso da tecnologia que esteve a testar. É nesta fase que se conclui o teste depois do questionário estar completamente respondido. Para finalizar os participantes serão encaminhados até a porta o ISTAR-IUL.

4 Conclusão

Pretendemos com este teste conseguir resultados que permitam compreender como as pessoas, nomeadamente estudantes de arquitetura e arquitetos ou outros projetistas como engenheiros civis, reagem às novas formas de discutir e avaliar projetos de arquitetura. Procura-se ainda entender se estas novas tecnologias são ou não uma mais-valia para os projetistas no contexto atual de projeto.

5 Anexos

5.1 Anexo 1

Este guião deve ser verbalizado pelo investigador aos participantes na fase 1, imediatamente antes do “Termo de Consideração” ser dado ao mesmo. Este guião poderá ser lido ou memorizado e dito, desde que a mesma informação chegue às pessoas que irão efetuar o teste.

“Queremos agradecer a sua presença neste teste. A sua colaboração é bastante importante, sem ela não seria possível realizar este estudo. Irá participar na avaliação de uma ferramenta digital que será utilizada em maquetes de arquitetura e com a qual é possível aumentar a informação que elas fornecem a quem a visualiza.

Temos como objetivo testar a usabilidade relativamente às funcionalidades desenvolvidas numa aplicação de Realidade Aumentada no âmbito da arquitetura assim como a satisfação que os participantes têm com a aplicação em causa. Pretendemos avaliar a pertinência da integração desta tecnologia no processo de projeto e na avaliação de concursos em arquitetura.

Numa primeira fase ser-lhe-á entregue um termo de consentimento, que deve ser lido atentamente e assinado, garantindo a sua participação voluntária e a proteção de dados que nos faculta ao longo do estudo. Depois disso passaremos à segunda fase onde entraremos em contato com a maquete física que será aumentada através de elementos virtuais. É nesta fase que vai ter a oportunidade de experimentar a aplicação num computador e irá finalizar com um pequeno questionário acerca da experiência que realizou.

Em qualquer momento do estudo, as suas dúvidas e questões poderão ser esclarecidas pelo investigador que o/a acompanha. Também poderá desistir do teste em qualquer momento, basta para isso, informar o investigador. Durante este teste será sempre acompanhado pelo mesmo investigador, que poderá ajudá-lo na realização das suas tarefas. Vou agora solicitar-lhe que leia atentamente este Termo de Consentimento e preencha o questionário preliminar, onde encontrará detalhes sobre o objetivo destes testes. Peço que no final da leitura, caso concorde com tudo, assine o documento para passarmos à fase seguinte.”

[Entrega e assinatura do Termo de consentimento livre e informado]

[Entrega do Questionário Preliminar]

5.2 Anexo 2

Nome Teste: O Virtual Sobre a Realidade
Estudante Responsável: Fábio Costa

TERMO DE CONSENTIMENTO

Objetivo do Estudo

O objetivo deste teste é avaliar se a aplicação em causa é intuitiva e fácil de utilizar por estudantes e profissionais da área de arquitetura. Procura-se também através de questionários entender qual a satisfação dos utilizadores perante tal ferramenta de Realidade Aumentada.

Condições do Estudo

O tempo previsto de duração da experiência é de cerca de 20 minutos. A sua participação representa um importante contributo, não só para o estudo em curso, mas também para o desenvolvimento do conhecimento na área da Arquitetura. Ao participar, terá a oportunidade de experimentar equipamentos e tecnologias associadas à Realidade Aumentada. A utilização deste tipo de equipamento é bastante fácil e não coloca qualquer problema para a sua saúde.

Voluntariado

Este sistema tem um carácter voluntário. O participante tem a possibilidade, por motivos éticos ou de saúde negar a participação ou de se retirar do teste, a qualquer momento, sempre que assim o entender.

Confidencialidade, Privacidade e Anonimato

De acordo com as normas da Comissão de Proteção de Dados, os dados recolhidos são anónimos e a sua eventual publicação só poderá ter lugar em revistas da especialidade.

Captura de imagens

Durante a experimentação permite que sejam tiradas fotografias que poderão ser utilizadas apenas em publicações científicas e do ISCTE-IUL.

Tendo tomado conhecimento sobre a informação disponível para o teste, declaro aceitar participar

___/___/2015 _____

5.3 Anexo 3

Questionário Preliminar

(O investigador deverá colocar o número do participante antes do mesmo começar o questionário)

1. Idade

<20

21-35

36-50

51-65

>65

2. Género

Masculino

Feminino

3. Identifique a(s) sua(s) atividade(s) profissional(is)

Aluno do MIA

Docente do MIA

Arquiteto

Engenheiro

Outro (Por favor especifique _____)

4. Anos de experiência profissional na prática da arquitetura?

Atualmente na universidade

1-10

11-20

21-30

>30

5. Como avalia a sua relação com as tecnologias digitais?

Muito má

Insuficiente

Razoável

Boa

Muito Boa

6. Como avalia a sua relação com as tecnologias digitais de modelação e visualização 3D?

Muito má

Insuficiente

Razoável

Boa

Muito Boa

7. Elabora maquetas com frequência?

Pouca

Razoável

Muita

8. Alguma vez utilizou um software de Realidade Aumentada? (Se responder não, passe para a questão 11)

Sim

Não

9. Dos software de Realidade Aumentada utilizados, algum era para arquitetura?

Sim (Por favor especifique _____)

Não

10. Acha que a utilização de modelos 3D em Realidade Aumentada iria auxiliar os projetistas durante o processo de concepção de projeto de arquitetura?

Sim

Não

Talvez

(Por favor especifique a sua resposta _____)

11. Neste momento sinto-me... (assinalar as que se aplicam)

Motivado(a) para interagir com a tecnologia que me será apresentada

Apreensivo(a)

Outro (Por favor especifique _____)

Obrigado pela sua participação!

5.4 Anexo 4

Antes de serem fornecidas tarefas ao participante, o investigador deverá dar as seguintes

instruções:

“Vamos agora passar à segunda fase do teste. Agora vai poder navegar livremente pela aplicação de que permite visualizar modelos digitais 3D sobre maquetas físicas, através de realidade aumentada, e explorar as diferentes funcionalidades que lhe vão ser explicadas. Como sabe estamos interessados na sua opinião relativamente ao uso e satisfação no processo de projeto e avaliação de trabalhos de arquitetura.

[Abrir a aplicação de Realidade Aumentada no PC]

“O modelo virtual 3D que está a visualizar é uma habitação unifamiliar com dois pisos. Este modelo é colocado virtualmente na maqueta através da aplicação desenvolvida. Para tal a câmara Kinect da *Microsoft* reconhece e regista os elementos tridimensionais da maqueta e coloca o modelo digital no seu preciso local. Agora poderá navegar livremente na aplicação e explorar as funcionalidades das suas ferramentas. Para isso apenas terá de seguir algumas indicações para o uso da aplicação.”

[Explicação a forma como a aplicação interage com o utilizador]

Como alterar o modelo digital;

Como mudar o modo de visualização;

[Tarefas possíveis de executar dentro de cada modo – explicar para que serve cada ferramenta e como funcionam]

Modo Apresentação – Insolação e animações

Modo Cortes – Visualizar cortes horizontais e verticais em tempo real

Modo Seleção – Aqui podemos Realçar, Ocultar ou Pintar elementos ou camadas

“Sem tiver alguma dúvida pergunte que eu esclarecerei. Relembro que a avaliação é sobre a aplicação e não sobre a sua habilidade para a usar.”

[Após mostrar as funcionalidades começamos o teste]

“Vamos então prosseguir com o teste, peço-lhe que navegue livremente e explore todas as funcionalidades. Lembre-se que não estamos a testar a sua habilidade num dispositivo móvel mas sim as funcionalidades da aplicação. Peço que durante esta fase do teste “pense alto” e verbalize todas as questões que tiver no uso da aplicação.”

[Passados cerca de 10 minutos, ou menos se as funcionalidades tiverem sido testadas, passamos à fase do questionário onde o participante irá responder livremente a sua opinião acerca da usabilidade da aplicação em estudo]

5.5 Anexo 5

Questionário Final

(colocar o número do participante antes de este começar o questionário)

Muito obrigado por ter realizado esta experiência.

Este questionário tem por objetivo perceber, a partir da sua opinião, a pertinência da integração desta tecnologia ao longo do desenvolvimento do projeto de arquitetura, bem como as potencialidades desta na representação do projeto em contexto de reuniões, apresentações e avaliações.

A - Responda às seguintes questões numa escala de 1 a 7 em que 1 é discordo totalmente e 7 é concordo totalmente

A.1 – Acho que a aplicação é dinâmica e intuitiva.

1	2	3	4	5	6	7
Discordo totalmente						Concordo totalmente

A.2 – Acredito que esta aplicação pode fazer parte da metodologia usada ao longo do processo de projeto.

1	2	3	4	5	6	7
Discordo totalmente						Concordo totalmente

A.3 - A utilização da aplicação torna mais fácil a leitura do projeto no seu contexto urbano.

1	2	3	4	5	6	7
Discordo totalmente						Concordo totalmente

A.4 - A utilização desta aplicação facilita a comunicação entre as várias entidades presentes durante as fases de projeto (arquitetos, engenheiros, especialidades).

1	2	3	4	5	6	7
Discordo totalmente						Concordo totalmente

A.5- Considero que a aplicação permite uma exploração dinâmica da maquete.

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

Discordo totalmente	Concordo totalmente
---------------------	---------------------

A.6 – A visualização da maquete aumentada foi mais informativa em comparação com uma maquete normal.

1	2	3	4	5	6	7
Discordo totalmente						Concordo totalmente

A.7 – Estou disposto a utilizar esta aplicação ao longo do desenvolvimento de um projeto de arquitetura.

1	2	3	4	5	6	7
Discordo totalmente						Concordo totalmente

A.8 – Estou disposto a utilizar esta aplicação enquanto júri num concurso de arquitetura.

1	2	3	4	5	6	7
Discordo totalmente						Concordo totalmente

A.9 - Considero a aplicação útil para avaliar vários projetos concebidos em um único local.

1	2	3	4	5	6	7
Discordo totalmente						Concordo totalmente

A.10 - Acho que a Realidade Aumentada em maquetas seria uma alternativa complementar às maquetas reais.

1	2	3	4	5	6	7
Discordo totalmente						Concordo totalmente

A.11 - Deposito confiança na representação, do projeto, apresentada pela aplicação.

1	2	3	4	5	6	7
Discordo totalmente						Concordo totalmente

B. – Em relação à **facilidade de utilização** qual a sua opinião das seguintes funcionalidades:

A seguinte avaliação esta compreendida numa escala de 1 a 7 em que 1 é muito complicado e 7 é muito simples.

	1	2	3	4	5	6	7
	Muito complicado			Muito simples			
Colocar o modelo na maquete real							
Alternar entre modelos 3D							
Realizar cortes verticais							
Realizar cortes horizontais							
Realçar elemento ou camadas							
Ocultar elemento ou camadas							
Pintar elemento ou camadas							

C. – Em relação da **usabilidade em projeto de arquitetura** qual a sua opinião das seguintes funcionalidades:

A seguinte avaliação esta compreendida numa escala de 1 a 7 em que 1 é pouco útil e 7 é muito útil.

	1	2	3	4	5	6	7
	Pouco útil			Muito útil			
Colocar o modelo na maquete real							
Alternar entre modelo 3D							

Realizar cortes verticais							
Realizar cortes horizontais							
Realçar elemento ou camadas							
Ocultar elemento ou camadas							
Pintar elemento ou camadas							

D. – Na sua opinião acrescentava ou mudava alguma das funcionalidades para o melhor entendimento do projeto?

Sim

Não

Se sim, quais?

E. – Sugestões para melhoria do programa:

Muito Obrigado pela sua participação!

Anexo B

Resultados dos Questionários

Resultados do questionário preliminar

1. Idade			
< 20		3	19%
21-35		12	75%
36-50		1	6%
51-65		0	0%
> 65		0	0%
Total		16	100%

2. Género			
Masculino		12	75%
Feminino		4	25%
Total		16	100%

3. Identifique a(s) sua(s) atividade(s) profissional(is)			
Aluno do MIA		14	88%
Docente do MIA		1	6%
Arquiteto		0	0%
Engenheiro		1	6%
Outro (Por favor especifique)		0	0%
Total		16	100%

4. Anos de experiencia profissional na prática da arquitetura?			
Atualmente na universidade		14	88%
1-10		2	13%
11-20		0	0%
21-30		0	0%
> 30		0	0%
Total		16	100%

5. Como avalia a sua relação com as tecnologias digitais?			
Muito má		0	0%
Insuficiente		0	0%
Razoável		7	44%
Boa		6	38%
Muito Boa		3	19%
Total		16	100%

6. Como avalia a sua relação com as tecnologias digitais de modelação e visualização 3D?			
Muito má		0	0%
Insuficiente		3	19%
Razoável		7	44%
Boa		4	25%
Muito Boa		2	13%
Total		16	100%

7. Elabora maquetas com frequência?			
Pouca		3	19%
Razoável		6	38%
Muita		7	44%
Total		16	100%

8. Alguma vez utilizou um software de Realidade Aumentada?			
Sim		6	38%
Não		10	63%
Total		16	100%

9. Dos software de Realidade Aumentada utilizados, algum era para arquitetura?			
Sim		4	67%
Não		2	33%
Total		6	100%

10. Acha que a utilização de modelos 3D em Realidade Aumentada iria auxiliar os projetistas durante o processo de conceção de projeto de arquitetura?			
Sim		2	33%
Não		0	0%
Talvez		4	67%
Total		6	100%

Por favor especifique a sua resposta

- Penso que será principalmente útil em obras de reabilitação;
- Facilita a visualização;
- Com o avanço das TIC, tudo está a passar para formato digital, tornando mais fácil a visualização, e a disponibilização;
- Poderá nem sempre ser vantajoso no processo criativo.

11. Neste momento sinto-me... (assinalar as que se aplicam)			
Motivado(a) para interagir com a tecnologia que me será apresentada		13	81%
Apreensivo(a)		2	13%
Outro (Por favor especifique)		1	6%

Resultados do questionário final

A1. Acho que a aplicação é dinâmica e intuitiva.

	Respostas	%
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	1	6%
5	6	38%
6	7	44%
7	2	13%
Total	16	100%

A2. Acredito que esta aplicação pode fazer parte da metodologia usada ao longo do processo de projeto.

	Respostas	%
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	1	6%
5	4	25%
6	7	44%
7	4	25%
Total	16	100%

A3. A utilização da aplicação torna mais fácil a leitura do projeto no seu contexto urbano.

	Respostas	%
1	0	0%
2	0	0%
3	1	6%
4	0	0%
5	3	19%
6	8	50%
7	4	25%
Total	16	100%

A4. A utilização desta aplicação facilita a comunicação entre as várias entidades presentes durante as fases de projeto (arquitetos, engenheiros, especialidades).

	Respostas	%
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	1	6%
5	7	44%
6	4	25%
7	4	25%
Total	16	100%

A5. Considero que a aplicação permite uma exploração dinâmica da maquete.

	Respostas	%
1	0	0%
2	1	6%
3	0	0%
4	0	0%
5	2	13%
6	6	38%
7	7	44%
Total	16	100%

A6. A visualização da maquete aumentada foi mais informativa em comparação com uma maquete normal.

	Respostas	%
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	2	13%
5	9	56%
6	3	19%
7	2	13%
Total	16	100%

A7. Estou disposto a utilizar esta aplicação ao longo do desenvolvimento de um projeto de arquitetura.

	Respostas	%
1	0	0%
2	0	0%
3	1	6%
4	2	13%
5	8	50%
6	2	13%
7	3	19%
Total	16	100%

A8. Estou disposto a utilizar esta aplicação enquanto júri num concurso de arquitetura.

	Respostas	%
1	0	0%
2	1	6%
3	1	6%
4	2	13%
5	5	31%
6	4	25%
7	3	19%
Total	16	100%

A9. Considero a aplicação útil para avaliar vários projetos concebidos num único local.

	Respostas	%
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	2	13%
5	2	13%
6	7	44%
7	5	31%
Total	16	100%

A10. Acho que a Realidade Aumentada em maquetas seria uma alternativa complementar às maquetas reais.

	Respostas	%
1	0	0%
2	0	0%
3	1	6%
4	2	13%
5	3	19%
6	7	44%
7	3	19%
Total	16	100%

A11. Deposito confiança na representação, do projeto, apresentada pela aplicação.

	Respostas	%
1	0	0%
2	0	0%
3	0	0%
4	3	19%
5	9	56%
6	3	19%
7	1	6%
Total	16	100%

B. Em relação à **facilidade de utilização** qual a sua opinião das seguintes funcionalidades: A seguinte avaliação esta compreendida numa escala de 1 a 7 em que 1 é muito complicado e 7 é muito simples.

	1	2	3	4	5	6	7	Média
Colocar o modelo na maqueta real	0	0	0	2	6	3	5	5.69
Alternar entre modelos 3D	0	0	0	0	2	7	7	6.31
Realizar cortes verticais	0	0	0	0	4	1	10	6.40
Realizar cortes horizontais	0	0	0	0	3	2	11	6.50
Realçar elemento ou camadas	0	0	1	1	1	2	11	6.31
Ocultar elemento ou camadas	0	0	0	4	0	4	8	6.00
Pintar elemento ou camadas	0	0	1	2	4	1	8	5.81

C. Em relação da **usabilidade em projeto de** arquitetura qual a sua opinião das seguintes funcionalidades: A seguinte avaliação esta compreendida numa escala de 1 a 7 em que 1 é pouco útil e 7 é muito útil.

	1	2	3	4	5	6	7	Média
Colocar o modelo na maqueta real	0	0	0	0	2	10	4	6.13
Alternar entre modelos 3D	0	0	0	1	3	4	8	6.19
Realizar cortes verticais	0	0	0	1	1	3	11	6.50
Realizar cortes horizontais	0	0	0	1	1	3	11	6.50
Realçar elemento ou camadas	0	0	0	1	4	3	8	6.13
Ocultar elemento ou camadas	0	0	0	2	3	1	10	6.19
Pintar elemento ou camadas	1	0	1	3	3	3	5	5.25

D. Na sua opinião acrescentava ou mudava alguma das funcionalidades para o melhor entendimento do projeto?

	Respostas	%
Sim	5	31%
Não	11	69%
Total	16	100%

Se sim, quais?

- O modelo deveria interagir com a maquete, ficando escondido quando estivesse atrás do terreno;
- Poderia ser interessante haver um meio termo entre o que está a ser apresentado e o a funcionalidade "ocultar", ou seja poderia ser útil haver uma opção de transparência que se pudesse ver elementos por trás sem perder controlo total do objeto ao ocultá-lo;
- Paleta de cores na funcionalidade "pintar";
- Na parte de aumentar e diminuir o zoom do objeto devia ser mais prático.

E. Sugestões para melhoria do programa:

- Velocidade de corte menos sensível. Comandos de voz;
- O modelo inserido na maqueta real oculta certas partes da maqueta, e dependendo do ângulo de visão, a maqueta também pode ocultar certas partes do modelo. Era interessante haver uma forma de pintar as zonas ocultadas pelo modelo na maqueta e vice-versa;
- Melhorar a competência da camera;
- Devia ser mais rápido na parte interactiva do programa (cortes, zoom do projecto).

Anexo C

Concurso Biblioteca
Municipal de Setúbal



CONCURSO PÚBLICO DE CONCEÇÃO PARA A ELABORAÇÃO DO PROJETO DA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SETÚBAL

PROGRAMA PRELIMINAR



CONCURSO PÚBLICO DE CONCEÇÃO PARA A ELABORAÇÃO DO
PROJECTO DA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SETÚBAL

Anexo I
(a que se refere o n.º 2 do ARTIGO 1.º)

ÍNDICE

PROGRAMA PRELIMINAR

1 - Preâmbulo	3
2 - Síntese histórico-funcional	3
3 - Objectivos do concurso	4
4 - Localização e características do local de intervenção	4
5 - Programa de intervenção	5
6 – Condicionantes	6
7 - Estimativa de custo de obra	8
8 - Sites úteis na internet	8
9 - Quadro de áreas	9
10 - Anexos ao Programa Preliminar	10

PROGRAMA PRELIMINAR**1 - PREÂMBULO**

Nos últimos anos, Setúbal tem sentido fortes transformações urbanísticas na área urbana compreendida entre o núcleo urbano antigo da cidade e a zona de Frente Ribeirinha da Cidade de Setúbal, intervenções concretizadas no âmbito do Programa Comunitário QREN, nomeadamente o PIVZRS - Programa Integrado de Valorização da Zona Ribeirinha de Setúbal e o RESET - Programa Integrado de Regeneração Urbana do Centro Histórico de Setúbal, aprovadas pelas 'Parcerias para a Regeneração Urbana' do Programa Operacional Regional de Lisboa (POR Lisboa) e do Programa POLIS, que permitiram na reconversão, reabilitação e construção de novos espaços públicos e de vários equipamentos municipais. Ao aumento de oferta cultural e turística, agregou-se a renovação do Parque Escolar do Concelho de Setúbal e a concretização de novas vias de acesso rodoviário que permitiram transladar as rotas de veículos pesados de mercadorias do centro da cidade para as áreas industriais e portuária, assim como melhorar o acesso automóvel ao centro da cidade.

Por outro lado, o aumento populacional do concelho de Setúbal das últimas décadas, acentuou a necessidade de ampliação da biblioteca municipal em funcionamento parcial desde 1948 no nº 188 da Avenida Luísa Todi. Entre 1987 e 1992 o edifício após uma intervenção profunda passou desde essa data a ser utilizado na íntegra pela biblioteca municipal, actualmente este equipamento transparece algumas carências de funcionalidade e acessibilidade e principalmente a carência espacial para dar resposta à população existente no concelho de Setúbal. Para além deste edifício existem quatro pólos da biblioteca pública espalhados pelo território do concelho o pólo de S. Julião, o pólo da Bela Vista, o pólo da Gâmbia e o pólo Sebastião da Gama/Azeitão.

Conhecedor desta realidade, o município com a assessoria da Ordem dos Arquitectos – Secção Regional Sul, propõe-se desenvolver em concurso público para a elaboração do projecto da Biblioteca Municipal de Setúbal.

É vontade da CMS que este projecto venha a ser uma marca de referência no panorama arquitectónico nacional, a partir das respostas apresentadas a questões urbanísticas de particular exigência no local de implantação previsto. Para execução deste projecto, no entanto, a CMS terá de se submeter a uma candidatura de financiamento, de cuja aceitação dependerá a realização da obra.

2 - SÍNTESE HISTÓRICO-FUNCIONAL

O Largo José Afonso, antigo parque das escolas, situa-se na actual Avenida Luísa Todi, antiga "Avenida da Praia", na Praia do Seixal. Este lugar, marcado pelo movimento de variadas embarcações, só adquiriu a forma de terreiro em 1848, aquando da sua terraplanagem e construção das edificações adjacentes.

Na segunda metade do século XVII, na referida praia foi construído o Baluarte de S. Brás, que integrava a "Fortificação Grande" de Setúbal, composta pelos restantes baluartes visíveis no Anexo 5.1.

Durante o século XIX Setúbal foi alvo de um grande crescimento, muito significativo na sua zona ribeirinha. Construiu-se um grande eixo, a Avenida Luísa Todi. O espaço da praia do Seixal, no final do século XIX foi requalificado em Passeio Público ou Passeio do Lago, um espaço arborizado, convertido em jardim de veraneio. O Baluarte de S. Brás foi desmontado na sequência desta obra. Os edifícios que contornavam o passeio vieram a formar o actual Largo José Afonso, cerrando a relação com o rio, contrariando a vocação marítima deste lugar.

A existência do Passeio do Lago perpetuou-se até à instalação de um conjunto de edificações depois do 25 de Abril de 1974 (a maior parte de construção precária) que se destinavam a acolher algumas instituições de interesse público no concelho, como uma escola de dança ou um pavilhão para exposições pertencente à Câmara Municipal. Por esta altura também funcionava no largo José Afonso a Feira de Santiago, uma feira anual com a duração de duas semanas que se realizava no final do mês de Julho. Em 2004, no âmbito da intervenção do programa POLIS, a feira foi deslocalizada para um parque de exposições na zona nascente da cidade e a praça foi alvo da requalificação que actualmente permanece.

3 - OBJECTIVOS DO CONCURSO

Os principais objectivos do concurso público para a elaboração do projecto da Biblioteca Municipal de Setúbal deverão ser:

- Criação de um objecto arquitectónico notável que constitua uma forte referência na Avenida Luísa Todi e na cidade de Setúbal;
- Criação de uma biblioteca aberta, moderna, convidativa que tenha capacidade de ampliação e adaptabilidade, e que seja catalisadora de vida urbana no Largo José Afonso;
- Integração urbana do equipamento no Largo José Afonso em diálogo com as preexistências construídas;
- Constituição de um elemento estruturante na relação urbana do Centro Histórico com a Frente Ribeirinha, indutor de percursos pedonais entre as duas áreas da cidade;
- Criação de um edifício com comportamento energético exemplar.

4 - LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO LOCAL DE INTERVENÇÃO

O local de intervenção, compreende uma área de 35 600 metros quadrados, sendo confrontado a norte pela Avenida Luísa Todi e pelo edifício das galerias Avenida Parque, e delimitado a nascente,

poente e a sul por uma frente urbana de edifícios de dois pisos, construída no séc. XIX.

No âmbito do programa POLIS, em 2004, realizou-se a intervenção no Largo José Afonso que contempla um antiteatro ao ar livre com capacidade para 2500 espectadores e cuja estrutura técnica é suportada por um pórtico de 21 metros de altura. Trata-se de uma edificação utilizada para eventos lúdicos e recreativos. O projecto requalificou também o pavimento na Praça, mantendo a sua valência de espaço público.

A utilização do largo é feita para a realização de alguns eventos como pequenas feiras, concertos, mostras gastronómicas. Também é um local de atravessamento, uma ponte de passagem entre o casco urbano, o centro histórico e a zona Ribeirinha. Estes fluxos em articulação com os efectuados na Avenida Luísa Todi (Anexo 4) são de extrema importância na relação da biblioteca com a sua envolvente, devendo ser incorporados nas propostas.

Relativamente aos usos que compõem a frente edificada que envolve o largo, além da predominância da habitação é evidente também alguma actividade de restauração, localizada no piso térreo de alguns edifícios. No entanto, a maioria dos serviços de restauração tem uma relação contida com o largo, com passeios estreitos e condições pouco aprazíveis de esplanada. Na envolvente do largo existe ainda um edifício pertencente ao Instituto Português da Juventude onde funcionou a Pousada da Juventude de Setúbal.

É evidente no Largo José Afonso uma desvalorização dos recursos comerciais e habitacionais, com reflexo no estado de conservação dos edifícios que o compõem, predominantemente edifícios em razoável ou mau estado de conservação ou mesmo devolutos. Alguns edifícios encontram-se em estado de abandono mas a realidade da instalação da biblioteca potenciará a estratégia de reabilitação das frentes construídas que configuram o largo tornando-se em oportunidades de intervenção pelo sector privado.

5 - PROGRAMA DE INTERVENÇÃO

Pretende-se um edifício emblemático com uma linguagem formal aliada a uma estética contemporânea, que além de desempenhar as suas funções específicas, beneficie toda a área de intervenção onde se insere. O edifício deverá ter no máximo até três pisos acima da cota de soleira e não é admitida a construção em cave. Deverá ainda ter uma zona de cafetaria com cerca de 40 m² que deverá relacionar-se directamente com o exterior e com o átrio de entrada proposto para o edifício. O edifício da biblioteca deverá considerar a possibilidade de ampliação e adaptabilidade, se decorrente da utilização ou exigências futuras, essa situação se verificar como necessária.

Em função do número de habitantes de cada concelho estão definidos no referido documento, programas-tipo de bibliotecas que serão o ponto de partida para o desenvolvimento dos projectos a apoiar pela DGLB. Pretende-se para a cidade de Setúbal uma Biblioteca Municipal com tipologia BM3, "para concelhos com população superior a 50 000 habitantes."

Quanto ao plano funcional do edifício, deverá ser respeitado o "Programa de Apoio às Bibliotecas Municipais" (Anexo 8), elaborado pela Direcção-Geral do Livro e das Bibliotecas (DGLB), cujo âmbito de intervenção é planejar a criação e o desenvolvimento da Rede Nacional de Bibliotecas Públicas (RNBP), apoiando os Municípios na criação e instalação de Bibliotecas Municipais. Deste programa, foi intencionalmente retirado o quadro de áreas referência, que no caso em presença foi adaptado às necessidades específicas do concelho, admitindo-se uma variação positiva de 10% destes valores, desde que não exceda a Área Bruta máxima admitida.

O projecto do estacionamento a desenvolver deverá ser uma solução de execução autónoma do edifício da biblioteca permitindo, face aos constrangimentos financeiros a CMS, considerar ou não a execução do mesmo. Deverá funcionar num ou dois pisos acima da cota de soleira e de forma articulada com o edifício da biblioteca. Para este estacionamento deverá ser prevista uma área com capacidade de 40 veículos, não superior a 1000 m². Não se pretende a criação de mais lugares de estacionamento no exterior e pode, desde que fundamentada, ser reformulada a circulação viária no largo. Bem como, podem ser apresentadas soluções de reorganização da totalidade do Largo José Afonso, com vista ao cumprimento dos pressupostos definidos nos objectivos do concurso. Apesar de não consideradas no objecto do concurso, as soluções de reorganização espacial do largo e composição do desenho urbano são complementares da intervenção centrada no edifício da biblioteca, pois pretende-se que a solução vigore num adequado entorno urbano, num ambiente de valorização estética e paisagística. O projecto de reformulação do largo não será adjudicado.

6 - CONDICIONANTES

No decorrer do projecto deverão ser tidos em conta pelos concorrentes as seguintes condicionantes:

• PDM

No que respeita ao ordenamento do Plano Director Municipal, o equipamento pretendido será inserido numa classe de solo compatível no âmbito da revisão deste plano, tendo viabilidade de construção após a sua publicação. A revisão do Plano Director Municipal de Setúbal encontra-se em fase de finalização da proposta de ordenamento, prevendo-se que a sua publicação ocorra em 2013.

• Coberto Vegetal

As propostas poderão, desde que justificado, propor alterações ao coberto vegetal presente, com excepção das Araucárias que rodeiam o lago que são consideradas árvores de interesse público pelo seu porte, estrutura e idade. A classificação "de interesse público" atribui ao arvoredor um estatuto de protecção idêntico ao do património edificado classificado. As árvores classificadas de interesse público beneficiam de uma zona de protecção de 50 metros em redor da sua base, sendo condicionada a parecer da **Autoridade Florestal Nacional (AFN)** qualquer intervenção nesta área que implique alteração do solo. Qualquer intervenção nas árvores em si, carece de igual modo de prévia autorização daquela entidade.

• **DGPC (Direcção Geral do Património Cultural)**

No Largo José Afonso esteve implantado o Baluarte de S. que fez parte das muralhas seiscentistas de Setúbal. Muito embora o Baluarte e muralhas não se encontrem visíveis, os seus vestígios existem no subsolo e foram detectados e registados na intervenção arqueológica realizada no Largo no âmbito das obras do Programa Pólis.

Sendo que as Muralhas seiscentistas de Setúbal se encontram em processo de classificação como Imóvel de Interesse Público, estas passam a beneficiar da Z.E.P. (Zona Especial de Protecção), tal como a zona envolvente está sujeita a condicionamentos e restrições estabelecidas na Lei nº 107/2001 de 8 de Setembro. Qualquer obra e/ou projecto de arquitectura apresentado para a zona envolvente, está sujeito a parecer prévio da **DGPC (Direcção Geral do Património Cultural)**, que se pronunciará relativamente ao projecto de arquitectura e ao tipo de acompanhamento arqueológico a realizar.

• **Águas Domésticas e Pluviais**

Na sequência do Projecto de Reformulação da Praça José Afonso foram executadas infra-estruturas de águas domésticas e pluviais consideráveis, nomeadamente, duas estações elevatórias (águas domésticas e águas pluviais), na envolvente Norte e Sudeste do lago. As estações elevatórias não deverão ser deslocalizadas.

As soluções a adoptar para a drenagem pluvial deverão privilegiar que a regularização dos caudais provenientes das áreas impermeabilizadas seja efectuada através de técnicas de controlo na origem que promovam a infiltração e/ou a retenção das águas (espaços verdes, pavimentos porosos, trincheiras de infiltração, bacias de retenção e infiltração, cisternas de armazenamento, entre outras), de forma a reduzir ao mínimo os caudais de ponta e o impacte na rede pública de drenagem, podendo inclusivamente considerar-se o aproveitamento destas águas para diversos fins como a rega, lavagens e outras utilizações que não exijam água potável.

• **Ruído**

O conforto ambiental numa biblioteca, no que se refere à questão dos níveis ruído é fundamental, pois sendo um local onde se exige a concentração dos seus usuários, é um dos indicadores de qualidade destes ambientes. Assim, uma reflexão sobre os padrões que determinam este tema contribui para um desempenho mais eficaz do funcionamento da biblioteca. Nestes padrões incluem-se a escolha do local para a implantação da biblioteca e os projectos de arquitectura e especialidades.

Nas peças desenhadas que acompanham o corpo de anexos deste programa preliminar fazem parte um conjunto de mapas que indicam os níveis de ruído na envolvente do Largo José Afonso para um Período Horário 0h. - 24h, de acordo com o indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno (LDEN).

• **Hidrogeologia**

Com base no estudo de instalação de piezómetros no lote de terreno para a construção do Fórum Luísa Todí em Setúbal, é possível fazer uma aproximação à realidade existente no Largo José Afonso. Na zona marginal de Setúbal existe uma grande permeabilidade dos terrenos de natureza fundamentalmente arenosa onde a alimentação dos aquíferos existentes é processada directamente por infiltração a partir da superfície. A campanha de prospecção geotécnica efectuada no âmbito do referido estudo (de Abril de 2012) constatou que os níveis da água se encontram presentes entre 1.90 e 2.25 m de profundidade. A Câmara Municipal de Setúbal, antes da fase adjudicação do projecto, fará um estudo geotécnico aprofundado do local.

7 - ESTIMATIVA DE CUSTO DE OBRA

As propostas apresentadas deverão adaptar-se às contingências económicas actuais, procurando aliar soluções de criatividade a soluções de custo racionalizado.

O valor estimado para o custo da construção do edifício, tendo em conta uma área bruta de 3200 m², é cerca de 3.200.000,00 (três milhões e duzentos mil euros), excluindo o valor do IVA à taxa legal em vigor.

Para a construção do estacionamento, admite-se um valor adicional ao acima referido de 500 €/m².

8 - SITES UTEIS NA INTERNET

Câmara Municipal de Setúbal

<http://www.mun-setubal.pt>

Portal Externo de Informação Georreferenciada da Câmara Municipal de Setúbal

http://sigsetubal.peninsuladigital.com.pt/igo_durb/framesetup.asp

Instituto Português do Livro e das Bibliotecas

<http://www.iplb.pt/sites/DGLB/Portuques/Paginas/home.aspx>

OASRS - Ordem dos Arquitectos - Secção Regional Sul

www.oasrs.org

CONCURSO PÚBLICO DE CONCEÇÃO PARA A ELABORAÇÃO DO
PROJECTO DA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SETÚBAL

9 - QUADRO DE ÁREAS

POPULAÇÃO RESIDENTE 121.185 Habitantes (Censos 2011)	
Pontos Fixos de Serviço:	Área útil (Serviço Público + Serviço Interno) 2220 m² Área Bruta máxima admitida 3200 m²
Número de Funcionários	15-20 Funcionários

PROGRAMA PROPOSTO BM3 SETÚBAL

PROGRAMA	EQUIPAMENTO	LUG. SENTADOS	ÁREA
Átrio (Balcão)	2 PC	2	130m ²
Cafetaria	-	-	40 m ²
Seção de Adultos	Zona de Empréstimo Domiciliário	-	16
	Zona de Consulta Local e Referência	17 PC+4 TV	60
	Zona de Periódicos	-	12
	Zona de Autoformação	-	5
	Sala de trabalho	-	12
	Atendimento	2 PC	2
	Sala de apoio a invisuais	2 PC	6
Seção Infantil	Sala de formação TIC	15	30
	Zona de Empréstimo, Domiciliário e de Consulta Local	8 PC + 2 TV	75
	Espaço para os mais pequenos Área de Animação (30 m ²) Arrumos (5 m ²) Atelier de expressão (30 m ²)	1 TV	30
	Atendimento	2 PC	2
Sala Polivalente Arrumos (20m ²)	-	120	220 m ² , (comtemplando área de exposições e régie)
Sanitários	-	-	70m ²
Total Serviço Público		1 540 m²	
Gabinetes / Áreas de Trabalho	-	20	200m ²
Sala de Reuniões	-	-	20m ²
Sala de Pessoal	-	-	10m ²
Recepção e Manutenção de Documentos	-	3 a 4	40m ²
Depósito de documentos (Central)	-	1	350m ²
Casa forte anti furto e catástrofe	-	-	10 m ²
Sanitários do Pessoal	-	-	20m ²
Sala de Informática	-	1	10m ²
Arrumos	-	-	20m ²
Total Serviço Interno		680m²	
TOTAL ÁREA ÚTIL		2220 m²	

CONCURSO PÚBLICO DE CONCEÇÃO PARA A ELABORAÇÃO DO
PROJECTO DA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SETÚBAL

10 - ANEXOS AO PROGRAMA PRELIMINAR

O presente documento é composto pelos seguintes anexos:

Anexo 1: Planta de Localização Estratégica (.pdf)

Anexo 2: Planta da Zona de Intervenção (.pdf)

Anexo 3.1: Levantamento Fotográfico (.pdf)

Anexo 3.2: Levantamento Fotográfico - Planta (.pdf)

Anexo 4: Organograma de Fluxos Pedonais (.pdf)

Anexo 5.1: Condicionantes - Centro Histórico (.pdf)

Anexo 5.2: Condicionantes - Planta Edificação (.pdf)

Anexo 5.3: Condicionantes - Carta de Ruído (.pdf)

Anexo 6.1: Infraestruturas - Distribuição de água (.pdf)

Anexo 6.2: Infraestruturas - Drenagem de águas pluviais (.pdf)

Anexo 6.3: Infraestruturas - Drenagem de águas domésticas (.pdf)

Anexo 6.4: Infraestruturas - Rede eléctrica, iluminação exterior (.pdf)

Anexo 6.5: Infraestruturas - Rede de telecomunicações (.pdf)

Anexo 7.1: Alçados das frentes urbanas (.pdf)

Anexo 7.2: Alçados das frentes urbanas - Levant. fotográfico (.pdf)

Anexo 8: Programa de apoio às Bibliotecas Municipais - DGLB (.pdf)

Anexo 9.1: Formato DWG - Localização Estratégica

Anexo 9.2: Formato DWG - Centro Histórico

Anexo 9.3: Formato DWG - Levantamento Topográfico

Anexo 9.4: Formato DWG - Conjunto DWGs

Anexo D

Distribuição de mobiliário



BIBLIOTECA MUNICIPAL Tipo 3

Índices para quantificação e distribuição de mobiliário:

► Secção de Adultos

► Secção Infantil



I SECÇÃO DE ADULTOS

1. Dados Gerais

- 1.1. Número médio de prateleiras por altura de estante 5
- 1.2. Altura máxima das prateleiras 1,80 m
- 1.3. Espaçamento mínimo das estantes 1,70 m eixo a eixo
- 1.4. Módulo das estantes 1,00 m
- 1.5. Profundidade das estantes 0,25 m (simples) ou 0,50 (duplas)

2. Zona de Empréstimo 27000 volumes

- 2.1. Capacidade das prateleiras 40 volumes/metro linear
- 2.2. Metragem das estantes
 $\frac{27000 \text{ vol.}}{40 \text{ vol./m}} = 675 \text{ m prateleiras}$ $\frac{675 \text{ m}}{5 \text{ prateleiras}} = 135 \text{ m de estante simples ou 67 m de estante dupla}$
- 2.3. Número de lugares sentados 16

3. Zona de Consulta Local 8000 volumes

- 3.1. Capacidade das prateleiras 35 volumes/metro linear
- 3.2. Metragem das estantes
 $\frac{8000 \text{ vol.}}{35 \text{ vol./m}} = 228,5 - 228 \text{ m prateleiras}$ $\frac{228 \text{ m}}{5 \text{ prateleiras}} = 45,6 - 45 \text{ m de estante simples ou 22 m de estante dupla}$

- 3.3. Número de lugares sentados..... 36
(não inclui 12 lugares para a consulta em PC's/multimédia)

4. Zona de Documentos Áudio, Vídeo e Multimédia 3000 documentos

- 4.1. Proporção recomendada
 - CD's..... 60%
 - DVD's..... 30%
 - CD ROM's..... 10%
- 4.2. CD's
 - 4.2.1. Capacidade dos expositores - módulo simples (70 cmx130 cm):280 CD's
- 4.3. DVD's
 - 4.3.1. Capacidade dos expositores - módulo simples (70 cmx130 cm):180 DVD's
- 4.4. Multimédia
 - 4.4.1. Capacidade dos expositores - módulo simples (70 cmx130 cm): 180 CD ROM's
- 4.5. Lugares sentados
 - Vídeo 12 (visionamento coletivo)
 - Áudio 9 (audição/consulta)

5. Zona de Periódicos

- Lugares sentados 12
- Expositores e mesas de apoio / mesa para leitura de jornais

6. Referência e Autoformação

Prever estantes para acomodação de materiais diversos	
Zona de referência.....	3 lugares sentados
Autoformação.....	5 lugares sentados

II SECÇÃO INFANTIL

1. Dados Gerais

- 1.1. Número médio de prateleiras por altura de estante 4
- 1.2. Altura máxima das prateleiras..... 1,60 m
- 1.3. Espaçamento mínimo das estantes..... 1,70 m eixo a eixo
- 1.4. Módulo das estantes..... 1,00 m
- 1.5. Profundidade das estantes 0,25 m (simples) ou 0,50 m (duplas)

2. Zona de Empréstimo 9000 volumes

- 2.1. Capacidade das prateleiras 45 livros/metro linear
83 álbuns/metro linear
- 2.2. Percentagem de livros 92%
Percentagem de álbuns 8%
- 2.3. Metragem das estantes

$$\frac{8280 \text{ vol.}}{45 \text{ vol./m}} = 184 \text{ m de prateleiras}$$

$$\frac{720 \text{ alb.}}{83 \text{ alb./m}} = 8,6 - 8 \text{ m de prateleiras}$$

$$\frac{192 \text{ m}}{4 \text{ prateleiras}} = 48 \text{ m de estante simples ou 24 m de estante dupla}$$
- 2.4. Lugares sentados..... 20

3. Zona de Consulta Local 3000 volumes

- 3.1. Capacidade das prateleiras 45 volumes/metro linear
- 3.2. Metragem das estantes

$$\frac{3000 \text{ vol.}}{45 \text{ vol./m}} = 66,6 \text{ m de prateleira}$$

$$\frac{66 \text{ m}}{4 \text{ prateleiras}} = 16,5 - 16 \text{ m de estante simples ou 8 m de estante dupla}$$
- 3.3. Lugares sentados..... 45
(não inclui 8 lugares para consulta em PC's/multimédia)

4. Documentos Áudio, Vídeo e Multimédia 1500 documentos

- 4.1. CD's
Capacidade dos expositores - módulo simples (70 cmx130 cm): 280 CD's
- 4.2. Multimédia
Capacidade dos expositores - módulo simples (70 cmx130 cm): 180 CD ROM's
- 4.3. DVD's
Capacidade dos expositores - módulo simples (70 cmx130 cm): 180 DVD's
- 4.4. Lugares para consulta áudio 4
- 4.5. Lugares para consulta vídeo 6

NOTAS:

Na zona dos mais jovens deverão estar previstos lugares sentados em forma de pufos.

A acomodação de álbuns deverá ser feita em caixas.

Anexo E

Enunciado

vertente prática

ISCTE-IUL
Departamento de Arquitectura e Urbanismo
Mestrado Integrado em Arquitectura
PROJECTO FINAL DE ARQUITECTURA
5ºano, ano letivo 2014 - 2015
Docente: Pedro Botelho

1. Pretende-se que os alunos desenvolvam simultaneamente um trabalho a várias escalas de concepção e projecto explorando as 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 mais diversas estruturas naturais, construídas e humanas.

Todo o trabalho a desenvolver durante o ano tem por base um território concreto em transformação cuja Requalificação se considera urgente.

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

Trabalhar e investigar os programas que melhor cumprem os objectivos de requalificação e regeneração do território proposto. Equacionar os locais a intervir com exactidão e rigor integrando os valores patrimoniais existentes na estratégia geral de intervenção.

2. Setúbal é a cidade mais a sul da actual Área Metropolitana de Lisboa, situada na margem norte do Estuário do Sado é a capital do distrito a que dá o nome.

É uma importante cidade portuária encaixada entre a área de Sapal do estuário a nascente, o Parque Natural da Serra da Arrábida a poente e o que resta do montado alentejano e das quintas e várzeas a norte.

Pretende-se que o trabalho em grupo desenvolva uma leitura crítica do território de Setúbal, fundamentado no estudo do seu crescimento ao longo do tempo. Este estudo permitirá a compreensão e representação da estrutura urbana da cidade nas suas três principais componentes:

- Os espaços não ocupados por construção, existentes, a requalificar e a propor (vazios, verde, água, etc).
- As redes de distribuição de fluxos, existentes, a requalificar ou a propor (via férrea, outras vias e atravessamentos pedonais ou de trânsito não motorizado).
- As massas de construção, existentes, a requalificar ou a propor (habitação, comércio, serviços).

Pretende-se que a partir da apreensão global da estrutura do aglomerado, os estudos sejam aprofundados, no trabalho individual, no quadrante Sudeste da cidade.

Como ponto de partida propõe-se uma alteração ao funcionamento da linha férrea que serve a cidade, entre o Pinhal Novo e a Marateca. Assim, os comboios que servem o Sul do país passam a circular exclusivamente na linha principal, via Pinhal Novo, Poceirão e Marateca. Os comboios de passageiros que ligam Setúbal a Lisboa e ao Barreiro poderão manter o seu terminus na estação central da cidade. Nas estações do Pinhal Novo e da Marateca passam a fazer-se as transferências de passageiros entre os comboios de longo curso e as composições que servem a cidade. As ligações ferroviárias às zonas industriais e portuárias passam a ser realizadas via Marateca. Do Pinhal Novo à Marateca passa a funcionar um *tram-train* que servirá todas as estações já existentes ou outras que se considere oportuno criar de novo.

Estamos perante uma alteração radical no funcionamento da linha férrea, sobretudo no troço que se compreende entre a estação central da cidade e o ponto em que o ramal ferroviário estabelece a ligação à área portuária, sob o viaduto de acesso à zona de *rollon-rolloff*. Neste troço, com uma extensão de cerca de 1500m, passará a funcionar exclusivamente o *tram-train*; que sendo um transporte ligeiro de baixa velocidade se integrará, com facilidade, no novo desenho para a frente urbana nascente da cidade.

Do Quebedo ao Parque da Bela Vista, do fim da Av. Luísa Tody ao viaduto de acesso ao porto, do aterro ribeirinho ao planalto e vice-versa, é agora possível pensar e propor um novo desenho para a cidade, que lhe permita renascer de um longo período de decadência e sofrimento.

3. Na primeira parte do ano, até Janeiro, serão desenvolvidos dois exercícios em simultâneo numa permanente e progressiva articulação do todo com a parte e da parte com o todo:

A - Trabalho em grupo (caderno A2):

- Plantas síntese (escala 1/40 000, 1/50 000) das principais etapas de crescimento até à actualidade, identificando os principais problemas da estrutura natural, construída e do seu funcionamento.
- Memória descritiva (máximo 5 000 caracteres)

1A. - Em simultâneo cada aluno deverá apresentar uma planta síntese, às escalas 1/4 000 e 1/5 000 (correspondente ao quadrante Sudeste da planta geral), com uma estratégia para a reconversão da área compreendida entre o Quebedo e o Parque da Bela Vista (caderno A2).

B - Trabalho individual:

Projecto, para a reabilitação/reconversão da área urbana do Quebedo ou para a frente urbana das Fontainhas, incluindo um equipamento público.

O projecto, desenvolvido às escalas 1/400 e 1/200, inclui os espaços exteriores bem como os equipamentos públicos que melhor solucionem essa zona da cidade (caderno A2).

- Maquetas de estudo e apresentação da proposta.
- Plantas, cortes e alçados dos vários níveis e das situações tipo.
- Modelo 3D (facultativo).
- Memória descritiva (máximo 5 000 caracteres)

4. Após Janeiro serão desenvolvidos dois exercícios em simultâneo numa permanente e progressiva articulação do todo com a parte e da parte com o todo:

A - Caderno A2:

Ao longo da segunda parte do ano cada aluno deverá rever e/ou confirmar a sua estratégia geral de intervenção de acordo com os novos problemas e soluções resultantes do desenvolvimento dos trabalhos.

B - Trabalho individual:

Projecto, para a reabilitação/reconversão das áreas urbanas, a seguir indicadas, que incluam o desenvolvimento de um equipamento público.

- 1 - Fontainhas/S. Nicolau
- 2 - Do baluarte do 11 ao terminal fluvial.
- 3 - Da estrada da Graça, Pedra Furada, viaduto de acesso ao porto, arriba fóssil ao Bairro Azul.
- 4 - Planalto da Bela Vista.
- 5 - Praias do Sado/Politécnico de Setúbal.

O projecto, desenvolvido às escalas 1/400 e 1/200, inclui os espaços exteriores bem como os equipamentos públicos que melhor solucionem essa zona da cidade (caderno A2).

- 1 - Maquetas de estudo e apresentação da proposta.
- 2 - Plantas, cortes e alçados dos vários níveis e das situações tipo.
- 3 - Modelo 3D (facultativo).
- 4 - Memória descritiva (máximo 5 000 caracteres).
- 5 - Portfólio com o processo de evolução do trabalho (esquiços ou outros).
- 6 - Corte(s) construtivo(s) que sintetize o sistema construtivo e a materialidade do edifício.

5. A avaliação de PFA será feita em Júri de acordo com o estabelecido no artigo 22º do DL 115/2013, no Regulamento Específico de Avaliação de Conhecimentos e Competências da ISTA e nas Normas Orientadoras para a Dissertação ou Trabalho de Projeto do 2º ciclo – Bolonha.

A apreciação dos trabalhos será feita de modo contínuo e incide sobre os trabalhos desenvolvidos pelos alunos e a sua participação efetiva tanto nos trabalhos de grupo como individuais.

Haverá três momentos de entrega e apreciação intercalar de trabalhos em cada semestre.

Será também dada especial atenção à regularidade das presenças dos alunos nas aulas.

Anexo F

Enunciado
vertente teórica

MIA | PROJECTO FINAL DE ARQUITETURA | 2014/2015

Proposta para orientação da componente teórica

Sara Eloy

Interesses de investigação e trabalho produzido

Os meus interesses de investigação são essencialmente relacionados com as grandes áreas de **projeto assistido por computador (CAD)**, **tecnologias de automação residencial** e **desenho universal**. Nestas áreas tenho participado em projetos de investigação, publicado em revistas da especialidade e apresentado comunicações em conferências e palestras.

Na área de projeto assistido por computador procuro essencialmente 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 de projeto manual não consegue realizar. Temas como as gramáticas da forma (área onde desenvolvi o meu doutoramento), o space syntax, os ambientes de realidade virtual imersiva e a realidade aumentada fazem parte das áreas que investigo atualmente.

As **tecnologias de automação residencial**, mais conhecidas por Domótica ou Ambient Assisted Living, são áreas em plena evolução essencialmente nos países Europeus onde o envelhecimento da população se faz sentir a um ritmo crescente e tem um grande impacto nas estruturas sociais. O uso destas tecnologias permite por um lado maior autonomia e integração social e por outro melhor nível de conforto e desempenho energético da habitação. Tratei este tema no meu doutoramento e mantenho-me a trabalhar no desenvolvimento de estratégias para esta realidade da sociedade atual.

O **desenho universal** é um tema transversal a todos os outros e por isso não deve ser entendido como uma área estanque. Há já vários anos que a Sociedade assumiu a existência de diversos grupos da população mais vulneráveis e tomou consciência da necessidade dos edifícios terem em consideração as suas particularidades. 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. Nesta área colaborei na criação da Pós-graduação em Projeto Inclusivo do ISCTE-IUL, colaborei com a Associação para a Promoção da Segurança Infantil e participo no projeto QREN ALL4ALL.

Obtive o meu doutoramento em Arquitetura no IST como tema (“Transformation grammar-based methodology for housing rehabilitation: meeting contemporary functional and ICT requirements”, 2012) e a licenciatura na FATUL (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.

Podem encontrar o meu trabalho nos seguintes endereços:

Academia.edu: <http://iscte.academia.edu/SaraEloy>

ISTAR-IUL: http://istar.iscte-iul.pt/index.php/Main_Page

ISCTE-IUL: <https://ciencia.iscte-iul.pt/public/person/secfc>

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2980-3686>

Google scholar: <http://scholar.google.pt/citations?user=VWO6aLsAAAAJ&hl=pt-PT&oi=ao>

Participação em PFA 2014-2015

No âmbito de PFA proponho-me a explorar com os alunos a ligação das tecnologias digitais e/ou computacionais com o processo de projeto. Dentro das minhas áreas de investigação, mencionadas anteriormente e não incluídas nesta proposta de participação em PFA, estou também naturalmente disponível para orientar.

A investigação realizada nas áreas que proponho pode ser instrumental no sentido em que seja imediatamente utilizada em projeto e por isso seja realizada com os objetivos de um projeto em desenvolvimento ou pode ter um carácter mais epistemológico no sentido de criar conhecimento que poderá ser futuramente objeto de uso prático. Em qualquer dos casos proponho que esta investigação inclua uma componente prática de experimentação que é essencial numa investigação de carácter tecnológico.

Neste sentido as três grandes áreas de investigação que me proponho orientar na vertente teórica são:

1 A utilização de tecnologias digitais no processo de projeto e na avaliação sensorial do espaço construído ou simulado.

Em parceria com o **Professor Miguel Sales Dias*** (Microsoft, ISCTE-IUL, ADETTI-IUL)

Nesta área discutem-se os caminhos de investigação e prática que relacionam o uso da tecnologia digital no processo de conceção, construção e uso da Arquitetura e ainda a pertinência do seu uso no contexto atual nacional e internacional.

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 em dados quantificáveis e maior possibilidade de responder adequadamente às diversas exigências da construção. Em diversas fases de projeto a tecnologia digital tem vindo a apresentar ferramentas que complementam e auxiliam o processo tradicional de projeto.

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. Os **ambientes virtuais imersivos** (como a PockeCAVE da ADETTI/ISTAR-IUL), a **realidade aumentada** (com soluções da ADETTI/ISTAR-IUL), os **sensores biométricos** e os **software de modelação 3D** de mercado são ferramentas para testar hipóteses de investigação nestas áreas. A investigação em curso tem explorado a reação dos utilizadores no espaço virtual simulando ambientes reais e estudando a reação à luz e ao som 3D.

Algumas publicações e trabalhos meus nesta área:

Participação no grupo Digital Living Spaces da ADETTI/ISTAR-IUL numa equipa pluridisciplinar com Engenheiros Informáticos e Psicólogos Ambientais.

- [1] 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.
- [2] MOURAL, A; ELOY, S; DIAS, M.S.; PEDRO, T (2013): “How space experimentation can inform design: immersive virtual reality as a design tool”. In proceedings of the Sigradi 2013 conference, 20-22 November, Valparaíso, Chile.

- [3] BETTENCOURT, D; NÓBREGA, M; ELOY, S (2012): "O digital e o material na tridimensionalidade da Arquitetura" In proceedings of the 2nd Seminário de Arquitetura, urbanismo e Design da Academia de Escolas de Arquitetura e Urbanismo de Língua Portuguesa – Os Palcos da Arquitetura. 5-7 Nov 2012, FAULT. Volume I, pp. 70-77
- [4] ELOY, S; CRUZ, A. (2012): "Será o digital um equívoco na arquitetura?" In arq.urb, volume 8, 2º semestre 2012, ISSN: 1984-5766. pp.200-209. CAPES, <http://www.usjt.br/arq.urb/numero_08/16_andre_cruz.pdf>.
- [5] JONES, P.; ELOY, S; RICARDO, R; DIAS, M.S. (2012): "Architectural Rehabilitation and Conservation Processes informed by Augmented Reality". Digital Physicality - Proceedings of the 30th eCAADe Conference - Volume 2, Czech Technical University in Prague, Faculty of Architecture, 12-14 September 2012, pp. 411-418 http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Show?ecaade2012_83

2 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

Em parceria com o Professor Miguel Sales Dias* (Microsoft, ISCTE-IUL, ADETTI-IUL)

A possibilidade de avaliação, em fases anteriores ou posteriores à construção, da qualidade dos espaços arquitetónicos através do recurso à sua simulação constitui uma vantagem que tem vindo a merecer interesse por parte da comunidade científica e cujos resultados têm vindo a ser aplicados na prática de projeto, quer em obra nova quer em reabilitação.

A avaliação das características configuracionais do espaço construído com o recurso às ferramentas digitais, 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, por fazer recurso a tecnologias digitais, obter resultados mensuráveis de grande escala e rigor os quais uma análise manual não atingiria. A simulação tridimensional do espaço arquitetónico num ambiente virtual imersivo permite-nos avaliar diversos parâmetros, entre eles a inteligibilidade do espaço, e ainda obter, com recurso a sensores, algum feedback sensorial dos utilizadores que estão a navegar no espaço simulado.

Algumas publicações e trabalhos meus nesta área:

Participação no grupo de investigação Lisbon Pedestrian Network, coordenado por Rosália Guerreiro. Participação no grupo Digital Living Spaces da ADETTI/ISTAR-IUL numa equipa pluridisciplinar com Engenheiros Informáticos e Psicólogos Ambientais.

- [1] GUERREIRO, R; ELOY, S; AFONSO, A; PORTELA, R; ROMÃO, A; VIEGAS, R (2013): Análise configuracional dos espaços públicos: Praça Duque de Saldanha e Alameda D. Afonso Henriques em Lisboa. In the 2013 Annual Conference of Portuguese Network of Urban Morphology, Coimbra, June 27 and 28, 2013, Coimbra: Department of Civil Engineering of the University of Coimbra. Pp.273-284. Available <http://www.dec.uc.pt/~pnum2013/Proceedings_PNUM2013.pdf>
- [2] GUERREIRO, R; ELOY, S; GUARDA, I; LOPES, P F. (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. (Forthcoming)
- [3] GUERREIRO, R; ELOY, S; LOPES, P. F. (2012) "Lisbon Pedestrian Network". In Proceedings of 2nd PNUM - Urban Morphology in Portuguese Speaking Countries, 5-6 July 2012, ISCTE-IUL, Lisbon, pp. 326-328 (extended abstract and communication). Available at WWW: <URL: <http://hdl.handle.net/10071/3633>> ISBN: 978-989-732-023-1.

3 Projeto com base em processos generativos computacionais como as gramáticas de forma

As linguagens generativas 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. Nesta lógica, a uma ideia é associado um conjunto de regras (algoritmo) que abstraem essa ideia e salientam desta os seus princípios fundamentais. Através da programação esse algoritmo é corrido com diferentes valores de parâmetros e os resultados são observados e validados pelo projetista que pode, se necessário, redefinir as regras ou os parâmetros para obter outras soluções.

De entre as linguagens generativas de projeto, as gramáticas de forma são sistemas de algoritmos desenvolvidos para gerar e compreender composições gráficas através da computação direta, que utiliza formas, em substituição da computação indireta que utiliza textos ou símbolos. Tal como outros processos generativos, uma gramática de forma é constituída por um conjunto de regras que, após aplicadas, geram linguagens de desenho. As diversas soluções geradas através de um processo generativo são adequadas, já que respondem a critérios definidos *à priori* e são personalizáveis já que permitem responder a requisitos diversificados quer seja do cliente quer seja do contexto.

Algumas publicações e trabalhos meus nesta área:

Tese de doutoramento e trabalho desenvolvido desde então na aplicação de gramáticas de forma ao contexto de reabilitação habitacional, nomeadamente na ótica de avaliar a qualidade das soluções geradas pela gramática à luz da prática de arquitetura tradicional.

- [1] ELOY, S.; DUARTE, J.P. (2014): "Inferring a shape grammar: translating designer's knowledge", in AIEDAM Journal (Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing) (forthcoming)
- [2] ELOY, S; VERMAAS, P (2013): Do generative design systems may create 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)
- [3] MARQUES, R.; ELOY, S. (2013): "Customized cork façade: a generative design process based on shape grammars", Computation and Performance – Proceedings of the 31st eCAADe Conference – Volume 2, Faculty of Architecture, Delft University of Technology, 18-20 September 2013, pp. 621-626 http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Show?ecaade2013_030
- [4] ELOY, S; DUARTE, J.P. (2012): "Transformation Grammar for Housing Rehabilitation: from a specific to a general grammar". Digital Physicality - Proceedings of the 30th eCAADe Conference - Volume 1, Czech Technical University in Prague, Faculty of Architecture, 12-14 September 2012, pp. 471-478 http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Show?ecaade2012_007
- [5] ELOY, S (2012): "A transformation grammar-based methodology for housing rehabilitation". PhD thesis, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.

* Podem encontrar o trabalho do Professor Miguel Sales Dias nos seguintes endereços:

Microsoft: <http://www.microsoft.com/pt-pt/mldc/mission.aspx>

ISTAR-IUL: http://istar.iscte-iul.pt/index.php/Main_Page

Google scholar: <http://scholar.google.com/citations?user=8SwnVicAAAAJ>



26 Maio 2014