

ARQUITECTURA OU REVOLUÇÃO

Learning from the Satellite

Vertente prática

Trabalho de projecto submetido como requisito parcial para a obtenção de grau de Mestre em Arquitectura.

PROECTO FINAL DE ARQUITECTURA

Rúben Filipe Rodrigues Reis

Orientador:

Paulo Tormenta Pinto, Prof. Auxiliar do ISCTE-IUL

ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa

Departamento de Arquitectura e Urbanismo

Lisboa, Novembro 2014

O presente trabalho segue a grafia do Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa (1990).

A reprodução de textos e figuras é autorizada, desde que não altere o sentido bem como sejam citados a obra e o autor.



ÍNDICE GERAL

01 Trabalho de grupo	8
02 Trabalho individual	100
03 Trabalho teórico	162

TEXTO INTRODUTÓRIO

No ano letivo 2013/2014, em Projeto Final de Arquitetura foi lançado como tema geral - "ARQUITECTURA OU REVOLUÇÃO – Learning from the Satellite"-, do qual partiram dois exercícios. O primeiro caracteriza-se por um exercício de arranque desenvolvido em grupo (Fátima Filipe, João Varela, Pedro Baptista e Rúben Reis) cujo tema é "A Representação do Espaço no Tempo do Space Shuttle Columbia". O segundo caracteriza-se por ser o exercício principal cujo tema é "A Arquitetura e a Cidade: E se toda a zona central da Portela de Sacavém fosse destruída por uma catástrofe?". Este exercício foi desenvolvido em duas fases, uma primeira de grupo (Fátima Filipe, João Varela, Pedro Baptista e Rúben Reis), que procurou desenvolver uma estratégia geral para a urbanização da Portela de Sacavém, e outra individual focada no desenvolvimento de um programa à escolha do discente, proveniente da estratégia geral.

Paralelamente, foram desenvolvidos dois trabalhos no Laboratório de Urbanismo. O primeiro, em grupo (João Varela, Rúben Reis e Sofia Santos), com o tema "Evolução do traçado urbano ao longo do aqueduto das águas livres", onde se desenvolveu um pequeno SIG com a relação entre a evolução da malha urbana de Lisboa com a evolução do aqueduto das águas livres. O segundo, individualmente com o nome "CityEngine - Uma nova perspectiva para o planeamento urbano". Este trabalho foi dividido numa componente teórica, onde se abordaram temas como os SIG, o BIM, o GeoBIM e as Gramáticas da Forma, e numa componente prática em que se criou um modelo digital da Portela de Sacavém através do software CityEngine.

01

TRABALHO DE GRUPO

ÍNDICE

Índice de tabelas	11
Índice de imagens	12
01 Introdução	14
02 Amadora/ Damaia	18
2.1. Introdução	21
2.2. Contextualização - Evolução urbana da Amadora/ Damaia	23
2.3. Caso de estudo	27
2.4. Objectivos da proposta	31
2.5. Imagens de referência	36
2.6. Orçamento	38
2.7. Desenhos técnicos	40
03 Portela de Sacavém	48
3.1. Introdução	50
3.2. Contextualização	52
3.3. Análise	62
3.4. Estratégia	64
3.5. Desenhos técnicos	78
04 Bibliografia	96

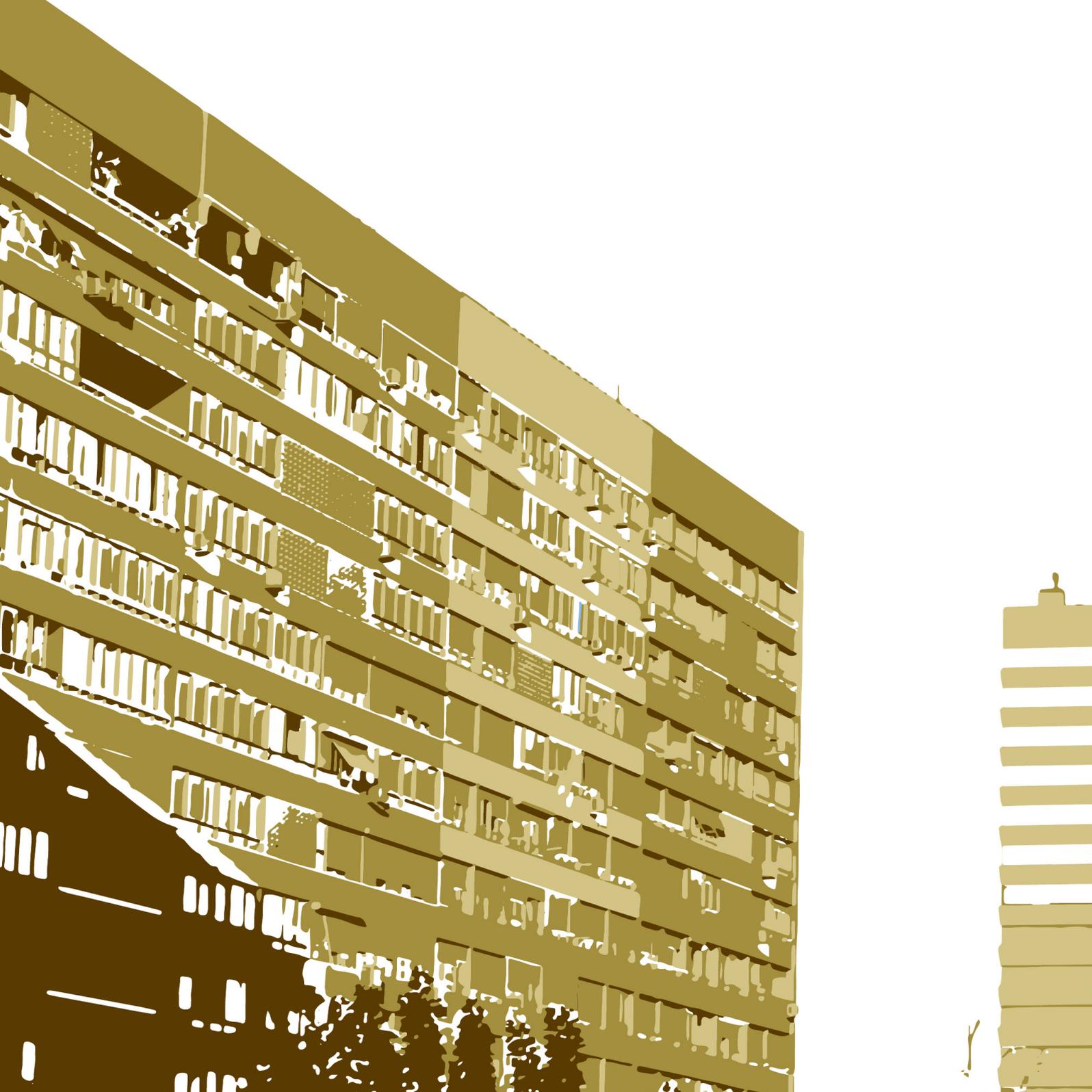
ÍNDICE DE TABELAS

[Tabela 1] Orçamento

ÍNDICE DE IMAGENS

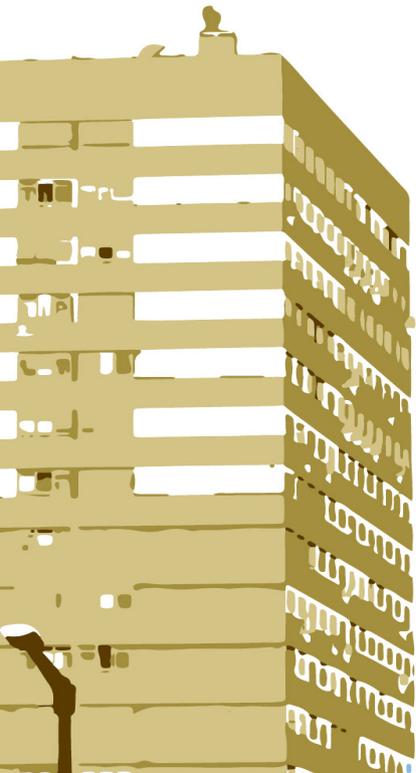
- [1] Evolução Urbana da AML
- [2] Everything, Nina Lind Gren
- [3] Evolução urbana da Amadora
- [4] Praça das Águas Livres, 1961
- [5] Brandoa 1967/ 1968
- [6] Rua F, Damaia
- [7] Via férrea na Damaia
- [8] Esquema de influências
- [9] Localização do edifício e local de intervenção
- [10] Localização do edifício na envolvente
- [11,12,13 e 14] Imagens do edifício escolhido e envolvente próxima
- [15] Estratégia local, esquema
- [16 e 17] Maquetas conceituais
- [18 e 19] Proposta - espaço urbano
- [20] Cardboard Heaven, Nina Lind Gren
- [21] Livraria Lello & Irmão
- [22] Torre de Bois le Prêtre, evolução
- [23] Torre de Bois le Prêtre, esquema da intervenção
- [24] Bloco Costa Cabral do Arq. Viana de Lima, 1953.
- [25] Requalificação de edifícios na Amadora
- [26] Fachada com portadas de malha metálica.
- [27] Malhas metálicas
- [28] Estrada Militar, nº23 - LOCALIZAÇÃO
- [29] Estrada Militar, nº23 - R/CHÃO (ACTUAL)
- [30] Estrada Militar, nº23 - R/CHÃO (PROPOSTA)
- [31] Estrada Militar, nº23 - ALÇADO PRINCIPAL (ACTUAL)
- [32] Estrada Militar, nº23 - ALÇADO PRINCIPAL (PROPOSTA)
- [33] Estrada Militar, nº23 - ALÇADO NASCENTE (ACTUAL)
- [34] Estrada Militar, nº23 - ALÇADO NASCENTE (PROPOSTA)
- [35] Localização da Urbanização da Portela na AML
- [36] Implantação da Urbanização da Portela
- [37] Terrenos para construção da Urbanização da Portela - quintas existentes
- [38] Torre de escritórios em construção e centro commercial
- [39] Vista para a Portela do vazio urbano da Avenida Alfredo Bensaúde
- [40] Planta geral da Urbanização da Portela, 1978
- [41] vista para o rio Tejo
- [42] Blocos de habitação
- [43] Pérgula na zona central da urbanização
- [44] Torres de habitação vistas da Azinhaga Casquilho.
- [45] Fachadas da Portela
- [46] Igreja do Cristo-Rei da Portela
- [47] Enfiamento de uma rua na Portela
- [48] Edifícios junto ao Seminário dos olivais
- [49] Rua do Brasil
- [50] Panorâmica com vista para o terreno da Quinta da Vitória e para espaço público entre blocos de habitação
- [51] Panorâmica com vista para a zona de serviços entre a Portela e a Av. Alfredo Bensaúde
- [52] Análise de vias e serviços
- [53] Análise de edificado e espaço verde
- [54] Proposta do percurso de ciclovias
- [55] Proposta de prolongamento da linha de metro
- [56] Esquema de circulação privado e público
- [57] Maqueta de estudo com entradas para par-

- queamento privado
- [58] Triângulo gerado pela propsta conectando todos os projectos.
- [59 e 60] Maquetes de estudo com proposta para o centro da Portela
- [61] Representação 3D de uma parte da proposta para o centro da Portela
- [62] Pormenor do percurso proposto junto ao lago
- [63] Pormenor do estacionamento
- [64] Representação 3D da proposta na zona do lago
- [65] Maquete de estudo com a proposta geral de grupo
- [66] Ortofotomapa
- [67] Planta Geral- Proposta
- [68] Corte AA´ - Actual
- [69] Corte AA´ - Proposta
- [70] Corte AA´ - Actual
- [71] Corte AA´ - Proposta
- [72] Corte BB´ - Actual
- [73] Corte BB´ - Proposta
- [74] Corte CC´ - Actual
- [75] Corte CC´ - Proposta
- [76] Corte CC´ - Actual
- [77] Corte CC´ - Proposta
- [78] Corte DD´ - Actual
- [79] Corte DD´ - Proposta
- [80] Corte DD´ - Actual
- [81] Corte DD´ - Proposta
- [82] Corte EE´ - Actual
- [83] Corte EE´ - Proposta
- [84] Corte FF´ - Actual
- [85] Corte FF´ - Proposta
- [86] Corte GG´ - Actual
- [87] Corte GG´ - Proposta
- [88] Corte HH´ - Actual
- [89] Corte HH´ - Proposta
- [90] Corte II´ - Actual
- [91] Corte II´ - Proposta
- [92] Corte II´ - Actual
- [93] Corte II´ - Proposta



01

INTRODUÇÃO



Contextualização - Evolução Urbana na AML

1964 – Plano Diretor Municipal

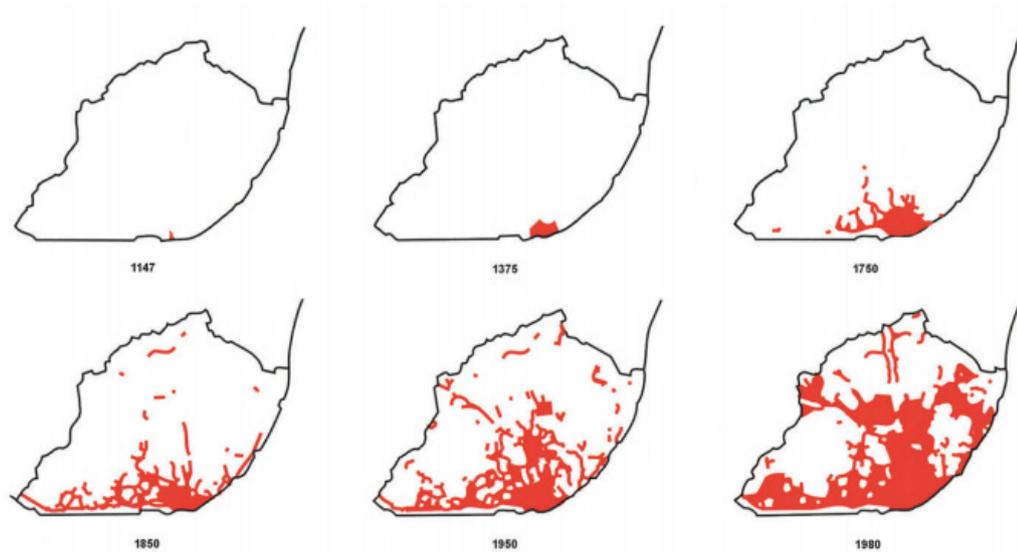
2001 – Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa

Entre estas duas datas ocorreu o período de configuração territorial e institucional da AML. Entre os anos 60 e 90 deram-se várias promoções imobiliárias legais e ilegais formando uma estrutura urbana consolidada, mas com falta de planeamento e gestão territorial, bem como investimentos para infraestruturas de apoio.

São vários os fatores que levam a este crescimento espontâneo nas periferias e a uma repentina evolução urbana de densificação:

- Movimento migratório da população rural para as zonas urbanas – Êxodo Rural;
- Problema de carência de habitação nas cidades (pós 1974);
- Novas bolsas de construção que levam a urbanizações de grande dimensão;
- Novas exigências de salubridade;
- Centro insalubre e densificado;
- Forte crescimento populacional;
- Retorno de famílias das ex-colónias (pós 1974);
- Falta de poder de compra das classes médias;
- Processo de Industrialização das periferias;
- Entrada de Portugal na CEE;
- Desaparecimento do mercado de arrendamento.

Entre 1981 e 1991 o aumento dos alojamentos na Área Metropolitana de Lisboa e do Porto foi de 75%. A classe média com pouco poder económico é “empurrada” para a periferia.





02

AMADORA/DAMAIA





2.1. Introdução

O exercício de arranque insere-se no tema geral e teve como base de pesquisa “A Representação do Espaço no Tempo do Space Shuttle Columbia”. O objetivo do trabalho foi a análise de um edifício e respetivo espaço público datados entre 1981 e 2003 (datas de activo do foguetão vai-e-vem Space Shuttle Columbia) cujas condições não estejam dentro dos parâmetros de qualidade arquitectónica. Desta forma foi estimulada a criação de uma proposta afim de oferecer ao edifício e espaço envolvente uma melhoria na sua vivência, dentro de uma orçamentação de 10.000,00€.

Podemos dizer que o período de atividade do vai-e-vem Space Shuttle Columbia, corresponde a cerca de 20 anos de uma “profunda alteração nas relações da humanidade com o território” (ISCTE-IUL, 2013. pp.1). Pôde-se observar durante esta época um grande crescimento urbanístico, nomeadamente na Área Metropolitana de Lisboa, que vem consolidar a mancha urbana. Ao mesmo tempo o “otimismo inicial associado às operações suburbanas é apanhado numa torrente avassaladora de crescimento, submetendo ao pragmatismo dos investimentos a qualidade dos projetos dos novos edifícios” (ISCTE-IUL, 2013. pp.2). O interesse focou-se na rentabilização máxima para construção de habitação, desvalorizando nomeadamente os espaços públicos e serviços públicos necessários para a população residente.

Definição de qualidade arquitetónica

Segundo a dissertação de doutoramento de José António Costa Branco de Oliveira Pedro, elaborada no LNEC, com o apoio do programa PRAXIS XXI, para a obtenção do grau de doutor pela Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto, qualidade arquitetónica é um “grau de adequação das características da habitação e da sua envolvente às necessidades imediatas e previsíveis dos moradores,

compatibilizando as necessidades individuais com as da sociedade e, incentivando à introdução ponderada de inovações que conduzam ao desenvolvimento” (Branco, 2000. pp.91). Desta forma é possível analisar e classificar um edifício e se este responde às suas obrigações privadas e públicas.

De uma forma mais detalhada, essa análise segue cinco pontos onde são definidos vários tipos de dimensões/qualidades a que um edifício deverá cumprir/oferecer: a dimensão espacio-funcional, dimensão sócio-cultural, dimensão estética, qualidade ambiental, qualidade construtiva, qualidade social e qualidade do processo^[1].

Falta de Valor Arquitetónico...Porquê?

- Conflito entre Arquitecto e utilizador
- Utilizador = objecto ≠ sujeito
- Utilizador expropriado na participação do projecto, sendo obrigado a adaptar-se.
- Habitação reduzida às necessidades primárias.
- Alojamento = mercadoria.
- Indiferença cultural.
- Relação Arquitecto - Cliente (ex. SAAL)
- Desadaptação da oferta.
- Objectivo = lucro máximo.
- O Alojamento passa a ser um espaço essencial à estruturação da vida quotidiana.

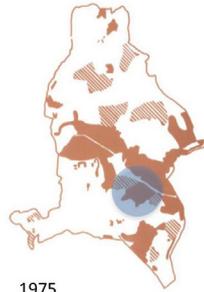
1. “Adequação do modo como os moradores acedem às habitações e da gestão do condomínio (participação ou consulta na fase de concepção, modo de obtenção do empréstimo bancário, acompanhamento dos moradores por alguma instituição de apoio durante a fase que antecede ou sucede à ocupação das habitações, etc)”. (Branco, 2000. pp.10)

2.2 Contextualização - Evolução urbana da Amadora/ Damaia

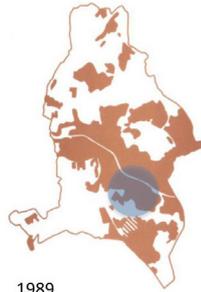
- 1887 – Neste ano deu-se a inauguração da linha de caminho de ferro para Sintra e surgiu assim o 1º surto de construção.
- 1916 – Criada a Freguesia da Amadora.
- 1931 – Implantada a 1ª Unidade Industrial da Venda Nova.
- Anos 40 – nova fase de crescimento urbano (aumento de 91% da população). Dá-se a expansão do núcleo da Amadora e consolidam-se a Venda Nova, Damaia e Buraca.
- 1949 – 1º Plano de Urbanização, o Plano Geral de Urbanização realizado pelo Arquiteto Faria da Costa.
- Anos 50 – continuação do prolongamento da densificação construtiva, dá-se um aumento populacional de 150%.
- 1957 – Eletrificação da via férrea que proporciona a continuidade do desenvolvimento dos principais núcleos urbanos existentes – Amadora, Damaia, Buraca – estruturados e centralizados junto à estação de caminho de ferro.
- Anos 60 – Realizado o Plano de Urbanização da Freguesia da Amadora pelo arquiteto João António Aguiar, expansão da zona industrial da Venda Nova e surgimento de núcleos clandestinos e degradados, inclusive junto à Estrada Militar.
- 1964 – Surge o PDRLx e é assim alterado o plano Aguiar, permitindo maior densidade de ocupação. A rotura das propostas do plano Aguiar tem consequências na década seguinte.
- Anos 70 – Densificação e expansão habitacional (principalmente no centro da Amadora), constroem-se edifícios com 7 ou mais pisos.
- Anos 80 – Continuação da expansão e densificação urbana – na Damaia, Buraca, Borel e zona central da Amadora, entre outros locais. Na zona industrial da Venda Nova alteram-se os usos e dá-se a densificação da ocupação industrial



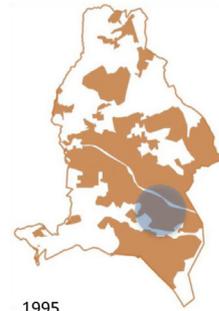
1965



1975



1989



1995



2005



2008



2011

Concelho da Amadora

área ocupada 

área em ocupação 

Os elementos físicos que levaram à ocupação da área da Amadora foram a rede viária regional, a linha de caminho de ferro de Sintra e as próprias características da zona.

O baixo custo dos terrenos foram também decisivos para a aposta da construção neste local localizado na periferia de Lisboa. O tecido urbano evoluiu essencialmente de 3 formas: junto às vias de acesso a Lisboa - junto ao Caminho-de-ferro dá-se um crescimento concêntrico e junto às estradas de ligação a Lisboa um crescimento linear; com a implantação de novos núcleos dispersos (habitacionais, industriais e serviços); por fim, através do preenchimento de vazios intermédio que ligam os diferentes núcleos formando 1 contínuo urbano de malha heterogénea.

A escassez de equipamentos e estruturas urbanas locais surgiram devido à:

- Falta de política urbanística explícita;
- Falta de mecanismos de licenciamento dos projetos;
- Falta de meios legais para adquirir terrenos para equipamentos e espaços públicos.

São várias as origens das pessoas que para este local se deslocaram para adquirir a sua habitação, 44,6 % vieram de Lisboa, 47,3% de outras localidades do país e 7,4% do estrangeiro (incluindo ex-colónias). Esta população trabalhava principalmente no sector terciário (concentrado no centro de Lisboa) e secundário.

Tipo de habitação surgido na Damaia:

- 3 a 4 pisos
- Áreas mínimas estabelecidas pelo RGEU
- 2 a 3 fogos por piso
- Habitações com mais de uma família

A grande densificação de construção na Damaia deu-se nos anos 60/ 70 e consolidou-se nos anos 80/90. As habitações coletivas construídas surgiram através de promotores sem que houvesse um interesse em responder às necessidades da população que iria residir nas construções, sendo que os projetos foram feitos com as áreas mínimas do RGEU procurando maximizar o lucro e densificando a construção. Por vezes chegavam a viver mais que uma família nestas habitações de áreas mínimas para uma só família. Não existia assim o papel de projetista – cliente, o cliente, ou melhor os futuros moradores eram tidos como objetos e não como sujeitos. O cliente tinha de se ajustar ao modelo oferecido.

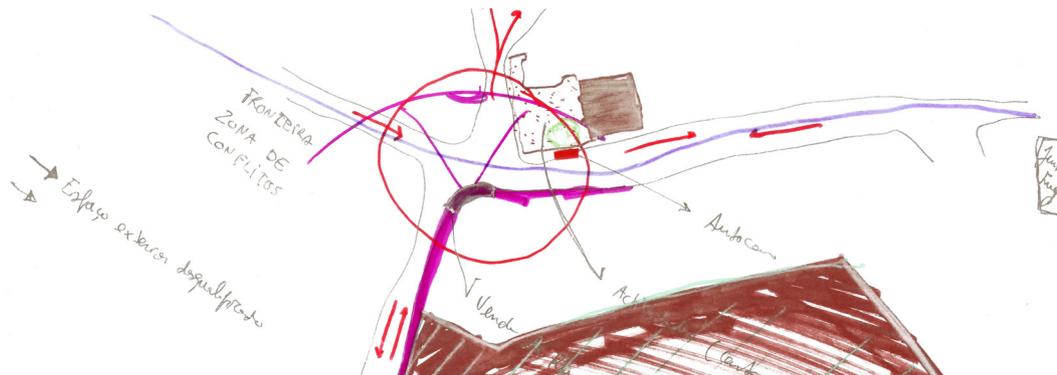


[4] Praça das Águas Livres, 1961 [5] Brandoa 1967/ 1968 [6] Rua F, Damaia [7] Via férrea na Damaia

2.3. Caso de Estudo

O edifício escolhido para trabalhar, localiza-se, como já referido, na freguesia da Damaia, Município da Amadora, na Estrada Militar nº 23 e data de 1986. A Estrada Militar marca a fronteira entre duas zonas de características diferentes, uma zona onde o desenho urbano está mais ou menos consolidado e outra que é marcada pelo bairro de barracas ilegais apelidado de “6 de Maio” e pela zona industrial da Venda Nova. Esta área do “Bairro 6 de Maio” está densamente ocupada e vive completamente para dentro de si, ou seja, funciona quase como um condomínio privado com condições bastante precárias, apesar de não estar fisicamente vedado. Isto acontece devido à cultura das pessoas que lá vivem, que se apropriaram deste espaço de tal forma que se consideram donas integrais deste, não deixando ninguém alheio entrar no bairro. Esta cultura acaba por gerar alguns conflitos e alguma insegurança nesta zona.

O edifício de estudo está situado mesmo num local central em relação ao bairro 6 de Maio, onde convergem uma série de ruas criando um cruzamento com uma excelente visibilidade. Estas características criam condições para existirem algumas atividades económicas e sociais, como a venda ambulante de produtos alimentares ou convívio (jogos de cartas, etc.) entre os moradores do bairro.

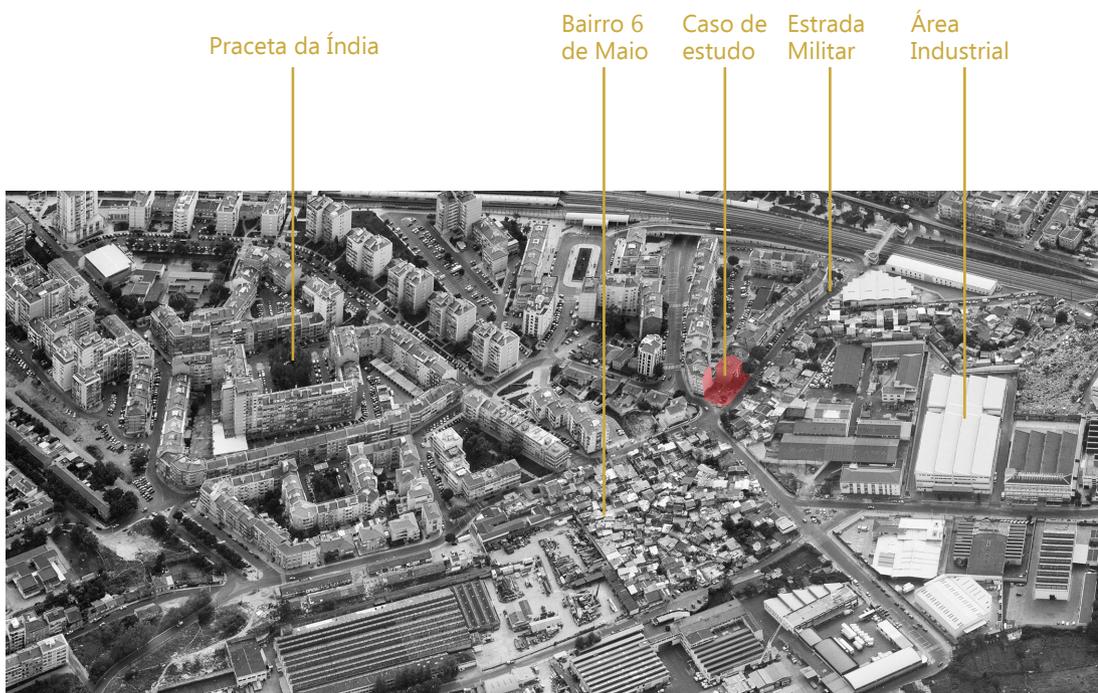




[9] Localização do edifício e local de intervenção

O prédio não apresenta grandes anomalias, no entanto é possível identificar alguns aspetos menos positivos que podem ser melhorados de forma a dar um maior valor arquitetónico e uma maior qualidade de vida aos moradores, como é o caso das varandas que foram transformadas em marquises. Existem diferentes tipos do gradeamento que protege os vãos de vandalismos, o piso térreo está marginalizado com grafitis, a pintura precisa de ser retocada e a fachada lateral está em mau estado.

Existe um espaço baldio logo ao lado do caso de estudo onde falta um edifício para rematar o quarteirão. Atualmente, este espaço é de terra batida e é utilizado como parque de estacionamento, embora tenha um enorme potencial a nível urbano devido à sua localização em relação ao bairro 6 de Maio.





[11,12,13 e 14] Imagens do edifício escolhido e envolvente próxima

2.4. Objetivos da proposta

A proposta de intervenção vem de encontro não só às necessidades do edifício escolhido, mas também do espaço baldio a ele adjacente que pode servir a população.

Foram definidos alguns objetivos base para desenvolvimento da proposta:

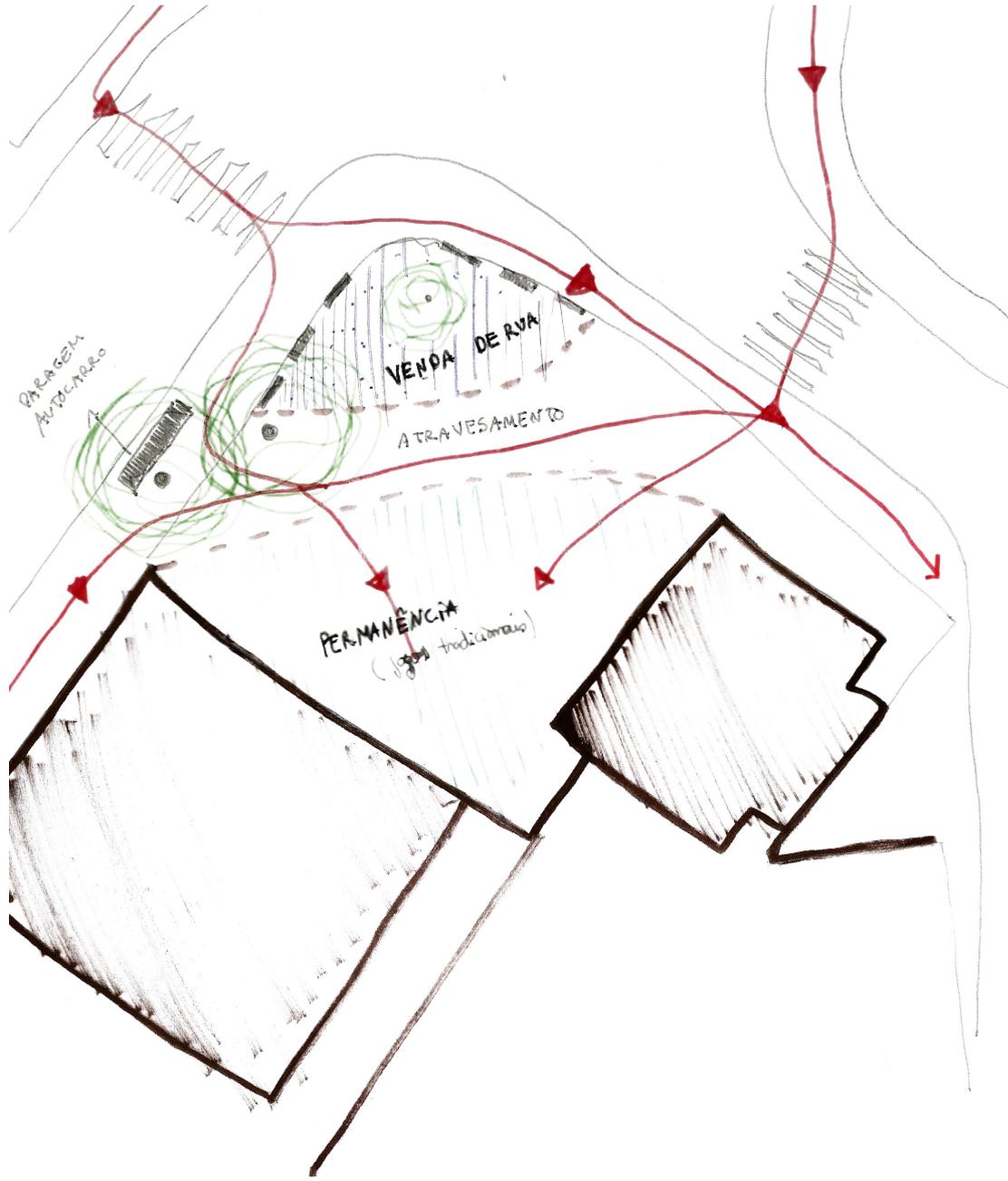
A nível do edifício de habitação coletiva e espaço público:

- Revitalizar o espaço habitacional de forma a ser agradável para os atuais residentes e atrativo para novos moradores;
- Mobilizar a comunidade para a conservação e manutenção do edificado e do espaço público;
- Criar mecanismos que contrariem a imagem de insegurança no espaço público;
- Intervir no espaço público, tornando-o mais "amigo do cidadão";
- Promover uma maior animação urbana a partir de eventos culturais e recreativos

A nível do edifício de habitação coletiva:

- Realçar a entrada;
- Aumentar a segurança;
- Assumir as marquises;
- Ensombramento;
- Requalificar o piso térreo:
- Limpar os grafittis
- Aproveitar a loja para criar um espaço comum ao prédio;
- Redesenhar a fachada neste piso;
- Alterar o gradeamento.

De modo a concretizar os objetivos é feita uma proposta a nível urbano de requalificação



[15] Estratégia local, esquema

do espaço baldio, sendo feita uma pavimentação e disponibilizando o espaço para os moradores que hoje em dia ocupam a zona calcetada para jogar às cartas, conviver e utilizam a paragem de autocarro para ler o jornal.

Visto que a população do bairro adjacente a esta área se apropriam do espaço, a intervenção vem de encontro a esta atitude. Como tal este espaço é apenas pavimentado de forma a destacar-se deixando a população apropriar-se do modo que entenderem. É também proposta a marcação do pavimento de algumas ruas do bairro de forma a indicar o caminho para este novo espaço, e esta marcação pode mesmo ser feita por habitantes locais.

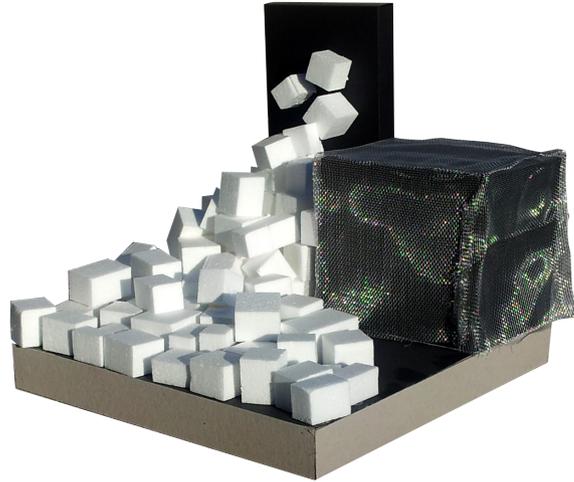
Para as fachadas cegas é proposta a intervenção dos moradores do bairro para criação de arte urbana que durante a noite será iluminada por focos que mostram a arte produzida e conferem mais iluminação ao espaço transmitindo assim mais segurança. As diferentes interações da população tem como finalidade levar os habitantes a apropriarem-se do espaço e cuidando do mesmo, pois foram os mesmos que ajudaram na sua construção.

A nível do edifício a proposta baseia-se principalmente na segurança, a nível do piso térreo pode-se constatar gradeamento nos vãos e mesmo no 1º piso no local onde não está construída uma marquise. É assim definido o objetivo de oferecer segurança retirando a imagem de aprisionamento e insegurança dado atualmente. Com a ideia de assumir as marquises propõe-se o encerramento das varandas de forma a oferecer uma imagem mais homogénea do edifício, juntamente com o propósito de segurança, propõem-se ainda portadas de malha metálica ou chapa metálica perfurada que respondem a estas diferentes necessidades.

É proposta a construção de uma pala no piso térreo que ilumine o espaço público durante a noite, transmitindo maior segurança aos moradores.

Pode-se verificar que a loja existente no piso térreo não tem qualquer uso e como tal decidiu-se utilizar este espaço para criar uma zona mais acolhedora de entrada e

oferecer um espaço comum aos moradores do edifício, uma sala de condomínio.



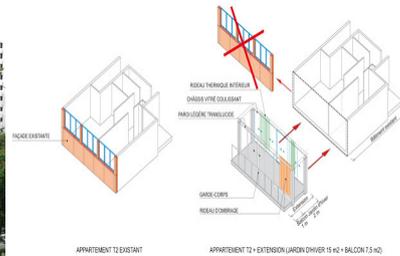


[18 e 19] Proposta - espaço urbano



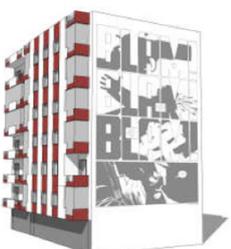
2.5. Imagens de Referência

As imagens resumem um dos porquês da escolha deste edifício e principalmente a escolha deste local. A imagem 20 personifica a densidade extrema que encontramos no bairro 6 de Maio e, numa escala macro, o rápido crescimento de construção na periferia de Lisboa, enquanto imagem 21 mostra um pouco o ambiente de desconforto e de falta de segurança que se faz sentir nesta zona.



[20] Cardboard Heaven, Nina Lind Gren [21] Livraria Lello & Irmão [22] Torre de Bois le Prêtre, evolução

[23] Torre de Bois le Prêtre, esquema da intervenção

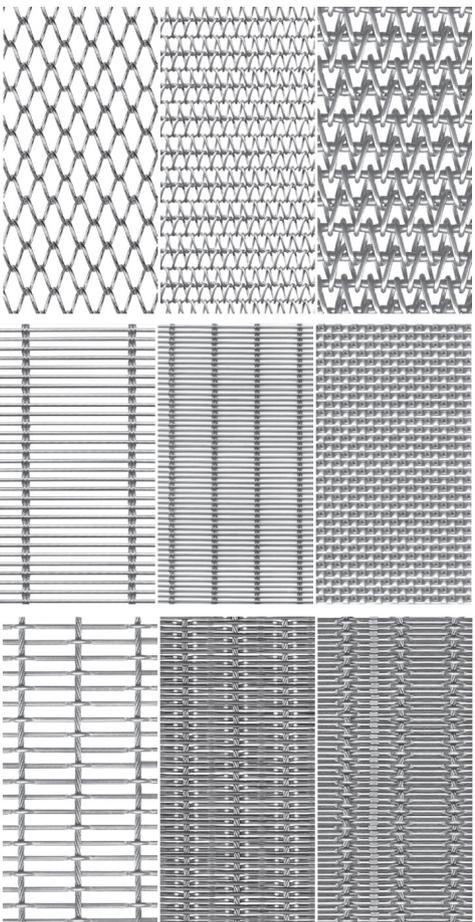


[24] Bloco Costa Cabral do Arq. Viana de Lima, 1953. **[25]** Requalificação de edifícios na Amadora

2.6. Orçamento

1. Demolição: 1.1. Demolição de parede divisória do hall de entrada para as habitações do prédio e da loja.	88,00€
2. Vãos: 2.1. Construção de vão novo na fachada principal pertencente à sala de condomínio. 2.2. Instalação de porta tipo fole que separa o hall de entrada do prédio da sala de condomínio. 2.3. Instalação de janelas de marquise, igual ao existente 2.4. Instalação de portadas de alumínio perfurado nas marquises e vãos do rés de chão da fachada principal. 2.5. Construção de pala em estrutura metálica sobre a entrada do prédio	211,00€ 160,00€ 1400,00€ 2800,00€ 875,00€
3. Pavimentos: 3.1. Aplicação de pavimento interior no hall de entrada igual ao existente na sala de condomínio. 3.2. Aplicação de betonilha no terreno adjacente.	252,00€ 1494,50€
. Pintura: 4.1. Pintura da fachada principal	1950,00€
5. Iluminação 5.1. Instalação de iluminação da entrada do prédio embutida na pala (6 unidades).	440,00€
TOTAL	9670,50€

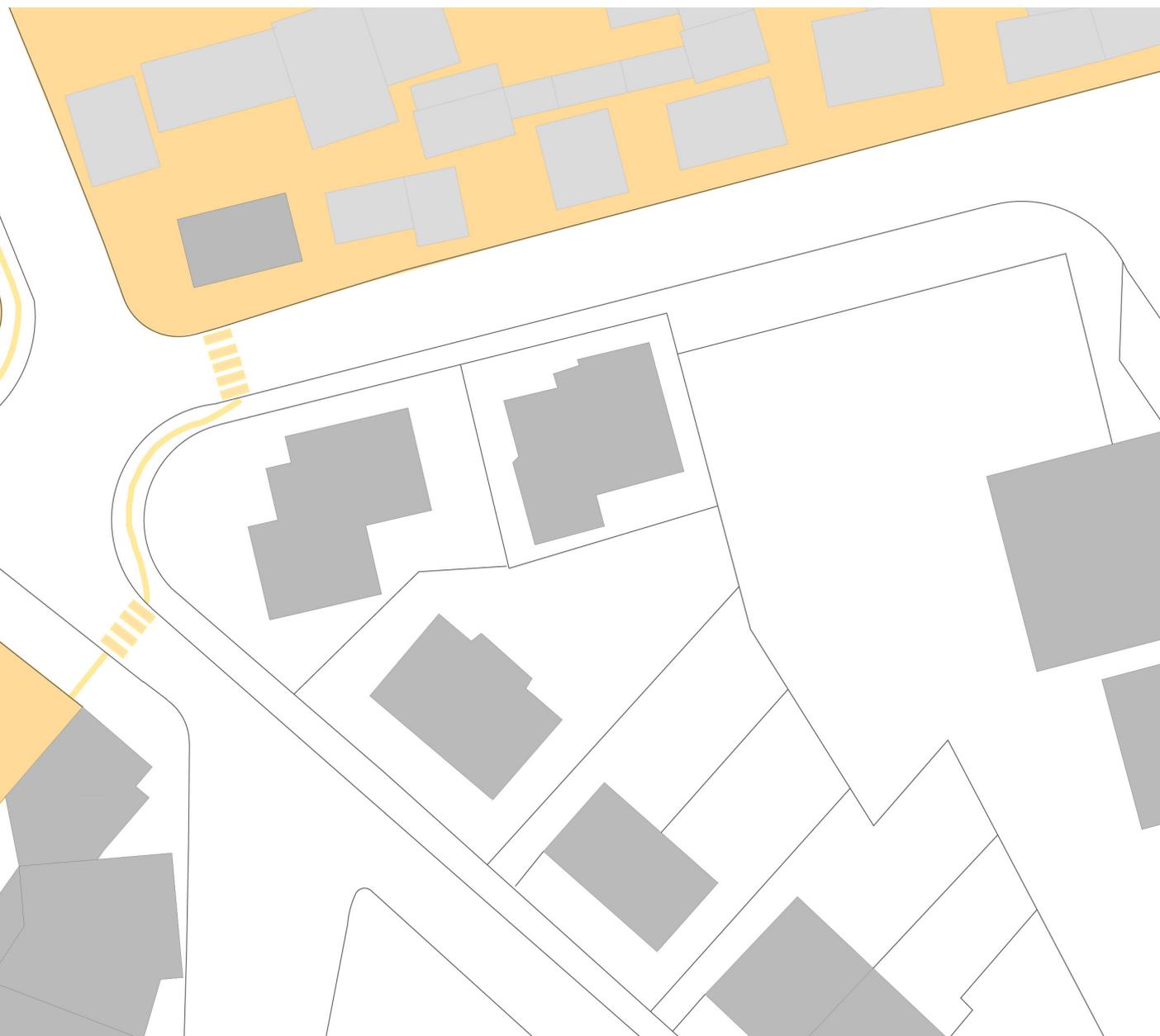
[Tabela 1] Orçamento



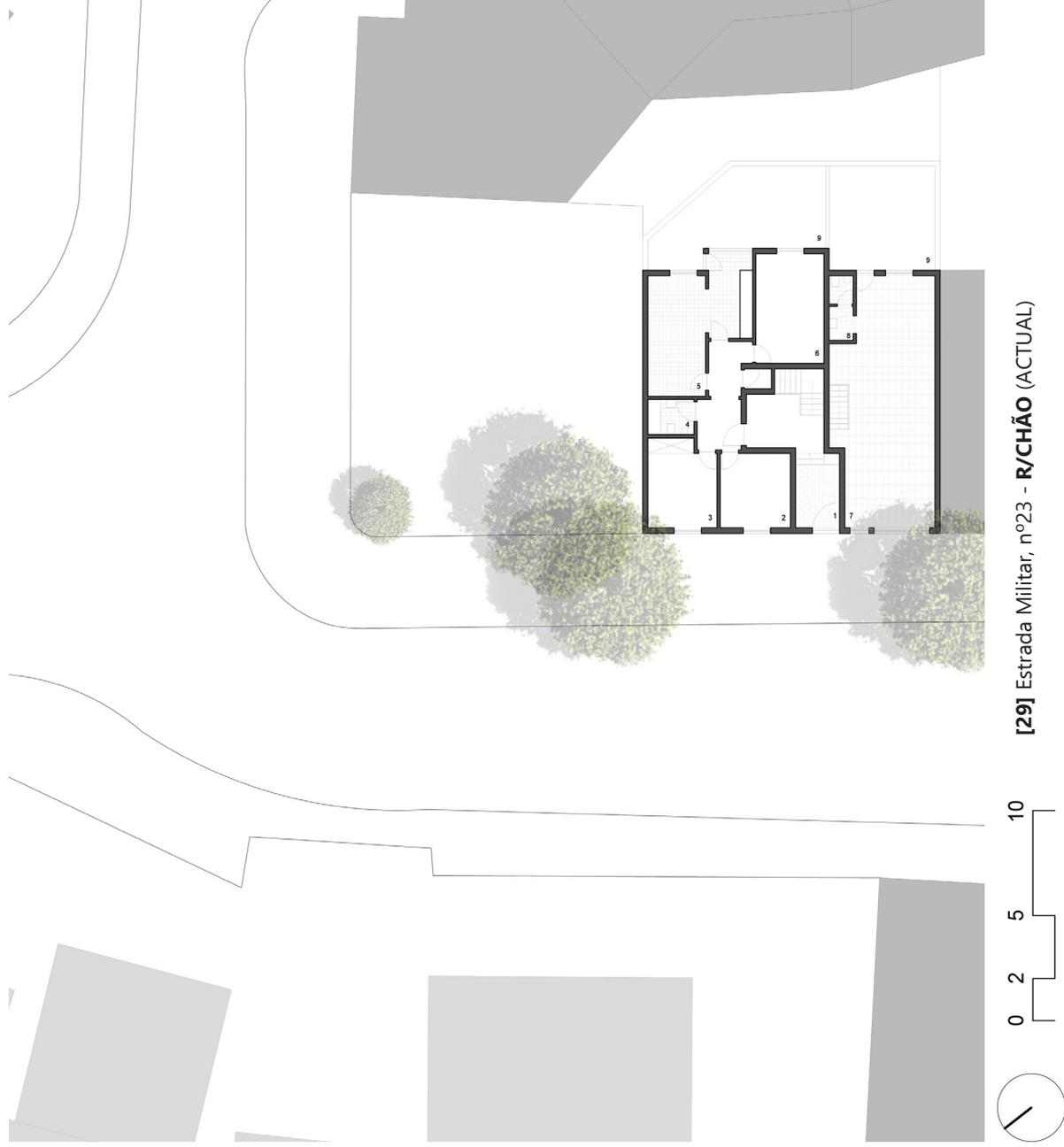
[26] Fachada com portadas de malha metálica. [27] Malhas metálicas

2.7. Desenhos técnicos



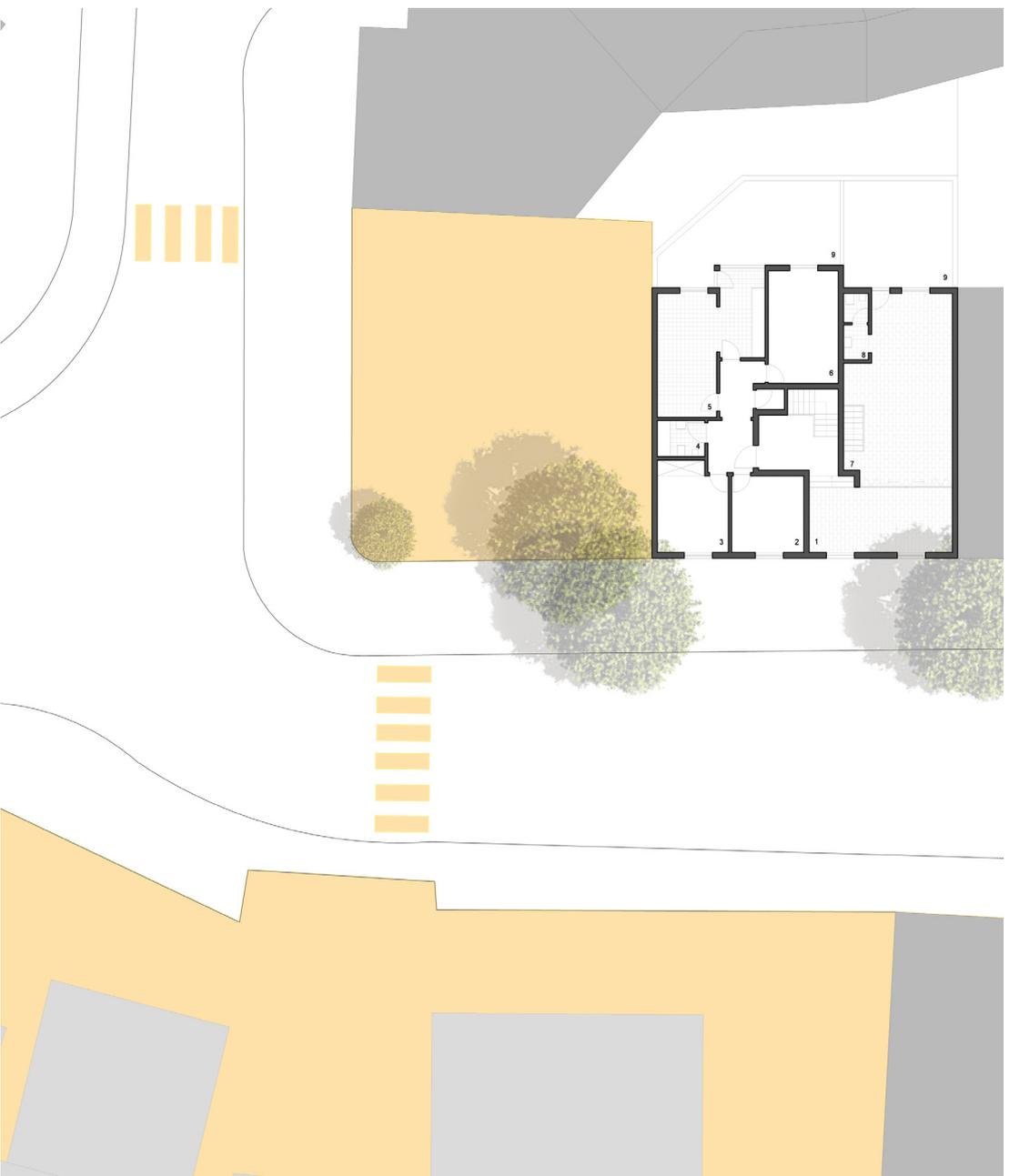


[28] Estrada Militar, nº23 - LOCALIZAÇÃO



[29] Estrada Militar, nº23 - R/CHÃO (ACTUAL)

Divisões: [1] Hall entrada [2] Quarto [3] Quarto [4] I.S. [5] Sala [6] Cozinha [7] Loja [8] I.S. [9] Pátio



[30] Estrada Militar, nº23 - R/CHÃO (PROPOSTA)

Divisões: [1] Hall entrada [2] Quarto [3] Quarto [4] I.S. [5] Sala [6] Cozinha [7] Sala do condomínio [8] I.S. [9] Pátio

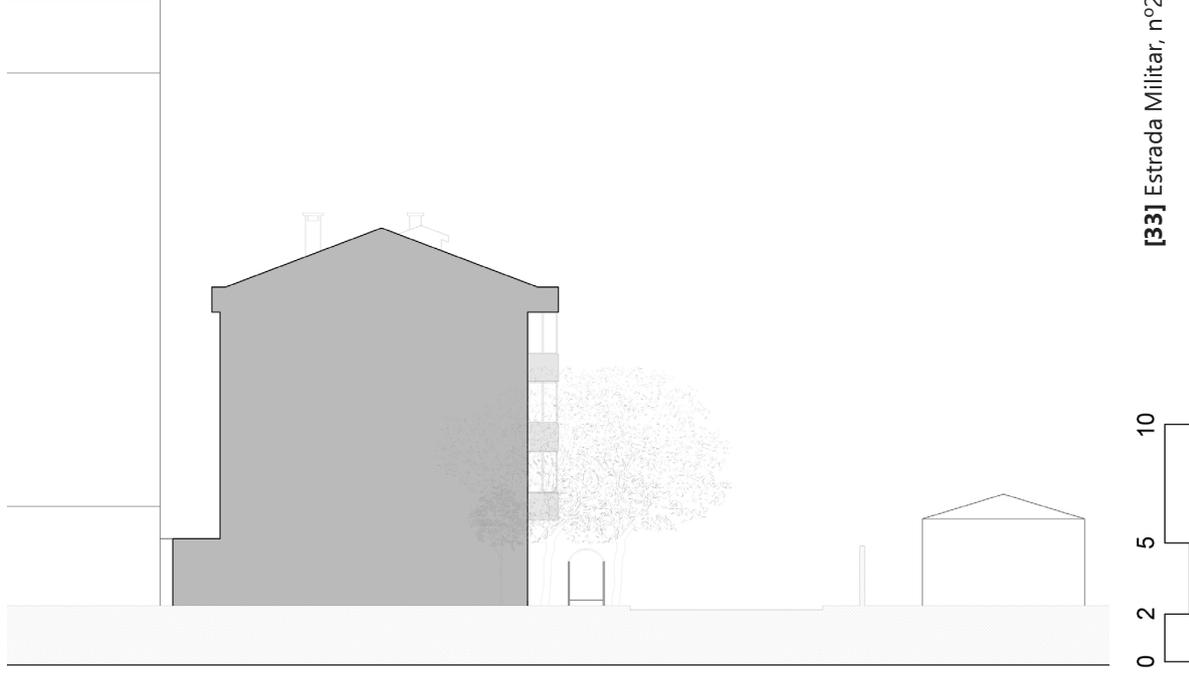




[31] Estrada Militar, nº23 - ALÇADO PRINCIPAL (ACTUAL)

[32] Estrada Militar, n.º23 - **ALÇADO PRINCIPAL** (PROPOSTA)





[33] Estrada Militar, nº23 - **ALÇADO NASCENTE** (ACTUAL)

[34] Estrada Militar, nº23 - **ALÇADO NASCENTE** (PROPOSTA)





03

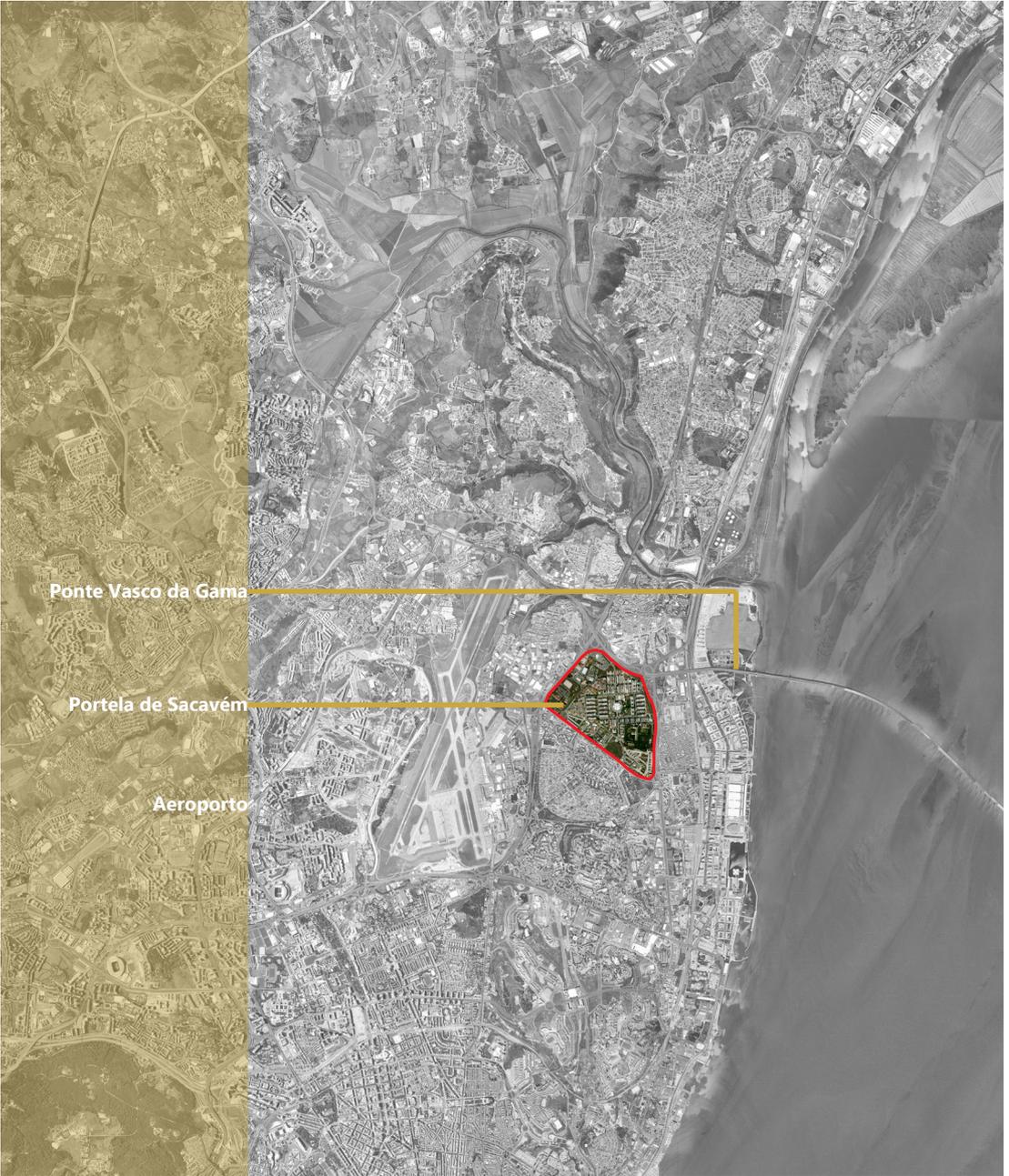
PORTELA DE SACAVÉM



3.1. Introdução

A Arquitetura e a Cidade: E se toda a zona central da Portela de Sacavém fosse destruída por uma catástrofe?

O exercício "A Arquitetura e a Cidade: E se toda a zona central da Portela de Sacavém fosse destruída por uma catástrofe?", desenvolveu-se na Urbanização da Portela. Esta urbanização satélite foi projetada pelo arquiteto Fernando Silva (1914-1983) entre 1965 e 1979, tendo como base os princípios urbanísticos do Movimento Moderno defendidos nomeadamente pelo arquiteto Le Corbusier. O centro da urbanização aglomera todos os serviços públicos locais e o exercício enuncia a destruição hipotética dos mesmos. Deste modo fomentou-se o pensamento crítico dos alunos sobre os modelos de cidade moderna com o objetivo da realização de uma estratégia de grupo para o bairro, a partir da qual o exercício individual foi desenvolvido.



[35] Localização da Urbanização da Portela na AML

3.2. Contextualização

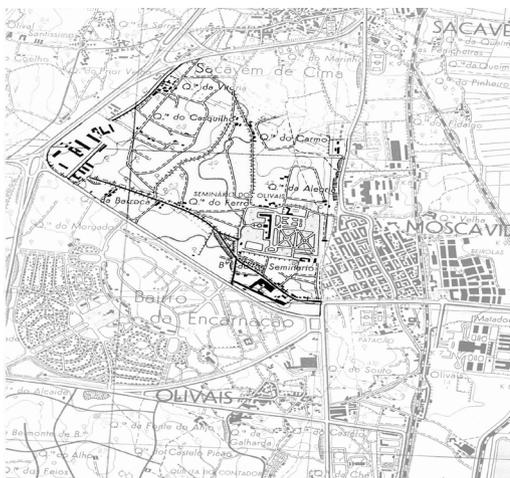
A Urbanização da Portela insere-se na Área Metropolitana de Lisboa, pertencente ao município de Loures e localiza-se junto ao aeroporto de Lisboa, ao Bairro da Encarnação, Olivais Norte, a Moscavide e mesmo junto ao Parque das Nações, mais especificamente a zona Norte .



O plano da Portela foi promovido pelo empresário Manuel da Mota e projetado pelo arquiteto Fernando Silva entre 1965 e 1979. O antepiano foi aprovado em 1965 e ocupa os terrenos pertencentes a cinco quintas – Vitória, Casquilho, Ferro, Carmo e Alegria-, localizadas no concelho de Loures. O terreno perfaz 50 hectares e o plano abrangia 4500 fogos para classe média-alta destinados a 18 500 habitantes, e equipamentos públicos na zona central do plano.

A Portela foi planeada de modo a se encontrar isolada, um núcleo satélite, que comunicava com vias principais de acesso ao centro de Lisboa, respondendo à forte necessidade de habitação, devido às condições insalubres do centro histórico de Lisboa.

O arquiteto Fernando Silva baseou-se, para o plano da Portela, na Carta de Atenas, dando principal importância às três matérias-primas definidas pelos membros do CIAM: sol, vegetação e espaço e adotando a lógica de zoneamento para a urbanização – circular, habitar e lazer, procurava assim responder aos modelos da cidade moderna defendidos pelo arquiteto Le Corbusier e pelos CIAM.

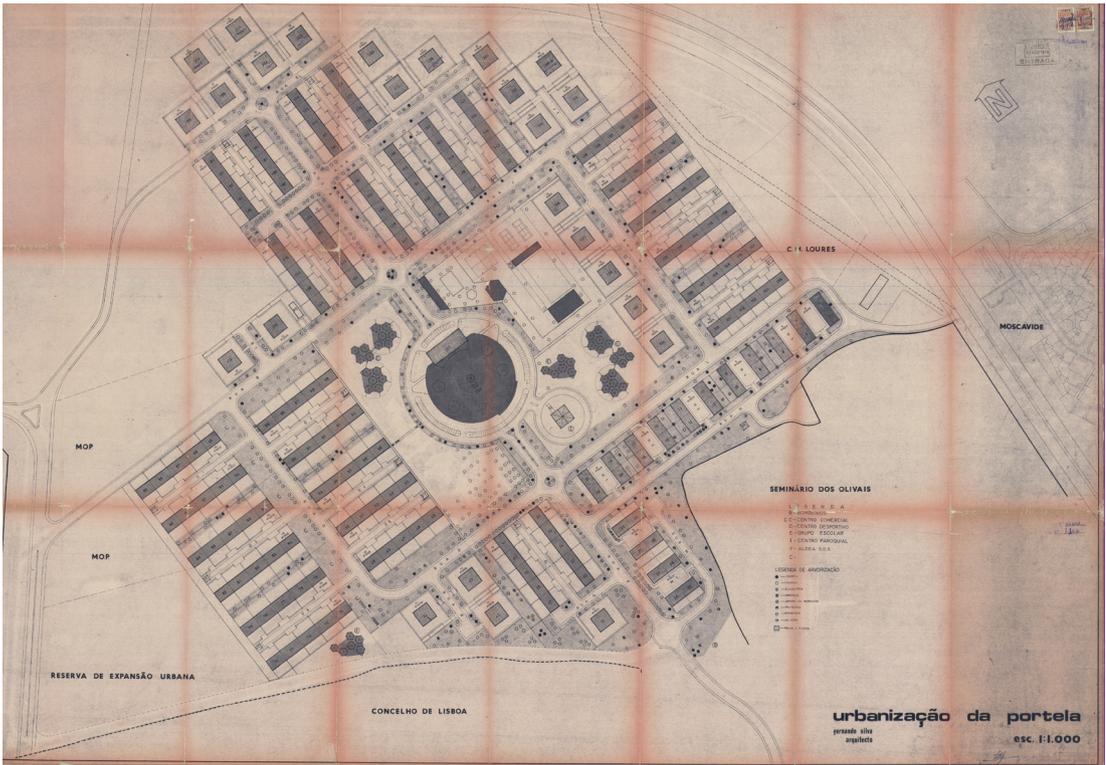


A densidade de construção do projeto, de grandes edifícios em torre e em banda é resultado de novas lógicas do pensamento moderno, um é – a máquina –, que provem também da revolução industrial. Os arquitetos modernos procuraram lógicas de construção novas e provenientes de trabalho mecanizado e estandardizado, que vão contra o trabalho artesanal e de pouca escala. O outro é a densidade de construção em altura, de modo a libertar o solo para espaços verdes, e serviços coletivos. Fernando Silva procura assim, reproduzir as novas ideologias de construção e urbanismo no planeamento da urbanização.

O plano é assim muito racional, e é zoneado segundo três zonas separadas. A habitação localiza-se em redor do território – habitar –, as vias, no plano, eram hierarquizadas, as pedonais eram separadas das rodoviárias – circular –, e todos os serviços e zonas verdes encontram-se dispostas no centro da urbanização – lazer-.

Devido ao grande uso do automóvel, o arquiteto Fernando Silva propôs a separação de vias pedonais das rodoviárias, criando uma hierarquia das mesmas, inclusive propondo pontes pedonais de forma a separar por completo as vias de acordo com a sua natureza, estas pontes não foram no entanto realizadas. As vias rodoviárias eram ainda qualificadas como principais, secundárias e residenciais. As vias principais foram projetadas para não terem comunicação com as habitações e foi proposto o seu envolvimento com espaços verdes, de forma a quebrar as relações com as mesmas. A partir destas vias surgem as vias secundárias que dão acesso às diversas zonas de habitação e de onde partem as ruas de acesso às residências.

Como é defendido na Carta de Atenas e por exemplo no projeto da Ville Radieuse de Le Corbusier, a urbanização possui um espaço verde no centro com espaços de lazer, nomeadamente espaços desportivos, como é o caso dos campos de ténis e futebol, que devem servir o coletivo de habitantes locais. Há a necessidade de pensar para além da habitação, procurando no exterior um prolongamento da mesma: “é preciso (...) criar e administrar seus prolongamentos exteriores, locais de educação



[39] Vista para a Portela do vazio urbano da Avenida Alfredo Bensaúde [40] Planta geral da Urbanização da Portela, 1978

física e espaços diversos para desporto, inserindo, antecipadamente no plano geral, as áreas que lhes serão reservadas” (Cury, 2000. pp.12). Os espaços verdes seguem as indicações da Carta de Atenas que indica que estes devem conter:

“instalações de carácter coletivo ocuparão seus gramados: creches, organizações pré ou pós-escolares, círculos juvenis, centros de entretenimento intelectual ou de cultura física, salas de leitura ou de jogos, pistas de corrida ou piscina ao ar livre. Eles serão o prolongamento da habitação e, como tal, deverão estar subordinadas ao estatuto do solo” (Cury, 2000. pp.17).

No centro encontra-se equipamentos como o centro comercial, escola, piscina, campos desportivos, igreja e ainda uma torre de escritórios, que mais uma vez atende às indicações da Carta de Atenas, que refere que os locais de trabalho devem ser próximos das habitações, de forma a que os habitantes não dispensem muito tempo nos transportes.

O plano procurava uma estreita relação com a natureza, procurando sempre espaços verdes e obedecendo os edifícios, à regra dos 45°, para que todos os andares tivessem sol, pois o “sol deve penetrar toda a moradia algumas horas por dia, mesmo durante a estação menos favorecida. A sociedade não tolerará mais que famílias inteiras sejam privadas de sol” (Cury, 2000. pp.12).

A disposição das bandas de habitação perpendiculares às vias é propositada por dois motivos, um primeiro porque respeita mais uma vez os princípios da Carta de Atenas que defende que os edifícios habitacionais não podem ser dispostos ao longo das vias rodoviárias, devido aos diferentes perigos e nocividades dos veículos, e em segundo, está relacionado com as vistas para o rio, que estando os edifícios perpendiculares ao mesmo, e desfasados, alguns moradores conseguem, ter relação direta com o mesmo a partir da sua casa, e no espaço publico existem diversos locais



[411] vista para o rio Tejo **[421]** Blocos de habitação **[431]** Pérgula na zona central da urbanização
[441] Torres de habitação vistas da Azinhaga Casquilho.

que esta relação é também conseguida.

Quando se iniciou a construção dos edifícios, foram várias as alterações ao plano original, nomeadamente devido à divisão em lotes das bandas de habitação, que foram construídos por empreiteiros diferentes, não existindo assim uma homogeneidade e coerência com o projeto arquitetónico. Algumas das alterações realizadas na construção passam pela eliminação das pontes pedonais, projetadas para que os peões não se cruzassem com os caminhos rodoviários, a não realização de plataformas contínuas sobre os edifícios, que seriam um prolongamento da própria habitação através de usos comunitários, e que faziam a separação entre a zona de habitação e as vias rodoviárias, inclusive através das zonas ajardinadas. As plataformas não foram executadas corretamente devido à divisão dos blocos em lotes, como já referido.

As habitações variam entre tipologias T2 e T4, nas torres com esquerdo e direito e nos blocos, com quatro fogos por piso. O projeto estava realizado para que a construção fosse realizada com sistema de cofragem túnel, que acabou por não ser feito em todos os edifícios, devido à compartição das bandas em lotes, deixando assim de ser rentável e devido à falta de trabalhadores com conhecimentos sobre esta técnica. Assim a construção adotada foi na estrutura de pilar e viga de betão armado e paredes de alvenaria.

Devido à separação de lotes e de uma variedade de construtores, foi realizado um Regulamento de Urbanização que continha “também disposições destinadas a garantir a dignidade estética e qualidade na construção dos edifícios, dentro das premissas dos projetos que foram aprovados” (Ferreira, 2011), e que obrigava, inclusive, os construtores a seguir o projeto elaborado e a cumprir afincadamente elementos como as alturas dos edifícios. Este documento não impediu que fossem várias as mudanças na construção dos edifícios e o próprio regulamento foi alterado diversas vezes pela própria Câmara.

No piso térreo dos edifícios, o arquiteto tentou transmitir a ideia de que os edifícios flutuavam através dos pilares e do recuar dos espaços que compunham este piso.

Os edifícios de habitação caracterizam-se pela marcação de elementos horizontais, através do desenho de fachada de cores diferenciadas que marcam bandas contínuas e pelo jogo de cheio e vazio realizado pelo vidro dos vãos e pelas guardas.





[46] Igreja do Cristo-Rei da Portela **[47]** Enfiamento de uma rua na Portela **[48]** Edifícios junto ao Seminário dos olivais

[49] Rua do Brasil



Apesar do plano realizado por Fernando Silva conter espaços de trabalho, a Portela é mais um dormitório da Área Metropolitana de Lisboa, sendo que os moradores se deslocam para trabalhar na cidade de Lisboa, havendo um continuo movimento pendular entre a Portela e o centro da capital.

É importante referir o grande valor comunitário e de noção de espaço público que o plano apresenta, que visa garantir aos habitantes espaços e serviços públicos que permitam uma extensão do espaço de habitar para o exterior.

O modelo executado na Portela é posteriormente repetido pelo próprio arquiteto e por outros que se baseavam no modelo moderno de habitação com centro comercial.

A urbanização da Portela é um dos vários bairros satélite que foram sendo edificados na periferia da cidade consolidada de Lisboa, e que normalmente se foram localizando junto às vias principais de acesso à cidade. Estes bairros com o incessante crescimento da cidade foram sendo aglutinados ao conjunto, criando uma mancha contínua.

3.3. Análise

No início do trabalho de grupo foram feitas várias visitas ao local e iniciamos por compreender o plano proposto e o plano construído para a Portela. Inicialmente foi feita uma análise da estrutura viária, serviços e espaços verdes, de forma a compreender a estruturação da urbanização. Através da análise pôde-se concluir, que o bairro está dotado de boa estrutura viária que lhe permite acessos automóveis rápidos a diferentes pontos da cidade de Lisboa, mas que no entanto, separa a Portela de Sacavém da sua envolvente limitando-a, e criando uma rotura na continuidade do espaço urbano. Essa separação é ainda mais acentuada devido aos serviços que rodeiam a urbanização, uma vez que estes são bastante fechados em si mesmo, como por exemplo a biblioteca geográfica do exército e o ELO social.

Criou-se assim uma forte barreira na permeabilidade pedonal e visual para os bairros envolventes. Podemos dizer que a Urbanização da Portela está fechada em si mesmo, não havendo uma ligação qualificada e fluida com as freguesias adjacentes, como Sacavém, Olivais Norte e Moscavide.



Através da análise efetuada sobre os espaços verdes, concluiu-se que o princípio de espaços verdes é visível na estrutura urbana, mas não está fortemente implementado, necessitando de uma intervenção local. Posteriormente foram então identificadas algumas zonas de espaços verdes que podem ser consolidadas e requalificadas, aumentando e revitalizando o carácter de espaços verdes defendido pelo Arquiteto Fernando Silva.



Na análise dos diferentes parâmetros foram identificadas zonas chave de ligação com os locais que envolvem a Portela. A ligação pedonal com Moscavide pode ser requalificada de modo a que os peões possam atravessar por um caminho mais curto e com melhores condições. Existe uma grande barreira com os Olivais Norte, a Avenida Alfredo Bensaúde, que atualmente é deficiente no que diz respeito aos seus atravessamentos pedonais, bem como na sua oferta programática. Percebeu-se deste modo que é necessária a implementação local de um programa que torne a avenida mais permeável e funcional pelo ponto de vista da população envolvente.

Denota-se ainda um número razoável de espaços expectantes nas zonas periféricas da Urbanização da Portela de Sacavém.

3.4. Estratégia

Estratégia - Ligações com a cidade de Lisboa

Com base no estudo efetuado, pretendemos criar maiores e melhores ligações entre a Portela e a própria cidade de Lisboa.

Analisando a rede de metro de Lisboa e o local de intervenção, concluiu-se que o metro passa junto ao limite com os Olivais Norte, existindo toscos efetuados nesta zona. Como a rede de metro já passa próximo da urbanização, e a sua extensão iria ser uma grande valia para a população, é proposta uma estação de metro para o centro da Portela. Esta proposta visa uma maior movimentação para o bairro e ajudará o crescimento empresarial / económico do mesmo. Para o projeto da estação é proposto o aproveitamento do vazio térreo deixado pelo "destruído" centro comercial, e o seu estacionamento.

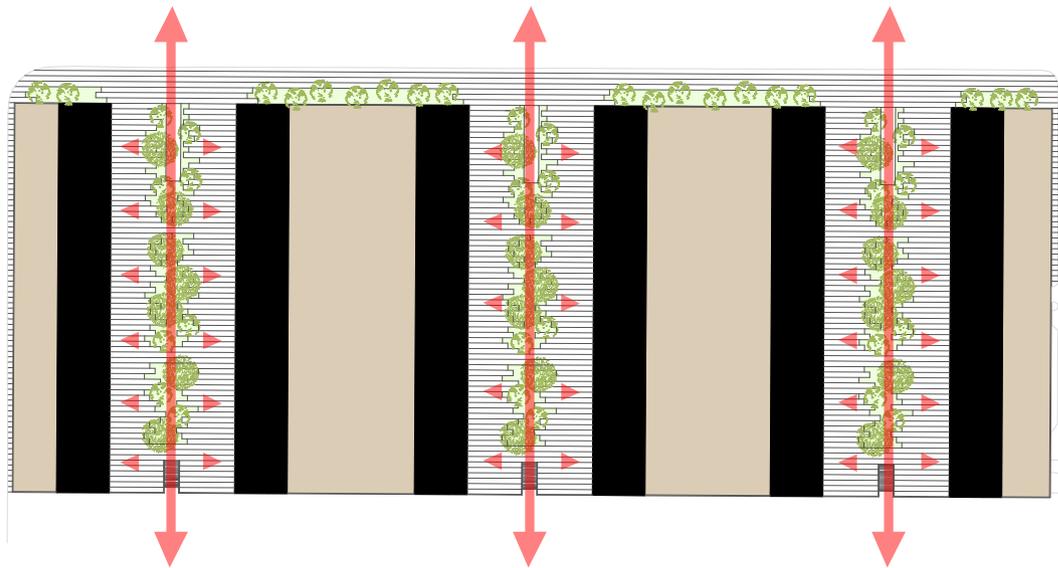


Devido ao uso crescente da bicicleta como meio de transporte na cidade de Lisboa, procedemos à análise da sua rede de ciclovias. Posteriormente definimos que um elemento importante e estruturante para a proposta é a continuação da ciclovie que atualmente passa na Avenida de Berlim. Propomos assim um percurso que irradie desta ciclovie, passando pelo Bairro da Encarnação, pelos Olivais Norte e ingressando pela Portela. O percurso criado dentro da urbanização é desenhado de modo a conectar todas as zonas dos projetos individuais. As extremidades da ciclovie terminam na saída/entrada para Moscavide, da qual pode surgir um prolongamento da mesma e na saída/entrada de Sacavém onde existe já uma ciclovie. Este percurso criado conecta a Portela com os bairros adjacentes e a própria cidade de Lisboa, fazendo a união e conexão com as zonas exteriores à urbanização.



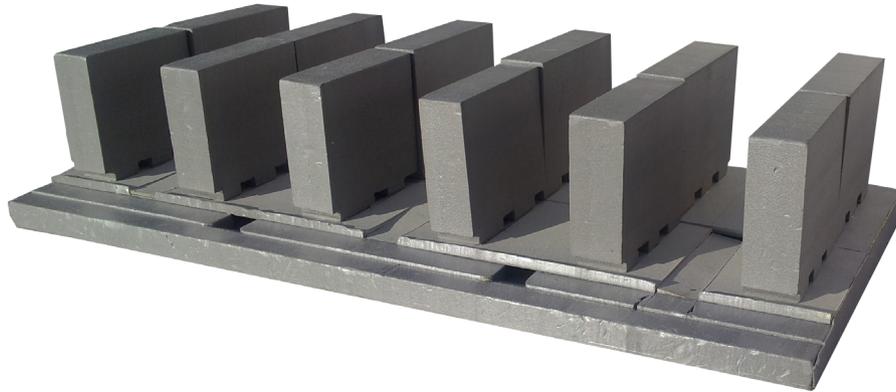
Uma questão central da estratégia é a ligação da Portela com os Olivais Norte através de mudanças na Avenida Alfredo Bensaúde, o pretendido é uma maior permeabilidade pedonal, tornando os atravessamentos pedonais mais seguros e recetíveis e apostando num programa que se localize no vazio existente, junto a esta via, que responda à população da Portela e também dos Olivais e até mesmo a pessoas vindas de outros locais. Propõe-se assim para esta Avenida a criação de uma ciclovia que a percorre e é integrada no programa proposto, bem como um atravessamento pedonal ao nível da rua, direto para o espaço já referido.

Para as ruas da Portela é proposta a demolição dos muros que separam os diferentes lotes dos blocos e os embasamentos interrompidos dos blocos da Portela são unidos, criando uma malha de espaço verde intercalada com pavimentação, nas zonas onde atualmente os carros estacionam em frente aos prédios. Nas traseiras dos blocos propõem-se zonas pavimentadas um pouco mais privadas, onde os moradores podem apropriar-se do espaço para lazer e convívio.



[56] Esquema de circulação privado e público

Assim as ruas entre blocos são apenas pedonais obrigando os automóveis a circular apenas nas vias principais. Pretende-se assim uma separação das vias rodoviárias, dos espaços das habitações, criando uma hierarquia de vias, tal como o arquiteto Fernando Silva pretendia na realização do plano. Como tal os estacionamentos subterrâneos são modificados e é proposto que sejam ligados entre si, sendo que cada duas linhas de blocos têm um estacionamento comum, cuja entrada se faz pelas ruas perpendiculares. Isto permite maior número de estacionamento e espaço livre para percursos pedonais e espaços verdes.

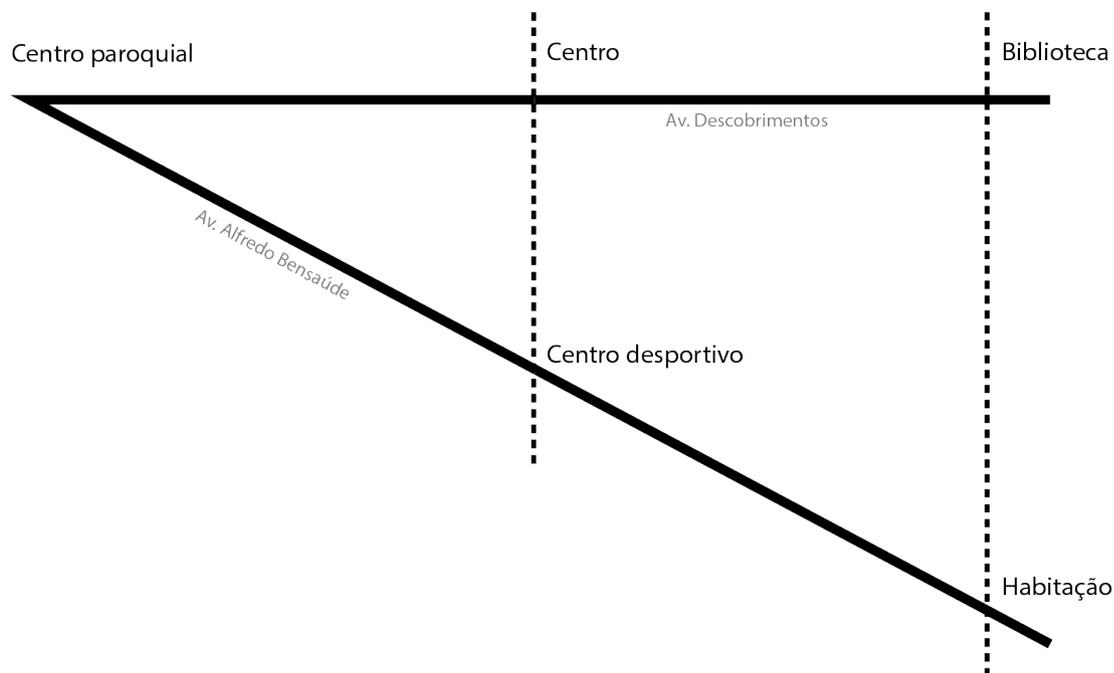


A área central da Portela é a zona de maior carência de uma intervenção eficaz, uma vez que foi destruída pela catástrofe e porque a sua superfície apresentava-se muito quebrada pelas divisões físicas das diversas funcionalidades. A estratégia e projeto proposto pretende oferecer uma melhor qualidade de espaços sociais que se apresentem permeáveis.

O plano desenhado por Fernando Silva localiza todos os serviços que respondem às necessidades dos habitantes do bairro no seu centro, criticando este plano, decidiu-se polarizar o programa. A estratégia prende-se na deslocação de

alguns serviços para vazios urbanos em redor da Portela, que foram identificados na análise inicial, e deixando outros no centro. A primazia da área central da urbanização na organização de todo o conjunto é assim diminuída. O centro torna-se um centro distribuidor e não apenas um centro recetor.

Devido ao carácter fechado para si mesmo, e limitativo na fluidez dos espaços públicos, dos equipamentos desportivos, escolas e igreja, estes foram então deslocados para vazios urbanos. Independentemente da nova localização dos serviços, todos devem possuir espaços verdes que qualifiquem o espaço público e têm de ser conectados pela ciclovía. **Toda a estratégia pode ser definida por um triângulo que aglomera os diferentes projetos propostos.**



[58] Triângulo gerado pela proposta conectando todos os projectos.

A escola situada anteriormente no centro é agregada às restantes localizadas a Noroeste da Portela e todas são reestruturadas tentando ligá-las e partilhando serviços comuns, como por exemplo o refeitório.

Biblioteca e cafetaria

Propomos também a deslocação do programa de escolas junto a Moscavide para o núcleo de escolas já referido, reaproveitando os edifícios para uma biblioteca e cafetaria. Este programa é menos encerrado e permite a progressão para a vasta área verde no seu alçado posterior, do qual é feita a ligação pedonal com Moscavide integrando-se com os restantes espaços verdes propostos.

Igreja e centro social

O vazio urbano escolhido para implantar a igreja é o terreno pertencente à Quinta da Vitória, onde antes existiam barracas. Este terreno foi escolhido devido à sua cota mais elevada em relação à Portela e devido à sua ligação direta com a Azinhaga Casquilho que faz ligação com uma pequena igreja e termina numa entrada para o Seminário dos Olivais. Podemos assim caracterizar esta ligação por “eixo religioso”, que conecta todos os espaços religiosos localmente existentes. O complexo incluirá um centro social e paroquial, respondendo assim às necessidades comunitárias e sociais dos habitantes da urbanização.

Centro desportivo

O programa proposto para o vazio junto à avenida Alfredo Bensaúde, que se localiza na lateral da Biblioteca Geográfica do Exército, é um centro desportivo, onde é proposto uma piscina exterior, um restaurante/café, campos exterior (campo

de futebol de 7 e campos de ténis), um pavilhão com salas de desporto e campos interiores, uma piscina interior semi-olímpica, estacionamento, parque de merendas e zonas verdes. Com a colocação de um programa desportivo neste local, caracterizado pelos seus espaços exteriores, pretende-se criar um ponto de encontro para a população das várias localidades envolventes (Portela de Sacavém, Olivais Norte e Moscavide).

O pressuposto inicial foi qualificar a ligação com Olivais Norte. Dessa forma, propôs-se a criação de dois corredores exteriores cobertos, que partem da parte Norte do terreno e terminam nos únicos dois sítios deste terreno que é possível atravessar a Av. Alfredo Bensaúde. Estes corredores fazem o acesso aos edifícios propostos e definem o desenho dos espaços exteriores. Para além disso, foi ainda proposta uma rua de grandes dimensões paralela à Av. Alfredo Bensaúde e ligeiramente afastada desta através de um muro de árvores. Esta rua introduz um percurso pedonal com melhores condições assim como a possibilidade da realização de vários eventos.

Habitação

Na continuação da Avenida Alfredo Bensaúde, surge um vazio urbano resultado de abandono industrial, onde é agora proposto o programa de habitação colectiva complementado com comércio e serviços. Esta área com envolvente de matriz já habitacional, caracteriza-se como um espaço desqualificado, espaço público sem interesse e entalado entre ruas com a diferença de 8 metros de cota. Neste sentido são definidas três plataformas que fazem o acesso gradual entre cotas, onde são implantados dois volumes levantados do chão, libertando o piso térreo para espaço público com a integração de espaços de comércio, serviços e zonas verdes. Os dois volumes correspondem à habitação, de tipologia T1 e T3 dúplex, com acesso em galeria.

A rua recebe um novo desenho urbano, integrando a ciclo via que faz a conexão entre o centro da portela, o centro desportivo, olivais norte e moscavide.

Com esta proposta pretende-se resolver a conectividade, o acesso entre cotas e oferecer espaço público qualificado, definindo uma nova vivência e dinâmica a esta área.

Centro da portela

No centro, como já referido, ficará a estação de metro, com três saídas, e um polo de comércio e escritórios, a junta de freguesia e um parque urbano. O polo de escritórios é constituído pela continuidade do embasamento dos blocos de habitação, e por cima suporta uma grande cobertura com espaços livres, que permitem a realização de eventos esporádicos, como feiras ou mesmo as vendas ambulantes que existem na urbanização. Seguidamente deste primeiro volume de escritórios é desenhada uma zona com espaços verdes, onde se fazem os acessos ao parque de estacionamento público. Este vazio faz frente não só para os escritórios, mas também para o primeiro piso de comércio e restauração e para os acessos a uma cota inferior, na qual surge a frente principal de comércio. Esta é um prolongamento pedonal da Rua do Brasil, e vira-se para espaços públicos, como um terreiro e o parque urbano.

Na zona Sul do centro, fazendo frente com a Avenida dos Descobrimentos, propôs-se a localização da junta de freguesia.

Junta de freguesia

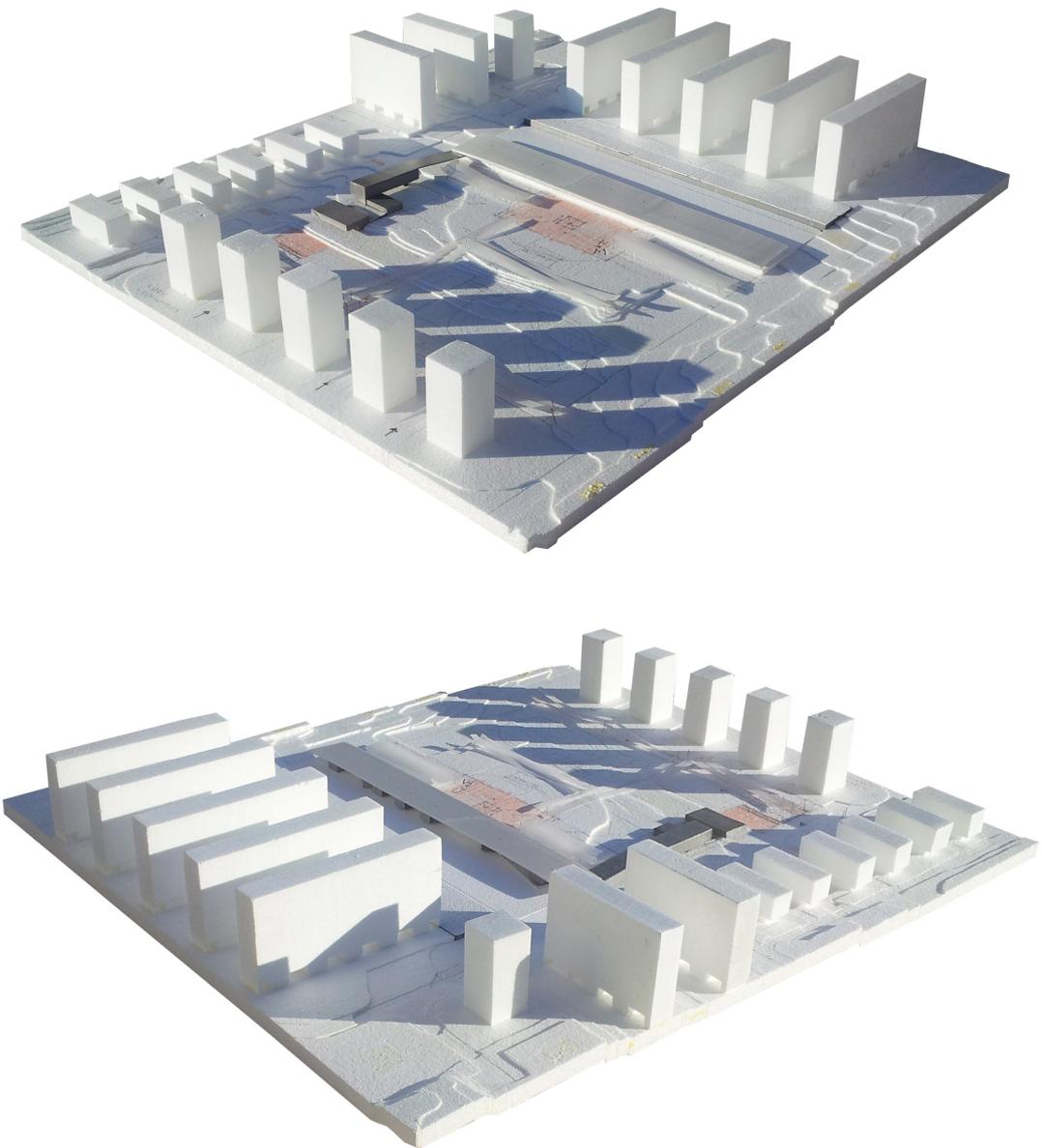
A Casa da Portela, está inserida num “braço” derivado da plataforma comercial. Esta extensão alonga-se pela Av. dos Descobrimentos, uma das vias mais movimentadas da urbanização, permitindo ligação com Moscavide. Com a junção, a nível nacional de várias freguesias, o caso da Portela e Moscavide, justifica esta

implantação, vista como oportuna. Está dividida por dois edifícios com comunicação entre eles. O primeiro inclui funções administrativas e polivalentes, enquanto o segundo alberga funções ligadas à formação, bem como lúdicas. A comunicação entre estes dois volumes é feita através de um foyer, o qual permite o acesso à assembleia de freguesia/auditório.

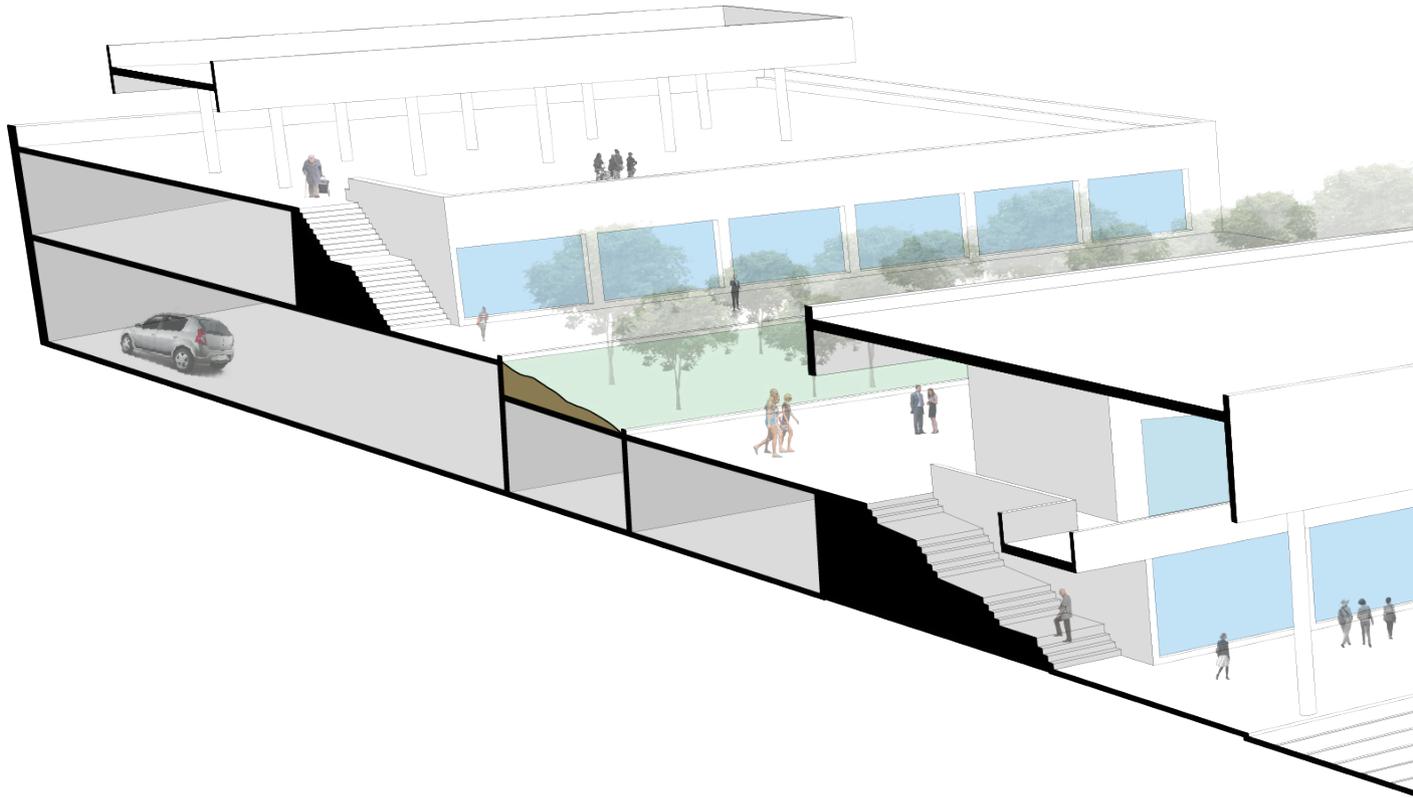
Espaço público/Exterior (Centro)

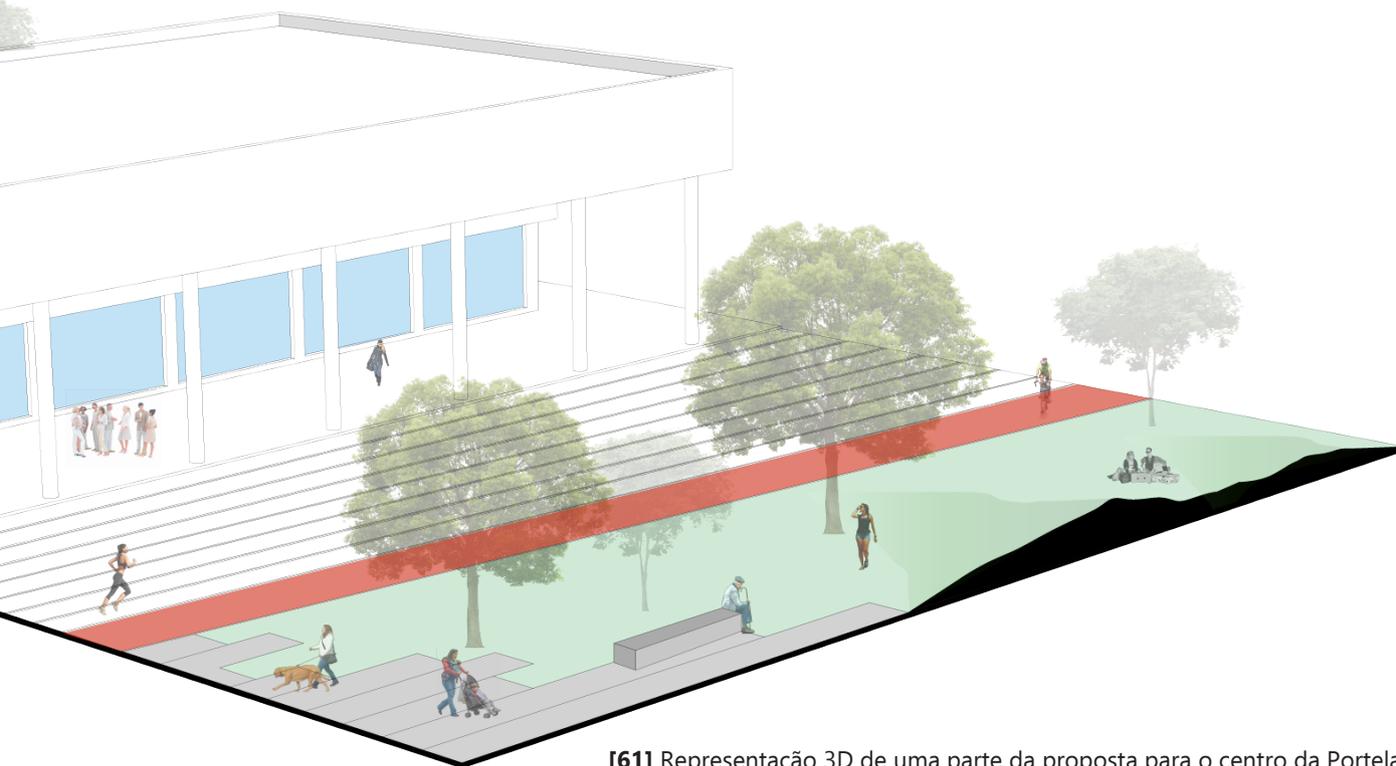
A construção principal no centro perfaz um "L", fazendo deste modo um recolhimento do parque urbano que se desenvolve maioritariamente em dois patamares. O primeiro patamar, de cota superior, é de carácter mais urbano devido à sua ligação com a zona comercial, detendo um terreiro central. O segundo, de cota inferior, é dotado de uma grande área de espaços verdes de utilização livre. Na zona norte, apresenta-se uma cafetaria/ restaurante com dois pisos, e assim, com ligação através das duas cotas. O grande espaço central comporta ainda um auditório ao ar livre na zona de transição entre cotas e um grande espelho de água, na zona mais baixa, no qual assenta o "palco" do auditório. Todo o espaço será dotado de vegetação e zonas de estar, bem como percursos principais e secundários. A diferenciação entre os patamares é ainda marcada pela materialização do pavimento, no patamar mais elevado o pavimento é de calçada de granito e calcária, e no patamar inferior, mais informal, o pavimento é de gravilha aglomerada. As passagens entre espaços verdes é materializada através de lajetas de betão.

Os diferentes programas propostos foram posteriormente distribuídos pelos diversos elementos do grupo e desenvolvidos individualmente, mas sempre tendo como base a estratégia geral.

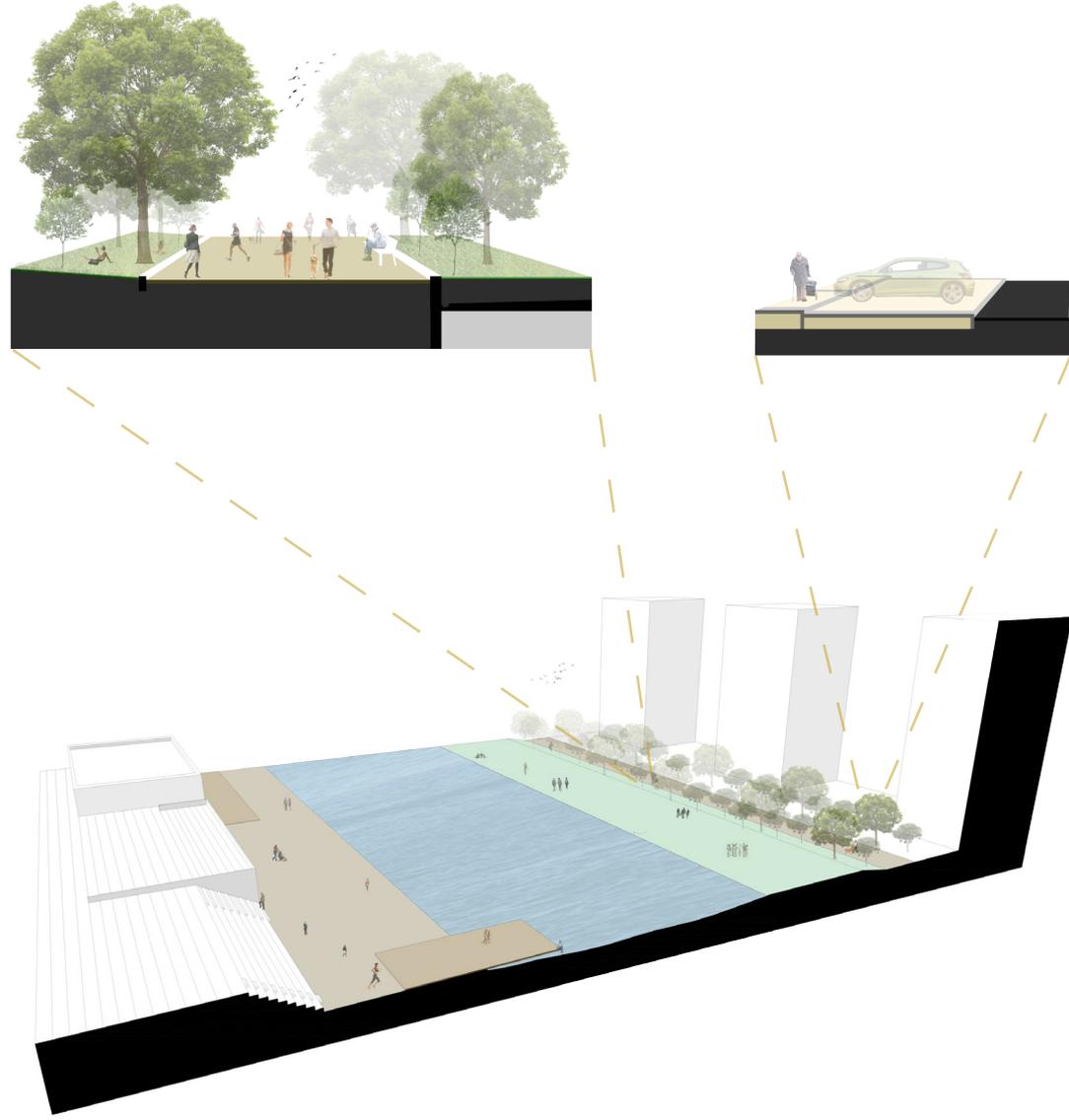


[159 e 60] Maquetes de estudo com proposta para o centro da Portela



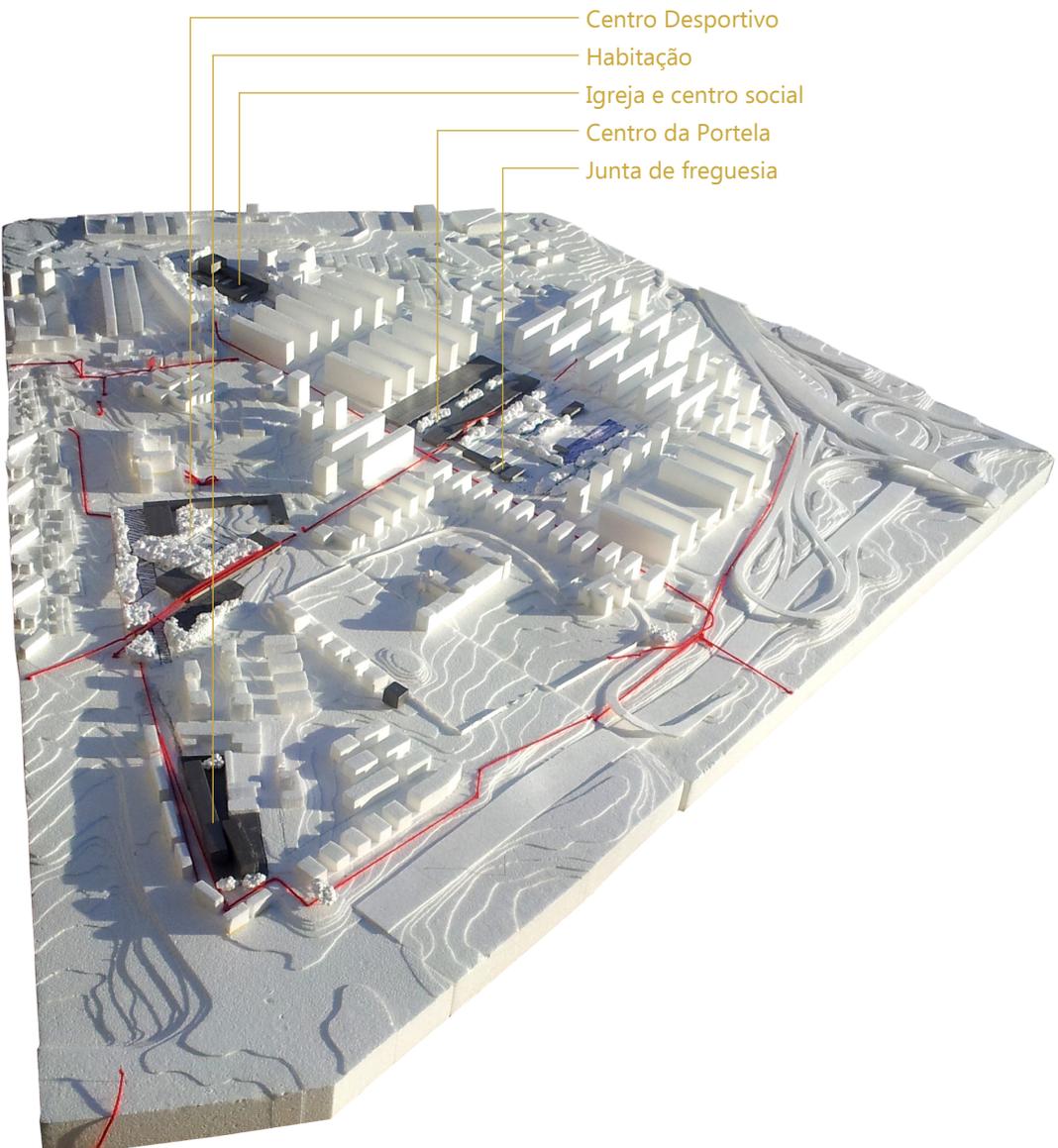


[61] Representação 3D de uma parte da proposta para o centro da Portela



[62] Pormenor do percurso proposto junto ao lago [63] Pormenor do estacionamento

[64] Representação 3D da proposta na zona do lago



[65] Maquete de estudo com a proposta geral de grupo

3.5. Desenhos técnicos

[66] Ortofotomapa



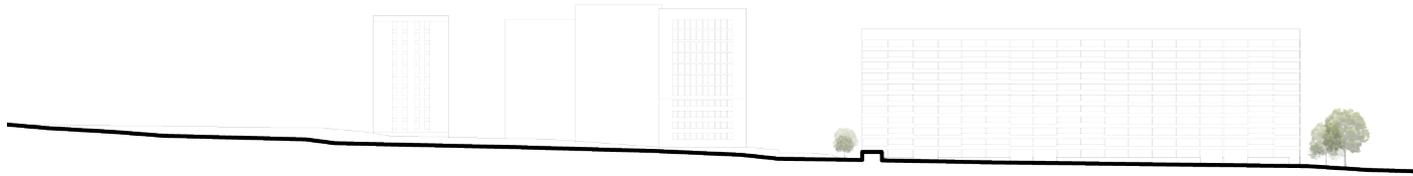


[67] Planta Geral- Proposta

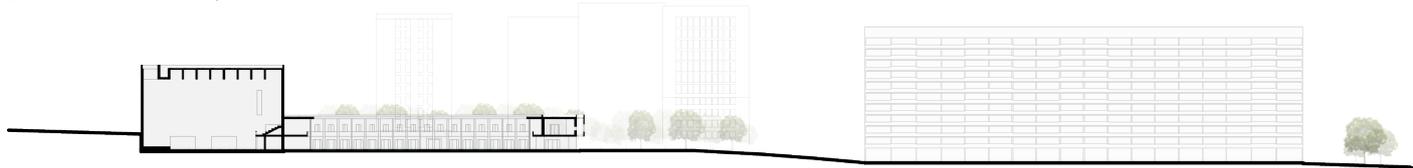




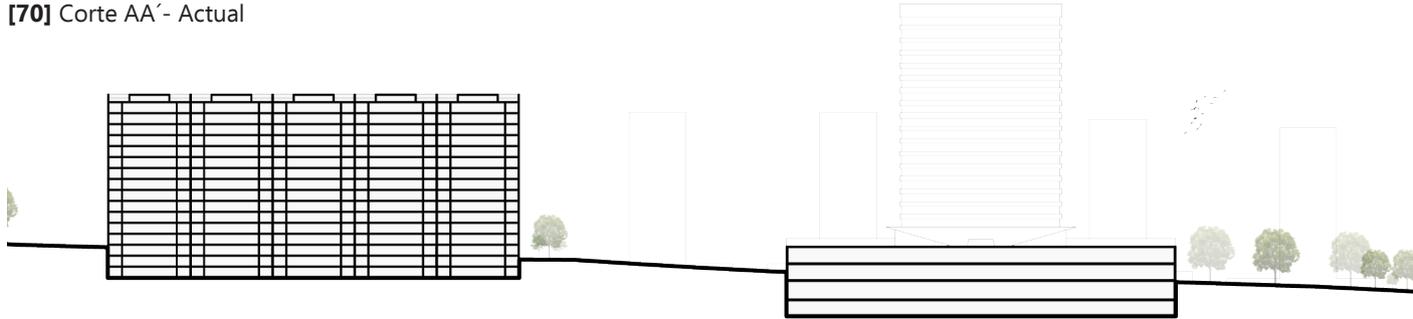
[68] Corte AA' - Actual



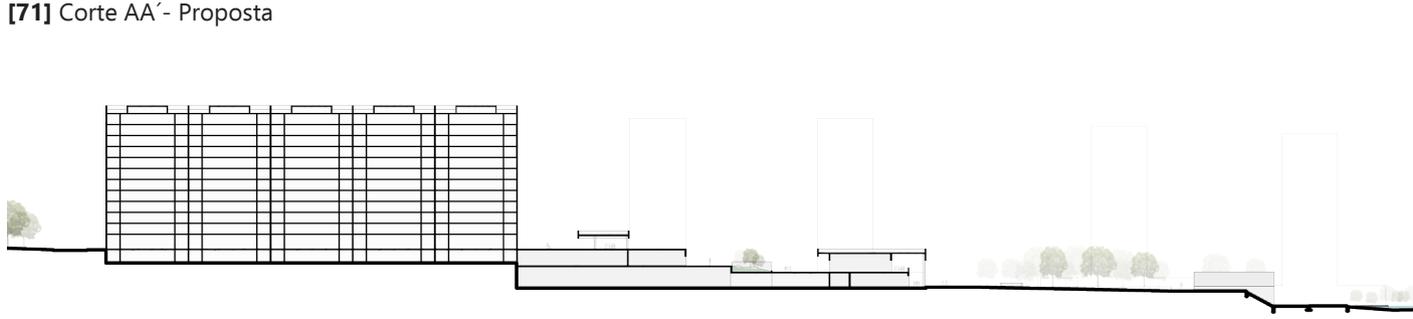
[69] Corte AA' - Proposta

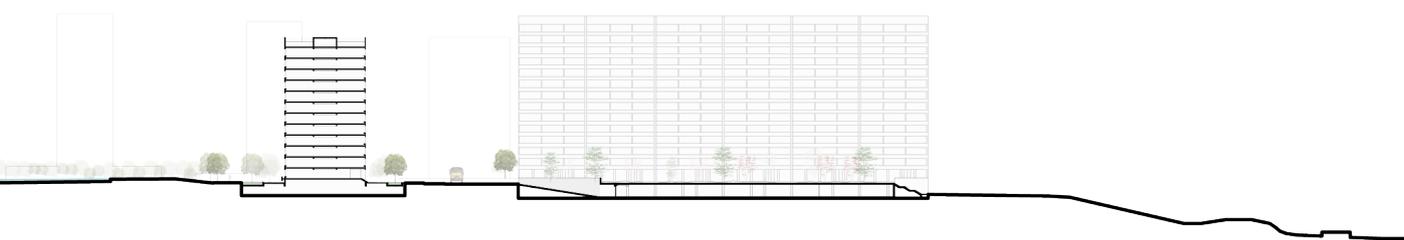


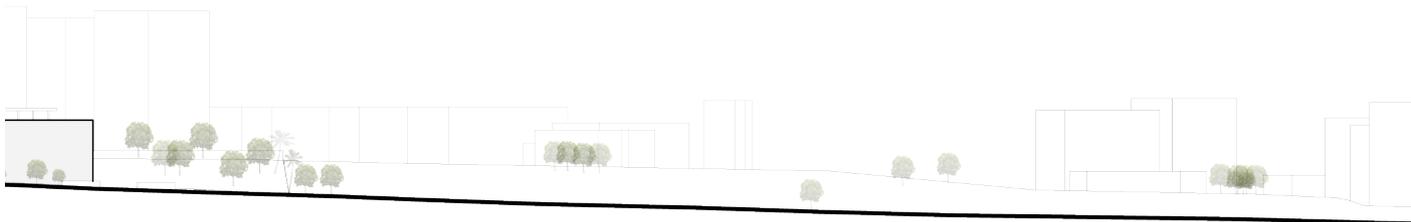
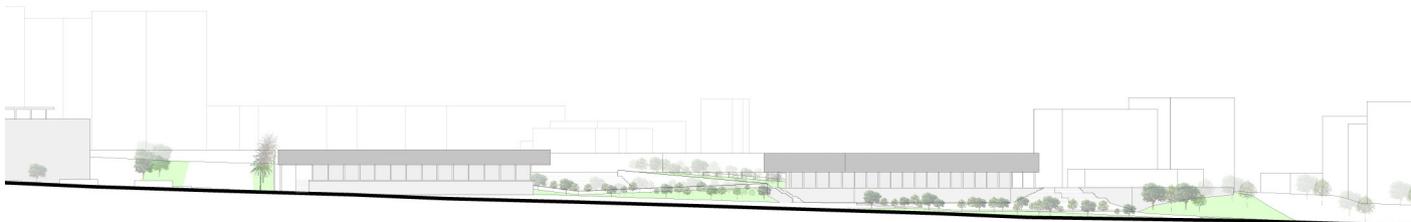
[70] Corte AA' - Actual

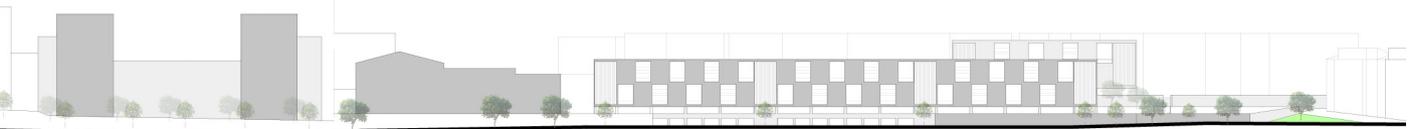
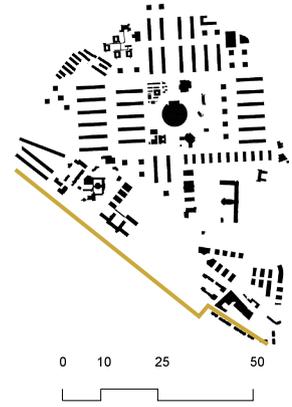


[71] Corte AA' - Proposta

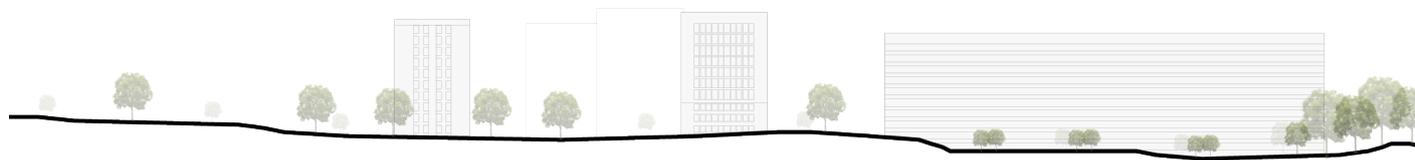




[72] Corte BB' - Actual**[73]** Corte BB' - Proposta



[74] Corte CC' - Actual



[75] Corte CC' - Proposta

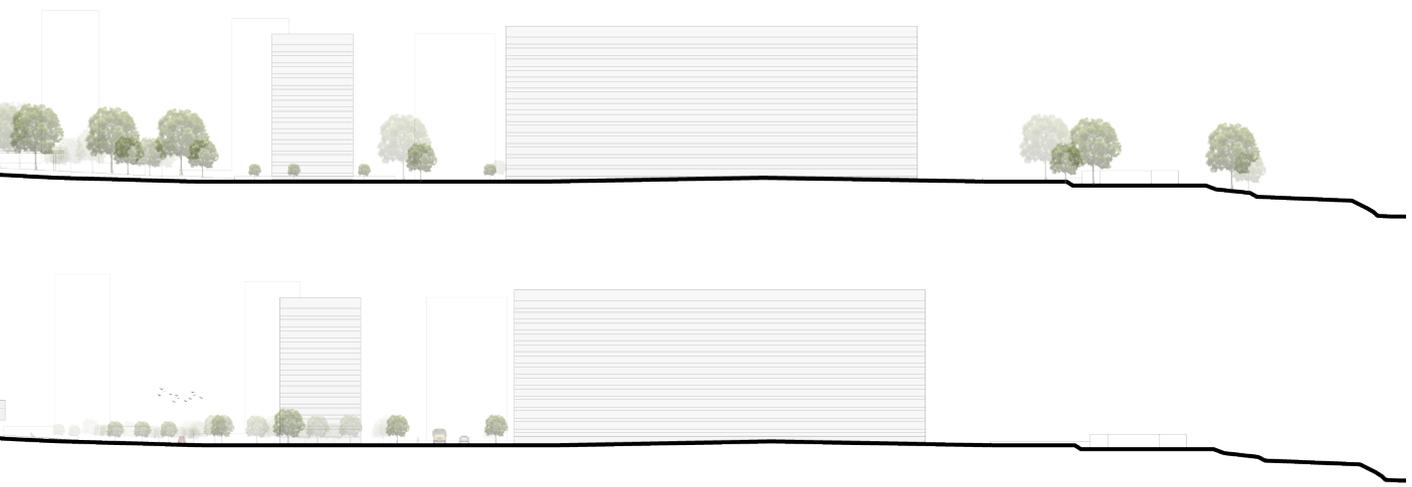


[76] Corte CC' - Actual

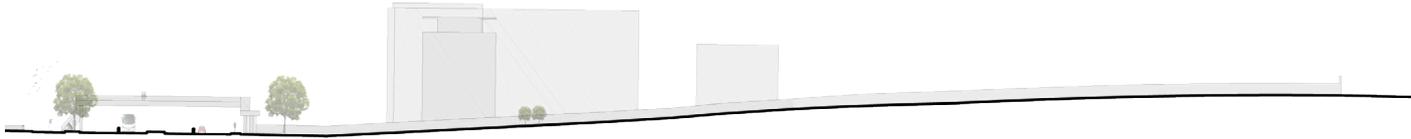


[77] Corte CC' - Proposta

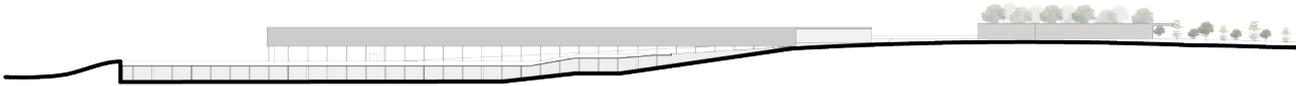




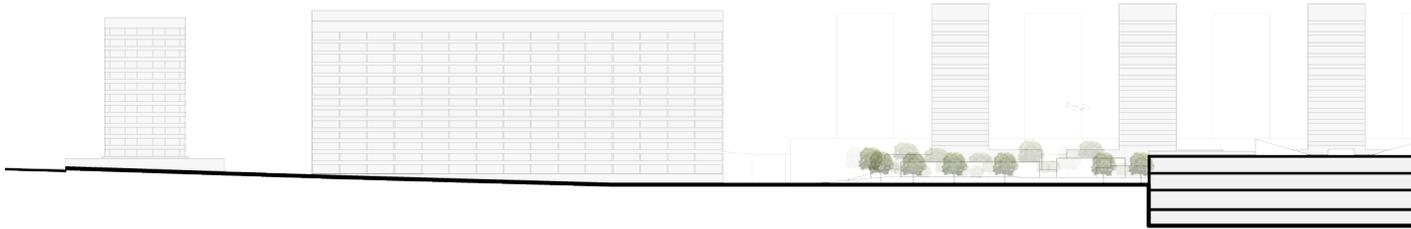
[78] Corte DD' - Actual



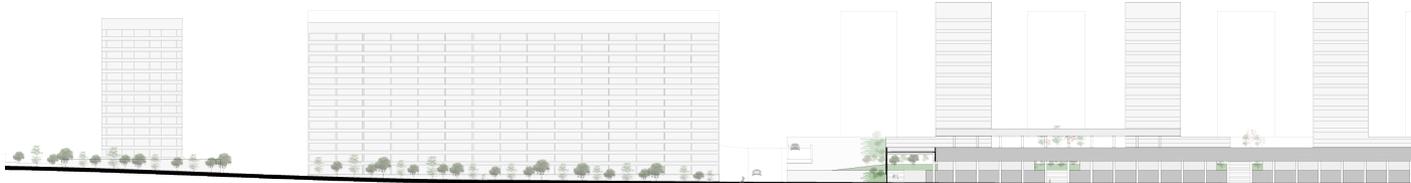
[79] Corte DD' - Proposta

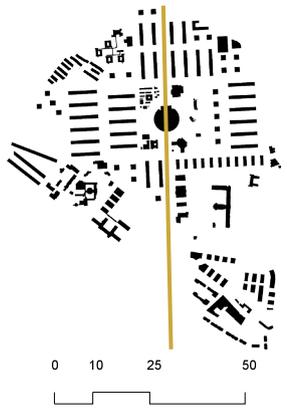
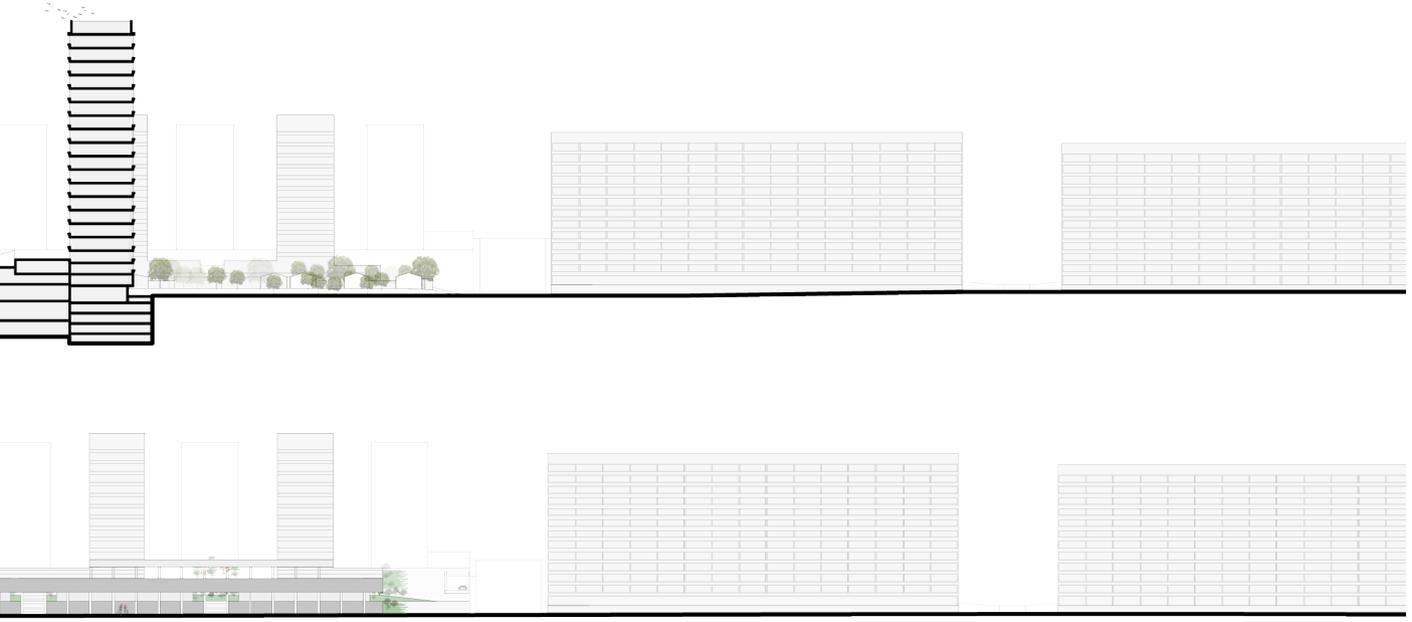


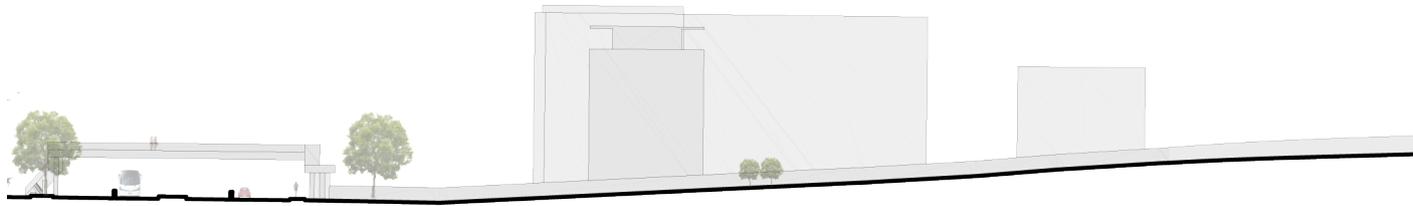
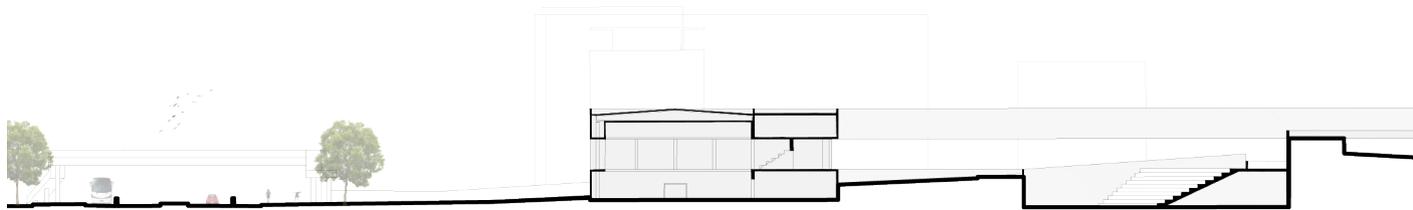
[80] Corte DD' - Actual

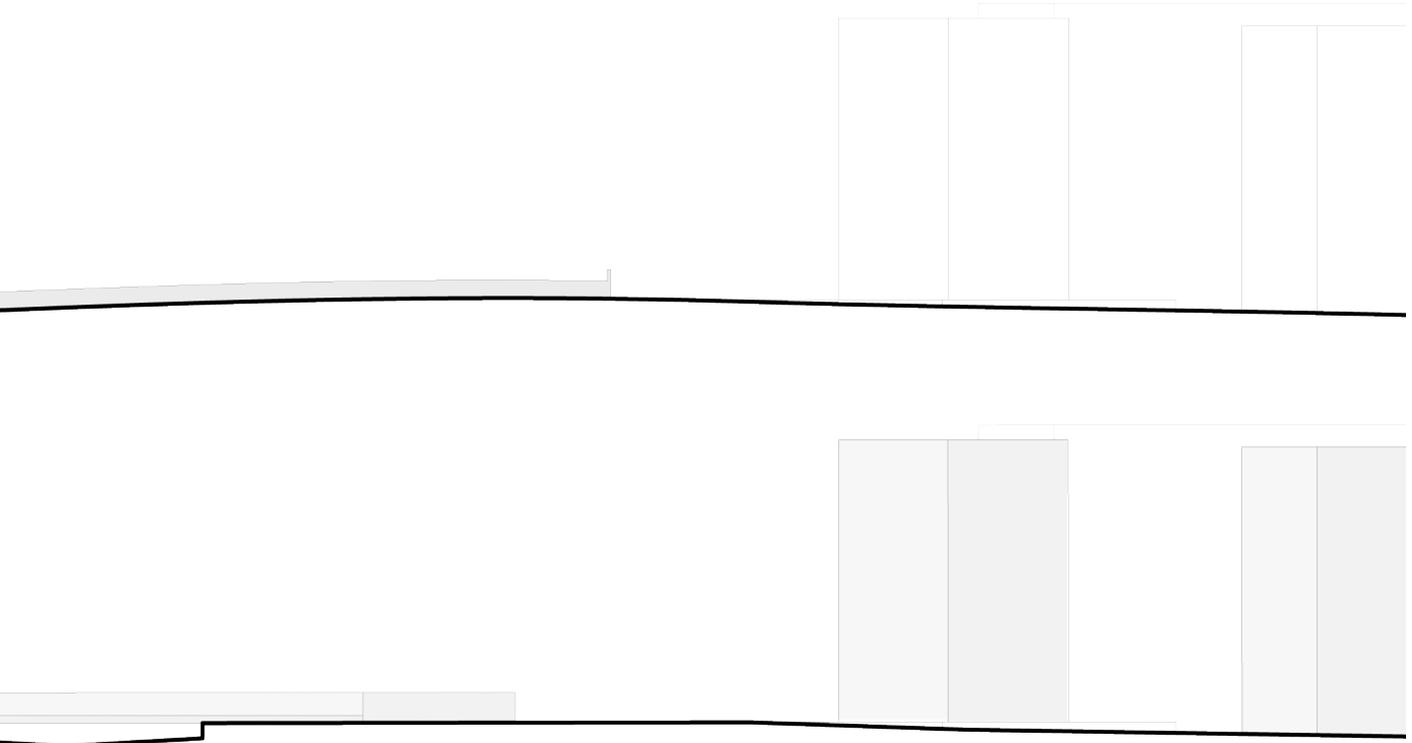
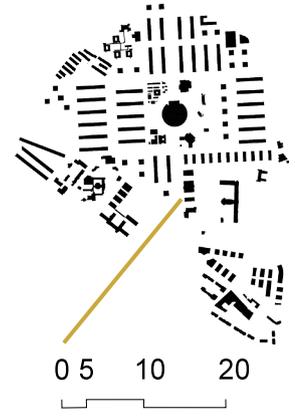


[81] Corte DD' - Proposta



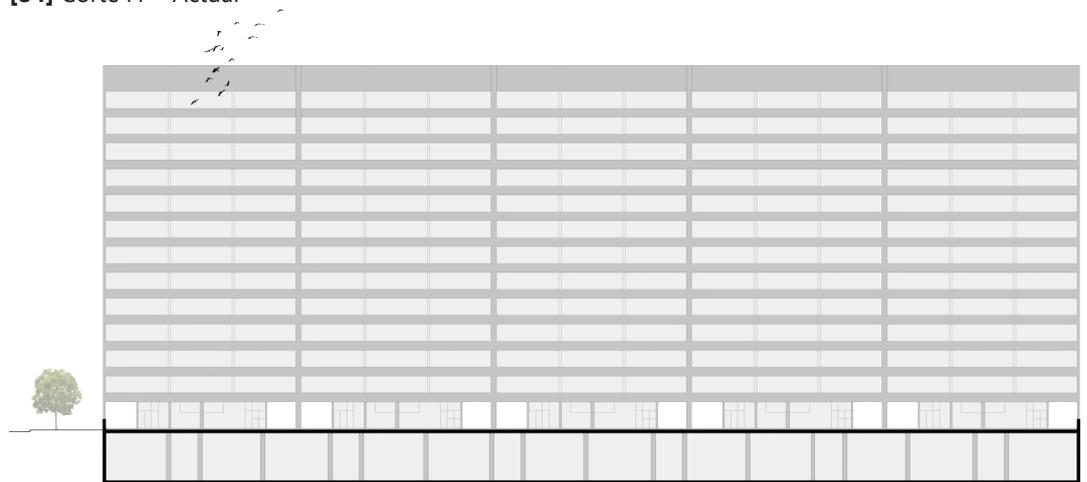


[82] Corte EE' - Actual**[83]** Corte EE' - Proposta

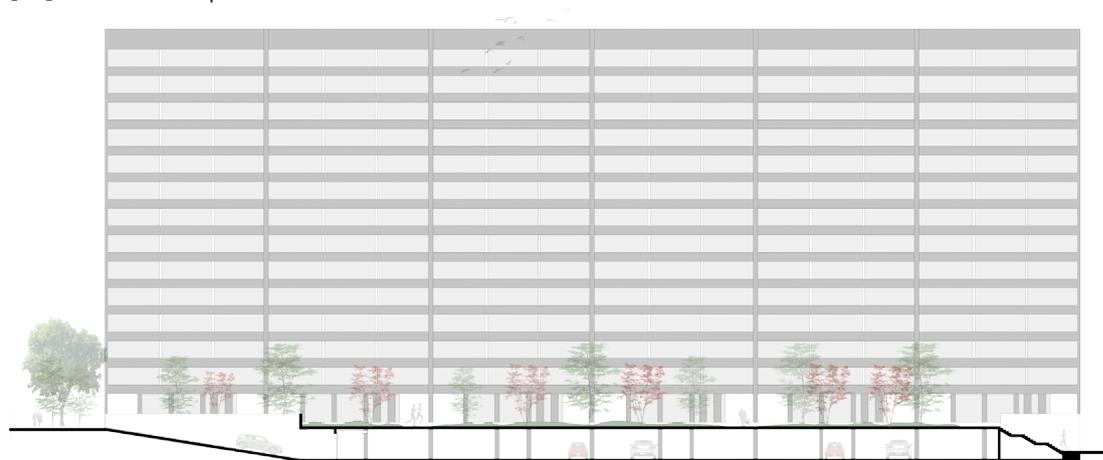




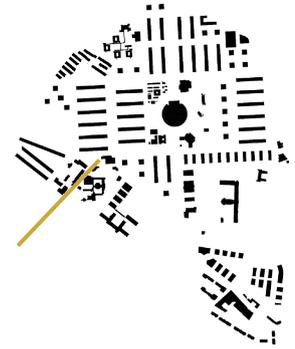
[84] Corte FF'- Actual



[85] Corte FF'- Proposta



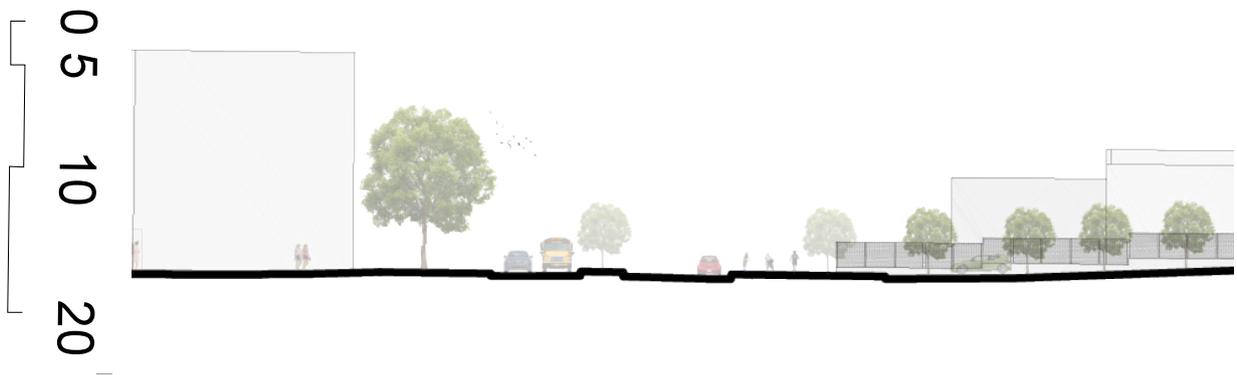
0 5 10 25

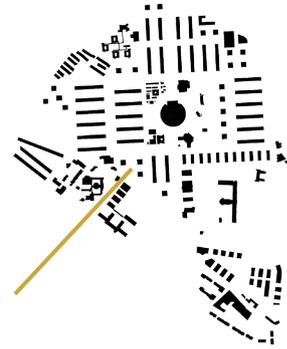


[86] Corte GG' - Actual

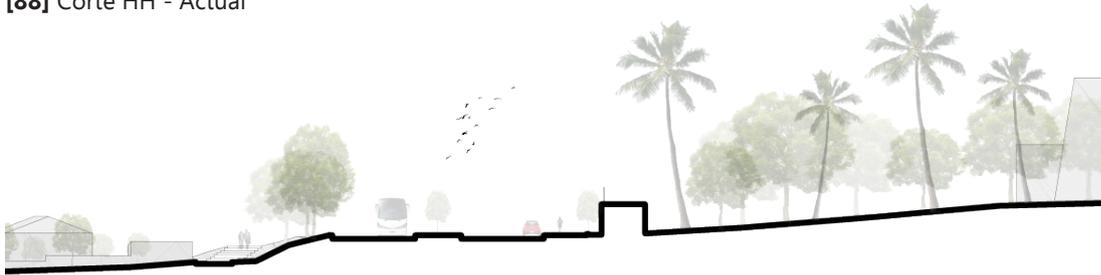


[87] Corte GG' - Proposta

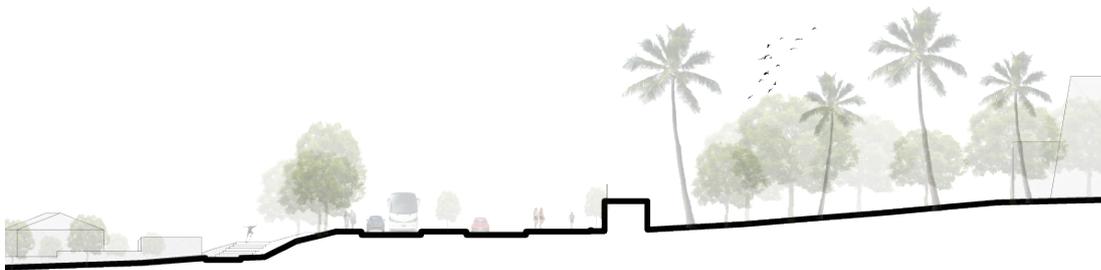




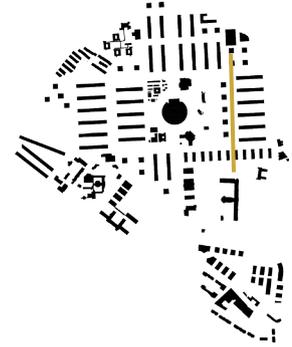
[88] Corte HH' - Actual



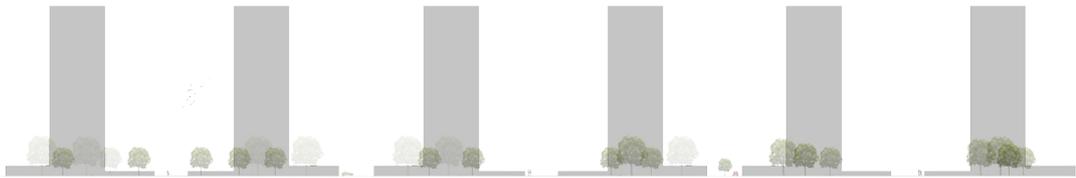
[89] Corte HH' - Proposta



05 10 20



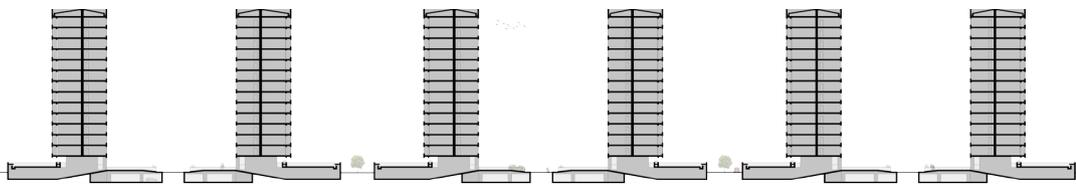
[90] Corte II' - Actual



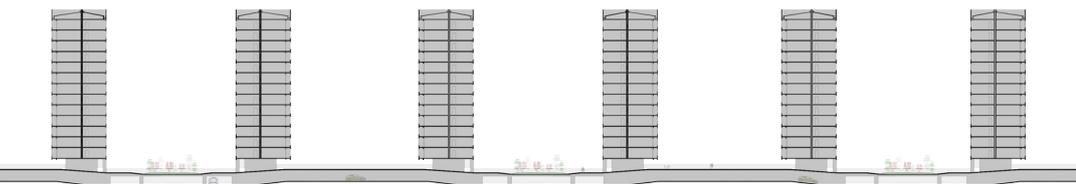
[91] Corte II' - Proposta



[92] Corte II' - Actual



[93] Corte II' - Proposta





04

BIBLIOGRAFIA



ISCTE – IUL (2013) Projecto Final de Arquitectura 2013-14 / Exercício de Arranque e Aquecimento Departamento de Arquitectura e Urbanismo. Mestrado Integrado em Arquitectura, Lisboa: [s.n]

Branco, José (2000) Definição de Qualidade Arquitectónica Habitacional. Tese de Doutoramento, Lisboa.

Cury, Isabelle (2000) "Carta de Atenas - CIAM - Novembro de 1933.", IPHAN, [online]. Disponível em <<http://portal.iphan.gov.br/portal/montarPaginaSecao.do?id=17575&sigla=Institucional&retorno=paginaInstitucional>> (Acedido a 06/09/2014).

Ferreira, Bruno (2011) "Optimista suburbia", Estudo prévio, [online]. Disponível em: <<http://www.estudoprevio.net/artigos/12/bruno-ferreira-.-optimist-suburbia>> (Acedido a 25/08/2014)

Arquivo municipal da Câmara Municipal da Amadora.

Relatório do PDM da Câmara Municipal da Amadora

02

TRABALHO INDIVIDUAL

ÍNDICE

Índice de imagens	103
01 Processo	104
1.1. Memória descritiva	106
1.2. Imagens de referência	118
02 Desenhos técnicos	126
03 Anexos	140

ÍNDICE DE IMAGENS

- [1] Vista aérea da Av. Alfredo Bensaúde (Lisboa Interativa)
- [2,3,4 e 5] Fotos da Av. Alfredo Bensaúde (autoria própria)
- [6] Panorâmica do terreno da intervenção
- [7] Vista aérea do terreno da intervenção (Lisboa Interativa)
- [8] Esquema com a indicação das passagens e dos percursos propostos (autoria própria)
- [9] Esquício com um corte num dos percursos (autoria própria)
- [10] Corte representativo de um dos percursos (autoria própria)
- [11] Maquete de estudo com uma proposta de implantação (autoria própria)
- [12] Esquícios com proposta de alçados (vários níveis identificados) (autoria própria)
- [13] Estudo das relações na zona da piscina principal (autoria própria)
- [14] Esquema com a distribuição das várias zonas do projecto em planta (autoria própria)
- [15] Riberão Swimming Pools: Pitagoras Arquitectos (archdaily)
- [16] House 6: Marcio Kogan (archdaily)
- [17] Eel's Nest: Anonymous Architects (Dezeen)
- [18] Materiais para o pavimento (Manderato e archdaily)
- [19] Lajetas intemper (Intemper)
- [20] Vãos manshrabyia
- [21] BT House: Studio Guilherme Torres
- [22] Casa Cobogó: Márcio Kogan + StudioMK27
- [23] Pavilhão Polidesportivo e Piscina Coberta: Alday Jover Arquitectura e Paisaje
- [24] Gymnasium for Etsam: Campo Baeza
- [25] Placas de padrões de madeira: Márcio Kogan
- [26] Eel's Nest: Anonymous Architects
- [27] Studio R: StudioMK27
- [28] Piso principal - Riberão Swimming Pools: Pitagoras Arquitectos
- [29] Painele mashrabyia - Studio R: StudioMK27
- [30] La Tallera Gallery: Frida Escobedo
- [31] Odense City Museum: Transborder Studio
- [32] Naturbad Riehen Swimming pool: Herzog & de Meuron's
- [33] Moscow swimming pool
- [34] Planta de localização
- [35] Planta de implantação
- [36] Planta do piso -2 : Piso técnico
- [37] Planta do piso -1 : Piso das piscinas
- [38] Planta do piso 0 : Piso da entrada
- [39] Planta do piso 1 : Piso do SPA
- [40] Planta da cobertura
- [41 e 42] Alçados
- [43 e 44] Alçados
- [45,46 e 47] Cortes
- [48] Corte
- [49] Corte do percurso coberto



01

PROCESSO



1.1. Memória descritiva

Como já foi referido, a Portela de Sacavém tornou-se num dormitório de Lisboa, encerrada por vias de alta velocidade. Uma das estratégias principais do grupo é a ligação da Portela com a cidade de Lisboa onde, de todos os limites, a Av. Alfredo Bensaúde, mostrou ser o limite mais favorável para fazer essa ligação.

AV. ALFREDO BENSAÚDE

A Av. Alfredo Bensaúde é uma via rápida de 3 a 4 faixas para cada sentido que separa a Portela de Sacavém dos Olivais Norte e que dá acesso à 2ª Circular assim como ao Parque das Nações. Esta avenida é caracterizada pelo contraste urbano entre o lado da Portela de Sacavém, onde encontramos vários edifícios públicos encerrados por muros e um enorme baldio igualmente limitado por muros, e o lado de Olivais Norte, destacando-se as habitações de menor escala. Desta forma, deparou-se com dois traçados urbanos distintos onde se optou por uma intervenção mais cirúrgica.



[1] Vista aérea da Av. Alfredo Bensaúde (Lisboa Interativa)

Propôs-se uma redução de uma faixa em cada sentido de forma a controlar o número de viaturas que circulam nesta via. Com redução das vias automóveis, aumentou-se a largura dos passeios, dando a possibilidade de criar um espaço de circulação com melhores condições, na medida em que, passa a existir um afastamento maior entre os peões e os automóveis. Visto que, tanto na Portela de Sacavém como nos Olivais Norte existe um traçado onde os espaços verdes predominam achou-se pertinente, com o aumento do passeio público, a adopção da mesma linguagem nesta avenida tentando assim reduzir a evidência de uma “cicatriz urbana” ao dar uma continuidade ao desenho urbano.

Outro problema identificado na Av. Alfredo Bensaúde foi a sua travessia pedonal condicionada pelo trânsito e principalmente, pelo túnel viário que ocupa uma grande área da avenida.



TERRENO

Desta forma, achou-se oportuno, a inserção de uma zona desportiva no grande baldio situado a norte da avenida, gerando um elo de ligação entre a Portela de Sacavém e Olivais Norte com vários campos desportivos exteriores e interiores assim como espaços de lazer ao ar livre como piscinas e um parque.

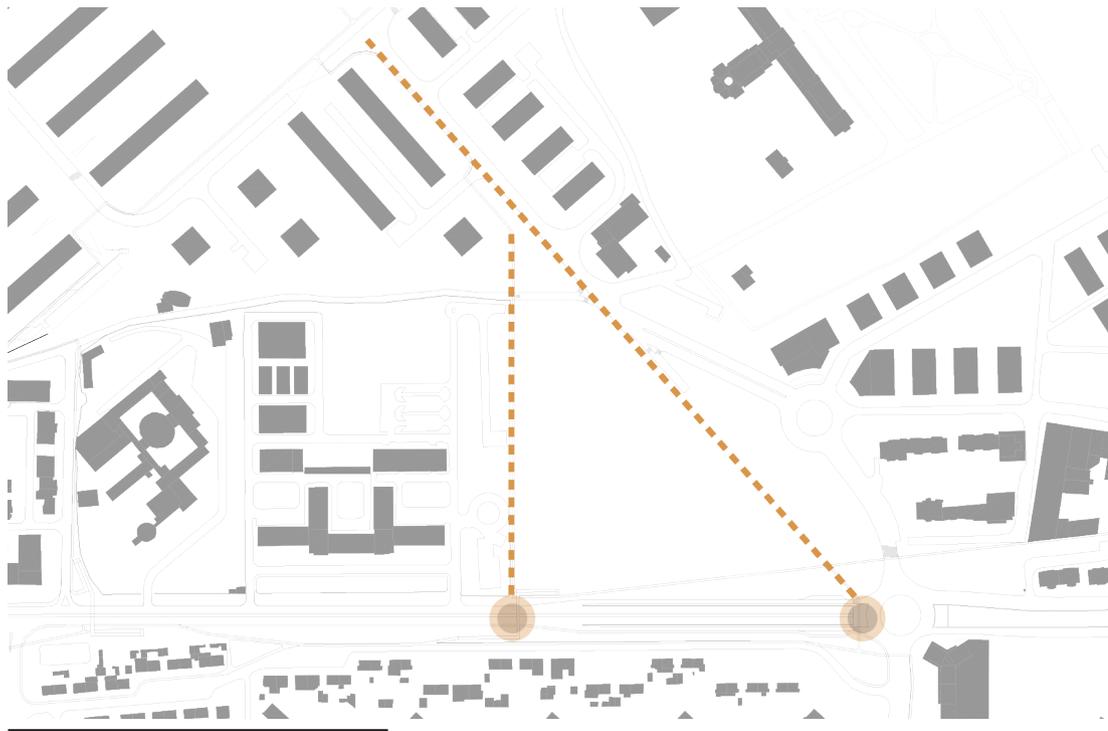
Este terreno, com uma área de aproximadamente 50.000 m², é condicionado principalmente pela sua morfologia irregular e o seu declive em dois sentidos com cerca de 10 metros de diferença. O terreno é limitado pela Av. Alfredo Bensaúde a Sul, pela Rua do Brasil a Este e a Norte e pelo edifício do Instituto Geográfico do Exército a Oeste.



[6] Panorâmica do terreno da intervenção [7] Vista aérea do terreno da intervenção (Lisboa Interativa)

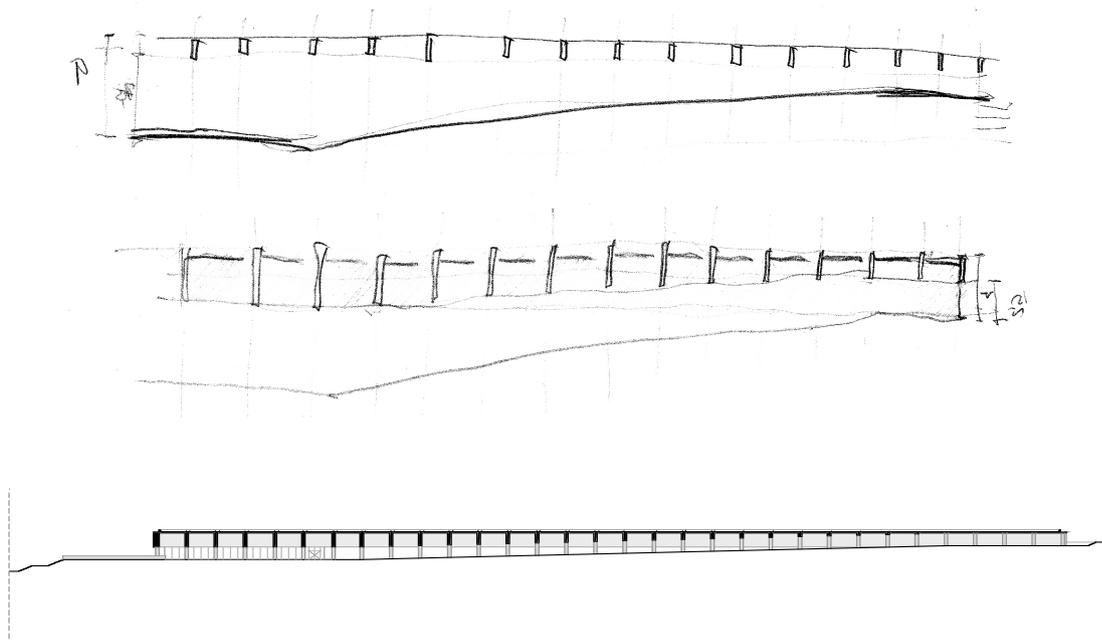
PROPOSTA^[1]

Sendo a ideia inicial, criar um elo de ligação entre a Portela e Olivais Norte, os acessos pedonais assumiram um grande protagonismo nesta proposta. Foram identificadas as duas passagens na Av. Alfredo Bensaúde: a) no início do túnel viário através da ponte pedonal; b) no fim da abertura criada para o túnel, junto à rotunda. Através destas duas passagens foram definidos dois percursos que definem a proposta: a) um percurso que vem em linha recta desde o centro da Portela fazendo a ligação com a passagem junto à rotunda; b) e o outro percurso que surge paralelamente aos muros do Instituto Geográfico do Exército fazendo a ligação com a ponte aérea.

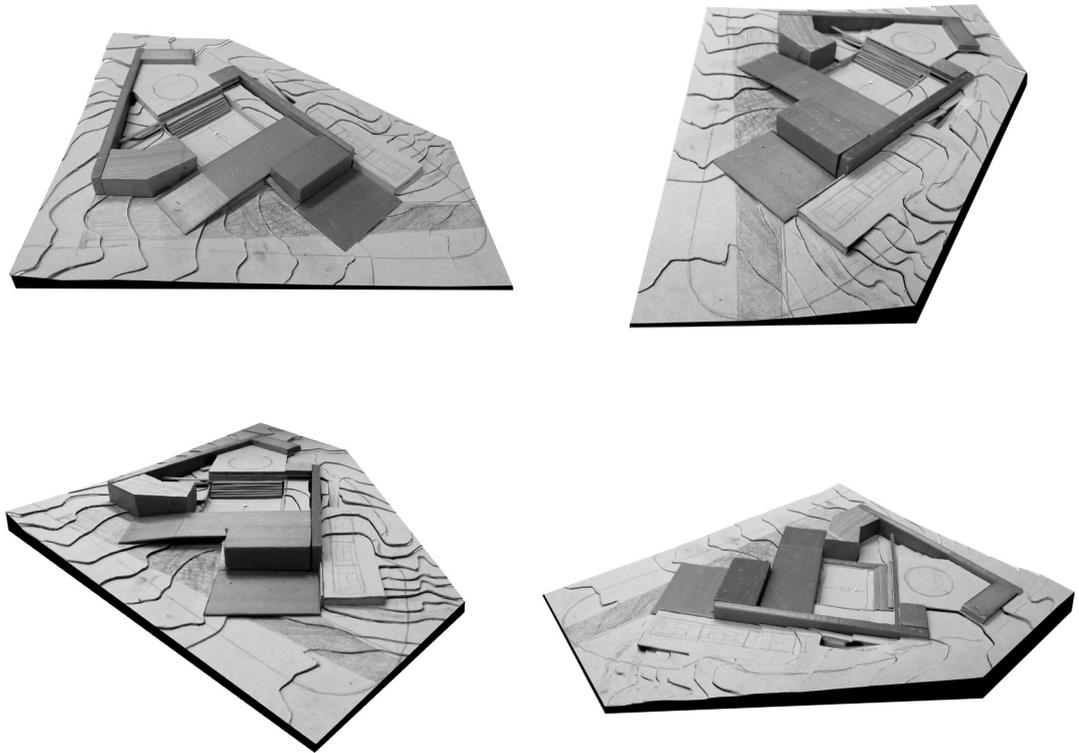


1. Para mais informação ver o capítulo dos desenhos técnicos e dos Esquícios

Estes dois percursos são definidos por uma cobertura que mantém sempre a mesma cota e de onde surgem, no fim e no início de cada percurso, os edifícios com o programa proposto: a) Complexo da piscina exterior; b) Gimnodesportivo; c) Café/ Restaurante; d) Piscina interior. À medida que o terreno vai descendo, começa a surgir um ritmo de pilares que suportam a cobertura e, desta forma, é introduzida uma transparência aos percursos que aos poucos e poucos começam a revelar toda a sua envolvente.



Para além dos edifícios propostos, são ainda propostos vários espaços exteriores: a) 3 campos de ténis; b) Campo de futebol de 7; c) Piscina exterior; d) Estacionamento subterrâneo; e) Parque.

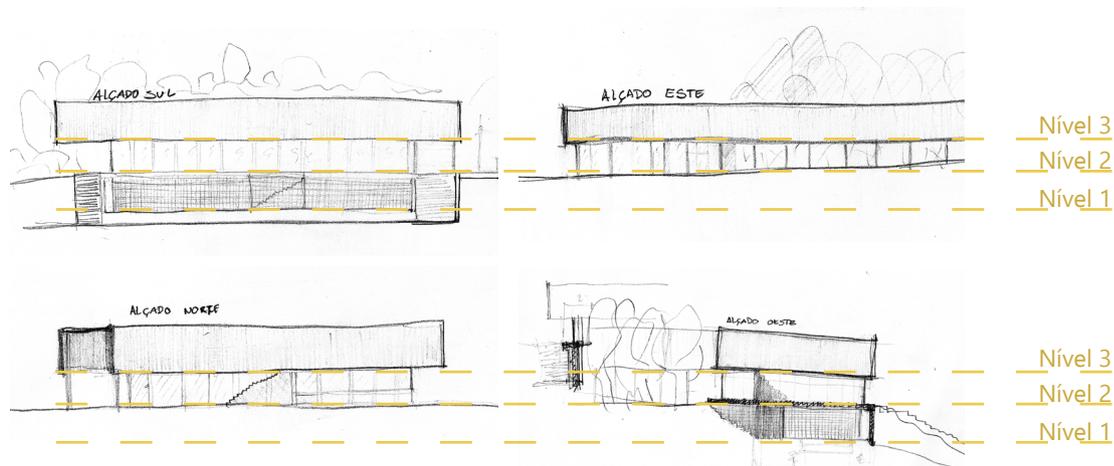


Estes espaços exteriores são definidos, maioritariamente por plataformas, estando a piscina exterior assente na plataforma superior beneficiando de uma melhor exposição solar e de várias vistas de toda a envolvente. Para o campo de futebol de 7, é aproveitado o declive do terreno para criar as bancadas e os balneários respectivos implantando o campo numa plataforma semienterrada onde, as próprias paredes do terreno servem de barreiras de protecção. O estacionamento, acedido pela Rua do Brasil, cria outro patamar com a sua cobertura, onde são colocados os campos de ténis. Estas plataformas são acompanhadas por percursos secundários e pelo terreno numa forma mais natural onde se insere o parque, com zonas de sombra criadas

pelas várias árvores, com parques de merendas e alguns parques para as crianças brincarem.

É ainda, importante mencionar o grande passadiço proposto paralelamente à Av. Alfredo Bensaúde, ligeiramente afastado desta através de um “muro” de árvores, onde se introduz um percurso pedonal com melhores condições assim como a possibilidade da realização de vários eventos. Este passadiço, além de ligar as duas passagens propostas, faz ainda a ligação com a proposta de

Como referido anteriormente, os edifícios propostos desenvolvem-se a partir dos dois percursos. Estes são distribuídos por níveis/pisos em que, os edifícios que estão numa cota superior têm apenas um nível, enquanto que os que estão implantados numa cota inferior têm 3 níveis. No primeiro nível, contando de cima, está a cobertura que agarra todos os edifícios de cada percurso; o segundo nível é caracterizado pelo ritmo dos pilares e pelos grandes envidraçados; e o terceiro nível é marcado pelo quadriculado de madeira de forma a manter a privacidade dos espaços interiores, neste caso, o gimnodesportivo e a piscina interior.

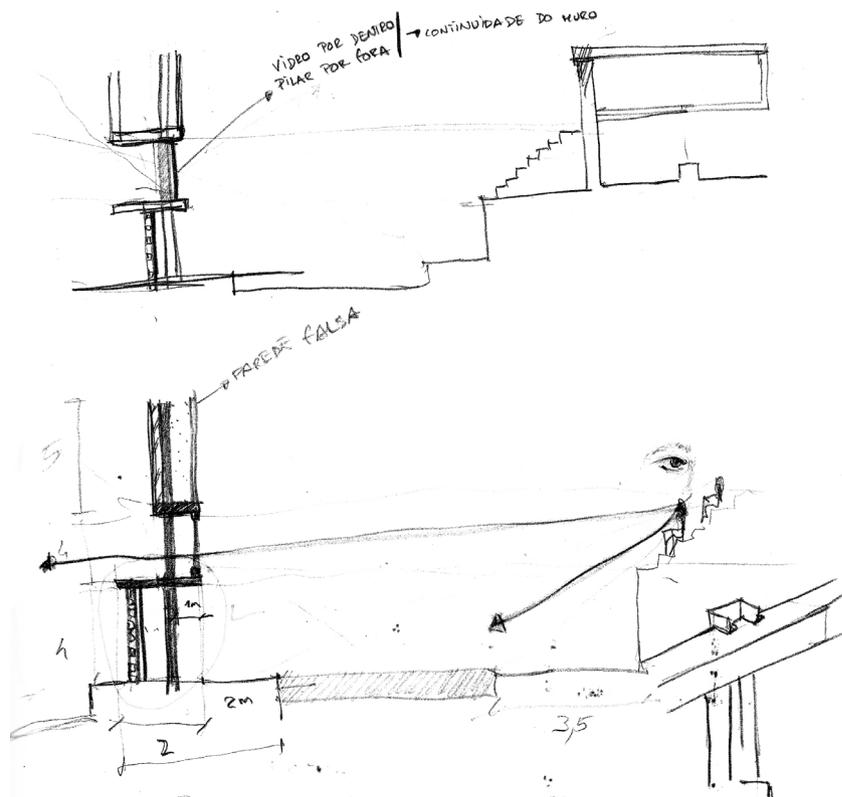


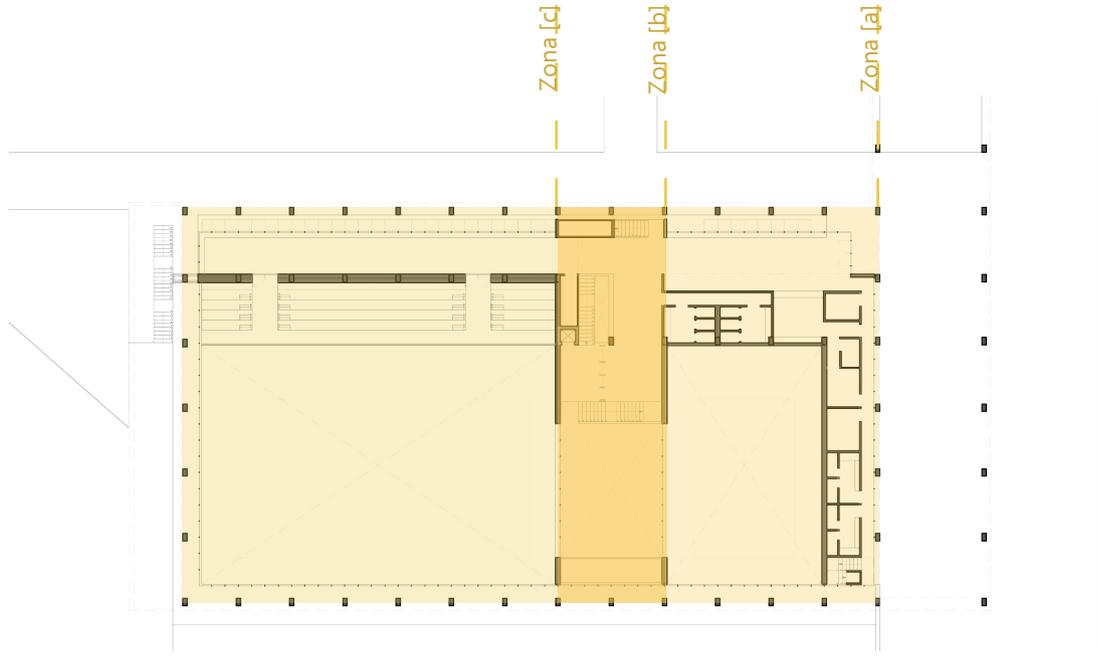
[12] Esquícios com proposta de alçados (vários níveis identificados) (autoria própria)

PISCINA INTERIOR

O edifício com a piscina interior situa-se na cota inferior do percurso que vem em linha recta desde o centro da Portela de Sacavém.

Como referido, este edifício está dividido horizontalmente em 3 níveis sendo, o piso da entrada situado no segundo nível. Neste piso é feita a recepção e a distribuição para os vários espaços da piscina, contendo ainda as bancadas da piscina principal e os gabinetes técnicos. As paredes exteriores deste piso são todas de vidro criando uma enorme relação visual entre o interior e o exterior, quase que trazendo a vegetação do exterior para o interior.





O interior é distribuído também em 3 zonas: a) a zona da recepção/gabinetes e da piscina secundária; b) a zona da cafetaria e de distribuição principal; c) e a zona da piscina principal e spa. A zona [b], localizada no meio das outras duas zonas, é inserida a cafetaria, ligeiramente elevada em relação aos planos de água, funcionando quase como que uma segunda bancada.

[14] Esquema com a distribuição das várias zonas do projecto em planta (autoria própria)

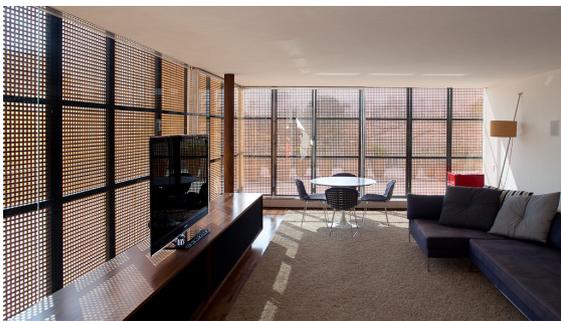
A zona [b] faz ainda a distribuição para o piso dos planos de água, dando acesso aos balneários que fazem, posteriormente o acesso aos planos de água, e a uma sala polivalente com vista para a piscina secundária. Na zona das piscinas encontra-se um espaço com um pé direito triplo e com um ambiente fechado para si ao nível das pessoas, devido à malha quadriculada da fachada que controla tanto a entrada luz como as vistas, principalmente, do exterior para o interior.

No piso superior é proposta uma zona com salas de fisioterapia, sauna e banho turco. No corredor de distribuição às diferentes salas são colocados alguns vãos para a piscina principal mantendo a relação com esta. Como não se pretende abrir vãos neste nível, a iluminação das várias salas do spa é feita através de entradas de luz no tecto.

O lado exterior da cobertura é um elemento importante pois é visto pelos vários edifícios da envolvente. Desta forma, propôs-se uma cobertura ajardinada e a colocação de umas lajetas com os painéis fotovoltaicos reduzindo o seu impacto. Para além disso, foi criado um pátio exterior de serviço onde são colocadas todas as infra-estruturas técnicas.

MATERIAIS

A paleta de materiais propostos define-se pelo betão à vista, alvenaria rebocada (sem ser pintada), vidro sem caixilharias aparentes (caixilharias de aço) e a malha quadriculada de madeira "cumaru".



No interior é criado um contraste de claro/escuro entre as paredes e o chão. As paredes são rebocadas e pintadas de branco, à excepção da recepção principal, da recepção do spa e da zona das bancadas, onde as paredes são revestidas a madeira "cumaru".

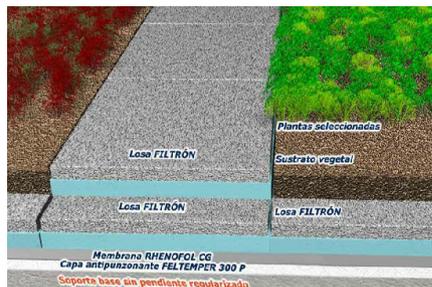
Nos balneários e casas de banho o contraste é mantido, mas as paredes são revestidas com peças de azulejo branco.

Para o chão é proposto um pavimento cerâmico cinzento-escuro para as zonas húmidas e madeira para os restantes espaços. Também os acessos verticais são revestidos com a mesma madeira.



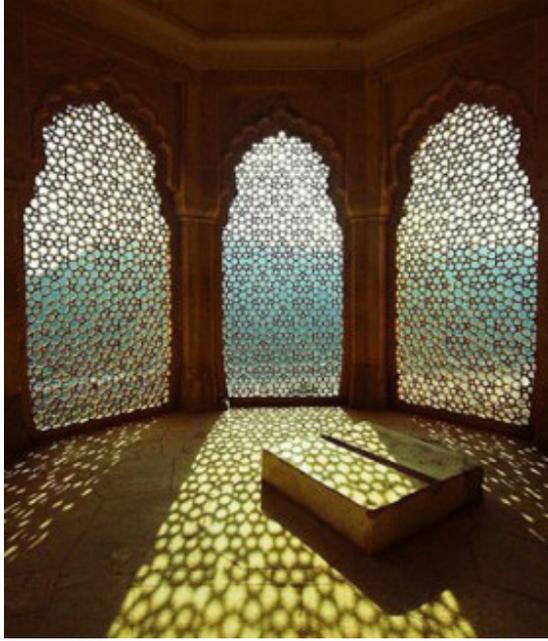
Nos tectos é proposto a aplicação de tectos falsos de cor branca com lâminas de liga de alumínio próprios para zonas húmidas. Apenas, exactamente por cima da piscina principal, com o objectivo de realçar o plano de água, é aplicado um revestimento de madeira no tecto revelando a estrutura de vigas de betão.

Na cobertura são usadas umas lajetas de betão poroso com revestimento térmico que não necessitam de pendente, diminuindo a espessura da laje e, conseqüentemente, os esforços aplicados na estrutura. Por cima destas lajetas é colocada uma camada de terra e vegetação e, para além disso, são aplicadas lajetas com painéis fotovoltaicos diminuindo o impacto visual destes.

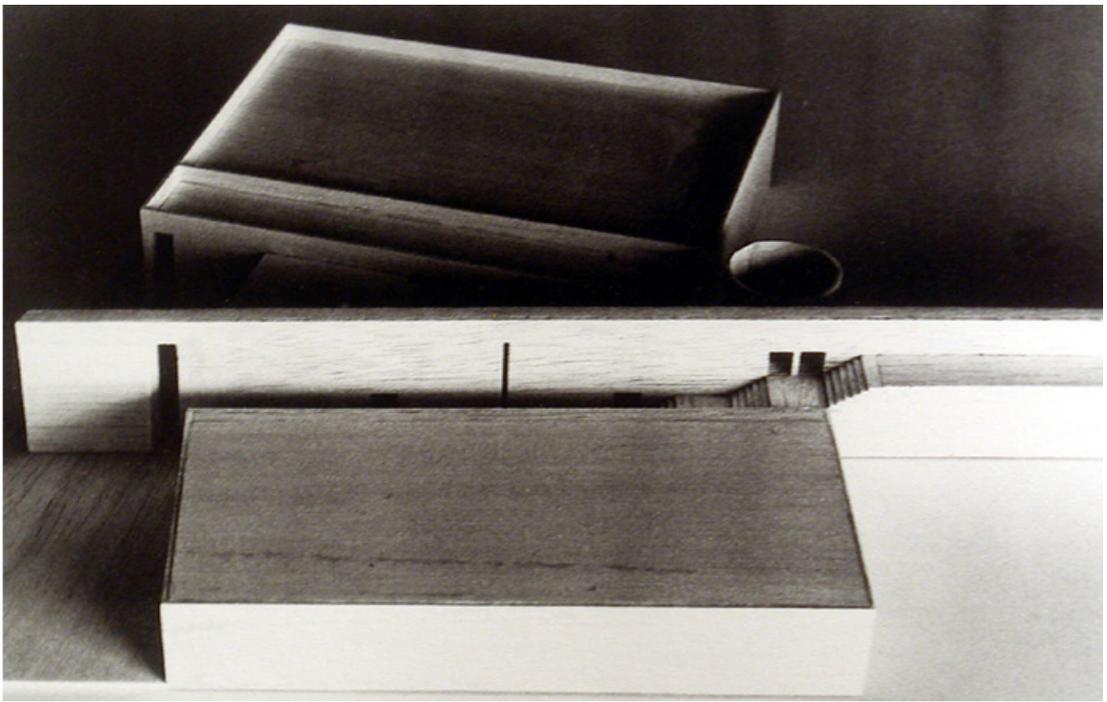


Desta forma, procurou-se um espaço sóbrio marcado pelo contraste do branco das paredes com os tons escuros dos pavimentos, e pelas enormes entradas de luz.

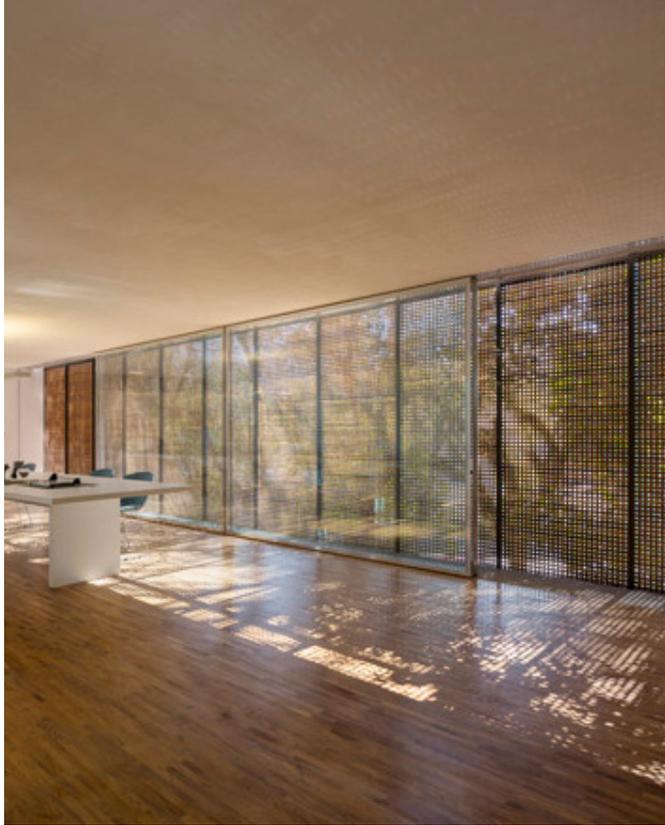
1.2. Imagens de referência



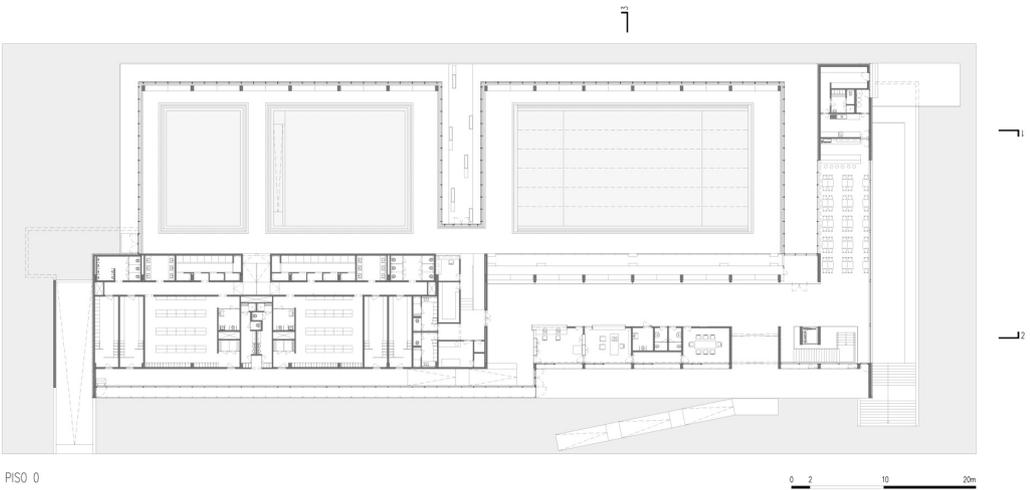
[20] Vãos manshrabyia [21] BT House: Studio Guilherme Torres [22] Casa Cobogó: Márcio Kogan + StudioMK27



[23] Pavilhão Polidesportivo e Piscina Coberta: Alday Jover Arquitectura e Paisaje [24] Gymnasium for Etsam: Campo Baeza



[25] Placas de padrões de madeira: Márcio Kogan [26] Eel's Nest: Anonymous Architects [27] Studio R: StudioMK27



[28] Piso principal - Riberao Swimming Pools: Pitagoras Arquitectos [29] Painel mashrabya - Studio R: StudioMK27



[30] La Tallera Gallery: Frida Escobedo [31] Odense City Museum: Transborder Studio



[32] Naturbad Riehen Swimming pool: Herzog & de Meuron's



[33] Moscow swimming pool



02

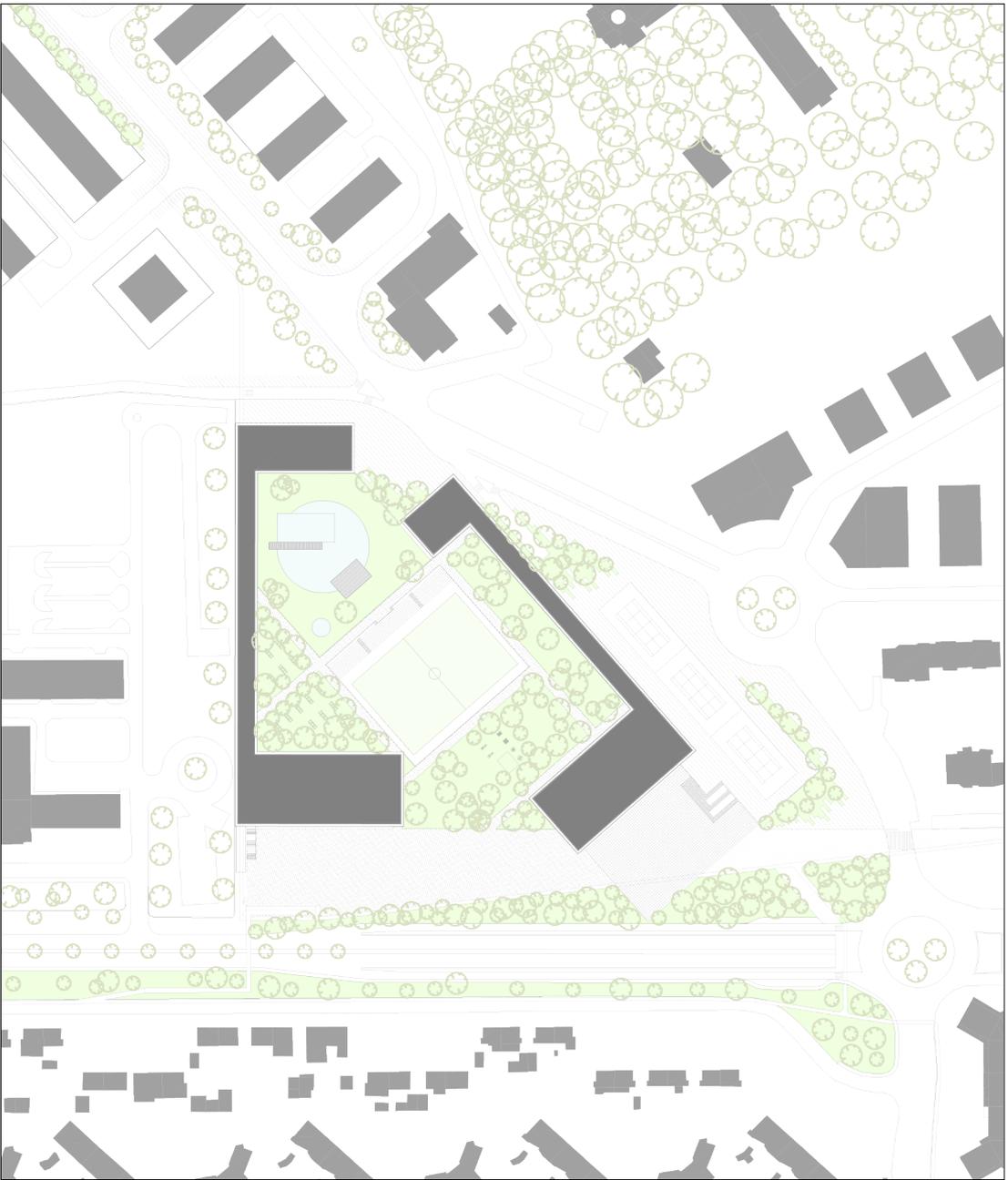
DESENHOS TÉCNICOS



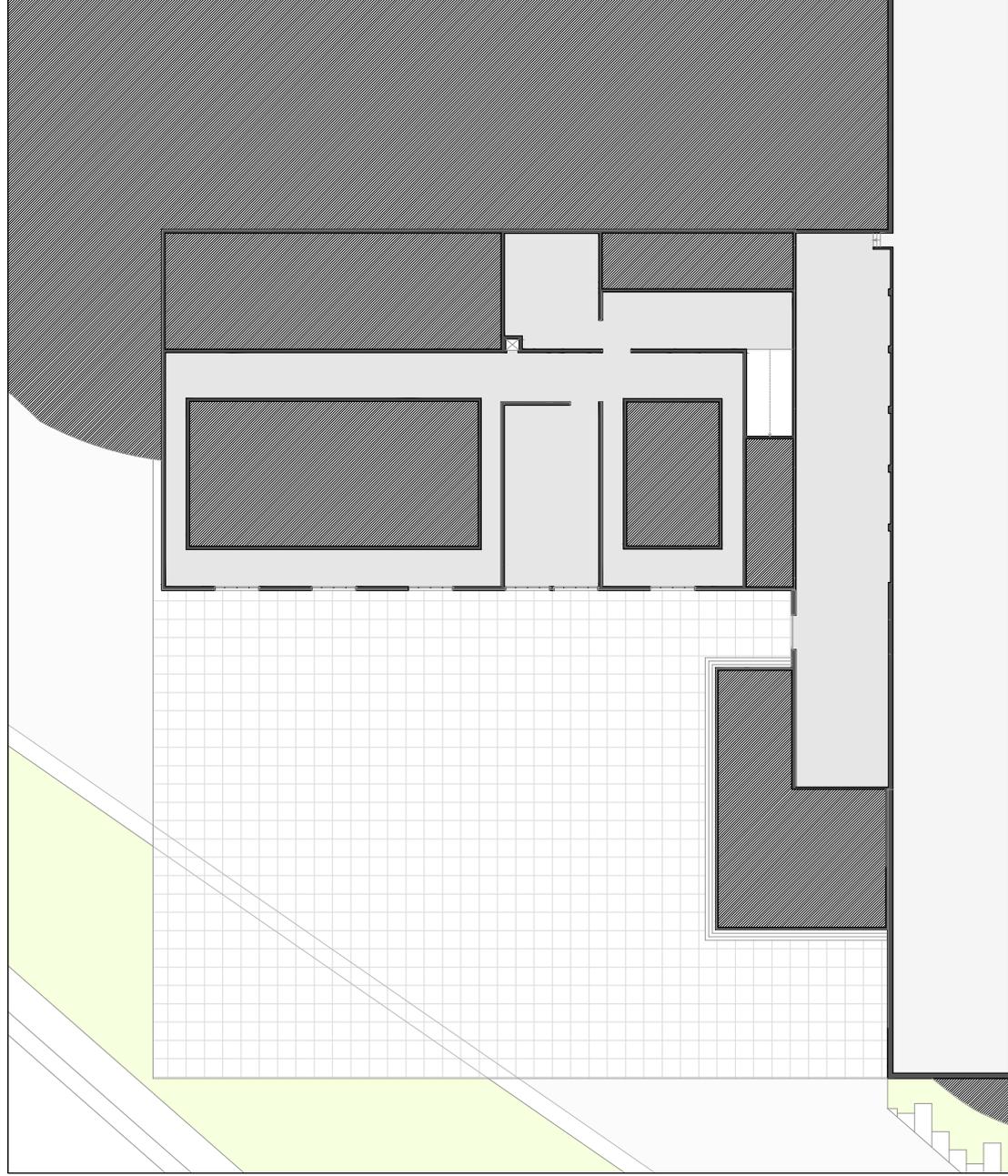


[34] Planta de localização



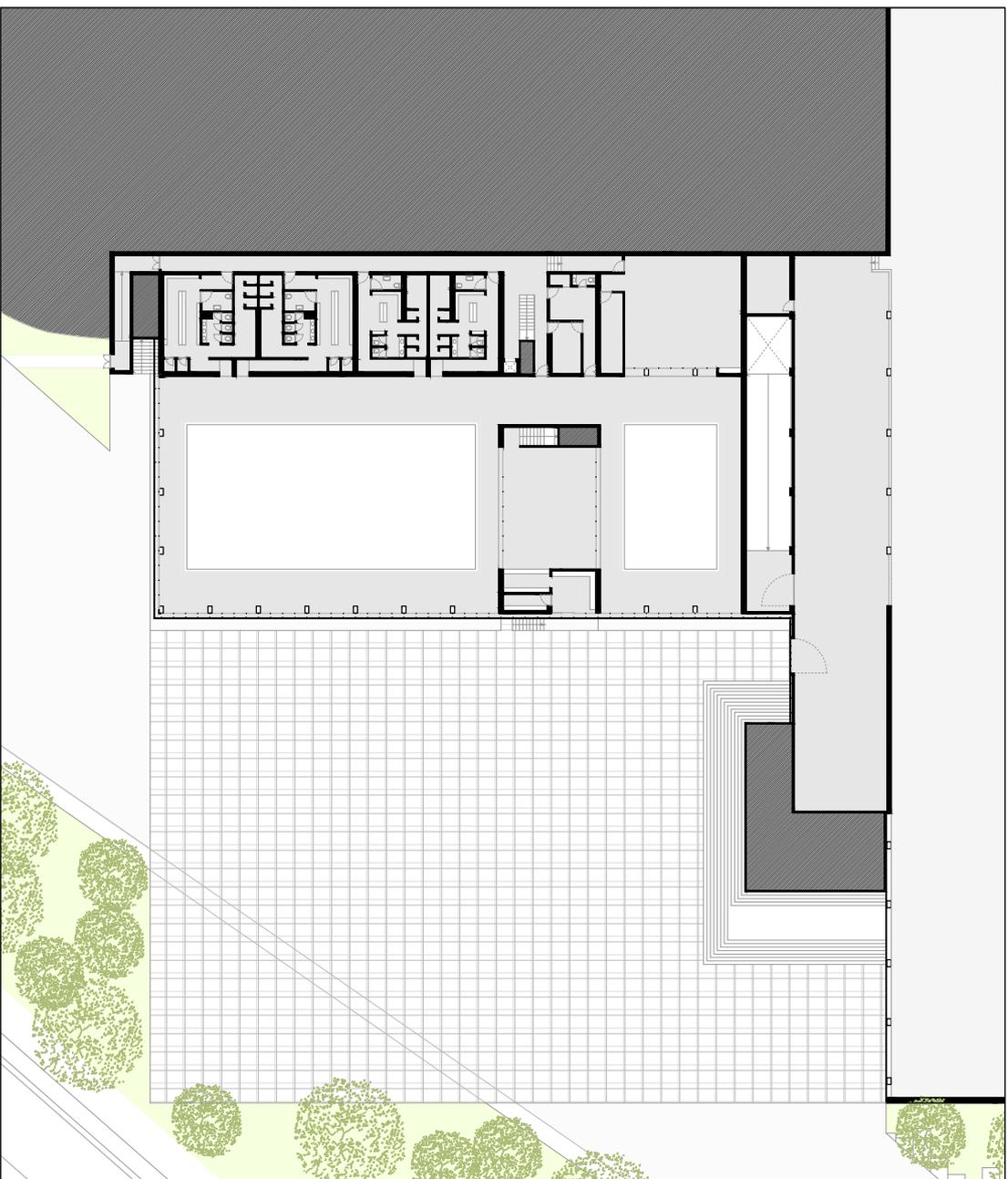


[35] Planta de implantação



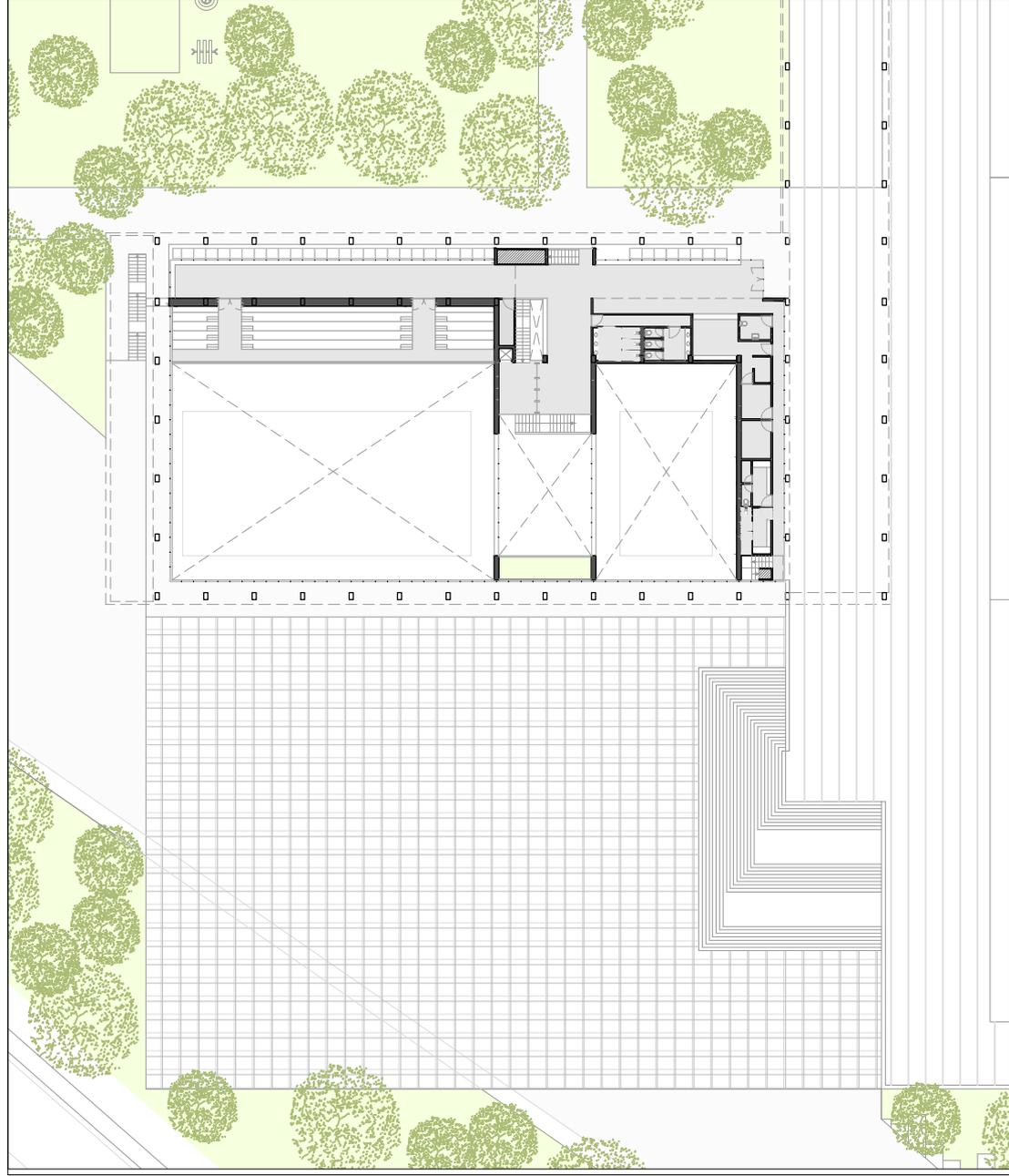
[36] Planta do piso -2 : Piso técnico





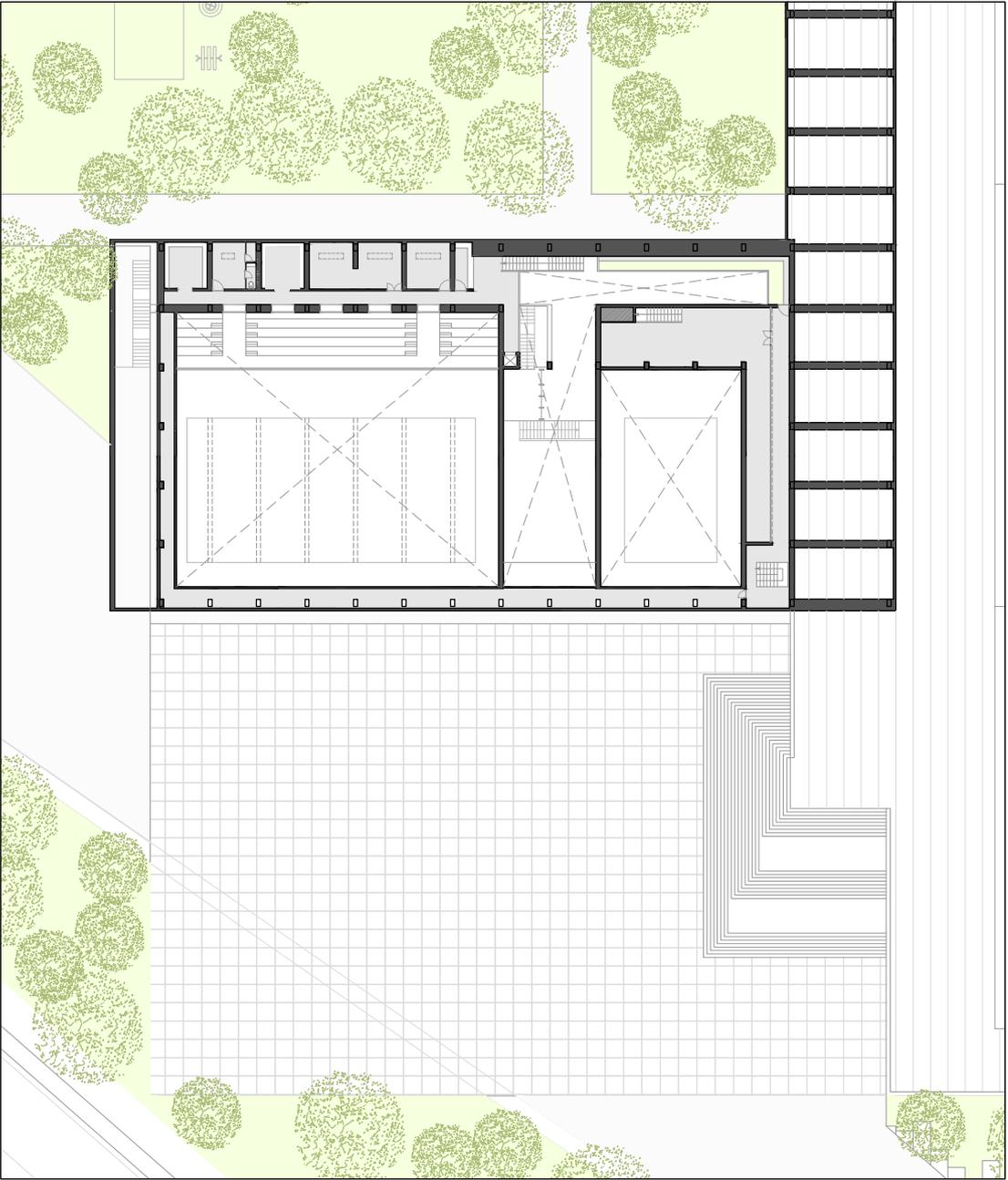
1371 Planta do piso - 1 : Piso das piscinas





[38] Planta do piso 0 : Piso da entrada

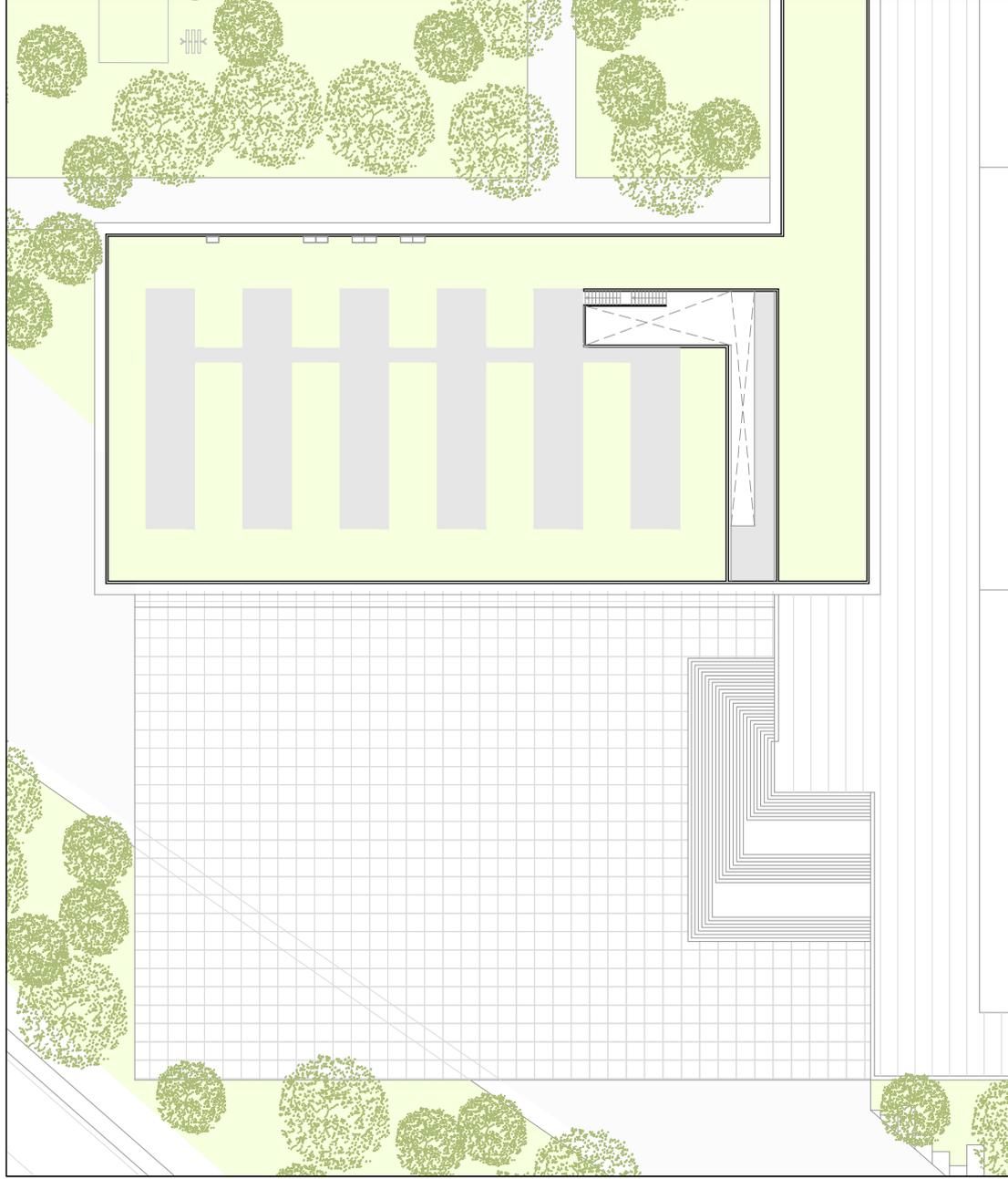




[39] Planta do piso 1 : Piso do SPA

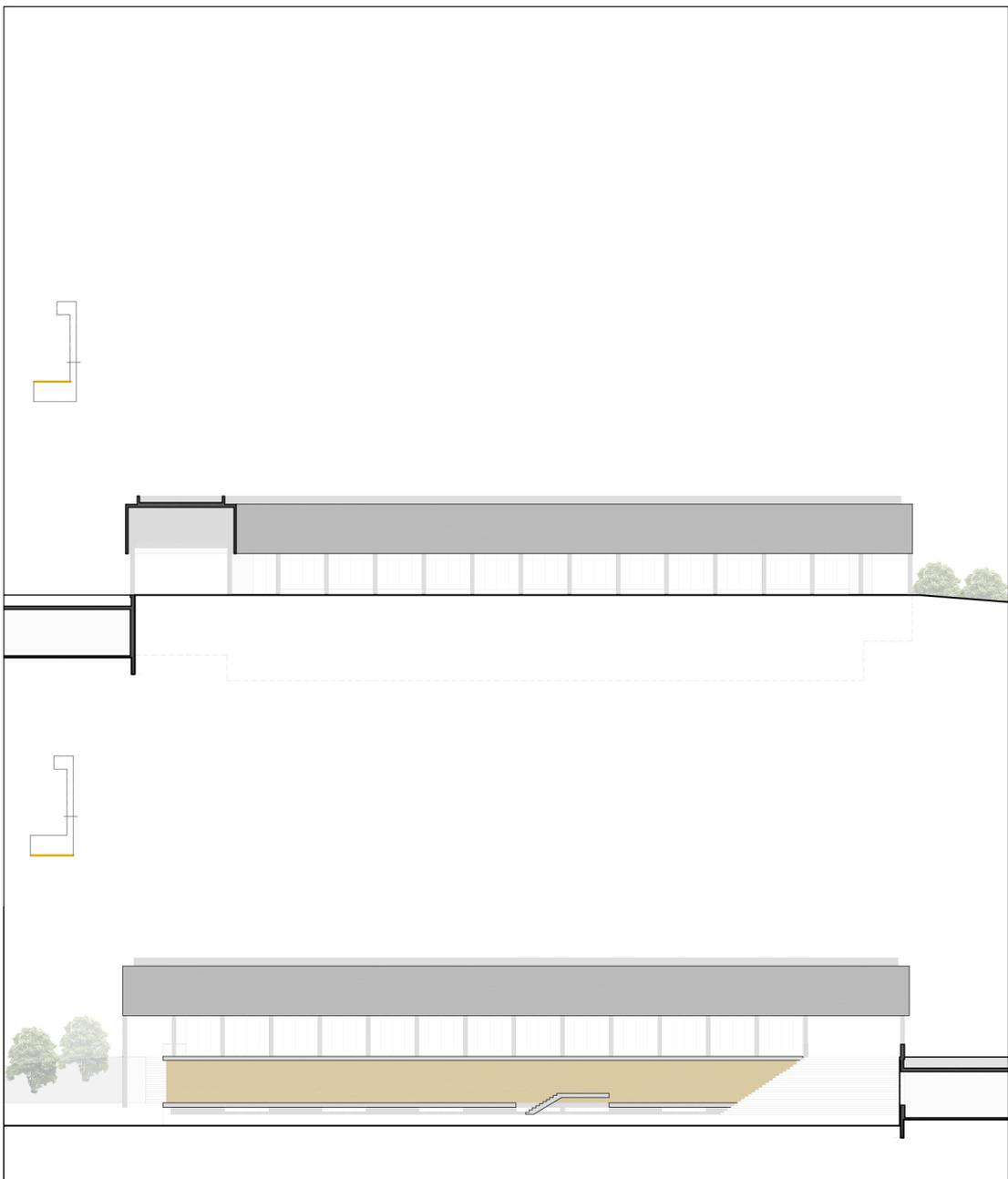
20
10
5
0





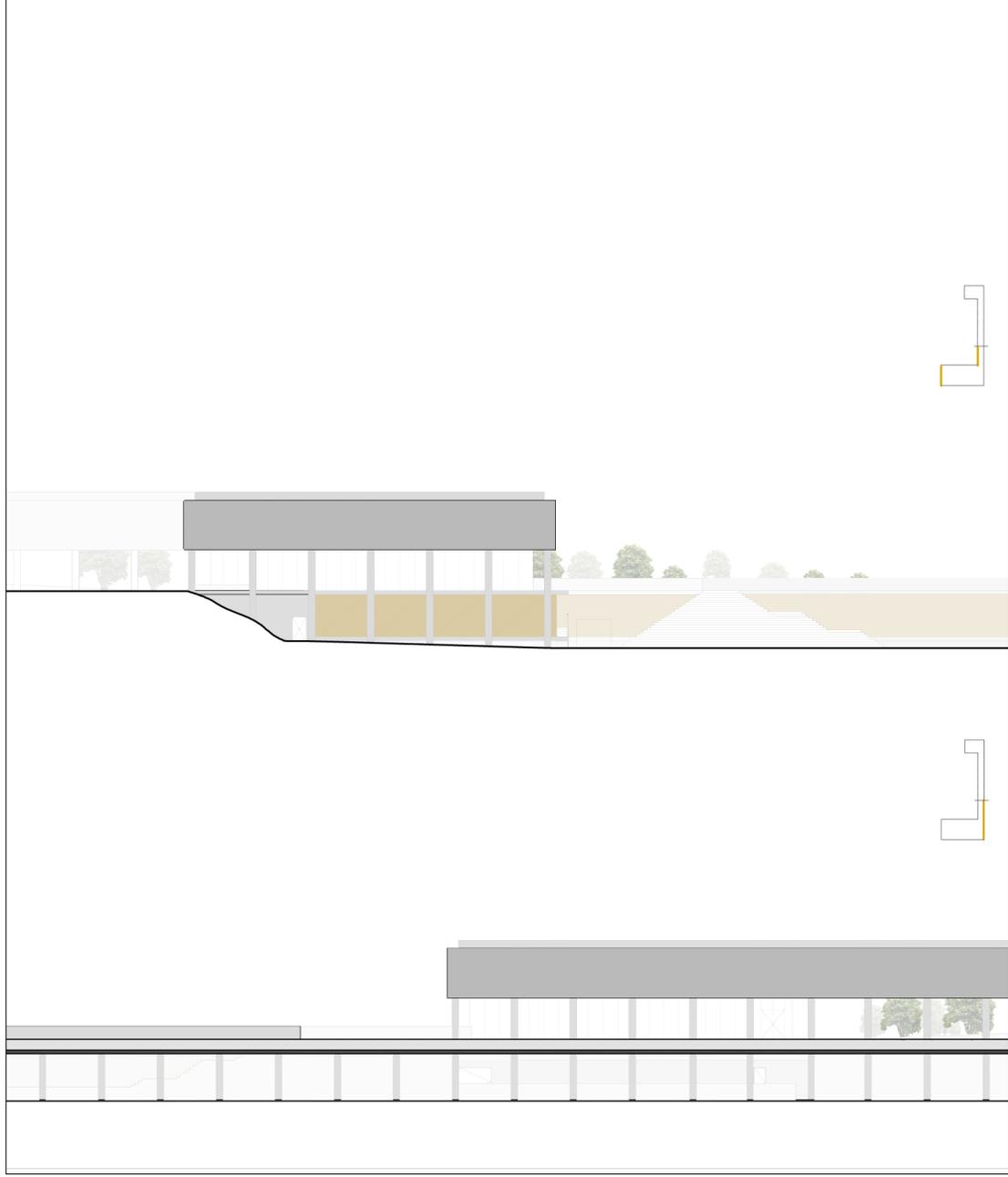
[40] Planta da cobertura





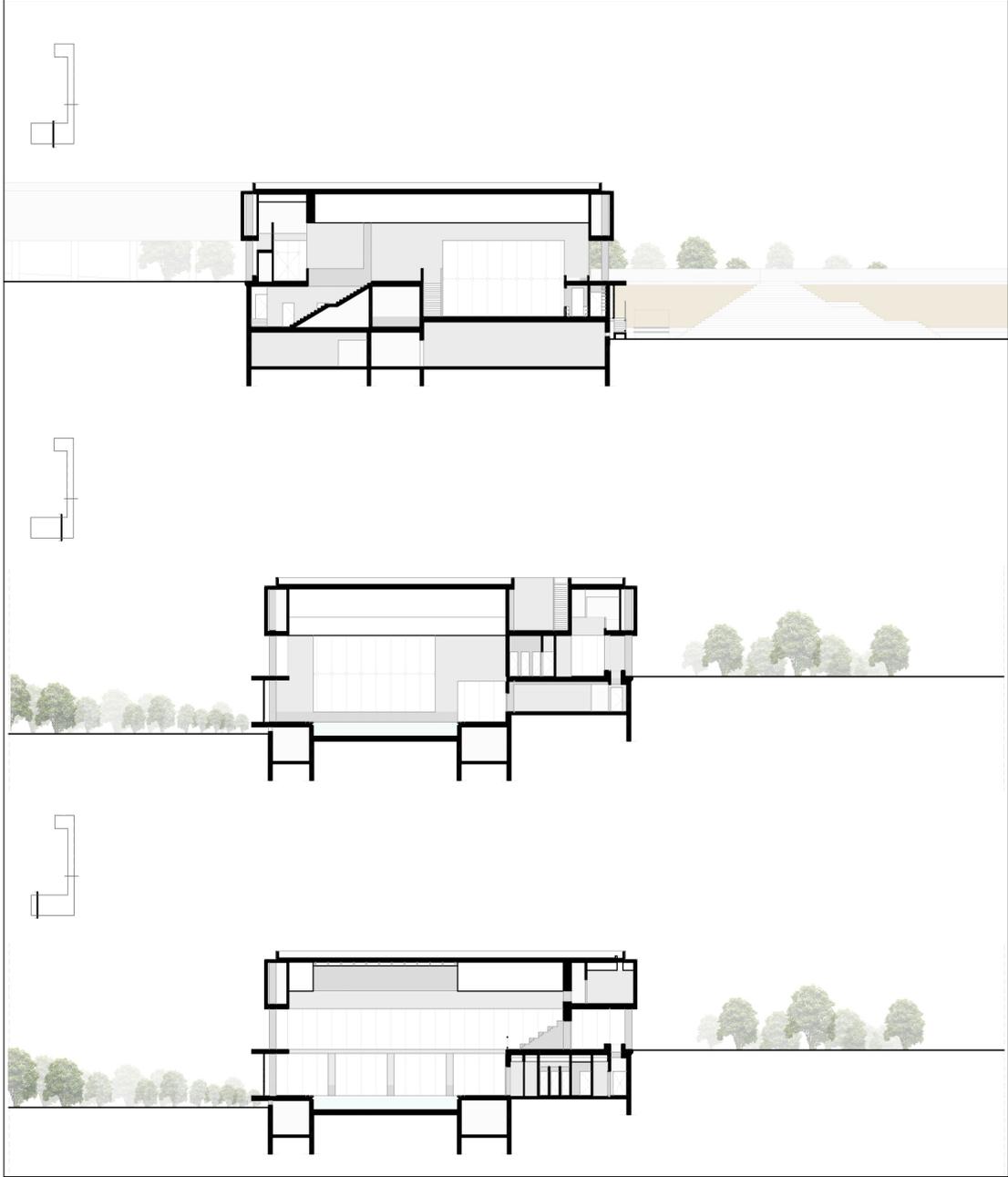
[41 e 42] Alçados

20
10
5
0



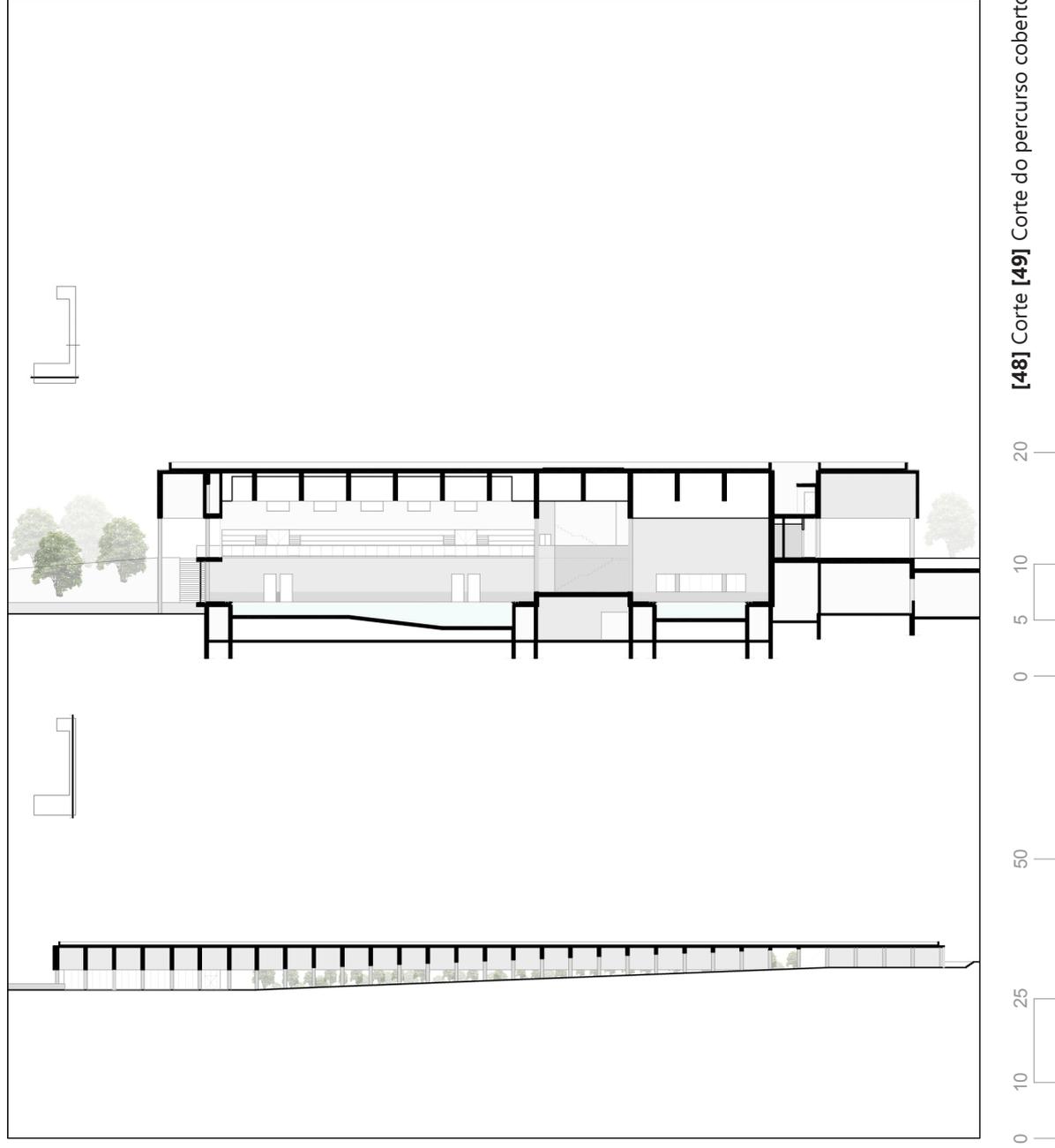
[43 e 44] Alçados





[45, 46 e 47] Cortes





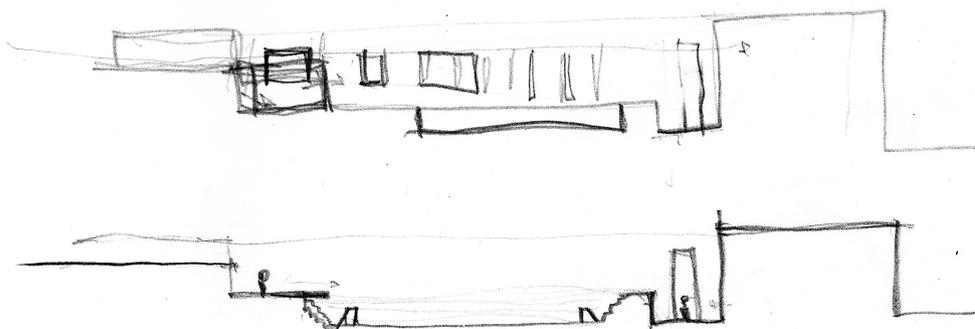
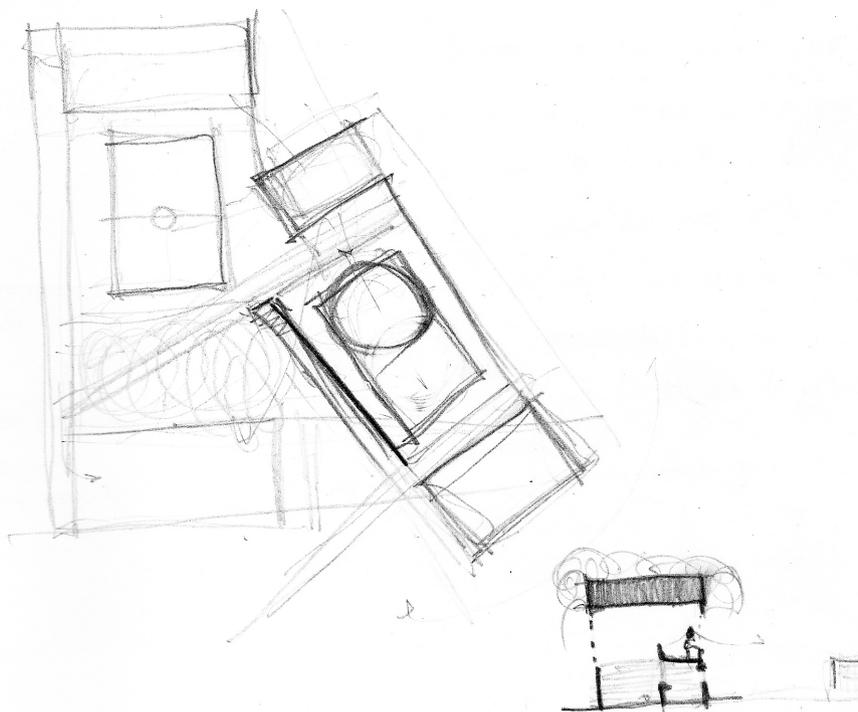


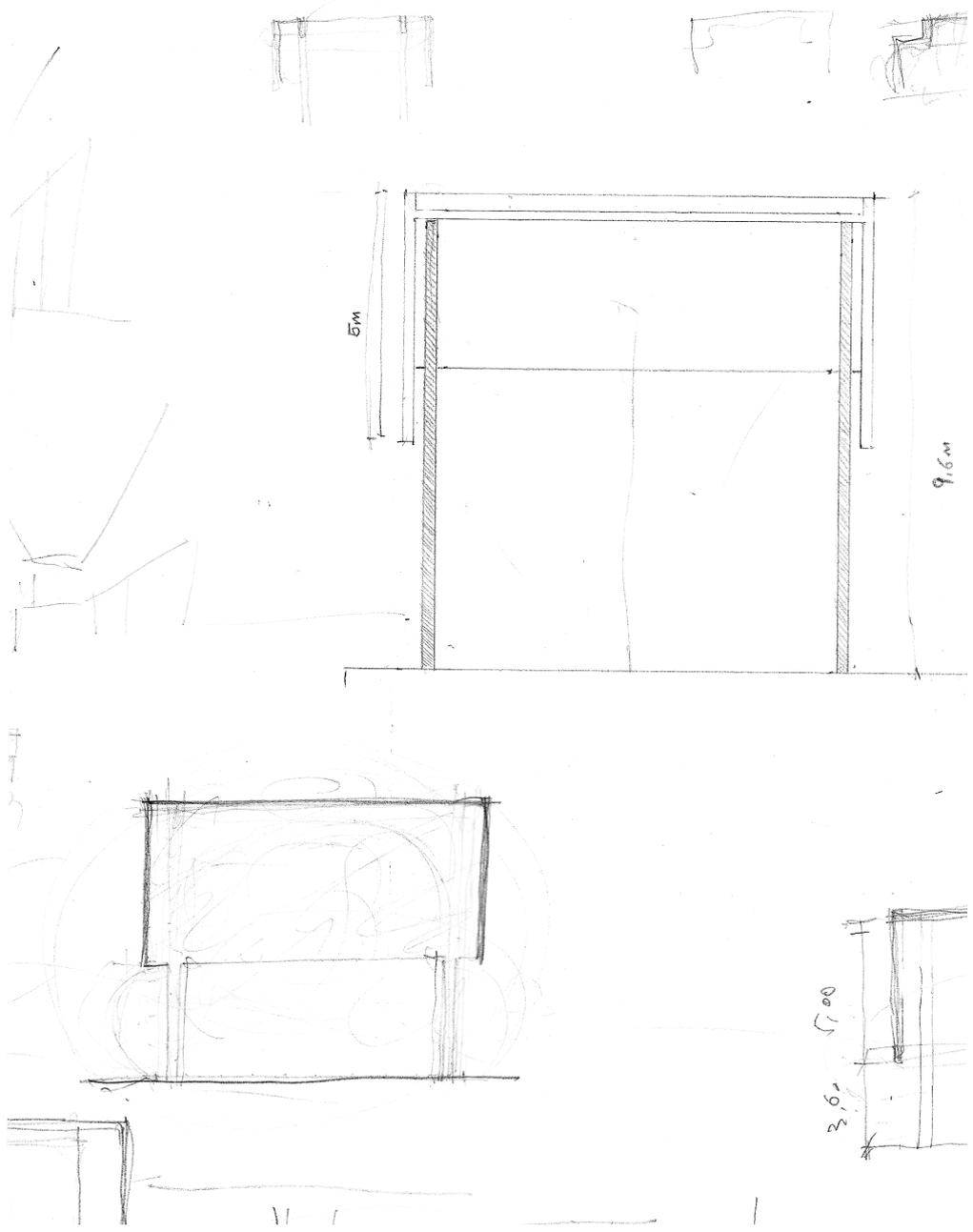
03

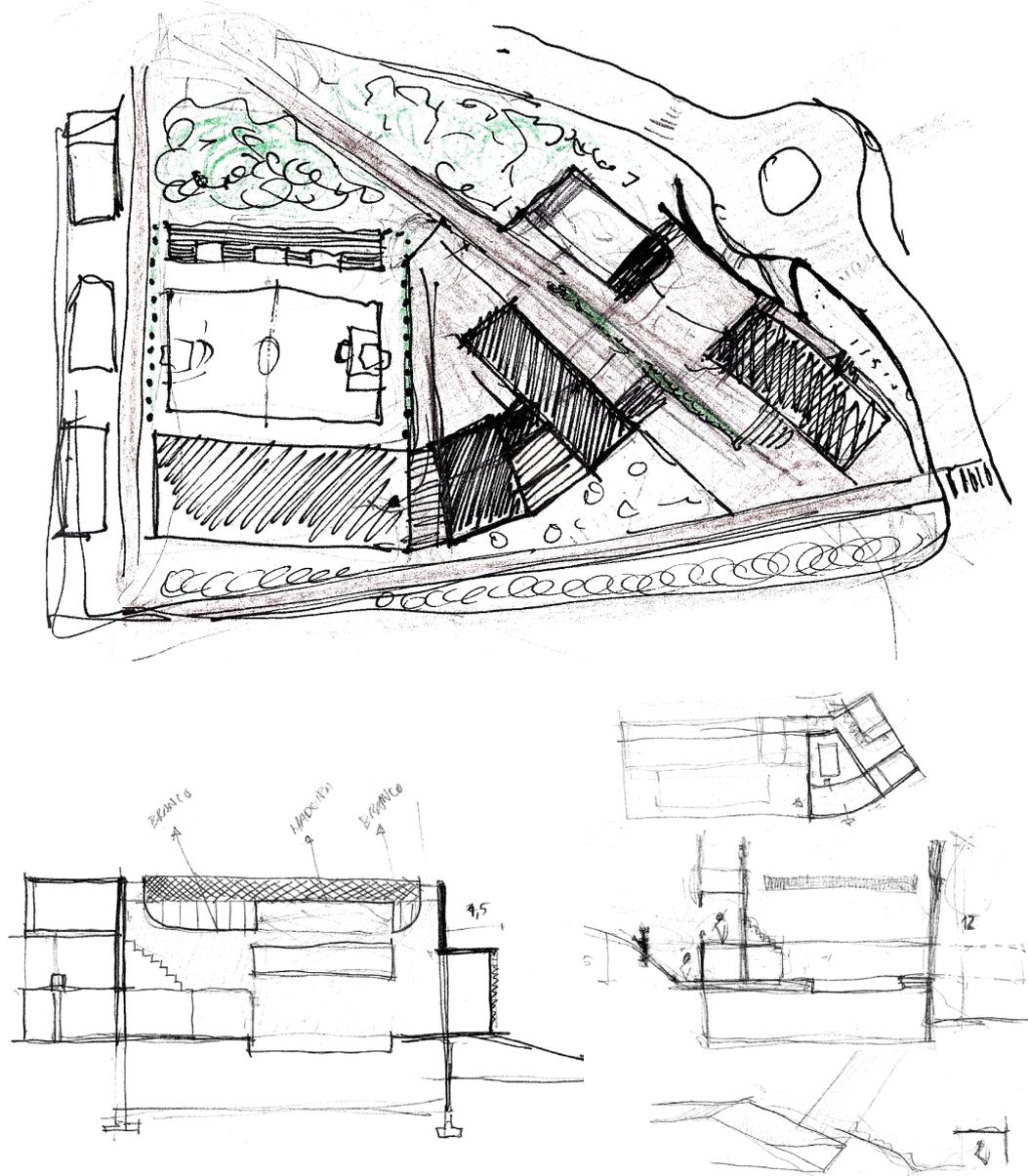
ANEXOS

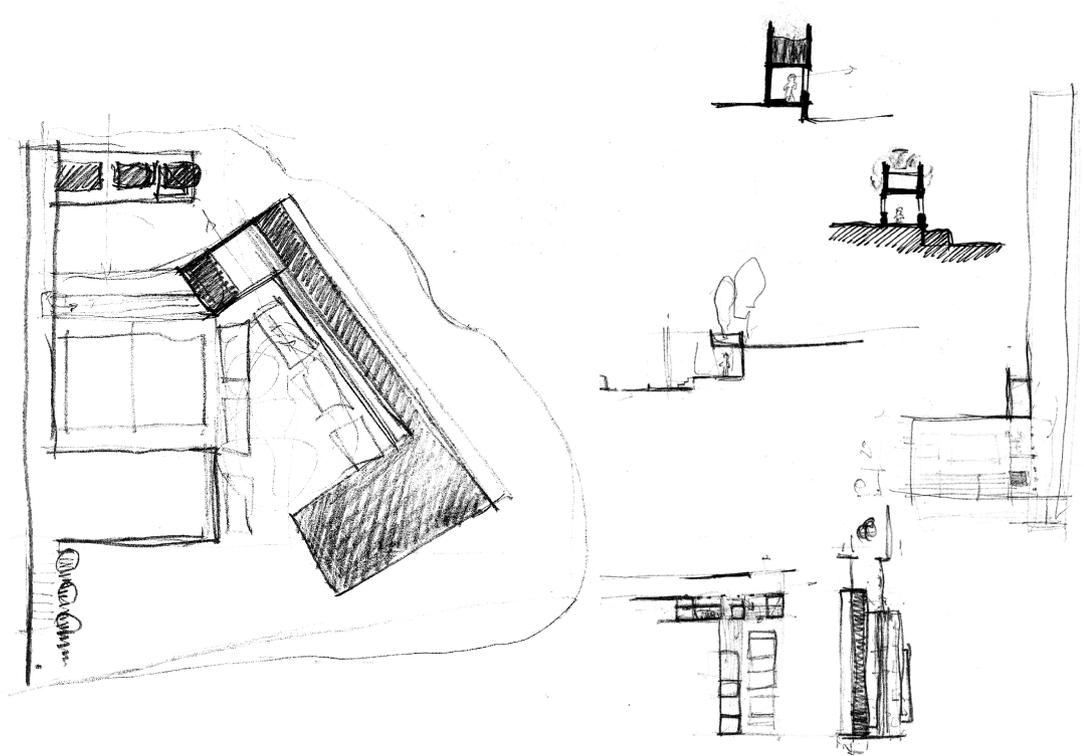


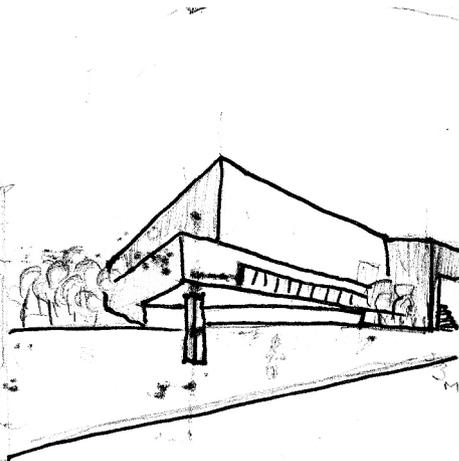
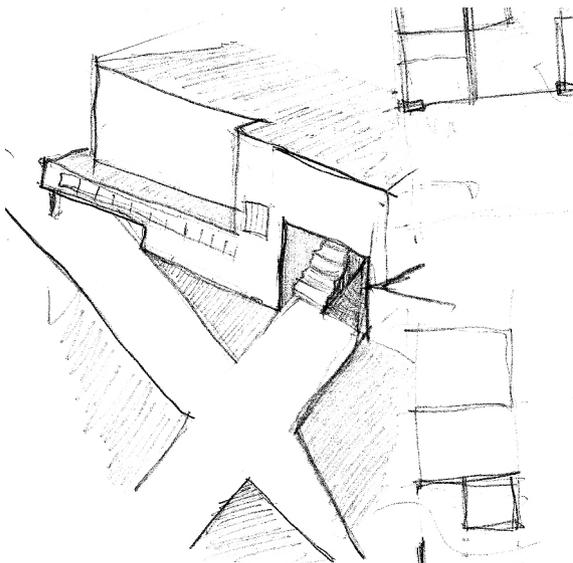
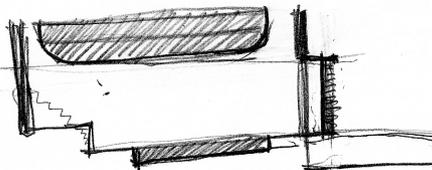
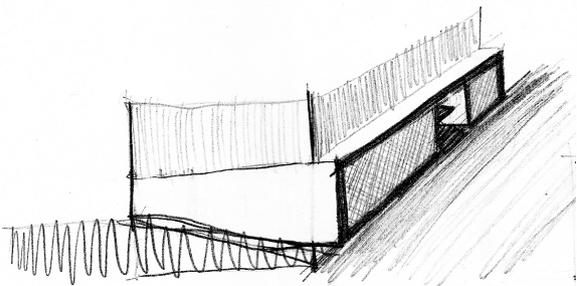
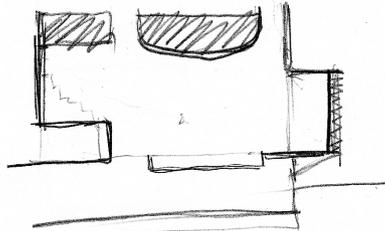
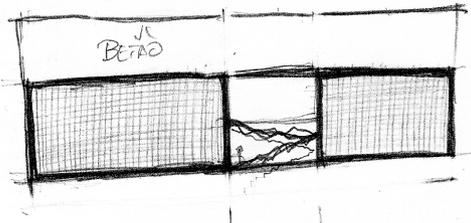
Anexo 1 - Esquiços

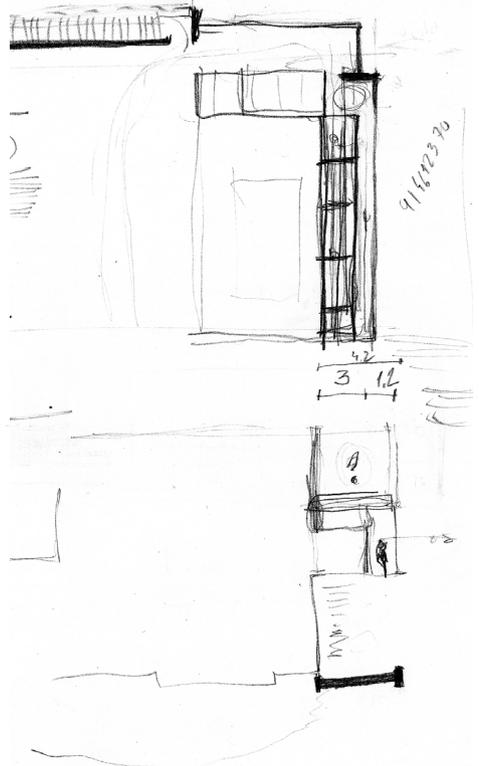
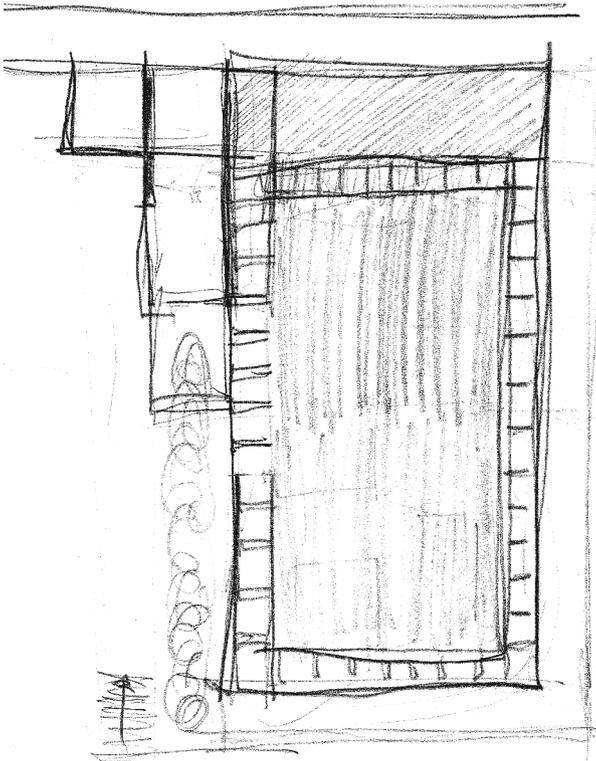
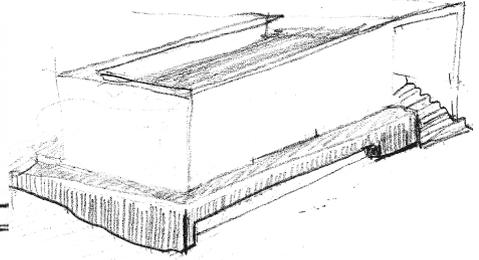
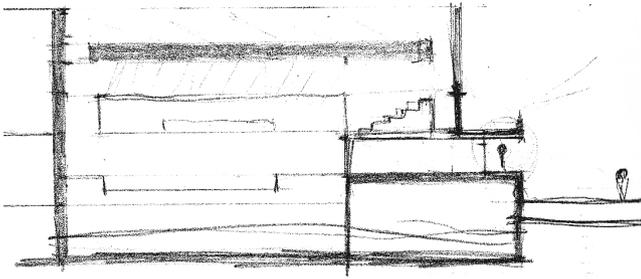


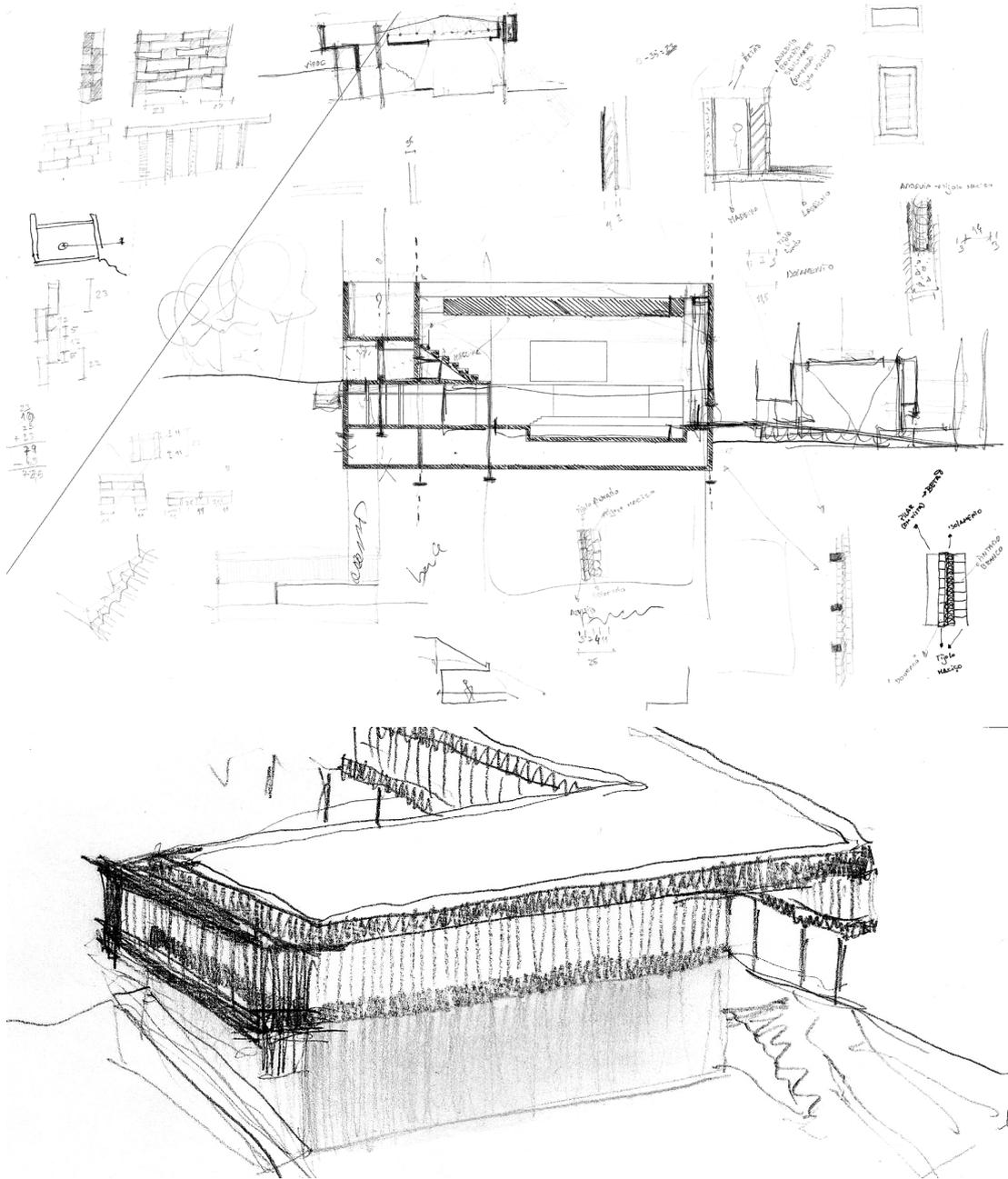


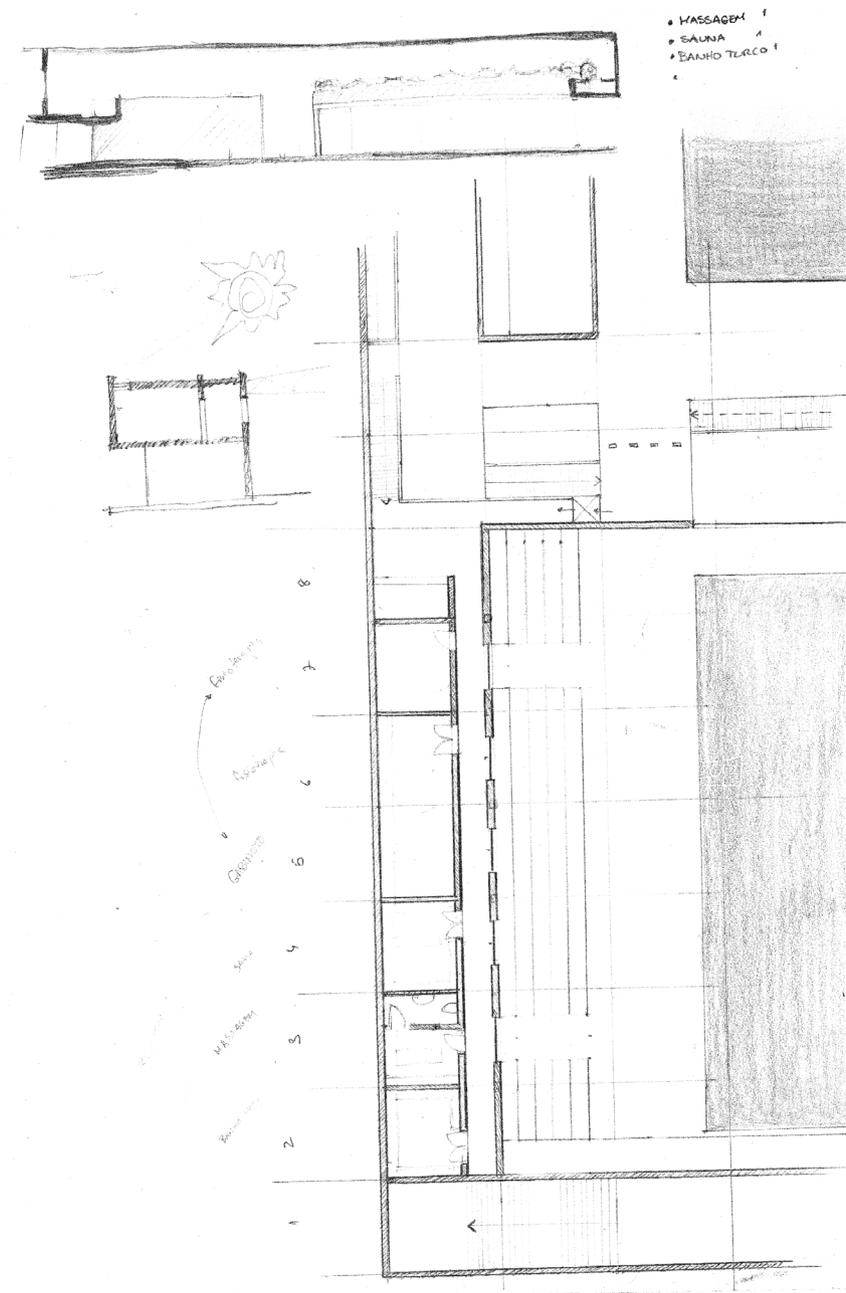


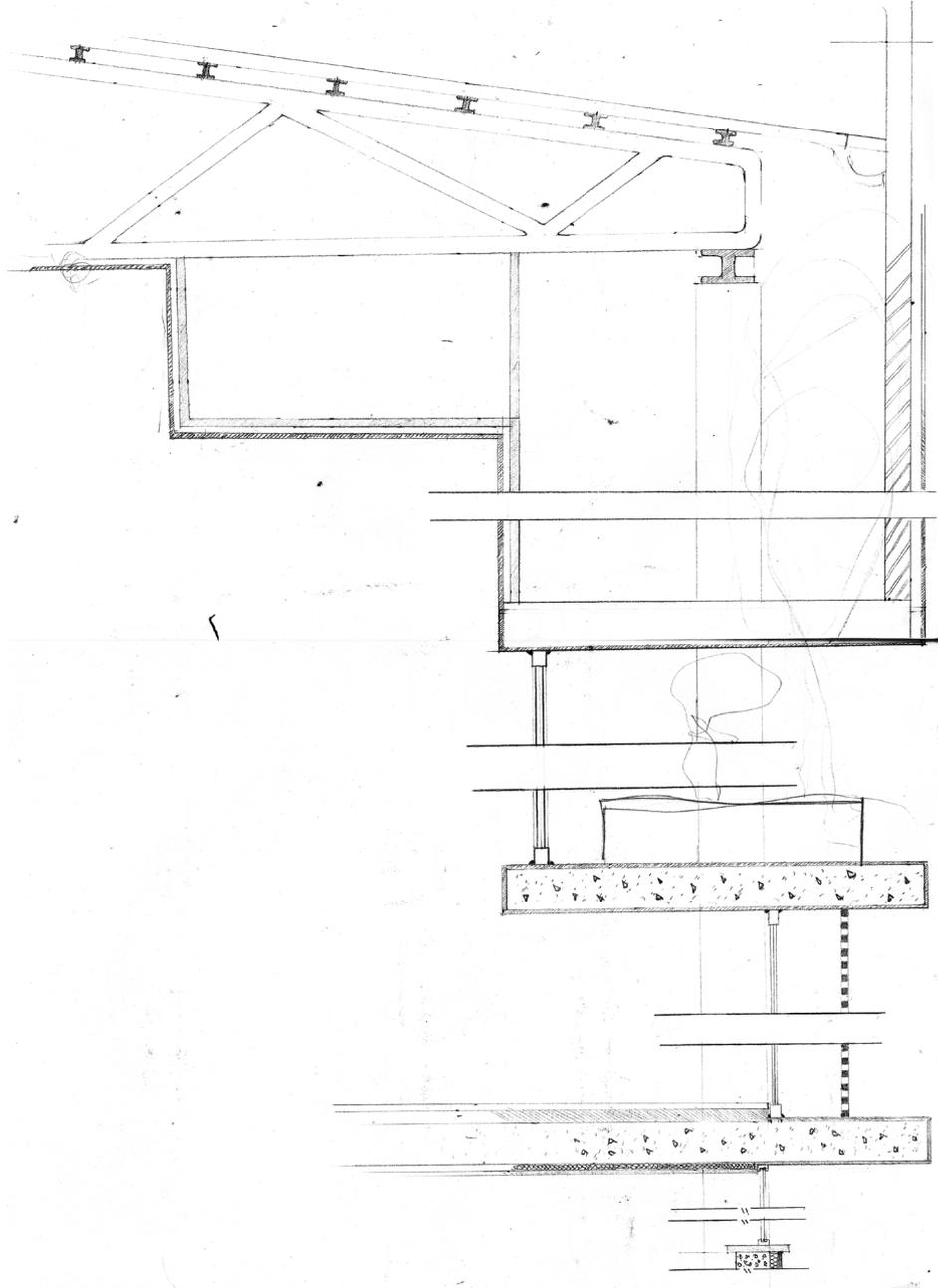


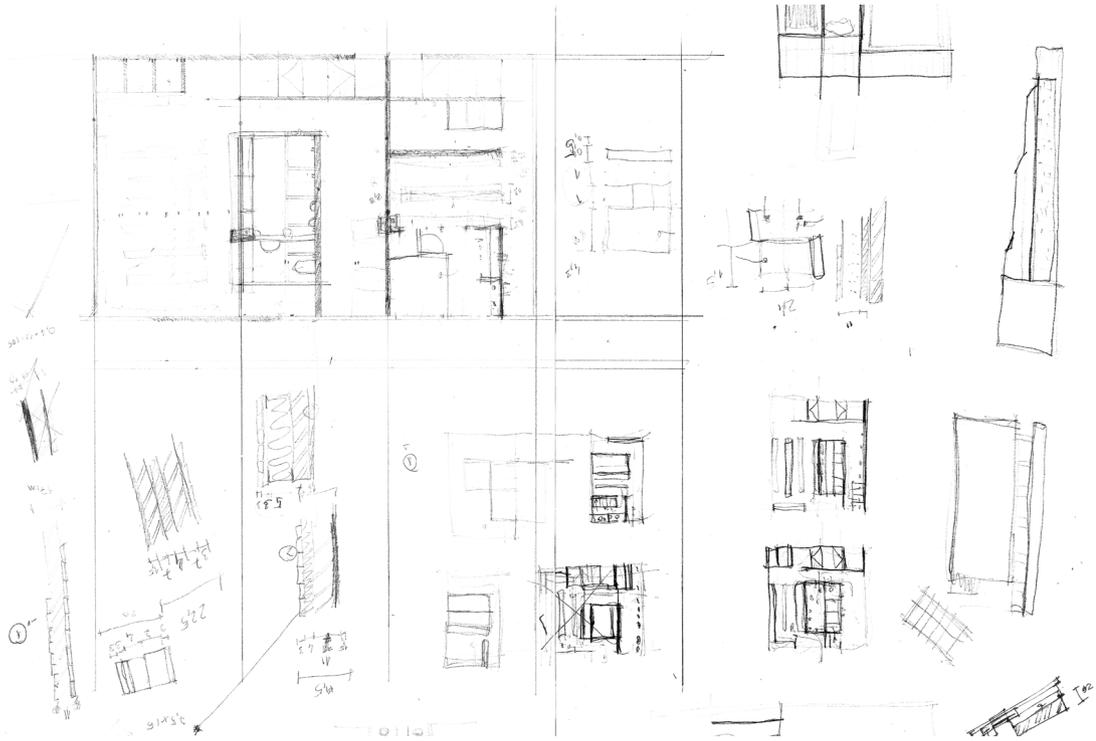












Anexo 2 - Enunciados

ISCTE – IUL - Departamento de Arquitectura e Urbanismo – Mestrado Integrado em Arquitectura

Projecto Final de Arquitectura 2013-14

Exercício de Arranque e Aquecimento

Argumento: A Representação do Espaço no Tempo do Space Shuttle Columbia

O space-shuttle Columbia, fazendo parte de uma série de cinco vaivéns que a NASA produziu (Columbia, Challenger, Discovery, Atlantis e Endeavour), foi pioneira nas missões espaciais com naves reutilizáveis. Tendo efectuado missões a partir de 1981, viria a despenhar-se num acidente em 1 de Fevereiro de 2003. Nesse período, de cerca de duas décadas, assistiu-se a uma profunda alteração nas relações da humanidade com o território.

À medida que se foi ampliando a capacidade de observação do globo terrestre, através dos satélites colocados no espaço, também as relações globais se foram estreitando, aproximando todos os territórios terrestres. As comunicações entre os povos virtualizaram-se na complexidade das diversas redes que, numa dimensão planetária, acabaram por envolver o mundo. Este fenómeno provocou uma relativização das autenticidades culturais e uma metamorfose das relações humanas com o espaço.

A visualização da terra por satélite, ao mesmo tempo que potenciou fenómenos de globalização, veio tornar evidente as alterações eco-sistémicas, as quais, no contexto das grandes metrópoles, se verificam maioritariamente através da impermeabilização em grande escala do território, associada a um crescimento em massa da urbanização. Em paralelo com o impacto do frenesim da urbanização, começa a consolidar-se uma consciência sobre o desenvolvimento sustentável do planeta que no Rio de Janeiro, em 1992, com a Agenda 21, dá um passo decisivo que viria a sedimentar-se já no início do novo milénio, em 2002, na Cimeira da Terra de Joanesburgo.

Portugal, com pouca interveniência nas disputas espaciais, recebe por contágio, tal como a generalidade das nações, os efeitos avassaladores das alterações em curso neste “mundo novo”, ao mesmo tempo que desfruta do optimismo de um, ainda, frágil processo democrático na sequência de 25 de Abril de 1974. Foi no mandato governativo do advogado e jornalista Francisco Pinto Balsemão (no quadro do VII Governo Constitucional, da 3a República Portuguesa), que o Columbia descolou do Kennedy Space Center em Cape Carnival, Flórida.

No contexto Português são as cidades litorais que mais se alteram neste período. À cabeça, as áreas metropolitanas de Lisboa e Porto alastraram-se conurbando-se com aglomerados ou cidades de média dimensão, formando um continuo urbano na franja atlântica. É este fenómeno de crescimento em “mancha de óleo” registado por Álvaro Domingues em Cidade e Democracia, 30 anos de transformação urbana em Portugal, que gera mudanças aceleradas na morfologia do território. O optimismo inicial associado às operações suburbanas é apanhado numa torrente avassaladora de crescimento, submetendo ao pragmatismo dos investimentos a qualidade dos projectos dos novos edifícios.

A importância dos lugares, e a sua genealogia em muitos casos foi superada pela implementação das novas tipologias urbanas associadas a projectos de edifícios pouco qualificados.

É com este argumento que procura estruturar-se o exercício de arranque de PFA 2013-14, enquadrando-o com a temática geral da unidade curricular expressa no texto: Arquitectura ou Revolução – Learning from the satellite. Para além de funcionar como experimentação prévia das temáticas em estudo, este exercício funcionará o como revisão sumária da formação adquirida nos 4 anos anteriores.

Metodologia e tarefas a desenvolver:

Os estudantes deverão constituir-se em grupos de 5 elementos, no seio de cada grupo deverá ser seleccionado um edifício de habitação colectiva cujas características apontem para uma obra pouco qualificada do ponto de vista arquitectónico, implantada nas áreas de expansão de Lisboa (no tempo do Space Shuttle Columbia).

O edifício seleccionado deverá ser devidamente enquadrado com a envolvente e com a época em que foi construído.

O exercício consiste em encontrar uma possibilidade de intervenção desse edifício, tendo por base um orçamento de 10.000,00 €.

Durante o processo de projecto cada grupo deverá ser capaz de realizar interpretações e leituras representativas do edifício (por ex. desenhos, fotos, maquetas de estudo), tendo como objectivo descortinar um nexo arquitectónico no edifício escolhido, o qual deve ser associado à intervenção a operar.

Como resposta ao exercício deverão ser produzidos 3 tipos de representação do projecto:

1. No contexto do grupo, deverá realizar-se uma apropriação do objecto escolhido e do discurso sobre ele produzido, realizando ligações a imagens (gráficas, literárias, fotográficas, cinematográficas, etc) produzidas por outros autores. Neste contexto o grupo deverá ser capaz de explicar de forma clara as ligações estabelecidas com um universo cultural, que apesar de externo, pressupõe quer sínteses, quer estímulos evocativos das opções arquitectónicas a empreender;

2. Desenhos e/ou fotomontagens manuais em formato A2 capazes de representar as opções de leitura e projecto;

3. Deverá ainda ser realizada uma maqueta, cujo volume deverá ser aproximadamente 30 dm³ (0,30x0,30x0,30 m), realizada com o objectivo de fixar o entendimento discursivo em torno do edifício em estudo e das possibilidades de regeneração previstas – A escala do edifício fica inteiramente ao critério do grupo de trabalho;

Objectivos:

Ob1. Estimular uma aproximação ao tema geral de PFA 2013-14;

Ob2. Estabelecer um reconhecimento discursivo entre docentes e discentes;

Ob3. Debater processos de intervenção arquitectónico e urbano com base em condicionalismos pré-delineados;

Ob4. Promover relações entre leituras macro e micro do território de intervenção, associando- as a processos de representação do espaço;

Elementos a entregar entregar:

Para além dos elementos dos elementos anteriormente designados deverá ser realizado um processo de plantas cortes e alçados à escala 1:100 (ou outra julgada mais conveniente) e um book de formato [A4] onde deverá incluir-se uma síntese do processo projectual

O book A4 deverá conter:

a) O texto explicativo das opções tomadas do projecto - incluído explanação sobre os custos da intervenção;

b) Fotografias e desenhos relativos ao edifício escolhido;

c) Plantas, cortes e alçados, a escala conveniente da maqueta – tratados graficamente para se inserem no design do book A4;

d) Digitalizações e/ou fotografias dos elementos resultantes do processo de representação (imagem, desenhos e/ou fotomontagem e maqueta)

e) Deverá ainda ser reservada uma área do book A4 para a demonstração do processo de resposta ao exercício, em forma de story board. Para tal deverá utilizar-se o recurso fotográfico;

Apresentação:

Digital tipo Power-point, com exibição dos elementos de representação e processo de plantas cortes e alçados em formato não superior a A1.

Calendário do Exercício:

Início – dia 17 de Setembro / Entrega e apresentação – aula do dia 3 de Outubro

Lisboa, 17 de Setembro de 2012

ISCTE – IUL

Departamento de Arquitectura e Urbanismo – Mestrado Integrado em Arquitectura Projecto Final de Arquitectura 2013-14

Docentes: Paulo Tormenta Pinto e José Neves

ARQUITECTURA OU REVOLUÇÃO – Learning from the Satellite

Exercício Tema 1, Anual

A Arquitectura e a Cidade: E se toda a zona central da Portela de Sacavém fosse destruída por uma catástrofe?

A Urbanização da Portela (1965-1979), projecto do arquitecto Fernando Silva (1914-1983) e fruto de uma encomenda privada do empresário Manuel da Mota, foi construída numa das “portas” de acesso à capital, na Freguesia de Sacavém do Concelho de Loures, na proximidade do aeroporto que, na década de 40, fora construído segundo desenho de Keil do Amaral.

Apesar de alguns dos princípios do projecto da Urbanização da Portela não terem sido cumpridos na sua execução, verifica-se, na essência, a aplicação dos postulados da Carta de Atenas, resultante do CIAM de 1933. Na Portela, tal como nas cidades preconizadas pela Carta redigida por Le Corbusier a partir das discussões de muitos dos mestres do Movimento Moderno em cruzeiro pelo Mediterrâneo, os princípios urbanísticos são estratificados em torno de 4 funções: habitar, trabalhar, repousar e circular.

Nos terrenos das “Quintas da Vitória, Casquilho, Ferro, Carmo e Alegria (...), num total de 50 hectares, 4500 fogos e o respectivo equipamento urbano”^[1], destinados à classe média/alta, os modelos tipológicos orientam a acção de Fernando Silva que define uma “tábua rasa” para sobre ela determinar um sistema pragmático que controla a totalidade da intervenção. Tal como na cidade idealizada pelo Movimento Moderno, a Urbanização da Portela concentra uma zona de trabalho e comércio, perfeitamente configurada por um conjunto edificado composto por uma base – um “disco” de piso único – e uma torre de escritórios^[2] que se destaca volumetricamente do conjunto, assinalando o centro – geométrico e cívico – da Portela.

À época da sua construção, a Portela de Sacavém funcionava inequivocamente como um núcleo urbano satélite, organizado em função de uma lógica de superação das insuficiências da cidade antiga para responder a certas aspirações da vida moderna. Na Portela, a pureza do ar, a envolvente verde, a generosidade das distâncias entre os edifícios, respeitando a chamada “lei dos 45°”^[3], das dimensões das vias e das casas permitiriam uma vida desafogada e livre das contradições a que, supostamente, a sedimentação das cidades tinha levado os seus centros históricos.

Além disso, esta situação de “descolamento urbano”, associada a idêntica “pureza” da linguagem dos vários edifícios isolados, paralelepípedicos e caracterizados por faixas horizontais, afastava em certa medida possíveis afinidades genealógicas em relação à arquitectura existente em Lisboa – mesmo à sua arquitectura moderna –, ou no próprio país. A Portela, implantada num terreno praticamente plano, no cruzamento entre a auto-estrada, o aeroporto, o caminho de ferro e o Porto de Lisboa, desfrutava de uma situação perfeita para se enquadrar num sistema muito mais global.

Hoje, passados quase 50 anos sobre o Ante-Plano de Urbanização da Portela, verifica-se uma grande transformação: os territórios envolventes foram entretanto preenchidos. Não só a densificação de Sacavém ou a consolidação de Olivais Norte, mas sobretudo a urbanização dos terrenos onde seria construído o

1. FERREIRA, Bruno Macedo “Urbanização da Portela” em PINTO, Paulo Tormenta (coord.) Passagens no1 – Paisagens Distantes – A CRIL uma Avenida Pós-Moderna, Caleidoscópio, 2013 (pág. 227-235).

2. Torre que, apesar de tudo, integra uma percentagem importante de habitação.

3. Referimo-nos ao Art. 59.o do Regulamento Geral das Edificações Urbanas: “A altura de qualquer edificação será fixada de forma que em todos os planos verticais perpendiculares à fachada nenhum dos seus elementos, com excepção de chaminés e acessórios decorativos, ultrapasse o limite definido pela linha recta a 45o, traçada em cada um desses planos a partir do alinhamento da edificação fronteira, definido pela intersecção do seu plano com o terreno exterior”.

Parque das Nações, transformaram por completo a envolvente da Portela, provocando uma alteração profunda no modo como este aglomerado, pensado para 18.500 habitantes, se relaciona consigo próprio e com as áreas urbanas que a circundam. O alastramento em “mancha de óleo” dos núcleos urbanos da área metropolitana de Lisboa, aglutinaram a Urbanização da Portela no manto urbano contínuo, alterando as suas dimensões originais de isolamento e descontinuidade .

Este fenómeno, próprio do metropolitano, tem implicado uma alteração crescente da centralidade prevista no Plano de Urbanização da Portela. Para além de uma certa obsolescência dos modelos tipológicos do centro cívico, verifica-se que parte dos núcleos de permanência do espaço público alastraram, encontrando-se agora em zonas contíguas, tais como os parques infantis para Nascente, ou a Igreja e o supermercado para Sul, assistindo-se ao mesmo tempo uma tendência de conurbação com Moscavide e, por conseguinte, com a antiga Expo-98.

A. OBJECTIVOS

De modo a sedimentar as experiências realizadas ao longo do curso, o objectivo principal dos trabalhos a desenvolver durante o ano, trata de avaliar criticamente os modelos subjacentes à arquitectura da cidade no final do século XX, pondo em relevo a tomada de uma posição ética no trabalho da arquitectura.

B. PROGRAMA E MÉTODO

O trabalho que se propõe aos alunos de PFA assenta num cenário que decorre de uma ficção que acelera subitamente um processo, de certo modo, em curso: E se toda a área central da Portela de Sacavém fosse destruída por uma catástrofe?

Considerando-se assim a destruição irremediável, através de um grande incêndio e consequente derrocada, de um dos alicerces fundamentais da Urbanização da Portela, apesar de nunca ter sido edificado conforme o projecto original – não só o centro comercial e a torre, mas também as piscinas, as escolas e a igreja, da autoria do arquitecto Luíz Cunha, entretanto construídas – propõe-se o lançamento de um debate no contexto do colectivo da turma e, mais concretamente, dos grupos de trabalho, sobre a arquitectura da cidade, a pretexto do modelo subjacente a esta estrutura urbana.

Em certa medida invocam-se, com as devidas distâncias, pressupostos aproximados ao debate que há 25 anos, em 1988, se puseram com o incêndio do Chiado que atingiu uma das áreas chave e de maior concentração comercial da Baixa Pombalina.

Os estudantes deverão manter os grupos de 5 elementos, que começarão por desenvolver uma proposta colectiva para o projecto do novo centro cívico da Portela, do qual um conjunto de edifícios será desenvolvido individualmente por cada um dos elementos.

Deste modo o trabalho deverá ser realizado com base em 3 fases desenvolvidas, ora em grupo, ora individualmente:

1a Fase (em grupo): O Território

Cada grupo deverá proceder à recolha de informação relativamente a alguns dos aspectos da área de intervenção, sempre em relação com as áreas envolventes, nomeadamente:

- Caracterização biofísica: topografia, estrutura de espaços verdes, orografia e sistemas de drenagem natural; geologia - hidrologia; orientação e exposição solar.
- Caracterização da mobilidade, potencialidades e estrangulamentos: acessos, rede viária, percursos pedonais, etc.
- Caracterização da estrutura edificada, da distribuição de funções e dos espaços públicos: tipologias de espaços públicos; estruturas urbanas de proximidade; Edificado; estado de conservação; espaços vazios; espaços públicos; equipamentos públicos e privados, etc.
- Evolução e enquadramento histórico: processo de formação do tecido edificado através da recolha

de plantas de várias épocas, consulta de monografias e descrições, bem como a circunscrição de exemplos nacionais e internacionais relevantes.

- Planos Urbanísticos condicionantes; PDM's; PP's; Condicionantes Urbanísticas; Loteamentos; projectos mais relevantes para a área de intervenção.

Em paralelo com este trabalho de análise, os grupos deverão desenvolver uma proposta de intervenção com base nas áreas brutas edificadas correspondentes ao programa cujo suporte edificado existente foi entretanto destruído, respectivamente:

- Comércio: 7.638m² (não inclui espaços de serviço e arrumos)
- Escritórios: 7.050m²
- Habitação: 7.050m²
- Escola Básica: 3.263m²
- Estacionamento coberto: 2.800m²
- Escola Secundária: 2.626m²
- Piscina: 2.195m²
- Igreja: 2.100m²

Este programa deverá ser entretanto questionado e, se necessário, ajustado, tal como o modelo de cidade existente na Portela.

Os elementos a entregar serão os seguintes:

- Memória descritiva, referindo-se a todos os elementos relativos à análise crítica realizada, bem com à proposta;

- Implantação Geral e Maquete, à escala 1:000
- Plantas, Cortes e Alçados, à escala 1:500
- Perspectivas
- Desenhos de trabalho

Estes elementos deverão ser organizados clara e criteriosamente num caderno A4, ao alto, que corresponda a uma síntese tanto do resultado final como do processo de trabalho.

2a e 3a fases (individual) – O Edifício

Cada elemento do grupo deverá desenvolver, individualmente, o projecto para um conjunto edificado determinado entre a proposta global.

Ao longo do desenvolvimento individual dos diferentes conjuntos, o debate no contexto do grupo de trabalho prosseguirá, tendo em vista uma articulação constante entre as várias partes do todo e a consolidação do modelo urbano proposto inicialmente pelo grupo de trabalho.

Os enunciados respectivos serão distribuídos oportunamente no início de cada uma das fases.

C. PRAZOS¹⁴

- 1a Fase: 10/10/13 – 19/11/13
- 2a Fase: 05/12/13 – 18/03/14
- 3a Fase: 25/03/14 – 15/05/17

Lisboa, 10 de Outubro de 2013 **ISCTE-IUL**

1. Os prazos poderão sofrer ligeiros ajustamentos, prevenindo-se igualmente a existência de apreciações dos trabalhos em momentos intercalares às datas de entregas das várias fases. Tantos os eventuais ajustamentos como as apreciações intercalares serão marcadas no decurso do acompanhamento do trabalho.

LABORATÓRIO DE URBANISMO 2013-2014

Objectivos do Laboratório de Urbanismo

O laboratório de urbanismo pretende que os alunos adquiram e sedimentem um conjunto de aptidões inerentes ao complexo exercício da disciplina de urbanismo. Nesse sentido, o objectivo geral incidirá na formação de capacidades de investigação, onde será fomentada a pesquisa de fontes primárias e o contacto com o território através da observação directa com o espaço. Os objectivos específicos incidirão:

1. na criação de metodologias de análise ao espaço público;
2. num processo de análise da forma urbana sobre cartografia e fotografia (antiga e actual);
3. numa avaliação qualitativa e quantitativa do espaço público;
4. numa avaliação comparativa do espaço público através de cartografia actual.

Enquadramento

A cadeira de Projecto Final de Arquitectura apresenta como tema geral "Arquitectura ou Revolução – Learning from the Satellite". No texto introdutório desta unidade curricular destaca-se o facto da cidade do pós-guerra ser "revolucionária", na medida em que exige um território novo que funcione em rede, alterando os modos de vida das famílias, fenómeno que se regista na passagem do mundo rural para o mundo urbano.

Em oposição às cidades do século XIX, acerca das quais Mumford evoca "non-plan of the non-city" (MUMFORD, 1946, pp. 183-190), o século XX elege um "l'esprit nouveaux" propagado num movimento internacional (através dos C.I.A.M.) que reproduz um modelo progressista fomentado sobretudo por arquitectos. Este modelo progressista incorpora um urbanismo caracterizado essencialmente por espaços abertos, rasgados por vazios e verdes como resposta às exigências de higiene, onde os conceitos chave são estandardização, zonamento e abolição da rua.

Todavia os ideais modernistas nascem de obras bem diferentes como as de Fourier (1772-1837), Proudhon (1809-1863) e ainda Owen (1771-1858), Richardson (1828-1896) ou Cabet (1788-1856), que têm em "comum uma mesma concepção do homem e da razão, que subteende e determina suas propostas relativas à cidade" (CHOAY, 2007, p. 8) numa discussão sobre a estrutura e o sentido da relação social.

O texto de Projecto Final de Arquitectura pode levar a pensar de que forma se fez a revolução do pós-guerra nas cidades? Como é que cresceu Lisboa na 2ª metade do século XX?

Lisboa tal como outras capitais europeias resulta de um crescimento faseado marcado por acontecimentos vários. Um forte crescimento demográfico caracteriza esta cidade na 2ª metade do século XIX e na 1ª metade do século XX. Sabe-se que entre 1852 e 1952 a cidade quadruplicou em termos populacionais e de 1900 a 1940 duplicou (DIAS, 1947, p. 648).

Em cada período histórico o avanço urbanístico na cidade de Lisboa foi de alguma forma comandado por homens de poder e grande iniciativa. Durante o estado novo, dominado pelo Eng.º Duarte Pacheco, que assumiu a presidência da Câmara Municipal de Lisboa, efectuou-se uma mudança profunda ao nível urbanístico com novos métodos para obtenção de terrenos. As expropriações levadas a cabo neste período possibilitaram uma reabilitação e desafogo financeiro à Câmara Municipal de Lisboa. À CML competia a tarefa de urbanizar e ao proprietário um papel passivo (CML, 1952; DIAS, 1947). Segundo texto da CML sabe-se que esta entidade tinha, com as directrizes de Duarte Pacheco, o poder para expropriar com grande liberdade e a possibilidade de o fazer de uma forma planeada.^[1]

Com o crescimento demográfico e a capacidade de expropriar a cidade, que se confrontava até então aos limites das Avenidas Novas e da Praça do Chile (à área interior da via de cintura, o caminho-de-ferro), começou-se a programar

1."Para tal, e para que ficasse também assegurado ao Município um <controlo> absoluto sobre todo o desenvolvimento da cidade, resolveu-se como regra geral, que de futuro, a Câmara Municipal adquiriria ou expropriaria, antes de dar início à execução de qualquer plano, toda a área por este abrangida, por desenvolver ou valorizar e independentemente do seu destino posterior "(CML, 1952).

Lisboa em termos globais, à semelhança de outras capitais do século XX. Embora Lisboa não tenha sofrido efeitos directos da 2ª grande guerra, como as outras capitais europeias que tiveram que ser reconstruídas porque foram bombardeadas, podemos dizer que os novos modelos urbanístico experimentados nas cidades atacadas terão influenciado os urbanistas que contribuíram para a expansão de Lisboa no 3º quartel do século XX.

No final da década de 50 assiste-se à expansão da cidade através de operações urbanísticas de grande escala como Olivais e Chelas. Estes bairros materializam os princípios da cidade modernista, onde o território se evidencia pela inclusão pontual do edificado no espaço livre, fluido e verde.

Concluído o plano director da cidade, George Meyer-Heine (1959-1967) a planta da capital mostra a consolidação dos bairros de Alvalade e do Restelo, o principio da edificação de Olivais Sul e Norte e ainda o território a poente da Avenida do Campo Grande. Não colocando em causa a qualidade urbanística e arquitectónica destas expansões, atribui-se a Alvalade uma continuidade com a cidade consolidada e critica-se negativamente os Olivais na conexão com a mesma.

Após uma postura visivelmente expansionista e cessada a carência habitacional, passamos a uma atitude de requalificação da cidade num processo reformador. Os núcleos urbanos periféricos são assimilados pela cidade que conhecemos e que teve início no plano de Etiénne de Groër (1938-1948).

O Laboratório de urbanismo pretende criar metodologias de análise ao espaço público, tendo como estudo de caso a cidade de Lisboa, nomeadamente as intervenções urbanísticas realizadas após o plano de Etiénne de Groër.

Tendo como mote o estudo da forma urbana, na óptica de ilustrar como se fez a cidade de Lisboa e com que rigor, cumpre definir que morfologias urbanas podem representar o universo de análise. Os alunos deverão identificar na planta de Lisboa as principais unidades morfológicas referentes a malhas urbanas posteriores a 1948 e reconhecer as componentes da forma urbana através da análise do espaço público (trabalho a desenvolver em grupo no 1º semestre).

Pretende-se desenvolver um método de leitura da forma urbana onde serão obtidas e avaliadas as características mais significativas da área urbana de Lisboa (circunscrita às intervenções urbanas subsequentes ao Plano Director de Urbanização e Expansão de Lisboa de 48), através da interpretação do espaço público. Para aferir o método procederemos ao estudo analítico e quantitativo das plantas de Lisboa. Na avaliação quantitativa dos espaços públicos será analisada a percentagem de áreas dos espaços públicos lineares e dos espaços públicos não lineares. Correspondendo os primeiros aos espaços de circulação, como ruas, travessas, etc; e os segundos aos espaços de estada, como largos, adros, praças, etc.. Ainda nesta avaliação, serão revistos conceitos como a permeabilidade, a conectividade, a transversalidade, a acessibilidade, a variedade e a legibilidade da estrutura do espaço público.

O estudo da cidade, através dos elementos que a compõem, clarifica e objectiva o seu entendimento.

Ao analisar o espaço público numa dada área, é conveniente entender as percentagens destinadas a espaços de circulação e de permanência, bem como correlacioná-los com o desenho urbano e com a imagem social do espaço em estudo. Os espaços bem sucedidos têm certas características geométricas que devem ser seguidas na criação de novos espaços urbanos (SALINGAROS, 1999, p. 40). Assim, os resultados finais obtidos na leitura dos vários trabalhos teóricos dos alunos poderão servir de base para a construção de novos espaços e para a requalificação de antigos, sabendo nós que as próximas intervenções estabelecem-se mais num “pressuposto regenerador”.

Metodologia

Os métodos de ensino e actividades de aprendizagem no laboratório de urbanismo visam sobretudo uma exposição teórica sobre o tema específico deste. Neste sentido, serão ministradas aulas teóricas pelos docentes do Laboratório de Urbanismo e por individualidades exteriores ao Mestrado Integrado em Arquitectura e Urbanismo do ISCTE (convidados), relacionadas com as temáticas ligadas ao universo do urbanismo com o intuito de fomentar a reflexão e a discussão sobre as mesmas.

O 1º e 2º semestres decorrem respectivamente em 12 aulas, com desenvolvimentos distintos.

No 1º semestre incentiva-se o trabalho de grupo. Cada grupo deve escolher um tema genérico e desenvolver um trabalho escrito que será apresentado na 12ª aula do 1º semestre. Pretende-se com este trabalho que cada aluno amplie a capacidade de investigação e exposição oral (discurso adequado), com o objectivo de dar resposta ao projecto de investigação individual a desenvolver no 2º semestre. Em simultâneo, neste 1º semestre, o aluno deve

pensar no tema específico que irá desenvolver posteriormente, apresentando o seu tema e discutindo os objectivos com o co-orientador.

No 2º semestre dar-se-á início à dissertação/projecto individual e o aluno deverá apresentar na 1ª e 2ª aulas o título do projecto individual, assim como o programa de trabalhos que será criticado em grupo.

No decorrer do 2º semestre será afinado o plano de trabalhos e será estruturada a pesquisa naquilo que se considera fundamental para o projecto de investigação individual (a "promessa" com a introdução ao tema e objectivos, o estado da arte, questões e hipóteses, metodologia para encontrar a validade da(s) hipótese(s) e resultados). Sendo que o trabalho final não deverá ter mais que 25 000 palavras (cerca de 35 páginas dactilografadas) não contabilizando os elementos gráficos.

No final de cada semestre, terão lugar aulas de apresentação pública do trabalho e crítica por parte dos docentes responsáveis pelo Laboratório em Urbanismo.

O apoio e esclarecimento de dúvidas aos alunos funcionará quer nos horários determinados para esse efeito (aulas e tutorias), quer através da página web do laboratório (plataforma de conteúdos: [bhttps://e-learning.iscte-iul.pt](https://e-learning.iscte-iul.pt)) e e-mails dos professores (mgts@iscte.pt; tmmm@iscte.pt; rui.ricardo@cm-lisboa.pt).

Referências

CHOAY, Françoise – O Urbanismo. São Paulo, Editora Perspectiva S. A., 2007 (1ª edição 1965).

DIAS, Jaime Lopes – Lisboa de Hoje. In (Gustavo Matos Sequeira) – Lisboa, oito séculos de história. Lisboa, CML, 1947. pp. 644-667.

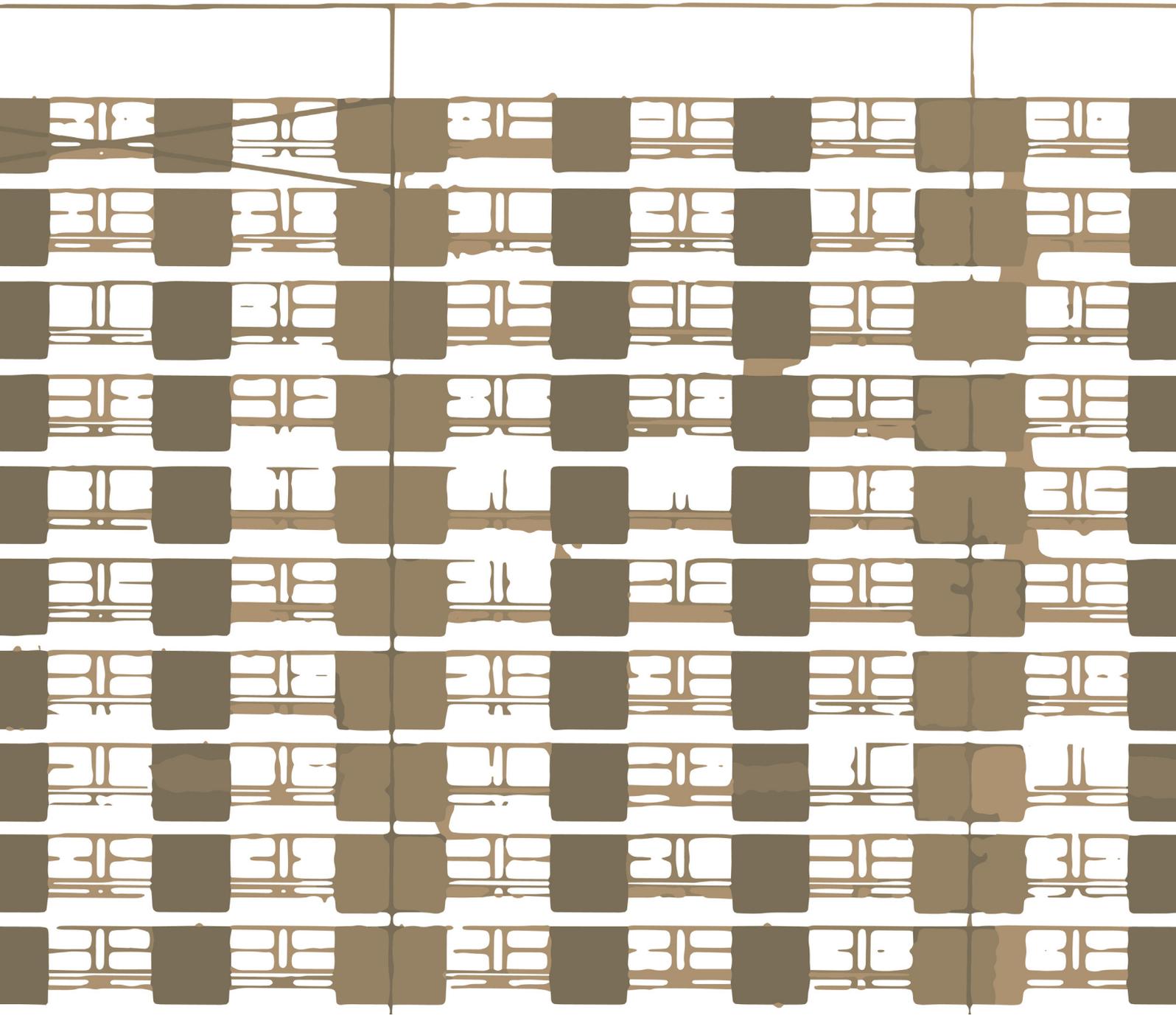
MUMFORD, Lewis – The Culture of Cities. London, Secker & Warburg, 1946 (1ª edição 1938).

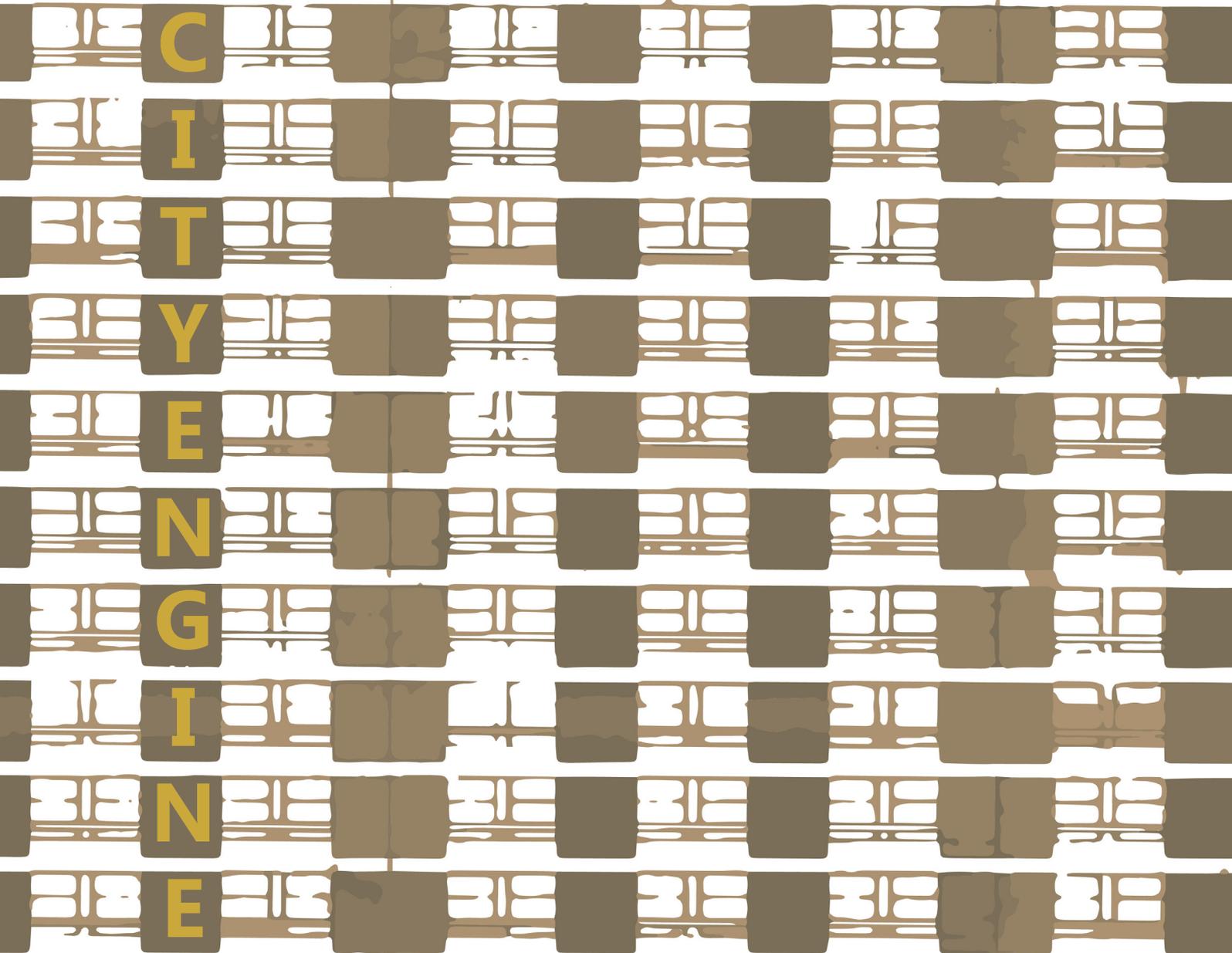
OLIVEIRA, Ricardo Girão – Lisboa: sua evolução e desenvolvimento. Lisboa, CML, 1952.

SALINGAROS, Nikos A. – Urban space and its information field. Journal of Urban Design. Nº 4 (1999). pp. 29-49.

03

TRABALHO TEÓRICO





**C
I
T
Y
E
N
G
I
N
E**

UMA NOVA PERSPECTIVA PARA O PLANEAMENTO URBANO

CityEngine

UMA NOVA PERSPECTIVA PARA O PLANEAMENTO URBANO

Vertente teórica

Trabalho Teórico submetido como requisito parcial para a obtenção de grau de Mestre em Arquitectura.

PROECTO FINAL DE ARQUITECTURA

Rúben Filipe Rodrigues Reis

Co-Orientador:

Rui Alexandre Duarte Ricardo, professor convidado

ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa

Departamento de Arquitectura e Urbanismo

Lisboa, Novembro 2014

ÍNDICE

Resumo	170
Abstract	171
Agradecimentos	172
Acrónimo	173
Índice de imagens	174
Índice de tabelas	176
01 Introdução	178
1.1. Contexto e desenvolvimento da dissertação	180
1.2. Metodologia e estrutura da dissertação	182
1.3. Objectivos	184
1.4. Objecto de estudo	186
02 BIM e SIG	188
2.1. SIG	190
2.1.1 Contexto	190
2.1.2 Definição e conceitos	192
2.1.3. Informação georreferenciada	195
2.1.4. Modelação geográfica	198
2.1.5. Geoprocessamento	203
2.2. BIM	205
2.2.1. Contexto	205
2.2.2. Definições e conceitos	209
2.2.3. Aplicações computacionais BIM	212
2.2.4. Vantagens e desvantagens	214
2.2.5. BIM em ambiente SIG	216

2.3. Gramáticas da forma	220
2.3.1. Contexto	220
2.3.2. Definições e conceitos	222
2.3.3. Tipos de gramáticas da forma	226
2.3.4. Gramáticas da forma aplicadas em arquitectura e no desenho Urbano	228
2.4. City Intelligent Models (CIM) ou GeoBIM	229
2.4.1. CityEngine	232
03 Caso de Estudo	236
3.1. Contexto histórico	238
3.2. Arquitecto Fernando Silva	240
3.3. Plano de urbanização	242
3.4. Modelo tridimensional	243
3.4.1. Recolha de informação	243
3.4.2. Tratamento dos dados	250
3.4.3. Modelo tridimensional	252
3.4.4. Modelação do terreno	254
3.4.5. Modelação do edificado	254
04 Conclusão	260
4.1. Notas conclusivas	262
4.2. Desenvolvimentos futuros	264
05 Bibliografia	266
06 Anexos	276

RESUMO

As ferramentas digitais estão cada vez a ganhar um espaço de grande relevância no mundo da arquitectura e do urbanismo. Os métodos tradicionais como o desenho 2D de plantas, cortes e alçados começam a ser substituídos pelo desenho 3D através de ferramentas BIM (Building Information Model) que fornecem ao arquitecto um controlo muito mais rigoroso sobre todo o projecto, assim como uma comunicação mais clara entre todos os intervenientes do projecto. Os Sistemas de Informação Geográfica surgem num contexto mais urbano pois vêm ajudar no controlo do desenho urbano através da adição de informação ao desenho e da capacidade de realizar várias análises espaciais.

Com a possibilidade de combinar estas duas componentes numa só, começam a surgir softwares como o CityEngine que para além de inserir dados BIM num ambiente SIG, introduz as Gramáticas da Forma que, ao à criar regras parametrizadas com uma linguagem CGA, facilita a realização de várias operações e permite gerar, de forma automática, um grande número de elementos num contexto urbano.

Com este trabalho, realizado no âmbito da cadeira de Projecto Final de Arquitectura, pretende-se criar um modelo digital da Urbanização da Portela de Sacavém, desenvolvida pelo arquitecto Fernando Silva, que surge num contexto de densificação da periferia da cidade de Lisboa, recorrendo ao software CityEngine, fornecido pela empresa ESRI Portugal. Pretende-se ainda responder a questões como: a) o que são e em que estado se encontra os Sistemas de Informação Geográfica, o Building Information Model e as Gramáticas da forma; b) identificar algumas regras do plano de Urbanização da Portela de Sacavém; c) perceber as vantagens e problemas da utilização de um software como o CityEngine.

ABSTRACT

Digital tools are increasingly gaining a place of greater importance in the world of architecture and urbanism. Traditional methods such as 2D drawings, sections and elevations are getting substituted by 3D designs through BIM (Building Information Model) that provides the architect with a much more rigorous control over the entire project with clearer communication between all the project stakeholders. Geographic Information Systems emerge in a more urban context since they can help the control of urban design by adding information to the design and the ability to perform various spatial analysis.

With the ability of combining these two components in a single one, softwares such as CityEngine begin to appear, which not only allows the insertion of BIM data in a SIG ambient, introduces Shape Grammars, that create parameterized rules with a CGA language, this facilitates various operations and to generate, automatically, a large number of elements in an urban context.

With this Paper, held under the discipline of “Projecto final de arquitectura”, it is intended to create a digital model of the Portela de Sacavém Urbanization, developed by the architect Fernando Silva, that arises in the context of densification on the outskirts of Lisbon, using CityEngine, provided by the company ESRI Portugal. It also aims to answer questions such as: a) what are they and in what condition the Geographic Information Systems, the Building Information Model and Shape Grammars are; b) identify some plan rules of Portela de Sacavém Urbanization; c) realize the advantages and disadvantages of using softwares such as CityEngine.

Keywords: Architecture, Urbanism, Building Information Model, Geographic Information Systems, Shape Grammar, CityEngine, GeobIM.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, um muito obrigado à minha família, principalmente à minha Mãe e à minha Irmã por todo o apoio que me deram durante toda a vida e, apesar de estarem longe, principalmente durante estes longos 5 anos.

Não menos importante, a todos os meus amigos que passaram o tempo todo a tentar “desencaminhar” para a má vida...e para a boa. (peço desculpa por todas as vezes que disse que não, mas estava ocupado a “brincar às casinhas”).

Um obrigado especial aos amigos que fiz neste curso, que me acompanharam e ajudaram quando mais precisei sem exitar.

Obrigado aos meus professores de projecto do 5ºano Paulo Tormenta Pinto e José Neves pelos conhecimentos transmitidos ao longo do ano. Obrigado também a todos os professores que me acompanharam durante este curso.

Obrigado ao professor e Co-Orientador Rui Ricardo pelo apoio e pela ajuda na realização deste trabalho.

Obrigado à Ana Camões Galego e à Eng. Ana Flor pela ajuda na aprendizagem do software CityEngine.

Obrigado à Empresa ESRI Portugal por fornecer o software CityEngine para a realização deste trabalho.

ACRÓNIMO

ADT – Autodesk Architectural Desktop

AIA – American Institute of Architects

BDS – Building Description System

BIM – Building Information Model

CAD – Computer aided design

CAAD – Computer Aided Architected Design

CDG – conjunto de dados geográficos

CGA – Conformal Geometric Algebra

CIM – City Inteligent Model

FIC – Facilities Information Council

GF – Gramáticas da Forma

IAI – International Alliance for Interoperability

IFC – Industry Foundation Classes

NBIMS – National BIM Standard

NIBS – National Institute for Building Siences

SGBD – Sistema de Gestão de Bases de Dados

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

ÍNDICE DE IMAGENS

- [1] Componentes dos SIG. (Maantay, 2006)
- [2] longitude e latitude representadas na superfície da Terra. (Maantay, 2006)
- [3] Tipos de projecções. (Maantay, 2006)
- [4] Projecto de partilha de dados, IAI 1997 (Bazjanac, 2005)
- [5] Exemplo de uma regra que insere um "X" num quadrado e a sua aplicação em dois quadrados (M e N) com escalas diferentes (Celani et al., 2006).
- [6] Definição da linguagem de projectos para desenvolver uma gramática da forma (Stiny, 1980b).
- [7] Sobreposição dos quadrados A e B e emergência do quadrado C (Celani et al., 2006)
- [8] 5 passos principais para a realização de um modelo 3D (ESRIPortugal, 2012b)
- [9] Plano de Urbanização da Portela (CML)
- [10 e 11] Fotos da Portela (autoria própria)
- [12 e 13] Imagens do modelo digital referentes ao edifício em banda (autoria própria)
- [14 e 15] Imagens do modelo digital referentes ao edifício em torre (autoria própria)
- [16] Ficheiro CAD
- [17] Ficheiro ArcMAP
- [18] Ortofotomapa da área de trabalho em JPEG. (CML)
- [19] Modelo digital para a modelação do terreno em TIFF. (CML)
- [20, 21 e 22] Desenhos técnicos do edifício em banda - Lote 126 (CML)
- [23 e 24] Desenhos técnicos do edifício em banda - Lote 126 (CML)
- [25 e 26] Desenhos técnicos do edifício em torre - Lote 31 (CML)

- [27 e 28] Desenhos técnicos do edifício em torre - Lote 31 (CML)
- [29 e 30] Desenhos técnicos do edifício em torre - Lote 31 (CML)
- [31] Vista aerea do centro da Portela de Sacavém (retirada do BingMaps)
- [32 e 33] Fotos da Portela de Sacavém (autoria própria)
- [34 e 35] Fotos da Portela de Sacavém (autoria própria)
- [36 e 37] Imagens geradas no CityEngine
- [36 e 37] Imagens geradas no CityEngine
- [38 e 39] Imagens geradas no CityEngine
- [40 e 41] Imagens geradas no CityEngine
- [42 e 43] Imagens geradas no CityEngine
- [44] Interface inicial do CityEngine (Autoria própria)
- [45] Lista de comandos apresentados no interface inicial do CityEngine (Autoria Própria)
- [46] Parâmetros/atributos no quadro Inspector de um exemplo de um elemento seleccionado no CityEngine (Autoria própria)
- [47] Organização dos dados do projecto (Navigator) no CityEngine (Autoria própria)
- [48] Exemplo de escrita de regras em modo nodos (Autoria própria) [49] Exemplo de escrita de regras em modo texto (Autoria própria)

ÍNDICE DE TABELAS

[Tabela 1] Vantagens e desvantagens do modelo matricial e do vectorial (adaptado de Valentim, 2008)

[Tabela 2] Os níveis do BIM (adaptado de bimporn.tumblr.com a 12/08/2014)

[Tabela 3] Síntese de benefícios e problemas na implementação do BIM (autoria própria).

[Tabela 4] tabela SWOT da implementação do BIM num ambiente GIS (adaptado de Isikdag, 2009).

[Tabela 5] Descrição da utilização referente aos vários softwares (autoria própria).

[Tabela 6] Biblioteca de texturas (imagens de autoria própria)

[Tabela 7] Conteúdos das pastas do Navigator (Roxo, 2012. pag.54)



01

INTRODUÇÃO



1.1 Contexto e desenvolvimento da dissertação

A evolução das ferramentas informáticas disponíveis no contexto do planeamento, do projecto e das formas de representação, têm vindo a revolucionar os “métodos tradicionais”. Anteriormente os projectos levavam anos desde a fase de projecto até ao fim da sua construção para serem terminados e havia tempo suficiente para fazer alterações e corrigir erros. Hoje em dia a dimensão tempo tem outro valor, “tempo é dinheiro”, em que os projectos são obrigados a serem concretizados num curto período de tempo e isso exige um trabalho muito grande da parte dos atelieres para que os projectos sejam realizados. Para além disso, a quantidade de informação que os arquitectos e urbanistas têm de gerir é cada vez maior e esta quantidade está a crescer exponencialmente (Henriques et al., 2003). Torna-se assim um desafio e um problema conseguir filtrar tanta informação em tão pouco tempo podendo ser prejudicial para a realização dos projectos arriscando que estes se tornem precários não será já esse um caso da actualidade?

Os modelos digitais tridimensionais pretendem auxiliar a resolução destes problemas. Com o objectivo de otimizar os “métodos tradicionais” do desenho bidimensional de plantas, cortes e alçados e das maquetes tridimensionais à escala os modelos digitais, fornecem os desenhos bidimensionais de forma instantânea assim como dão a possibilidade de visualizar os pormenores do projecto tridimensionalmente a várias escalas. O computador adquiriu um papel activo no apoio aos arquitectos e urbanistas, visto que, hoje não é apenas uma ferramenta passiva de desenho, mas alerta para erros construtivos, por exemplo, a colocação de um vão no lugar de um elemento estrutural. Também a divulgação do projecto torna-se mais fácil e mais realista sendo possível uma maior interacção entre o arquitecto e o cliente. Desta forma, os modelos digitais permitem um trabalho mais rápido e mais rigoroso onde podem ser feitas alterações e perceber o impacto destas em tempo real.

Esta dissertação tem como pressupostos desenvolver um modelo digital da urbanização da Portela de Sacavém, situada na periferia de Lisboa, através do software City Engine, que utiliza as Gramáticas da Forma de modo a aplicar regras com características de modelação paramétricas e que combina a componente Building Information Model (BIM) com a componente dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), conseguindo assim uma simulação da cidade com um grande rigor e com informação que pode ser importante para o desenvolvimento da mesma. Este modelo poderá ser alterado ou actualizado de forma a estudar várias possibilidades de cidade, recorrendo às gramáticas da forma para definir regras que condicionam ou que podem condicionar o desenho urbano ou o desenho da própria arquitectura.

1.2 Metodologia e estrutura da dissertação

A dissertação aqui apresentada é constituída por duas componentes, teórica e prática.

Através da componente teórica pretende-se fazer um enquadramento dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e do Building Information Model (BIM) de forma a compreender o seu contexto actual no planeamento e gestão do tecido urbano e no projecto de arquitectura e de que forma é que a combinação destes dois componentes pode ser vantajosa para estas áreas.

A componente prática insere-se com a construção de um modelo tridimensional da urbanização da Portela de Sacavém através da utilização do software City Engine, onde são aplicadas regras com a lógica das gramáticas da forma para a criação do modelo, de modo a realizar algumas análises espaciais do caso de estudo e perceber quais são as potencialidades e problemas da implementação deste software como ferramenta de apoio aos arquitectos e urbanistas.

Esta dissertação encontra-se assim, dividida em quatro capítulos.

No primeiro capítulo é mencionado o contexto em que se insere o tema proposto, os objectivos que se propõem atingir com a realização deste trabalho e a metodologia para tal e introduz o objecto de estudo.

No segundo capítulo, desenvolve-se a componente teórica do trabalho, onde são definidos os conceitos de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e Building Information Model (BIM), qual é o seu contexto actual no mundo da arquitectura e do urbanismo e quais são as suas vantagens e desvantagens. É também referido o tema das Gramáticas da forma contextualizando-o, apresentando algumas definições e conceitos e enumerando alguns trabalhos que aplicam as gramáticas da forma na arquitectura e no desenho urbano. Para finalizar é apresentando o software CityEngine onde se pretende perceber qual é o estado da arte em relação a softwares

com características parecidas ao CityEngine, explicar o que este software é, o que faz e quais são as suas vantagens.

No terceiro capítulo é feita uma introdução sobre o caso de estudo de modo a contextualizar o plano da urbanização da Portela de Sacavém e um resumo sobre o seu arquitecto. É também realizada a componente prática onde é explicado os vários processos para a criação do modelo tridimensional desde a recolha de informação, o tratamento dos dados e toda a modelação tridimensional, ou seja, a modelação do terreno, da malha urbana e do edificado.

No quarto capítulo são apresentadas as conclusões retiradas da realização da presente dissertação e algumas elucidações para potenciais desenvolvimentos futuros.

1.3 Objectivos

A dissertação em questão tem como base perceber em que medida é que as novas tecnologias podem ser úteis no planeamento urbano e no projecto de arquitectura na actualidade. Desta forma, recorrendo ao software City Engine, que combina os SIG como um instrumento de apoio ao planeamento através da sistematização da recolha e armazenamento de dados espaciais num Sistema de Gestão de Base de Dados (SGBD), que permite aos arquitectos e aos urbanistas simular várias hipóteses fundamentadas num curto espaço de tempo, e o BIM como uma ferramenta muito útil na arquitectura, desde a fase de projecto até à sua construção estando inclusive a entrar na componente de gestão da “vida” do edifício, sugere-se três macro objectivos:

- Perceber o estado da arte de quatro temas específicos: SIG, BIM, Gramáticas da Forma, GeoBIM (combinação da componente SIG com a componente BIM);
- Criar um modelo tridimensional do plano da urbanização da Portela de Sacavém com a utilização do software CityEngine da ESRI de forma a identificar as regras aplicadas nessa parte da cidade;
- Analisar o modelo tridimensional realizado de modo a identificar as potencialidades e problemas do software CityEngine;

Com a construção do modelo tridimensional da urbanização da Portela de Sacavém através do software CityEngine pretende-se atingir os seguintes objectivos:

- Estudar as bases do plano do caso de estudo.
- Aprofundar os conhecimentos do uso deste software;

- Criar um modelo de análise com capacidade para desenvolver cenários hipotéticos;
- Elaborar uma base de dados referente ao caso de estudo;
- Identificar as regras do plano de Fernando Silva através da escrita de regras com base nas gramáticas da forma;
- Identificar as potencialidades e problemas da implementação do software City Engine no processo de trabalho dos arquitectos e dos urbanistas;
- Empregar as capacidades dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG);
- Utilizar as valências dos BIM de modo a introduzir informações importantes a nível do edificado;
- Perceber as competências do uso das gramáticas da forma.

1.4 Objecto de estudo

A arquitectura da segunda metade do século XX é posta à prova quando tem de resolver o problema de habitação imposto pelas guerras onde “Só uma nova estrutura urbana podia corresponder às exigências de salubridade e inovação que o acelerado processo moderno trazia associado. (...) As urbanizações construídas no contexto das cidades satélite acabaram por funcionar como laboratórios de experimentação quer de novas tecnologias, quer de especulações sobre as relações entre as comunidades e o próprio espaço.” (Pinto, 2013. pp. 2 e 3)

No seguimento do tema anual proposto na cadeira de Projecto Final de Arquitectura apresenta-se como caso de estudo o bairro da Portela de Sacavém projectado pelo arquitecto Fernando Silva (1914-1983), construído entre 1960 e 1979 na periferia mais a Norte de Lisboa. A construção desta urbanização insere-se numa época em que as periferias eram excelentes casos de estudos urbanísticos e surge com a necessidade eminente de responder à carência habitacional existente devido ao êxodo rural, ao sinal do progresso de uma expansão industrial, ao fim da Guerra Colonial (1961-1974) e à chegada das comunidades que viviam nas ex-colónias. (Coelho, 2010) O arquitecto Fernando Silva adopta um modelo racional para a Portela de Sacavém baseado nas directrizes da Carta de Atenas seguindo ainda a lógica do paradigma de reprodução socialista. Fernando Silva cria ainda um regulamento de modo a garantir que as qualidades funcionais, técnicas e estéticas do plano fossem mantidas pelos construtores com o intuito de precaver a linguagem arquitectónica do conjunto.

Actualmente, a Portela está limitada por vias rápidas em que, a Norte encontra-se Sacavém, a Sul Olivais Norte, a Oeste Prior Velho e a Este ergue-se Moscavide. A Portela surge assim segundo uma malha ortogonal ocupada com nove projectos-tipo repetidos pelo território de acordo com a topografia do terreno e perpendiculares a

um grande centro quadrangular que marca hierarquicamente o bairro onde se pode encontrar a maior parte dos serviços socio-económicos como escritórios, centro comercial, igreja, escolas, junta de freguesia, piscinas e campos desportivos. É importante mencionar a preocupação do arquitecto Fernando Silva em projectar a Portela para que esta se desenvolva rápida e eficazmente, economizando os custos de construção através da unidade do conjunto, defendida e definida por este com a criação de um regulamento, gerando assim uma métrica de fachada semelhante em todo o bairro.



02

SIG E BIM



2.1 SIG

“Com os SIG é possível ver, compreender, inquirir, interpretar e visualizar dados de muitas formas, revelando relações, padrões e tendências espaciais, consubstanciadas em mapas, globos, relatórios ou gráficos.”
(ESRI Portugal, 2013a)

2.1.1 Contexto

Há centenas de anos que a humanidade se serve de mapas para localizar, indicar ou informar tendo sido um instrumento muito importante na descoberta de novos territórios e no registo dos mesmos. Estes são abstracções, simplificações e representações da realidade e, historicamente, tiveram um papel importantíssimo no controlo político, no controlo do território e até na cobrança de impostos, taxas e receitas.

“Os mapas estão no coração dos SIG”^[1] (Maantay e Ziegler, 2006. pp.4)

Segundo Juliana Maantay o avanço do mapeamento está relacionado com os avanços paralelos do conhecimento científico e das tecnologias em que a compreensão de que a terra é redonda, o desenvolvimento da geometria, o equipamento e todas as técnicas que foram sendo desenvolvidas na representação de mapas contribuíram para os avanços do mapeamento e da cartografia.

Assim, é a partir dos anos 60, com o desenvolvimento dos computadores, que começam a surgir os primeiros sistemas de informação geográfica através de empresas com projectos de organizações mais competitivos, no entanto as

1. “Maps are the heart of GIS”. Tradução feita pelo autor.

tecnologias ainda não estavam suficientemente desenvolvidas e surgiram alguns problemas iniciais desde a falta de monitores gráficos de alta resolução, computadores excessivamente caros, fracas soluções comerciais prontas para uso e cada interessado precisava desenvolver os seus próprios programas. Nos anos 70 a expressão GIS (Geographic Information System ou em português SIG) é criada e esta tecnologia é um pouco mais desenvolvida apesar de ser acessível apenas a grandes corporações. O desenvolvimento constante de hardware e de software que se vem a verificar desde então concedeu a oportunidade aos SIG para que estes se tornassem numa solução viável e rentável no mercado chegando à internet e até mesmo às plataformas móveis.

Para garantir a veracidade e a actualização constante dos dados houve a necessidade de criar os Sistemas de Gestão de Bases de Dados (SCBD) e, conseqüentemente os modelos de dados que “permitem representar, interpretar e modelizar, os aspectos estáticos e dinâmicos associados à informação relevante do mundo real.” (Machado, 2000. pp. 230) Estes modelos de dados evoluíram de modo a abrangerem não só a gestão empresarial mas um número maior de áreas como a cartografia aumentada, desenhos de objectos industriais, projectos de arquitectura e planos de urbanismo ou ainda a projectos de infra-estruturas. Para simplificar e conseguir uma interactividade maior com os utilizadores são criadas linguagens como as interrogações (Query) (Machado 2000).

Desta forma, apesar de ainda haver alguns problemas que serão mencionados mais à frente, através da evolução de software de mapeamento, da variedade de opções para obter dados georreferenciados e a divulgação pela internet, os SIG tornaram-se numa ferramenta muito importante e de extrema utilidade não só para as empresas e organizações mas também para um número de pessoas muito superior e sem necessidade de capacidades técnicas através de mapas interactivos e bastante intuitivos (Maantay e Ziegler, 2006).

2.1.2 Definições e conceitos

O conceito de Sistemas de Informação Geográfica surge com a evolução computacional e com a necessidade de analisar, armazenar, manipular e comunicar uma quantidade de informação cada vez mais complexa. (Roxo, 2012) Encontram-se assim uma série de definições para os Sistemas de Informação Geográfica mas devido ao desenvolvimento constante das tecnologias e à grande diversidade das aplicações que estes proporcionam é difícil definir uma única definição que englobe toda a multiplicidade dos SIG. Porém, os SIG tendem a ser definidos consoante a formação dos utilizadores surgindo assim várias definições de diversos autores (Machado, 2000; Maantay e Ziegler, 2006):

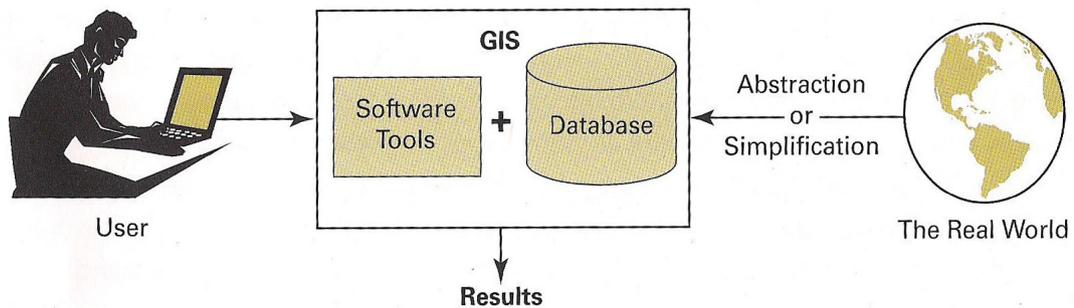
“Um conjunto de ferramentas para recolher, armazenar, recuperar, transformar e visualizar as informações espaciais sobre os elementos que compõem a superfície terrestre, aplicando-se à análise, gestão ou representação do espaço e dos fenómenos que nele ocorrem” (Burrough, 1986).

“No seu sentido mais amplo, um SIG é qualquer conjunto de procedimentos manuais ou executados por um computador e que serve para armazenar e manipular dados georreferenciados” (Aronoff, 1989).

“Trata-se de um conjunto organizado de procedimentos para gerir dados geográficos e para os analisar, de modo a obter informações que sirvam de apoio a uma tomada de decisão, ou seja, a um processo orientado para a acção” (Sena, 1986).

“Um SIG agrupa, unifica e integra a informação. Torna-a disponível de uma forma que ninguém teve acesso anteriormente, e coloca informação antiga num novo contexto” (Dangeramond).

É importante também fazer uma distinção entre os SIG que dão resposta a problemas complexos e a aplicações de grande rigor e precisão e aos que têm uma capacidade mais direccionada para a divulgação da informação e apoio às decisões. Na maioria das definições dadas sobre SIG, o utilizador é excluído ou omitido mas, segundo Juliana Maantay o utilizador é um elemento fundamental no sistema SIG na medida em que é este que decide quais os dados que são necessários recolher, é este que insere esses dados, que sabe como analisá-los, que considerações devem ser tomadas, como se classificam os dados e de que forma os vai mostrar, ou seja, o computador e o software por si só, não conseguem desenvolver um SIG sem a experiência do utilizador. (Maantay e Ziegler, 2006)



A versatilidade dos SIG faz com que este sistema possa ser muita coisa para muitos utilizadores mas independentemente das necessidades a que cada projecto SIG possa responder, o processo, segundo Juliana Maantay, passa sempre pelos seguintes passos (Mantaay e Ziegler, 2006):

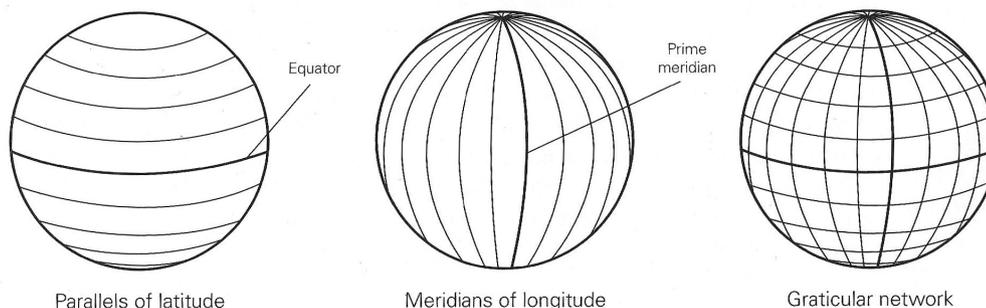
- Aquisição de dados – no início é necessário fazer uma recolha da informação em várias fontes fidedignas ou através de trabalho de campo; Armazenamento e recuperação de dados – armazenar a informação recolhida em formato

- digital de forma organizada e em diferentes layers de modo a facilitar o acesso e o uso destes dados é um processo muito importante nos SIG;
- Gestão da base de dados – é essencial haver uma gestão permanente da informação para que esta se mantenha actualizada, credível e disponível.
 - Processamento de dados – significa a criação de dados estruturados cuja natureza espacial pode ser entendida e analisada pelo software.
 - Visualização e interacção dos dados – os SIG possibilitam a visualização dos dados de modo a que se possa trabalhar com estes de forma interactiva.
 - Análise Espacial – os SIG permitem relacionar um conjunto de dados geográficos (CDG) através de várias operações e de questões que simulam outras possibilidades e geram novos dados.
 - Síntese e apresentação dos dados – uma das funcionalidades dos SIG é a divulgação rápida, interactiva e rigorosa dos mapas criados e dos dados analisados.

Assim, pode-se pensar nos SIG como um sistema integrado de componentes que simplifica e abstrai informação do mundo real para um base de dados digital de características espaciais e não espaciais onde o sucesso da implementação de um SIG depende de um plano bem concebido e bem executado (ESRI Portugal, 2013b).

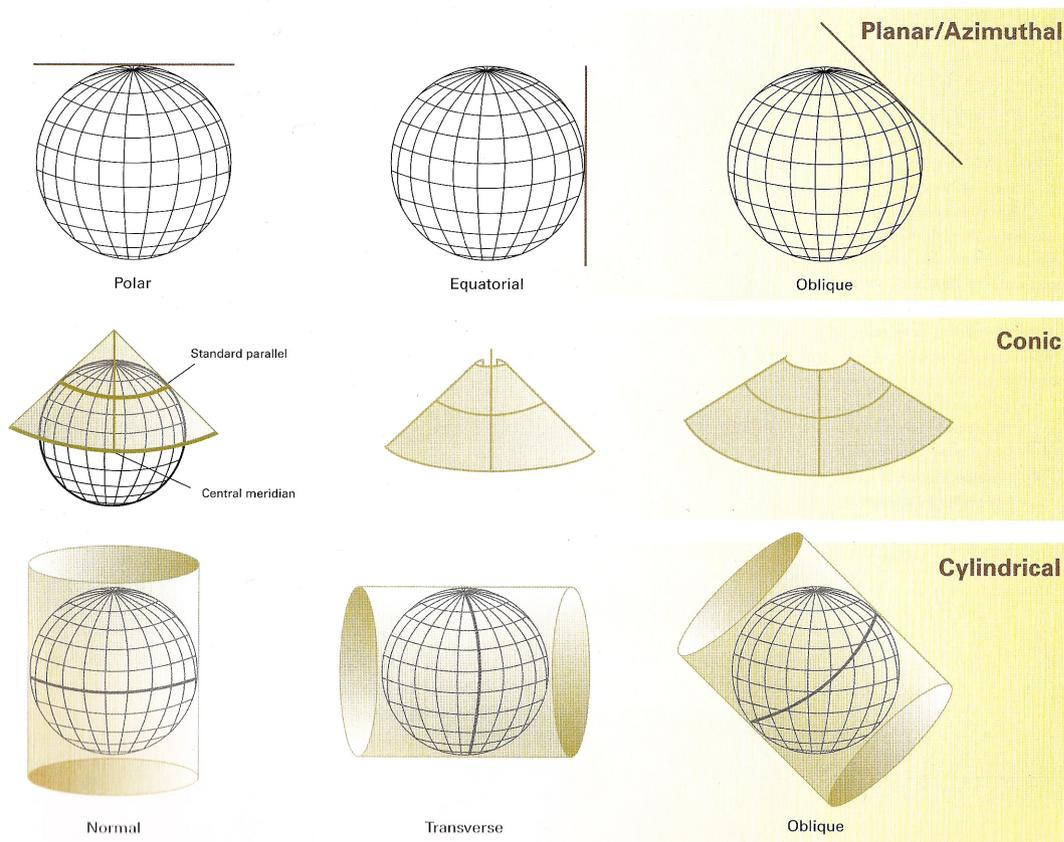
2.1.3 Informação georreferenciada

Com a necessidade de localizar e identificar um ponto na forma esférica do mundo real surge o sistema de coordenadas geográficas (segundo Juliana Maantay é o sistema de coordenadas mais utilizado em todo o mundo) reproduzido por uma grelha com linhas abstractas denominadas longitude (verticais) e latitude (horizontais). Contudo é importante saber que existem outros sistemas de coordenadas como por exemplo Universal Transverse Mercator (UTM) ou o sistema State Plane Coordinate (SPC). (Mantaay e Ziegler, 2006)



Para representar a forma esférica do mundo real (planeta Terra) num plano, ou seja, num mapa é necessário fazer uma projecção que, dependendo da dimensão a ser representada, vai ter sempre um grau de distorção sendo assim, essencial ter em atenção qual o tipo de projecção que se deve usar para obter uma informação mais rigorosa. Desta forma surgem três tipos de projecções designadas por plana ou azimutal, cónica e cilíndrica sendo os seus pontos de maior rigor, os que tocam tangencialmente a superfície da Terra fazendo com que a projecção plana seja mais utilizada para representar os polos, a cónica para os pontos médios entre o equador e os pólos e a cilíndrica para o equador. As projecções variam consoante a distorçãode

quatro propriedades espaciais básicas, a área, a forma, a distância e a direcção, caracterizando-se em três tipos de projecções denominadas por conformes, que têm uma melhor precisão nos ângulos, ou seja, nas formas e direcções, por equivalentes, que têm medidas de áreas mais verdadeiras, e por equidistantes, que representam melhor as distâncias.



[3] Tipos de projecções. (Maantay e Ziegler, 2006)

Segundo Juliana Maantay, por vezes é difícil perceber a diferença entre projecções e sistemas de coordenadas. “As projecções são usadas para transformar as posições da superfície curva da terra para uma superfície plana, por outro lado os sistemas de coordenadas são o quadro de referência sobreposto em cima da superfície de projecção para que a posição possa ser medida e avaliada.”^[2] (Maantay e Ziegler, 2006. pp.48)

2. “Projections are used to transform positions on the earth’s curved surface to a flat plane, while coordinate systems are the referencing framework superimposed on top of the projection surface so that position can be measured and estimated.” Tradução feita pelo autor.

2.1.4 Modelação geográfica

Os Sistemas de Informação Geográfica representam o mundo real através de pontos, linhas e polígonos que contém informação deste, sendo organizados de forma hierárquica e georreferenciada. Esta informação é organizada por níveis sobrepostos através da georreferenciação, ou seja, através de um sistema de coordenadas comuns, garantindo que esta coincide com a realidade dando a possibilidade de combinar os diferentes níveis com a finalidade de chegar a diferentes análises (Roxo, 2012). Um modelo geográfico pode ser considerada uma abstracção do mundo real onde são introduzidas entidades de fenómenos geográficos, aos quais são associadas enumeras informações que vão enriquecer o modelo.

Os SIG recorrem assim a uma série de modelos geográficos de forma a organizar, sintetizar, representar, interpretar e modelizar os aspectos estáticos e dinâmicos da informação do mundo real (Machado, 2000; Valentim, 2008). Estes modelos geográficos são representados por vários tipos de modelos de dados, sendo os principais: o modelo relacional, o modelo vectorial, o modelo matricial ou raster, o modelo orientado por objectos, o modelo difuso, o modelo temporal e o modelo tridimensional (Roxo, 2012). É importante realçar os três primeiros modelos onde, segundo Machado (2000) o modelo relacional é um dos modelos de dados mais antigos e serve de base na generalidade dos SIG onde a informação é organizada em dados alfanuméricos e dados geométricos. Nos dados alfanuméricos, a informação está ordenada em tabelas podendo recorrer a um Sistema de Gestão de Base de Dados (SGBD). Nos dados geográficos a informação está associada a uma representação gráfica dos elementos e da sua localização geográfica assim como a relação com a sua proximidade onde, o seu agrupamento por temática ou propósito é denominado como conjunto de dados geográficos (CDG) (Roxo, 2012).

“A importância dos dados geográficos é evidenciada pelas suas características

espaciais ou de geometria e posição geográfica, não espaciais ou de descrição e temporais ou de informação da sua validade” (Valentim, 2008. pp.19).

A representação gráfica dos dados georreferenciados para o mundo real é assim um dos objectivos principais dos SIG. O modelo vectorial e o modelo matricial são os dois modelos de representação gráfica bidimensional mais comuns actualmente (Mantaay e Ziegler, 2006) e no âmbito do presente trabalho interessa aprofundar o conhecimento sobre estes de forma a perceber as suas funções.

Modelo vectorial

O modelo vectorial é uma forma básica de representação do traçado urbano na medida em que é possível representar estradas, edifícios, quarteirões, passeios, etc. através de pontos, linhas e polígonos. Estes três tipos de representação são entidades que contêm informação acerca da sua geometria, dimensão e tipologia associada a uma tabela de registos de CDG, designada por tabela de atributos (Mantaay e Ziegler, 2006; Roxo, 2012).

O ponto é a representação mais básica definido por coordenadas cartesianas. Em ambiente SIG, pode ser representado por diferentes símbolos de forma a fazer algumas associações mais directas. A linha é definida por dois ou mais pontos, designados por nós em que quantos mais nós tiver, mais suave será o seu desenho. O polígono é composto por segmentos de linha conectados entre eles de forma a criar espaços fechados onde o ponto inicial e o final são o mesmo. É possível adquirir duas informações básicas com o polígono, a área e o perímetro.

Este tipo de representação é muito rigoroso devido ao desenho vectorial que torna a sua utilização muito mais rápida e simplificada. O detalhe apresentado em cada escala pode também ser facilmente controlado (Machado, 2000). Segundo Juliana Mantaay, a principal vantagem do modelo vectorial é a sua flexibilidade pois é relativamente simples conseguir informação em formato vectorial. Para além disso, o

facto de todas as entidades “saberem” onde estão em relação umas às outras permite a realização de uma série de análises entre estas.

Modelo matricial ou raster

Existem alguns tipos de dados geográficos que não são possíveis transformar num modelo vectorial como, por exemplo, imagens de satélite ou vídeos. Este tipo de informação é denominado de modelo matricial ou raster e consiste na divisão de uma parte do mapa numa grelha regular em células de dimensões e formas constantes denominadas de pixel. Cada pixel contém um valor associado referente a um atributo do mundo real como a temperatura, precipitação, declive, sendo que, quando isso não acontece, é registado um valor “Null”. O tamanho do pixel define a precisão da informação representada e depende da escala a que o objecto está a ser trabalhado. (Mantaay, 2006; Roxo, 2012).

O modelo matricial permite assim relacionar fácil e rapidamente a informação de um ponto, ou seja, de um pixel com a informação existente à sua volta. Por outro lado, este pode ser criticado pela falta de rigor que pode acontecer no posicionamento dos objectos, pela grande quantidade de memória consumida para o manuseamento do objecto e pelo facto de não usar topologias como nos dados vectoriais limitando assim a realização de algumas análises (Machado, 2000; Mantaay e Ziegler, 2006).

Combinar Vectorial e Matricial

É possível identificar algumas diferenças na utilização entre estes dois modelos em que o vectorial será mais apropriado quando o objectivo passa por análises que requerem mais precisão, e o matricial torna-se mais funcional quando se trata de análises espaciais em que os fenómenos assumem uma distribuição espacial continua (Valentim, 2008).

A tabela 1 sintetiza as principais diferenças entre o modelo vectorial e o modelo matricial:

	Vantagens	Desvantagens
Vectorial	<ol style="list-style-type: none"> 1. Armazenamento requer poucos recursos computacionais; 2. Alta resolução; 3. A alta resolução permite elevados níveis de rigor espacial; 4. Mapas com um aspecto que segue a cartografia convencional e por isso mais facilmente perceptíveis. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Com o aumento da quantidade de informação, a sua gestão torna-se complexa; 2. Operações require bastantes recursos computacionais; 3. Estrutura de compreensão menos imediata, nomeadamente com a introdução de princípios topológicos; 4. Não compatível com dados recolhidos através de detecção remota.
Matricial	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estrutura de dados relativamente simples; 2. A análise é simplificada pela utilização apenas de matrizes; 3. Operações necessitam de poucos recursos computacionais; 4. Compatibilidade com dados recolhidos através de detecção remota; 5. A modelação é obtida recorrendo simplesmente a uma generalização ou procedendo a uma rotina. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inexactidão posicional; 2. Perda de resolução resultante da necessária generalização para a obtenção da matriz; 3. Classificação obrigatória; 4. Informação requer elevados recursos computacionais; 5. Transformação de projecção requer muitos recursos computacionais.

É importante perceber que, apesar de existir uma série de diferenças entre estes dois modelos é possível combinar as potencialidades de cada um. Durante muito tempo só era possível utilizar cada modelo individualmente mas, durante os anos de 1970 e 1980 a cartografia foi se tornando uma ferramenta cada vez mais relevante no fundamento das análises e, à medida que as imagens de satélite iam ficando com mais qualidade era inevitável a combinação entre estes dois modelos sobretudo porque, por vezes, era difícil encontrar dados vectoriais actualizados. "Esta possibilidade constitui um facto histórico que permite a fácil e rápida actualização de cartografia básica e temática existente, nas pequenas e médias escalas" (Machado, 2000. pp. 281).

A combinação entre os dados raster e os dados matriciais torna também possível a realização de análises mais complexas aprofundando o conhecimento da realidade e possibilitando a construção de cenários alternativos de forma a avaliar, num sentido crítico mais fundamentado, as decisões, ainda antes destas serem tomadas. (Machado, 2000).

2.1.5 Geoprocessamento

“Geoprocessamento é o termo geral dado a uma variedade de operações espaciais em que cada camada de informação é combinada de diferentes formas para gerar novos dados”(Mantaay e Ziegler, 2006). Este tipo de análise permite finalmente a visualização imediata de resultados e o armazenamento dos mesmos, superando assim, os problemas das análises em formatos tradicionais como as cartas por exemplo (Valentim, 2008).

Segundo Crain e Macdonald (1984), os SIG passaram por três fases de evolução mostrando-se uma ferramenta fundamental no apoio aos mecanismos de decisão. Essas três fases são designadas pelos mesmos autores, por inventário, análise e modelação:

Inventário – são registados uma série de dados (solos, edifícios, florestas, saneamento, etc.) de forma a responder a questões simples de localização e de características destes dados.

Análise – São feitas análises espaciais mas complexas recorrendo a vários dados sobrepostos de modo a que, por exemplo, seja possível identificar qual é a melhor localização para uma determinada tarefa, ou qual será o percurso mais rápido entre dois pontos.

Modelação – nesta fase, são realizadas análises espaciais em modelos espaciais mais complexos chegando assim à construção de diferentes alternativas de opção a nível do ordenamento do território e do planeamento urbano.

(adaptado de Crain; Macdonald, 1984)

Ou seja, geoprocessamento entende-se pela realização de uma quantidade de análises espaciais com o objectivo de manipular dados de diferentes origens num determinado contexto geográfico. Estas análises podem ir desde “as funções básicas de consulta de informação espacial dentro de uma determinada área, passando pela manipulação e sobreposição de mapas ou investigação de padrões e relações entre entidades” (Valentim, 2008. pp.22).

Em SIG, a forma como o geoprocessamento é realizado depende muito dos objectivos da investigação sendo possível recorrer a funções como overlay, dissolve, merge, clip, union, intersect, spatial join, etc. que ajudam a estabelecer hipóteses sobre as observações de modo a seleccionar o modelo mais adequado para os dados (Mantaay e Ziegler, 2006).

Desta forma, os SIG oferecem a capacidade de criar modelos complexos com a combinação de funções analíticas primitivas. Segundo Aronoff (1989) é possível identificar quatro categorias de funções de análise espacial:

1. Pesquisa, classificação e medição – manipulação e inquirição de bases de dados de informação alfanumérica, por forma a aceder a informação gráfica, onde apenas podem ser criados e alterados os atributos da informação alfanumérica;
2. Sobreposição de mapas – manipulação de dados relacionais segundo uma aproximação da álgebra booleana ou da teoria dos conjuntos;
3. Análise de vizinhança – análise de características da área envolvente a um local específico;
4. Análise de conectividade – descrição e modelação de processos de difusão e influência espacial, características da manipulação de modelos matriciais de dados.

(adaptado de Valentim, 2008. P.30)

2.2 BIM

“Building Information Modeling (BIM) is a digital representation of physical and functional characteristics of a facility. A BIM is a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its life-cycle; defined as existing from earliest conception to demolition.” (NIBS)

2.2.1 Contexto

Na indústria da construção, a relação entre as diferentes entidades é temporária e muito individual levando a uma falta de interoperabilidade. Esta falta de interoperabilidade conduz à existência de atrasos constantes, falta de comunicação entre as entidades responsáveis, pouco rigor nas decisões tomadas e leva a um aumento extra dos custos da obra e do próprio projecto.

Foi na década de 70 que, Charles Eastman et al. (1974) publicaram um artigo^[3] que fala sobre um sistema intitulado de Building Description System (BDS) que defendia o uso do desenho computacional em vez do tradicional desenho no papel com as plantas, cortes e alçados. Este sistema contém as seguintes ideias:

- Um meio para a fácil introdução gráfica de elementos com formas complexas;
- Uma linguagem gráfica interactiva para a edição e composição dos elementos;
- A capacidade de produzir vistas perspectivadas e desenhos ortogonais de alta qualidade;
- Um formato que permitisse a classificação da base de dados através da introdução de atributos, como por exemplo, o tipo de material, o fornecedor,

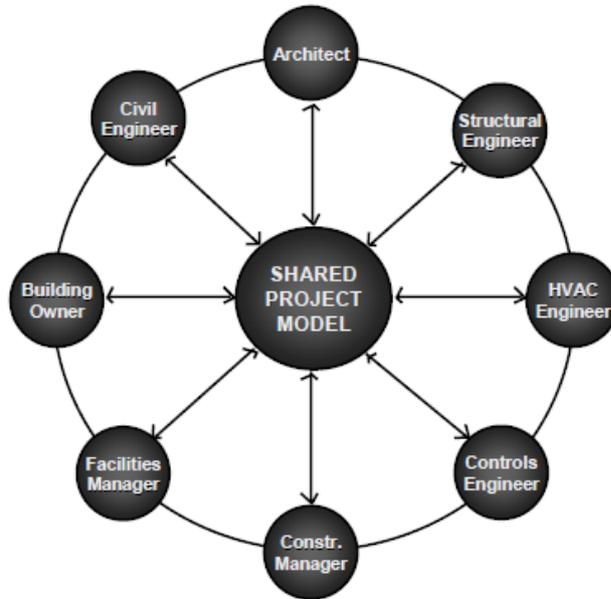
3. Artigo publicado em 1974 com o seguinte título: An outline of the Building Description System

ou compor um conjunto de dados para análise.

(adaptado de Eastman, 1974)

No entanto, foi com os artigos de Jerry Laiserin que este conceito foi mais divulgado. Por volta de 1985, foi criada a norma ISO STEP com o objectivo e criar um padrão para a troca de dados e tentar resolver as necessidades de um grande número de empresas transformadoras nessa troca de dados (Howard, Bjork, 2008).

Nos anos 90, a padronização dos métodos da modelação no domínio do edifício foi assumida pela International Alliance for Interoperability (IAI) com o objectivo de definir, publicar e promover uma especificação para a partilha de dados ao longo de todo o ciclo de vida de um projecto (Vasconcelos, 2010).



[4] Projecto de partilha de dados, IAI 1997 (Bazjanac, 2005)

Em 1997, a IAI criou a Industry Foundation Classes (IFC) como um modelo de apoio às várias fases do ciclo de vida do edifício (Isikdag, 2009), como requisitos de gestão, diversas actividades de projecto e processos de construção e de manutenção (Bazjanac, 2005).

O IAI desenvolveu também a iniciativa BuildingSmart de forma a envolver todos os elementos da indústria da construção (AECO – Arquitectos, Engenheiros, Construtores e Operadores) no intercâmbio e na partilha de dados, surgindo de seguida a BuildingSmart Alliance (Vasconcelos, 2010).

“A aliança pretende agir como um ponto focal para a melhoria da eficácia das intervenções e das operações nos edifícios através de consórcios empresariais. Estes consórcios estabelecem processos de investigação na área, realizam fóruns e seminários. Estes processos realizam-se através de informações adquiridas, de revisão do trabalho relevante efectuado, do desenvolvimento, da recomendação de normas, directrizes, programas certificados e incentivos à inovação, e através da promoção de uma maior compreensão e comunicação dentro da indústria. Especificamente, a aliança pretende facilitar a simulação e a análise quantitativa do desempenho energético dos edifícios, a qualidade do ar interior, os aspectos e desempenho de segurança de vários conceitos do projecto”^[4] (Bazjanac, 2007, pp.4).

À medida que o BIM ia sendo descoberto, foram-se criando diferentes ideias entre os membros da AECO sobre o que realmente seria este conceito. É nesta altura que o National Institute for Building Sciences (NIBS) começou o National BIM Standard (NBIMS) através do projecto Facilities Information Council (FIC) (Bazjanac, 2007) de forma a normalizar “o tipo e o formato de todos os dados que definem um edifício ao

4. Traduzido por Vasconcelos,2010. pag. 25.

longo do seu ciclo de vida, desde a sua concepção até à sua demolição.” (Vasconcelos, 2010. Pag.26).

A NBIMS é criada com o intuito de “promover a troca de informações durante toda a vida útil do edifício, promover a definição do conjunto e do formato dos dados obtidos para uma padronização nacional BIM e promover a organização dessa informação para que seja útil, actual e acessível a todos os elementos da indústria AECO”^[5] (Bazjanac, 2007. pp.4).

Durante os últimos trinta anos foi possível ver a transição do desenho em papel para o computer aided design (CAD), também em 2D, onde as diferenças foram poucas, tanto a nível do formato dos desenhos como no processo em que estes eram gerados. No caso da mudança do 2D CAD para o 3D BIM o processo tem sido mais complicado devido à necessidade de uma adopção de um novo método de trabalho e à dependência da evolução da tecnologia (Macdonald e Mills, 2010).

Desde que surgiu a ideia do uso de um desenho computacional em 3 dimensões integrando todas as especialidades, tem-se tentado criar uma padronização dos métodos usados para existir uma maior interoperabilidade. Assim, hoje em dia, a implementação do BIM é feita através do uso de modelo da Industry Foundation Classes (IFC) onde, muitos softwares (Bentley, Autocad, Archicad, etc.) são capazes de importar e exportar informação e outros dados entre si através do uso de um servidor comum (Isikdag, 2006).

É desta forma que, depois de vários anos ignorando o desenvolvimento dos modelos digitais, a indústria da construção começa a adoptar estes métodos integrando o trabalho das várias especialidades num único modelo 3D completamente detalhado (Eastman, Lee e Sack, 2003).

5. Traduzido por Vasconcelos, 2010 pag. 26.

2.2.2. Definições e conceitos

É possível encontrar um vasto número de definições para BIM. Segundo Macdonald e Mills (2010) BIM é uma tecnologia de modelação 3D inteligente associada a uma série de processos de desenho. Deutsch (2011) define como um processo (ao contrário de software, tecnologia, ou ferramenta) de gerar e manusear toda a informação do edifício durante toda o seu ciclo de vida, desde o desenho conceptual até à manutenção e funcionamento do edifício. Ou ainda, uma definição de um dos pioneiros neste tema, Eastman et al. (2008) como uma tecnologia de modelação associada a um conjunto de processos de forma a produzir, comunicar e analisar modelos de edifícios.

De um ponto de vista geral da indústria, Building Information Model é a partilha de uma representação digital comum de um edifício e das suas características físicas e funcionais com base em padrões abertos para uma melhor interoperabilidade (Bazjanac, 2007). Um BIM guarda toda a informação relevante do edifício durante todo o ciclo de vida deste e permite a cooperação entre os diversos colaboradores sendo possível introduzir, extrair, actualizar ou alterar os dados de um modelo digital (kiviniemi et al., 2008).

Segundo o trabalho de Isikdag et al. (2007) Building Information Model pode ser classificado como sendo:

1. Orientado para um objecto – a maior parte dos BIMs são definidos de forma a orientarem-se para objectos;
2. Rico em informação / abrangente – BIMs são dados ricos e abrangentes no sentido em que cobrem todas as características físicas e funcionais do edifício;
3. Tridimensional – representa sempre a geometria da construção em três

dimensões;

4. Relação espacial – as relações espaciais entre os elementos da construção são mantidas nos BIMs de uma forma hierárquica;
5. Rico em semântica – mantém uma grande quantidade de informação funcional sobre os elementos de construção;
6. Suporta a criação de vistas – as vistas podem ser geradas a partir do modelo digital e podem ser definidas consoante as necessidades do utilizador.

(adaptado de Isikdag e Zlatanova, 2009. pp.3)

Para o American Institute of Architects (AIA) BIM é “um modelo baseado em tecnologia ligada a uma base de dados de informação do projecto” (Vasconcelos, 2010. Pag. 28), e dessa forma é importante que, para que este conceito tenha sucesso, exista uma grande base de dados comum.

É assim, necessário perceber que BIM, para além de ser uma nova tecnologia/software vista como “um meio de interligação, de interoperabilidade, de colaboração e de processos automáticos” (Isikdag e Zlatanova, 2009), tanto a nível do modo de trabalho, como na redução do tempo perdido em certos processos e até mesmo numa melhor forma de comunicação entre todas as especialidades da indústria da construção do início ao fim da vida de um edifício, é também uma transição de 2D CAD para 3D BIM que não é apenas uma mudança na tecnologia usada mas também na maneira como os diferentes intervenientes vão trabalhar em equipa (Macdonald e Mills, 2010). É ainda, segundo Neil Calvert (2013), um avanço, não só para a terceira dimensão mas para a sétima dimensão, pois a informação está toda contida no modelo 3D sendo apenas necessário exportar a informação desejada desde o 4D que contém a informação sobre a calendarização; o 5D que está relacionado com os aspectos de estimativas e custos do edifício; o 6D que abrange a informação sobre

a sustentabilidade do edifício; e o 7D que trata da gestão e manutenção do edifício depois de este estar construído (Calvert, 2013) .

3D	4D	5D	6D	7D
<p>EXISTING CONDITIONS MODELS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - laser scanning - Ground Penetration Radar (GPR) Conversions Safety & Logistics Models; Animations, renderings, walkthroughs BIM driven prefabrication laser accurate BIM driven field layout 	<p>SCHEDULING</p> <p>Project Phasing Simulations</p> <p>Lean Scheduling:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Last Planner - Just in Time (JIT) Equipament Deliveries - Detailed Simulation Installation Visual Validation for Payment approval 	<p>ESTIMATING</p> <p>Real time conceptual modeling and cost planning (DProfiler)</p> <p>Quantity extraction to support detailed cost estimates</p> <p>Trade Verifications from fabrication Models:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Structural Steel - Rebar - Mechanical/Plumbing - Electrical <p>Value Engineering:</p> <ul style="list-style-type: none"> - What-if scenarios - Visualizations - Quantity Extractions <p>Prefabrication Solutions:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Equipment rooms - MEP systems - Multi-Trade Prefabrication - Unique architectural and structural elements 	<p>SUSTAINABILITY</p> <p>Conceptual energy analysis via DProfiler</p> <p>Detailed energy analysis via EcoTech</p> <p>Sustainable element tracking</p> <p>LEED tracking</p>	<p>FACILITY MANAGEMENT APPLICATIONS</p> <p>Life Cycle BIM Strategies</p> <p>BIM as-Built</p> <p>BIM embedded O&M manuals</p> <p>COBie data population extraction</p> <p>BIM Maintenance Plans and Tecnical Support</p> <p>BIM file hosting on Lend Lease's Digital Exchange System</p>

2.2.3. Aplicações computacionais BIM

BIM, como foi explicado no tópico anterior, pode ser uma ferramenta revolucionadora na indústria da construção. Com este ponto, pretende-se perceber quais as capacidades deste software.

Visto que Building Information Model é um software inteligente, como alguns autores referem, capaz de juntar uma grande quantidade de informação contendo as características físicas e funcionais do edifício é importante perceber que tipo de informação é possível introduzir no modelo BIM. Matt Dillon (2005) tenta responder a essa questão distinguindo três tipos diferentes de informação: geometria ou informação gráfica, informação não gráfica e informação conectada.

- Quanto mais informação gráfica estiver introduzida num modelo, mais rigoroso e completo será esse modelo. Através da representação 3D destes dados é possível gerar os respectivos desenhos 2D tornando assim mais fácil identificar possíveis erros de projecto e corrigi-los automaticamente nos dois tipos de representação (3D e 2D) alterando apenas um destes.
- A informação não gráfica é muito importante num modelo BIM na medida em que é possível identificar e catalogar todas as características de cada elemento/ componente do edifício e do próprio funcionamento deste. Esta capacidade permite, por exemplo, fazer estimativas de custos rigorosas, avaliações de regras de segurança, de quantidades, tarefas que não seriam tão obviamente identificáveis em desenhos 2D ou apenas visualizando o modelo 3D.
- A informação conectada, ou seja, informação exterior ao modelo que pode ser relacionada com este através de hiperligações mantendo o modelo com a informação necessária sem torna-lo muito pesado e/ou lento. Exemplos

disso são informações do fabricante, gráficos Gandt para a programação da construção ou especificações.

(adaptado de Dillon, 2005)

O mundo do BIM foi criado com a ideia de conceber um único modelo para toda a indústria da construção. Esta “utopia” (Howelle e Batcheler, 2005) ou “holy grail” (Dillon, 2005) do BIM tem sido uma luta da International Alliance for Interoperability (IAI) de forma a “definir um único modelo de construção como uma definição semântica autorizada de elementos de construção, as suas propriedades e inter-relações” (Howell e Batcheler, 2005), onde tem tido algum sucesso com a Industry Foundation Class (IFC).

No entanto, na ausência desse “holy grail”, várias empresas criaram os seus próprios software’s BIM com diferentes abordagens Howell e Batcheler (2005) enumeram e definem alguns desses softwares das principais empresas como o Autodesk Architectural Desktop (ADT) que proporciona uma transição de CAD para o BIM; Autodesk Revit com uma interpretação mais literal de um único BIM como sendo um banco de dados central do projecto; Bentley Systemms que é definido como um modelo integrado do projecto; Graphisoft’s como o modelo virtual de construção; e Nemetschek como sendo uma plataforma BIM (Howelle e Batcheler, 2005).

Apesar de não existir um único BIM, os softwares criados por estas empresas são capazes de exportar e importar informação de outros formatos de modo a complementar o modelo BIM. Por exemplo, o Autodesk Revit é compatível com Autodesk 3Ds Max, Autodesk Ecotect, Autodesk Autocad, McNeel Rhinoceros, Google Sketchup, Acis, entre outros, onde estes têm melhores capacidades para a modelação de formas ou para análises específicas (Revit, 2000).

2.2.4. Vantagens e desvantagens

É possível enumerar alguns benefícios principais do Building Information Model (BIM) descritos por alguns autores como, "O principal benefício do BIM é a sua representação geométrica exacta das partes de um edifício num ambiente integrado de dados"^[6] (CRC Construction Innovation, 2007. Pag.3) ou, "o maior benefício do BIM será obtido ao longo da vida útil do edifício..."^[7] (Bjork e Howard, 2008. Pag. 13) .

Segundo Holness (2008), o BIM está a ganhar uma importância considerável à medida que a tecnologia evolui e com uma maior interoperabilidade entre os diferentes softwares. Mas, "para chegar a todos os benefícios do BIM, é necessário trabalhar mais"^[8] (Holness, 2008. Pag.40) .

Actualmente, apesar de não existir um software perfeito para todas as aplicações BIM, já há hardware e software capaz de assistir os processos necessários num BIM. Mas a actual escassez de engenheiros formados em BIM continua a ser ainda uma barreira para a adopção de BIM em práticas de trabalho colaborativo na indústria (Macdonald et al., 2010).

Autores como Bjork e Howard (2008) e Macdonald et al. (2010) defendem que o sucesso do BIM depende de uma adopção desta matéria no plano de estudos dos cursos relacionados com este tema. Assim, ao introduzir o BIM numa fase inicial dos novos arquitectos e engenheiros, eventualmente vai fazer com que seja normal a utilização desta ferramenta.

De seguida é apresentado uma tabela síntese dos principais benefícios e dos principais problemas associados à implementação do BIM na indústria da construção:

6. "The key benefit of BIM is its accurate geometrical representation of the parts of a building in an integrated data environment" Tradução feita por Rúben Reis.

7. "The greatest benefit from BIM would accrue over the lifetime of the building..." Tradução feita por Rúben Reis.

8. "To achieve all of the benefits of BIM, more work is needed." Tradução feita por Rúben Reis.

[Tabela 3] Síntese de benefícios e problemas na implementação do BIM (autoría própria).

	Benefícios	Problemas
BIM	<ul style="list-style-type: none">• Processos mais rápidos e eficazes;• Melhores soluções de projecto;• Controlo dos custos de todo o ciclo de vida do edifício;• Controlo do desempenho ambiental do edifício;• Melhor qualidade de produção;• Montagem automatizada;• Melhor serviço ao cliente, melhor comunicação;• Armazenamento de dados durante todo o ciclo de vida do edifício;• Integração do planeamento e da implementação de processos;• Uma indústria mais eficaz e competitiva. <p>(CRC Construction Innovation, 2007)</p>	<ul style="list-style-type: none">• Grandes mudanças na forma como o projecto é conduzido desde o início;• Necessidade de uma compreensão geral do projecto por parte de toda a equipa (Dillon, 2005);• Falta de pessoas especializadas em softwares BIM (Macdonald et al., 2010);• Incompatibilidade entre as várias tecnologias de informação (Vasconcelos, 2010);• Custos mais elevados em projectos de menor dimensão (Holness, 2008).

2.2.5. BIM em ambiente SIG

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) desenvolvidos para representar objectos existentes no mundo real contendo informação topológica destes (Isikdag et al., 2007), e a informação geoespacial definida como informação relacionada com a topografia existente e com os fenómenos provocados pelo homem (Isikdag e Zlatanova, 2009) são uma ferramenta fundamental para o planeamento urbano e na sua gestão, ajudando em tarefas como o cadastro e planeamento uso do território, planeamento do crescimento urbano, planeamento e gestão dos sistemas de rede (gás, electricidade, água), planos de demolição, planeamento de respostas de emergência, navegação, entrega de bens e outros serviços, projectos de conservação e renovação e renovação, e gestão de resíduos (Isikdag e Zlatanova, 2009).

O BIM faz a ligação e o uso de informações geoespaciais, tais como: limites de propriedade, zoneamento, dados de solos, altitude, jurisdições, imagens aéreas, cobertura do solo, uso do território, etc, incluindo dados de interesse para os compradores, proprietários, credores, correctores de imóveis, socorristas, reparadores, ocupantes, inspectores de segurança, advogados, planeadores de emergência, e as pessoas que trabalham em instalações vizinhas (OGC, data desconhecida) .

Anne Kemp (2011), no seu artigo ""BIM isn't Geospatial" Or is it?", seleccionou algumas definições citadas por alguns autores a relacionar o tema BIM com a informação geoespacial:

"The convergence with GIS is a concept which recurs in the BIM literature and on-line discussions time and again. Casey et al 2010 describe BIM as ... "a modelling technology that combines the design and visualisation capabilities of CAD with the rich parametric object and attribute modelling of GIS". In "Big BIM, Little BIM", Jernigan (2008) refers to Toffler's vision: the capture of integrated knowledge in

an organised way should drive planning: “attempts to bring this knowledge together would constitute one of the crowning intellectual efforts in history – and one of the most worthwhile.” Jernigan continues“BIM, coupled with GIS, relational databases, and the Internet all help us to achieve Toffler’s vision. Building on these concepts, you can now use rules-based planning systems to capture and integrate knowledge at all levels. If you can describe something, it can be captured. If it can be captured, you can define its relationship to other knowledge. By applying the rules that govern how these bits of knowledge interact, you can assess options more quickly and more accurately than ever before. Where planning once relied on broad generalities and ‘rules of thumb’ you can now simulate ‘real life’ using BIM.” (Kemp, 2011. pp.4)

O BIM e os SIG complementam-se, na medida em que, o primeiro oferece uma visualização detalhada em 3D e representa uma grande quantidade de informação referente a um edifício, ou seja, referente à escala do objecto, enquanto o segundo é altamente personalizável e suporta informação gráfica de um conjunto urbano possibilitando vários tipos de análises (Livingston, 2012) . Desta forma, a inserção de um BIM em ambiente SIG facilita a compreensão do seu contexto com a envolvente assim como a realização de várias análises espaciais e funcionais, tanto a nível urbano como do próprio edifício, levando a uma tomada de decisões mais fundamentada ainda antes do edifício existir.

Por outro lado ainda existem algumas barreiras. Isikdag (2006) constatou que apesar do BIM conter informação geométrica e semântica sobre os elementos do edifício, essa informação ainda não pode ser transferida facilmente para um ambiente SIG, devido às barreiras tecnológicas ainda existentes (Isikdag, 2006).

Outro factor é que, um Building Information Model terá sempre muito mais informação geométrica e funcional acerca do edifício do que qualquer edifício de um

modelo SIG, sendo assim necessário haver um ajuste e uma selecção da informação que se pretende passar de BIM para o ambiente SIG (Isikdag e Zlatanova, 2009).

Para finalizar este tópico é apresentado uma tabela SWOT desenvolvida por Isikdag e Zlatanova (2009) que demonstra as potencialidades e fraquezas numa perspectiva técnica e as oportunidades e ameaças na perspectiva das entidades da implementação do BIM num ambiente GIS:

Tabela SWOT		
	Potencialidades	Fraquezas
Perspectiva técnica	<ul style="list-style-type: none"> • Representação 3D da geometria do edifício; • Hierarquia espacial representada dentro de um modelo de informação orientado ao objecto; • BIM contém uma informação funcional rica; • Modelo em evolução que representa o estado actual do edifício; • Questões baseadas em representações da geometria interior; • Clara subdivisão de espaços. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diferenças na representação geométrica dos objectivos entre os AEC e os domínios da informação geoespacial; • BIM utiliza coordenadas locais e relativas; • As relações espaciais são armazenadas em forma de relações de conectividade; • Múltiplas representações geométricas; • Diferenças de classe.

[Tabela 4] tabela SWOT da implementação do BIM num ambiente GIS (adaptado de Isikdag, 2009).

Perspectiva das entidades	Oportunidades	Ameaças
	<p><u>AEC:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Facilita a escolha do local; • Avaliação das propostas; • Facilita as análises sobre o consumo de energia e sobre os requisitos de iluminação; • Integração de operações logísticas em simulações 4D de grande escala; • Avaliação dos prejuízos (e no apoio a projectos de renovação). <p><u>Gestão urbana:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Facilita a modelação em 3D num ambiente urbano; • Facilita as actividades de evacuação; • Geocodificação em 3D; • Registo dos direitos do autor no cadastro em 3D; • Participação pública; • Avaliação de impostos sobre a propriedade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitações de privacidade pessoal e anonimato; • Sobrecarga de informação; • Acesso não autorizado a informação georreferenciada.

2.3. Gramáticas da forma

“Embora a intenção inicial de Stiny e Gips fosse a aplicação da gramática da forma nas artes plásticas, em especial na pintura e na escultura, logo se percebeu o seu potencial como metodologia para o estudo de linguagens arquitectónicas.” (Celani et al., 2006. Pag. 190)

2.3.1. Contexto

O termo Gramáticas da Forma (GF) surge num artigo intitulado “ Shape Grammar and the Generative Specification of Painting and Sculpture” desenvolvido por George Stiny e James Gips em 1972 onde o objectivo inicial era aplicar as gramáticas da forma nas artes plásticas, mais precisamente, servir de sistema de geração de formas para a pintura e a escultura. Assim, em vez de projectar directamente a sua pintura ou escultura, o artista projectaria as suas regras de composição, sendo então capaz de combiná-las de diferentes maneiras e, assim, criar uma variedade de obras de arte (Celani et al., 2006).

Para desenvolver este conceito Stiny e Gips basearam-se em dois autores: no matemático Emil Post que desenvolveu o sistema de produção em 1943 que consiste na substituição de caracteres numa sequência de letras de maneira a gerar novas sequências, e no Noam Chomsky que desenvolveu a gramática generativa em 1957 que consiste num conjunto de regras que permitem gerar todas as sequências de palavras válidas numa linguagem de modo a formar frases (Ferrão, 2013).

Estes dois trabalhos ajudaram Stiny e Gips (1972) a criar um sistema semelhante, mas baseado em formas geométricas e transformações euclidianas, em vez de símbolos matemáticos e substituição de caracteres (Celani et al., 2006).

Uma gramática da forma é um conjunto de regras que se aplicam passo-a-

passo de maneira a gerar um conjunto, ou linguagem, de projectos. As regras de uma gramática da forma geram ou calculam projectos, e as próprias regras são descrições das formas dos projectos gerados, ou seja, as gramáticas da forma são tanto descritivas como generativas (knight, 1999) .

2.3.2. Definições e conceitos

As gramáticas da forma tem propriedades direccionadas para a criação, sem sacrificar o rigor formal. Knight (2000) resume as GF em 3 características fundamentais: primeiro, os componentes das GF são pontos, linhas, planos ou volumes e são aplicadas regras a estes utilizando transformações espaciais comuns aos projectistas. Em segundo lugar, as gramáticas da forma abordam das entidades como não-atómicas, ou seja, estas podem ser decompostas e recompostas conforme os critérios do utilizador, permitindo assim a emergência, conceito definido pela capacidade de reconhecer e operar em formas que não são pré-definidas numa gramática. Por fim, as GF são consideradas não-deterministas. O utilizador é que define a quantidade de regras e como ou quando as quer aplicar, deixando a possibilidade de vários futuros que respondem de maneira diferente às propriedades emergentes, ou a outras condições ou metas (knight, 1999).

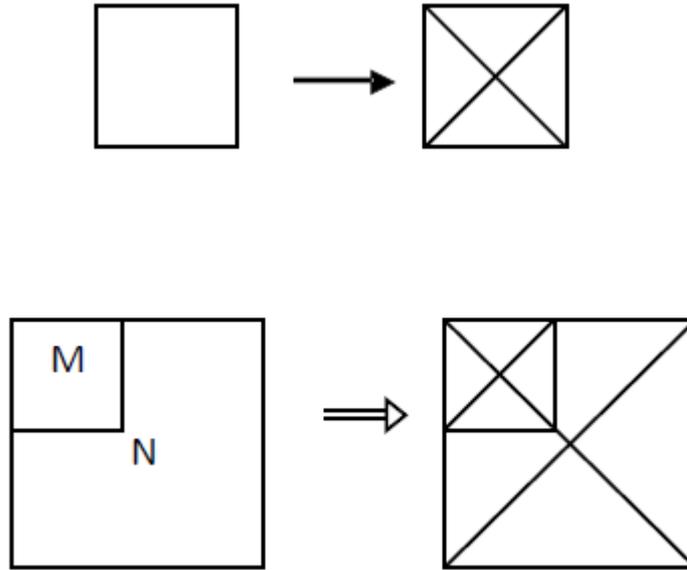
Segundo Stiny (1980a) as gramáticas da forma são definidas por 4 componentes:

- Um conjunto finito de formas, também denominado de vocabulário;
- Um conjunto finito de símbolos, ou rótulos;
- Um conjunto finito de regras de forma;
- Uma forma rotulada (com um símbolo associado).

As gramáticas da forma não procuram apenas uma solução para um dado problema mas sim por uma série de soluções baseadas num conjunto de regras com o mesmo critério, recorrendo a diversas operações para adicionar e subtrair formas ou até mesmo transformá-las (Eloy, 2012). As transformações euclidianas permitem a criação de novas formas através da alteração da localização (translação), da orientação (rotação), da reflexão e da escala de uma determinada forma (Stiny,

[5] Exemplo de uma regra que insere um "X" num quadrado e a sua aplicação em dois quadrados (M e N) com escalas diferentes (Celani et al., 2006)..

1980a). É possível ainda adicionar ou remover formas e aplicar uma transformação de escala para que, apesar da diferença de tamanhos, possa ser aplicada a mesma regra a figuras semelhantes (Celani et al., 2006).



Stiny (1890b) definiu, no trabalho "kindergarten grammar", alguns aspectos importantes de linguagem de projecto para desenvolver uma gramática de forma:

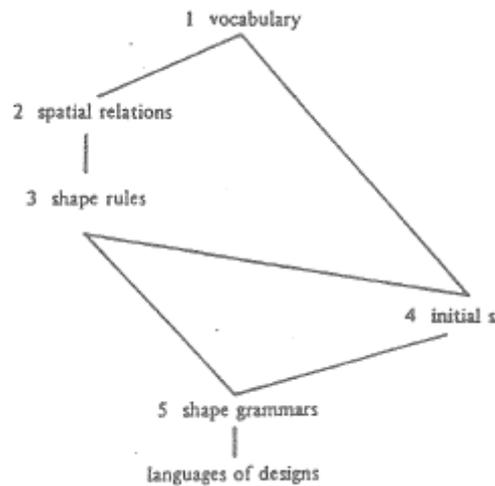
1. Vocabulário de formas: em primeiro lugar, é preciso definir um conjunto finito de formas primitivas que farão parte da gramática. Essas formas podem ser bi ou tridimensionais;
2. Relações espaciais: em seguida são estabelecidas as combinações desejadas entre as formas primitivas do vocabulário;
3. Regras: a partir das relações espaciais, são definidas regras de transformações do tipo A->B (ao encontrar A, substitui-se por B). Essas regras podem ser do

tipo aditivas ou substractivas;

4. Forma inicial: para dar início à aplicação das regras, é necessário seleccionar uma forma inicial, pertencente ao vocabulário de formas.

(Adaptado de Celani et al., 2006)

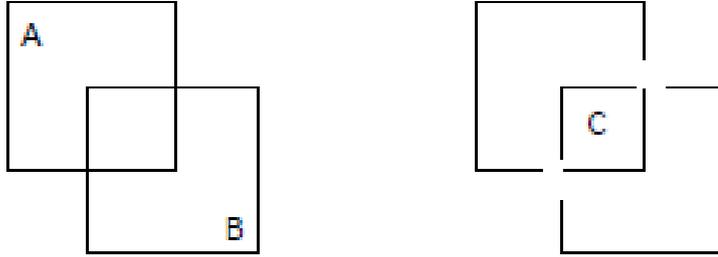
“As gramáticas da forma são definidas em termos de regras de forma e de formas iniciais. Cada gramática de forma define uma linguagem de projecto.” (Stiny, 1980b, pag.417)



“Apesar de permitirem um método flexível de trabalhar em arquitectura as GF são muitas vezes criticadas, por serem consideradas um processo demasiadamente mecânico, ou por se considerar que a utilização de regras restringe demasiado a concepção arquitectónica” (Ferrão, 2013. Pag.153). Segundo Celani et al. (2006) a maior dificuldade encontrada na implementação computacional das gramáticas da forma consiste na identificação de figuras emergentes, por exemplo, com a sobreposição

[7] Sobreposição dos quadrados A e B e emergência do quadrado C (Celani et al., 2006)

parcial de dois quadrados surge um terceiro quadrado facilmente detectado pelo cérebro humano mas torna-se mais difícil no ponto de vista computacional pois, este não assume o terceiro quadrado não sendo possível aplicar regras de substituição ao mesmo.



2.3.3. Tipos de gramáticas de forma

Desde que Stiny e Giips (1972) criaram as gramáticas da forma, com objectivos sintéticos, estes e outros autores têm vindo a desenvolver alguns trabalhos orientados pelo sistema original e acrescentando-lhe novas características e dando-lhe novas aplicações (Celani et al. 2006).

Neste tópico, baseado no trabalho de Celani et al. (2006) e de Ferrão (2013) pretende-se apresentar resumidamente alguns desses novos sistemas, começando pelo original:

Gramática original: “De acordo com Duarte (2007) as gramáticas originais ou sintéticas têm como objectivo a criação, de raiz, de novas linguagens de projecto, baseada num vocabulário de formas e em relações espaciais entre essas mesmas formas (...) Segundo Knight (1999) as gramáticas da forma originais só podem ser criadas de raiz em teoria. Na prática, as linguagens originais não são criadas de raiz, mas a partir de linguagens já existentes, combinando abordagens analíticas e sintéticas.” (Ferrão, 2013. Pag. 169).

Gramática da forma analítica: “a primeira aplicação analítica foi proposta por Stiny (1977), para a caracterização de um conjunto de regras capaz de gerar desenhos de janelas tradicionais chinesas. Trata-se de um tipo de composição muito simples, baseado na subdivisão sucessiva de rectângulos. Após esse trabalho, passaram a predominar as aplicações analíticas da gramática da forma.” (Celani et al. 2006. Pag. 187).

Gramáticas híbridas: “na aplicação de gramáticas híbridas, ao contrário do que acontece com as analíticas, pretende-se que estas sejam usadas na concepção de novos desenhos, apesar de englobarem também o processo de análise. Estas análises permitem uma maior interacção ao possibilitar a colocação de

novas restrições e objectivos (...) As GF híbridas são compostas por duas fases: análise e síntese. Na fase analítica é feita a descrição, com as estratégias gerais do desenho. A fase sintética permite maior interacção, quem projecta pode combinar várias regras (...) As GF não são usadas apenas para definir novos desenhos, mas como ferramenta auxiliar para ajudar na compreensão do desenho de arquitectura.” (Ferrão, 2013. Pag. 174).

Gramática paramétrica: “as primeiras definições de gramática da forma já sugeriam a possibilidade de que certos valores fossem deixados em aberto para serem definidos no momento da implementação. Dessa forma, é possível definir uma gramática da forma paramétrica, capaz de gerar uma enorme variedade de resultados...” (Celani et al. 2006. Pag. 187). Um bom exemplo de gramática paramétrica é a gramática das janelas chinesas desenvolvida por Stiny (1977).

Gramática predefinida: “trata-se de um tipo de gramática determinística em que uma mesma regra ou uma mesma sequência de regras é aplicada sucessivamente. Os resultados obtidos com esse tipo de gramática apresentam sempre alguma regularidade. Esse conceito foi aplicado, em especial, no artigo em que Stiny introduz a gramática da forma tridimensional utilizando os blocos de Froebel” (Stiny, 1980b)...” (Celani et al. 2006. Pag. 188).

Gramática com marcadores: “o uso de marcadores (labels), que nada mais são que marcas aplicadas às formas para reduzir sua ordem de simetria, restringe a maneira como as regras podem ser aplicadas, mas, por outro lado, permitem maior controle sobre os resultados” (Celani et al. 2006. Pag. 189).

Gramática de cor: “desenvolvida por Knight (1993, 1994), essa variação da gramática da forma utiliza cores no lugar de marcadores. A maior vantagem é que elas podem ser utilizadas para a aplicação posterior de “regras de decoração”, nas quais elementos extras podem ser inseridos nas áreas coloridas” (Celani et al. 2006. Pag. 189).

2.3.4. Gramáticas da forma aplicadas em arquitectura e no desenho urbano

Como já foi referido, as gramáticas da forma surgiram no trabalho de Stiny e Gips (1972) com uma aplicação mais direccionada para as artes plásticas, mas as gramáticas da forma têm vindo também a ser aplicadas no âmbito da arquitectura e do desenho urbano.

Em relação á arquitectura, foram desenvolvidos vários trabalhos com diferentes objectivos e com gramáticas de diferentes linguagens. Estes recorrem principalmente às gramáticas analíticas e originais apesar de as analíticas terem assumido um papel mais relevante em trabalhos como o de Stiny e Mitchell com as gramáticas das Villas de Palladio em 1978, uma abordagem mais ambiciosa e mais complexa, de Koning e Eizenberg nas gramáticas das casas da pradaria de Frank Lloyd Wright em 1981, de Downing and Flemming nas gramáticas Bungalows de Buffalo em 1981, de Flemming nas gramáticas da casa Queen Anne em 1987, de José Duarte nas gramáticas das casas da Malagueira de Alvaro Siza e 2001, entre muitos outros (Eloy, 2012).

As gramáticas da forma só foram aplicadas no desenho urbano em 1984 com o trabalho de Brown e Johnson, que analisaram a evolução dos quarteirões medievais da cidade de Londres. Só passados 12 anos foram desenvolvidas as primeiras gramáticas analíticas no contexto do desenho urbano através de Teeling (1996), que concentrou-se na evolução geométrica de malhas urbanas inferindo subdivisões que originam uma estrutura final. Teeling demonstrou ainda que era possível criar a forma original e também gerar outras com características semelhantes (Duarte e Beirão, 2011).

Segundo Duarte e Beirão (2011), o interesse pelo potencial das gramáticas da forma aplicadas ao desenho urbano têm vindo a aumentar visto que é possível enumerar alguns trabalhos desenvolvidos sobre este tema como o de Parish e Muller (2001), Mayal e Hall (2005) e Duarte et al. (2007).

2.4. City Intelligent Model (CIM) ou GeoBIM

“(…) In fact computer programs are able to shape buildings and cities in much faster and “realistic” ways than the human hand. As buildings and cities are edited with lines, planes, points, volumes or other geometric features, computer programs have enabled another pathway for their representation: all these features can be “read” as data and hence able to feed performance models for the analysis of different attributes of these objects.” (Turkienicz et al., 2008. pp.375 e 376)

Quando se fala de planeamento urbano ou desenho urbano, as ferramentas mais usadas pelos arquitectos e urbanistas são Computer Aided Architectured Design (CAAD) e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG). (Beirão et al., 2010). Porém, as ferramentas CAAD, historicamente, têm estado muito mais perto de serem uma ferramenta de “desenho” do que uma ferramenta de “projecto” uma vez que estas não são inteligentes o suficiente para relacionar e analisar diferentes parâmetros e não são capazes de validar os resultados. Por outro lado, os SIG foram desenvolvidos para capturar, armazenar, manipular, analisar, mostrar, e ligar a informação geográfica com informação descritiva (Turkienicz et al., 2008).

A combinação destas duas ferramentas num único software pode ser um caminho para chegar a uma plataforma capaz de ajudar os arquitectos e urbanistas no planeamento do desenho urbano. Com esta combinação surgem termos como GeoBIM associado a uma extensão do software CityGML (Rua, 2012) ou City Intelligent Model (CIM) como Beirão et al. (2010) chamaram. Beirão et al. (2010) definem alguns parâmetros que acham ser relevantes num software que combine BIM e SIG:

- Incorporar uma ontologia urbana;
- Responder às normas e estratégias do planeamento;
- Considerar o contexto, mantendo a informação tanto do local como da

população;

- Apoiar a formulação de programas para a intervenção urbana;
- Fornecer uma selecção de padrões de projecto urbano;
- Incluir um modelo generativo de projecto;
- Realizar a análise de indicadores de sustentabilidade;
- Permitir a interacção entre os dados e o projecto;
- Permitir uma visualização interactiva dos dados;
- Realizar a avaliação e classificação dos diferentes projectos.

(Adaptado de Beirão et al., 2010)

Segundo Beirão et al. (2010) ainda não existe nenhum software que incorpore todas as características enumeradas anteriormente. No entanto, é possível encontrar alguns softwares que combinam os CAAD com os SIG, como por exemplo, CityCAD, CityEngine, CityZOOM e AutoCAD Civil 3D:

- CityCAD está focado no desenvolvimento numa interface interactiva, incorpora uma ontologia do desenho urbano, com atributos conferidos às entidades do projecto, e realiza relatórios das análises dos dados do projecto;
- CityEngine, inicialmente mais focado na indústria do cinema e dos videojogos com uma visualização bastante realista das cidades, mas adoptado pelos arquitectos e urbanistas devido às suas entidades generativas.
- CityZOOM que aparece como uma ferramenta de suporte que combina o CAD e os SIG para a realização de tarefas específicas no planeamento urbano, em particular a simulação das regulamentações deste.
- AutoCAD Civil 3D tenta incorporar as entidades dos SIG com as capacidades

do CAD concentrando-se principalmente no desenho de estradas e no planeamento urbano.

(Adaptado de Beirão et al., 2010)

Neste trabalho interessa aprofundar o conhecimento sobre o software CityEngine introduzido por Parish e Muller (2001) e disponibilizado e comercializado pela ESRI desde o verão de 2011 (Esri, 2011a).

2.4.1. CityEngine

“O CityEngine oferece um conjunto completo de ferramentas processuais líderes de mercado para agregar dados geoespaciais, dispor e editar redes de ruas, subdividir parcelas, gerar e modificar construções, distribuir adereços ao longo das ruas, controlar a forma da linha de horizonte e analisar projectos de desenho urbano.” (ESRI Portugal, 2012a. Pag.1)

CityEngine é um software que oferece uma solução de desenho e modelação conceptual para a criação eficiente de cidades em 3D e de edifícios, a utilizadores avançados na área de arquitectura, urbanismo, entretenimento, simulação, SIG e produção de conteúdos 3D. (ESRI, b)

Este Software contém uma interface de programação que permite codificar gramáticas de forma numa linguagem CGA (Conformal Geometric Algebra) (hohmann et al. 2008). Segundo Beirão et al. (2008) a integração das gramáticas da forma em ambiente SIG pode ser muito vantajosa para a criação de modelos de cidade 3D, optimizando a geração dos edifícios e as suas fachadas e melhorando a simulação de opções de planeamento e gestão urbanística.

“CGA é uma linguagem utilizada para definir regras de produção que, iterativamente, desenvolvem um projecto cada vez mais detalhado. Por exemplo, os edifícios são inicialmente gerados como volumes, onde é estruturada a fachada e finalmente, aplicadas as janelas, portas e ordenamento.” (Roxo, 2012. Pag. 40). Parish e Muller (2001), ao desenvolverem o CityEngine em que, para criar uma cidade virtual, um mapa de estradas, é necessário desenhar e gerar um grande número de edifícios, propuseram a utilização de um sistema com uma abordagem processual baseada em L-Systems que compõe as regras gerais de adicionar, escalar dividir e gerar forma, adaptadas à modelação arquitectónica (Muller e Parish, 2001; Roxo, 2012).

L-Systems é um mecanismo paralelo de escrita baseado num conjunto de

produção de regras. No CityEngine são usados dois L-Systems diferentes para criar uma cidade completa, um para as vias e outro para gerar os edifícios. (Parish e Muller, 2001).

Para a realização de um modelo de cidade 3D Parish e Muller (2001) propuseram a realização de alguns passos. Primeiro são introduzidos os dados com a informação 2D georreferenciada. De seguida as estradas são criadas ou importadas usando o L-System das vias. As áreas entre as estradas são subdivididas de forma a criar os quarteirões onde os edifícios se vão erguer. Num terceiro passo, é utilizado o L-System dos edifícios de forma a extrudi-los em simples volumes. Neste passo podem ser gerados dos telhados e do mobiliário. Num quarto passo são criadas as fachadas com os detalhes respectivos e são atribuídas as texturas. Finalmente, o modelo fica concluído e é possível proceder-se à renderização, à actualização do modelo e, mais recentemente, à partilha do modelo na internet.



Passo 1
Geodatabase/
Informação 2D



Passo 2
Ruas 3D, quarteirões
e parcelas
(importação ou
criação)



Passo 3
Extrusão 3D,
geração de telhados
e de mobiliário
urbano



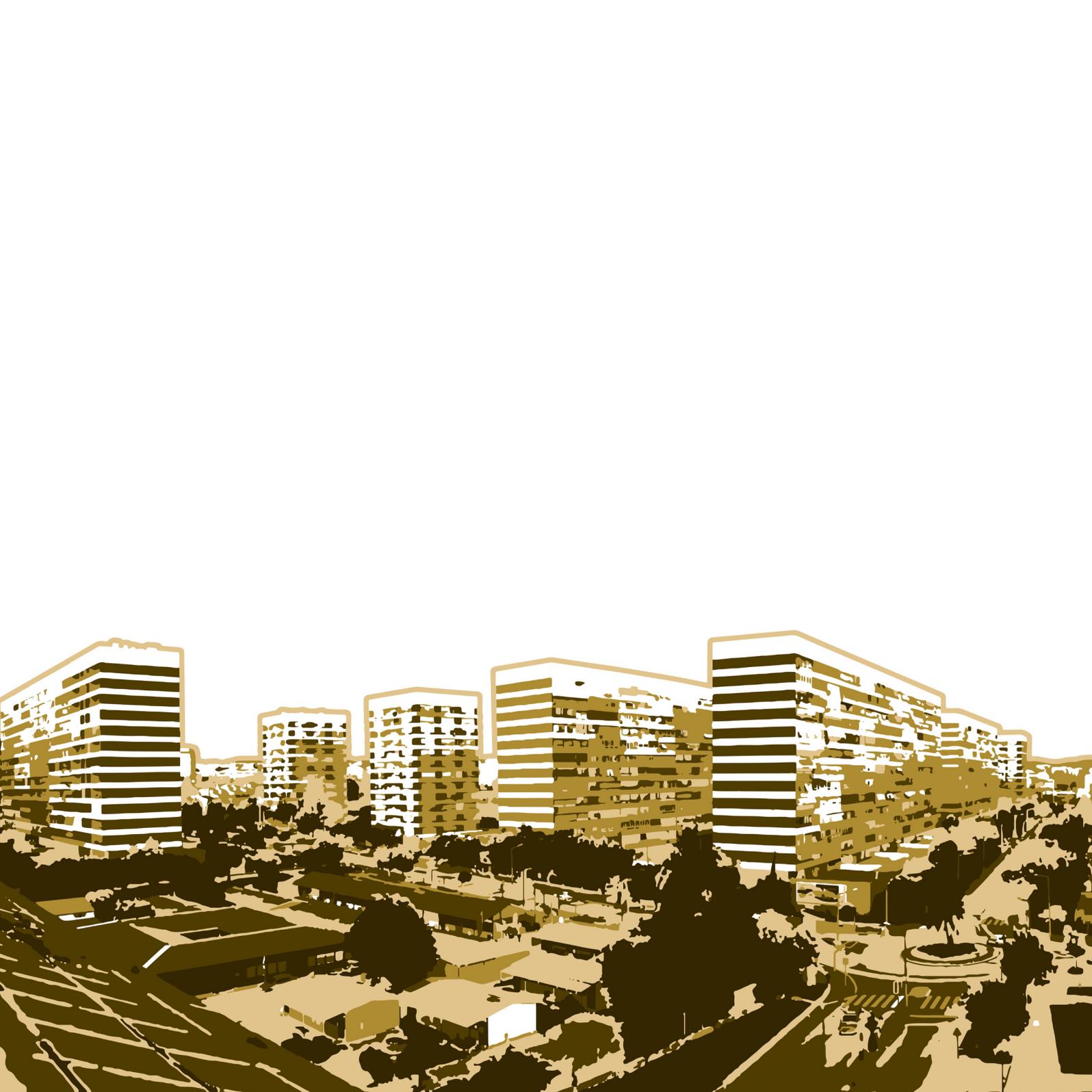
Passo 4
Texturização e
criação de fachadas
(detalhes)



Passo 5
Cidade 3D completa
partilhada na web
e actualizada na
geodatabase

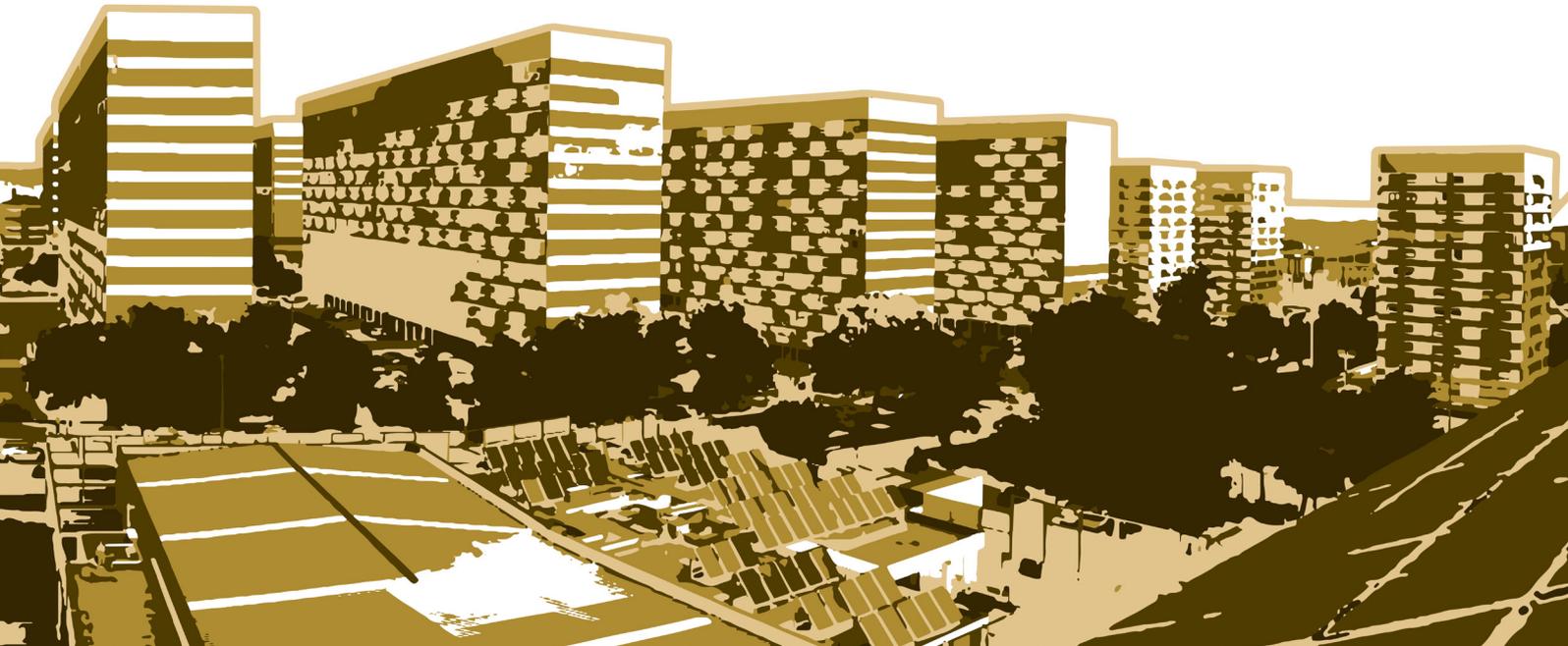
Em suma, o CityEngine é um software com layouts dinâmicos que combina as potencialidades do BIM e dos SIG proporcionando a criação, a edição, a realização de algumas análises e relatórios e a visualização de um modelo tridimensional de uma cidade através da implementação de regras CGA, que oferecem “possibilidade ilimitadas de controlo da massa, os activos geométricos, as proporções, regras de zoneamento ou a textura de edifícios ou ruas (...)” (ESRI Portugal, 2012a. pag.1), da utilização de uma interface de programação de Python dinamizando tarefas repetitivas ou específicas de uma série, e da importação e exportação de dados SIG e de vários formatos standart da indústria 3D (KML, Collada, Autodesk FBX, DXF, 3DS, Wavefront OBJ, Renderman, Mental Ray).

Desta forma, o CityEngine apresenta-se como uma plataforma GeoBIM revelando grandes vantagens para arquitectos e urbanistas permitindo a realização de estudos mais complexos através da análise conjunta de dados BIM e SIG optimizando decisões a nível do planeamento e da gestão urbanística e a nível do edifício e do projecto de arquitectura. Ao agregar toda a informação num único modelo é criada uma “base de dados única, de fácil actualização, que minimiza a existência de informações dispersas.” (Roxo, 2012. Pag. 41)



03

CASO DE ESTUDO



3.1. Contexto histórico

Muitos foram os factos que levaram à suburbanização nas periferias de Lisboa, principalmente na segunda metade do século XX. Factores como o desenvolvimento das infra-estruturas rodoviárias, o desenvolvimento da rede de transportes colectivos, o grande fluxo de emigrações provenientes do êxodo rural e os processos de descolonização, a necessidade emergente da construção de novas habitações num contexto Pós-Guerra, a industrialização, etc. É neste momento de uma procura excessiva por habitações e empregos que os agentes económicos, essencialmente, os promotores imobiliários, tiraram vantagem dos princípios do Movimento Moderno banalizando-o em busca de lucro desenfreado. (Coelho, 2010; Ferreira, 2010; Félix, 2010).

Para além da enorme afluência de pessoas de vários sítios de Portugal para as periferias de Lisboa, na década de 70, o centro da cidade sofre o fenómeno de desurbanização e o sector terciário instala-se nas avenidas principais substituindo os imóveis existentes por edifícios mais altos, destinados a hotéis, escritórios, comércio e habitação de luxo (Ferreira, 2010). Desta forma, “a expansão periférica parecia dar resposta à satisfação e à liberdade pretendida pelas classes médias, que ambicionavam viver fora dos centros urbanos” (Coelho, 2010. Pag.19).

A urbanização da Portela de Sacavém, desenvolvida pelo arquitecto Fernando Silva, surge assim, neste contexto de densificação da periferia da cidade de Lisboa, beneficiando das importantes vias rápidas de ligação a Lisboa e oferecendo uma zona habitacional de qualidade para uma classe média/alta, em alternativa à insalubridade de muitas habitações do centro da cidade. O arquitecto Fernando Silva realiza um plano aliado às bases de uma arquitectura modernista e baseado nos ideais da Carta de Atenas de 1933 com um zoneamento funcional (circulação, habitação, equipamentos sociais e comerciais), concebendo um modelo racional de grande simplicidade

estrutural e com uma repetição tipológica. (Ferreira, 2011)

“Tomando como base os modelos criados no Movimento Moderno e pelos princípios da Carta de Atenas para o desenvolvimento de planos urbanos que davam resposta às novas necessidades habitacionais, os novos edifícios eram altos e estreitos, possuíam formas paralelepípedicas que permitiam um crescimento compacto, dando à cidade novas características cada vez mais cosmopolitas. Estes edifícios eram caracterizados por uma construção rápida e eficaz, potenciados pela pré-fabricação e pela repetição de modelos. A ideia de modernidade, de um novo espírito que se implantava, pertencia aos ideais de um homem-tipo que correspondia a necessidades e desejos-tipo, repetíveis num espaço, tornando-o homogéneo.” (Coelho, 2010. Pag.15 e 16)

A 11 de Janeiro de 1965, o antepiano da urbanização da Portela de Sacavém é aprovado. Seguindo a estratégia defendida pelos CIAM (Congressos Internacionais da Arquitectura Moderna) onde a livre disponibilidade do solo era essencial para garantir a eficácia das operações urbanísticas, foram expropriados os terrenos da Quinta da Vitória, do Casquilho, do Ferro, do Carmo e da Alegria, da Freguesia de Sacavém e do concelho de Loures, acumulando um total de 50 hectares para a construção de 4500 fogos e os respectivos equipamentos urbanos (Coelho, 2010; Ferreira, 2011).

Da mesma forma que é feito noutros planos realizados para as periferias como a Urbanização dos Sassoeiros (1961-1975), o Complexo do Alto da Barra (1962-1979), ou o Complexo da Quinta da Luz (1969-1978), o arquitecto Fernando Silva opta por uma forma paralelepípedica com uma abordagem linguística claramente purística e abstracta que não deixa influenciar pela história ou pela envolvente (Félix, 2010).

Assim, a urbanização da Portela de Sacavém, “ajustou-se àquilo que eram as necessidades da promoção imobiliária e dos interesses económico, exigindo modelos eficientes, inteligíveis de implementar e largamente lucrativos como a época exigia” (Coelho, 2010. Pag.25).

3.2. Arquitecto Fernando Silva

Fernando Silva nasceu em Lisboa a 5 de Janeiro de 1914 e faleceu em 1983. Foi um arquitecto modernista português com uma “posição de adaptação às reais possibilidades de concretização do projecto Moderno, escapando à radicalidade abstracta das propostas dos anos 20 e da sensualidade escultórica das propostas lineares internacionais” (Ferreira, 2010. Pag.36).

O seu percurso académico passou pela Escola de Belas Artes de Lisboa (EBAL) em 1929 onde tirou o Curso de Desenho e, mais tarde, pela Escola de Belas Artes do Porto (EBAP) onde completou o Curso de Arquitectura a 2 de Fevereiro de 1944 com uma classificação de 19 valores no CODA (Concurso para a Obtenção do Diploma de Arquitecto), já com um projecto a nível nacional. Concluiu, a 30 de Outubro de 1942, o tirocínio profissional de arquitecto, sob a orientação do arquitecto Raul Rodrigues Lima (1909-1979). O arquitecto foi ainda condecorado com três Prémios Valmor e dois Prémios Municipais de Arquitectura (Menezes, 2010).

A arquitectura de Fernando Silva é muito influenciada pelos ideais desenvolvidos na Carta de Atenas: “demarcação de amplas áreas verdes para uso comunitário; separação hierarquia do esquema de circulações urbana; implantação do edifício, perpendicularmente à rua, tendencialmente, separado do terreno e seguindo os princípios da clareza e repetição tipológica; e crença na construção de uma imagem urbana unitária.” (Ferreira, 2010. Pag.38)

Fernando Silva conseguiu projectar a “cidade de Lisboa, para outra dimensão urbana, nunca antes experimentada” (Monteiro, 2007. Pag.260) com uma arquitectura racional e com a procura de sistemas de construção inovadores, nessa altura, desde o uso do betão armado como elemento inspirador e regulador do espaço arquitectónico, como as grandes superfícies horizontais envidraçadas, até ao uso de elementos pré-fabricados que permitem uma maior economia de meios, a exploração até ao detalhe

e o cumprimento rigoroso de todo o processo construtivo (Ferreira, 2010).

Os Projectos realizados pelo arquitecto Fernando Silva foram, geralmente, subsidiados por clientes influentes possibilitando-lhe o acesso a engenheiros e empresas especializadas na construção, assim como a realização de obras associadas à classe média/alta, principalmente as que foram construídas dentro da capital, sendo que, a nível da organização interna, existe uma variação entre as habitações desenvolvidas no interior da cidade e as que foram pensadas para um contexto periférico. Tanto num como na outra, o modernismo está presente em que, nas primeiras há uma procura pela minimização da área de circulação interna assim como numa fluidez entre os vários espaços, mas é nas segundas que as características do modernismo são claramente empregues no interior do fogo, ou seja, “a clareza e a repetição modular do fogo era complementada, assim como postulado na Carta de Atenas, com a vivência dos espaços de convívio colectivos e todo o ambiente urbano criado de raiz.” (Ferreira, 2010. Pag.40).

Durante a sua vida como arquitecto, Fernando Silva colaborou com vários arquitectos, como Rodrigues Lima nas obras das Cadeias Civas e no edifício de habitação na Avenida Sidónio Pais (Prémio Valmor de 1943), Ruy D’Athouguia (1917-2006) no conjunto de edifícios na praça de Alvalade (1966- 1979) e Faria da Costa no edifício de habitação da Avenida do Restelo (Prémio Municipal de Arquitectura de 1952). Foi ainda autor do conjunto urbano da Portela (1959-1979) e o conjunto na Avenida da Igreja no Bairro de Alvalade (1947-1948), do edifício Shell (1959-1970), do edifício Philips (1964-1970), da Siderurgia Nacional (1958-1970), do Banco Pinto Magalhães no Porto (1960-1962), destacando-se com o Hotel Sheraton (1962-1972) como um dos edifícios mais altos de Portugal e com o Cinema S. Jorge (1947-1950) na Avenida da Liberdade, em Lisboa (Menezes, 2010).

3.3. Plano de urbanização

A urbanização da Portela de Sacavém, localizada a norte dos Olivais Norte, próxima de importantes eixos viários de ligação à cidade de Lisboa, desenhada conforme o universo funcional proposto na Carta de Atenas conjugando Habitação, Trabalho, Lazer e Circulação como uma unidade de conjunto, mostra uma arquitectura Modernista, aplicada nas periferias na segunda metade do século XX e apresenta uma solução para a revolução social e económica dessa época.

Planeada para uma grande massa de pessoas, a urbanização da Portela de Sacavém define-se assim num “modelo reticular assinalado por um centro dedicado às funções sociais de comércio e cultura e lazer, e que permite algumas variações ao nível da implantação dos edifícios.” (Ferreira, 2011). Os edifícios habitacionais são construídos perpendicularmente às vias de trânsito de forma a evitar ruídos, poeiras, gases nocivos e o contacto directo entre a janela e o automóvel, sendo que, os espaços verdes e a rede viária, ao conectarem todo o conjunto do plano, garantem a autonomia dos edifícios. Outro pormenor que ajuda a isolar os edifícios habitacionais são as plataformas elevadas em relação à via automóvel, onde são implantados os edifícios, definindo o espaço público à volta destas. O estacionamento das habitações é previsto para o interior destas plataformas proporcionando, ao mesmo tempo, um espaço de convívio e lazer comum aos residentes. (Ferreira, 2011).

Foram assim, desenhados 4503 fogos num total de 196 lotes para uma estimativa de 18.500 habitantes. O Arquitecto Fernando Silva distribuiu assim as habitações em nove projectos-tipo organizados interiormente de forma variável e contrastante com a uniformidade exterior dos edifícios. Estes nove projectos-tipo são divididos em duas tipologias comuns nos projectos de urbanização do arquitecto: a tipologia em banda contendo sete desses projectos-tipo; e a tipologia em torre contendo os restantes dois projectos-tipo (Félix, 2010). É importante salientar os lotes

1 a 30, distribuídos junto ao Seminário dos Olivais, que apresentam uma arquitectura com outras regras definidas pela proximidade com o Seminário. É ainda projectada outra tipologia, colocada no núcleo da zona central da Portela de Sacavém, que contém o centro comercial, escritórios e habitação. Esta zona central tem uma área de 285x300m. (Coelho, 2010).

As diferentes tipologias em banda podem ser descritas como grandes paralelepípedos que variam entre os oito e os doze andares e os 12 e 15 metros de profundidade. Estes são implantados numa plataforma ligeiramente elevada da via pública fazendo-se salientar a leveza do edifício ao contrapor a dimensão da plataforma (elemento horizontal) com o bloco habitacional (elemento vertical) e ao eleva-lo desta plataforma com o uso de pilares aparentes no rés-do-chão. Apenas a habitação da porteira e o átrio de entrada com os acessos são colocados neste piso, ligeiramente recuados em relação ao resto do edifício (Ferreira, 2011).

No interior do edifício surgem duas variações influenciadas pelo sistema construtivo. No caso do sistema de pilar viga de betão é seguido o habitual esquema de esquerdo/direito em que, cada fogo é servido com duas fachadas com aberturas por uma questão de ventilação e iluminação e o espaço é dividido em duas zonas (estar-dia, dormir-noite) reduzindo as circulações internas. Com o uso do sistema de cofragem em túnel surge uma galeria interior ao longo do bloco proporcionando apenas uma fachada com aberturas por fogo, em que estas ocupam toda a largura das assoalhadas (Ferreira, 2011).

No caso das tipologias em torre, a implantação de forma quadrangular varia entre os 20 e os 25 metros e podem ter entre oito a doze pisos (Ferreira, 2011). São assentes numa plataforma delimitada por uma linha de floreiras e com as mesmas características das plataformas dos edifícios em banda. Os edifícios em torre estão situados nos limites da urbanização e mais perto das áreas verdes (Coelho, 2010).

O interior é composto por um piso térreo ocupado maioritariamente por áreas

de acessos, serviços comuns ou espaços de comércio. As habitações estão organizadas em torno de uma coluna central, com características estruturais, onde estão os acessos verticais surgindo quatro habitações por piso (Coelho, 2010). A organização funcional do programa no interior dos fogos proporciona um desenho das fachadas sem hierarquia onde a sala é colocado estrategicamente num dos cantos do bloco de forma a conseguir duas janelas neste espaço e, apesar de serem fogos menores que os dos blocos em banda, possuem terraços e varandas (Ferreira, 2011).

Desta forma, tanto o edifício em banda como o edifício em torre, são caracterizados por amplas zonas de varanda e janela fazendo um jogo de elementos horizontais de vazios e cheios criando uma unidade plástica na urbanização. A platibanda destaca-se em relação aos restantes elementos horizontais de forma a esconder todo o equipamento da cobertura como, as saliências das caixas de escadas e máquinas dos elevadores. Os materiais usados nas diferentes tipologias aplicadas na urbanização da Portela de Sacavém foram:

- O betão predomina nos elementos pré-fabricados de enchimento de paredes exteriores (estes elementos não necessitam de um acabamento posterior, podendo ser directamente pintados);
- As paredes divisórias sem função resistente são em alvenaria de tijolo, rebocada e posteriormente pintada;
- As caixilharias das janelas, as portas de acesso exterior e as guardas das varandas são em alumínio anodizado de cor natural;
- Os estores são em régua de plástico de cor branca;
- O revestimento dos pavimentos das zonas húmidas é em mosaico cerâmico e nos quartos e sala em alcatifa prensada;
- As carpintarias interiores são em madeira;

Como revestimento exterior é frequente o uso de mosaico tipo EVINEL com duas

cores contrastantes que acentuam a divisão bipartida das fachadas;

- Para um fácil manutenção é frequente o recurso a courettes visitáveis;
- Para a ventilação das instalações sanitárias e dos parques de estacionamento são utilizados sistemas de extracção mecânica, devidamente homologados.

(Adaptado de Ferreira, 2010)

A zona central da urbanização da Portela de Sacavém é pensada de forma a receber todos os equipamentos públicos para criar um centro de lazer e trabalho para os moradores da Portela de Sacavém. Assim, este espaço é ocupado com uma piscina, ginásios, campos de ténis e futebol, cafés, um jardim público, um centro comercial com escritórios, uma igreja e uma escola, apesar de ter sido proposto mais do que uma escola no centro. Também situada no centro, está a associação de moradores, criada como entidade responsável pelo funcionamento dos equipamentos e dos espaços verdes (Coelho,2010; Ferreira, 2011).

Todos os equipamentos existentes garantem as condições, tanto a nível de lazer como de trabalho, para que os moradores da urbanização não necessitem de se deslocarem para fora desta. No entanto, existem dois equipamentos que se destacam, o centro comercial e a Igreja de Cristo-Rei (Coelho,2010; Ferreira, 2011).

O centro comercial está colocado exactamente no centro da Portela de Sacavém destacando-se pela sua enorme implantação circular com as respectivas lojas e restauração, e pelo seu edifício de habitação e escritórios assumindo-se como o edifício mais alto da urbanização. Esta tipologia obtém o mesmo tratamento plástico que os blocos habitacionais mantendo a mesma linguagem que o resto da urbanização (Ferreira, 2011).

A Igreja do Cristo-Rei (1982-1988), apenas concluída em 1992, projectada pelo arquitecto Luíz Cunha, assume uma arquitectura distinta do resto do plano tornando-se

numa “referência no meio de uma arquitectura austera que só depois de concretizada na sua totalidade permitiu o surgimento deste novo edifício” (Coelho,2010. Pag.45). Esta igreja trouxe alguns espaços de convívio e acolhimento que ainda eram escassos na altura que foi construída (Coelho, 2010).

Uma das principais preocupações no plano desenvolvido pelo arquitecto Fernando Silva foi estabelecer uma hierarquia das vias de circulação de forma a separar a circulação automóvel da circulação pedestre, distribuindo-as assim em quatro tipos:

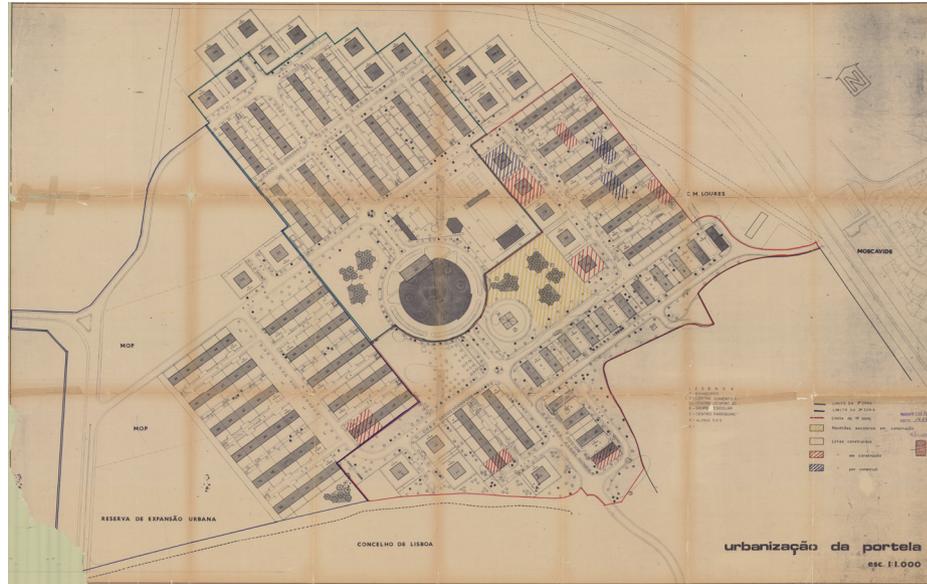
- Vias principais – pensadas exclusivamente para a circulação automóvel e isoladas das habitações com uma zona de vegetação asseguram a circulação principal dentro da Portela e as ligações com a envolvente;
- Vias de trânsito secundário – fazem a ligação entre as vias principais e as ruas de acesso aos blocos habitacionais;
- Ruas residências – normalmente sem saída de forma a eliminar o trânsito nas zonas residências e controlar a velocidade do mesmo, facilitando assim a convivência do automóvel com o peão;
- Passeios para peões – passagens superiores situadas em pontos estratégicos de ligação entre os núcleos e paragens de transportes públicos de forma a separar os peões dos automóveis.

(Adaptado de Ferreira, 2010)

Estas estratégias de Fernando Silva foram abolidas pelos planos de revisão afastando assim a ideia de hierarquia de vias na Portela de Sacavém em que as diferenças de pavimentos limitaram aos tipos um e dois e as passagens superiores foram reduzidas a passeadeiras de nível (Ferreira, 2011).

A urbanização da Portela de Sacavém assume assim uma importância na

periferia de Lisboa “pela sua depuração formal, austeridade e rigor construtivo, organizadas segundo uma rígida métrica” (Ferreira, 2011) que, através dos ideais da Carta de Atenas e de uma arquitectura modernista, conseguiu encontrar uma lógica urbana para resolver os problemas de carência de habitação da segunda metade do século XX.



3.4. Modelo tridimensional da Portela de Sacavém

3.4.1. Recolha de informação (ANEXO 1)

Para a correcta realização do modelo tridimensional foi necessário realizar uma recolha de informação sobre o caso de estudo. Esta recolha requer a compilação de dados de vários formatos como, ficheiros CAD, ficheiros georreferenciados, fotos, documentos escritos e peças desenhadas.

Ficheiros CAD

Com os ficheiros CAD, fornecidos pela Câmara Municipal de Loures, foi possível obter a dimensão rigorosa das implantações dos vários edifícios da Portela de Sacavém.

Ficheiros georreferenciados

Dentro dos ficheiros georreferenciados destacam-se os dados raster, como o caso do ortofotomapa de 2011 e da imagem de pretos e brancos, para a realização do terreno, e os dados vectoriais como o desenho dos edifícios da Portela. Estes ficheiros estão georreferenciados no sistema de projecção Transverse Mercator e foi utilizado o sistema de coordenadas Datum 73, Hayford, Gauss, IPCC. Estes ficheiros foram fornecidos pela Câmara Municipal de Lisboa.

Documentos escritos e peças desenhadas

Os documentos escritos, essencialmente a memória descritiva do plano da Portela de Sacavém do arquitecto Fernando Silva, acompanhada por várias peças desenhadas, foi fundamental para uma melhor compreensão do desenho das fachadas dos prédios de forma a identificar as regras e padrões que ajudaram na realização da

modelação tridimensional no software City Engine.

Fotos

A recolha de fotos da Portela de Sacavém foi um elemento importante para perceber questões como a implantação dos edifícios no terreno, a sua orientação e a respectiva envolvente e, principalmente, para a recolha das texturas e elementos físicos, como janelas e portas, para uma representação do modelo 3D mais fidedigna.

3.4.2. Tratamento dos dados

Com a recolha dos dados concluída seguiu-se o tratamento dessa informação onde foram realizadas três tarefas: definição dos limites, selecção dos dados a representar e escolha do modo de representação.

A definição dos limites foi bastante intuitiva visto que a portela de Sacavém está rodeada de eixos viários de grandes dimensões porém, optou-se por representar uma área um pouco maior do que esses limites físicos por uma questão de melhor entendimento da envolvente da mesma. Assim os limites são marcados a Norte pela auto-estrada A12, a Sul pela Avenida de Berlim, a Este pelo rio Tejo e a Oeste pela auto-estrada A1. (ANEXO 1)

Os dados seleccionados para representar em 3D cingiram-se aos edifícios propostos pelo arquitecto Fernando Silva para a Urbanização da Portela de Sacavém elegendo duas formas de representação para estes:

- Representação detalhada das fachadas dos edifícios – considerou-se importante representar com mais detalhe as duas tipologias mais significativas dos planos deste arquitecto: a tipologia em banda e a tipologia em torre. Para isso foi seleccionado o tipo I e o tipo V que correspondem à tipologia em banda e à tipologia em torre, respectivamente. (ANEXO 1)
- Representação simples da volumetria – Neste grupo foram definidas duas tipologias: as habitações e os edifícios públicos. As habitações que representam os restantes edifícios de habitação propostos, são representados em volumetria apresentando apenas alguns detalhes, como as faixas coloridas dos edifícios de habitação, por uma questão de representação simbólica dos edifícios da Portela. São ainda atribuídas algumas texturas a essas faixas e à cobertura, através de imagens. Aos edifícios públicos são

lhes atribuída apenas uma altura e uma inclinação da cobertura, quando existe.

3.4.3. Modelo tridimensional

Como referido anteriormente, a modelação tridimensional da Portela de Sacavém foi realizada com o software CityEngine, disponibilizado pela ESRI Portugal.

A escolha da realização do modelo tridimensional neste software deve-se ao facto de este integrar as ferramentas BIM em ambiente SIG num contexto urbano. A integração das gramáticas da forma (em linguagem CGA) neste software proporciona a criação de regras parametrizadas de forma a gerar uma grande quantidade de edifícios e de elementos do contexto urbano. Estas três combinações criam um software com uma grande capacidade de gerar modelos 3D de cidade com bastante rigor e detalhe tanto gráfico como informativo.

O cityEngine funciona através da criação de layers permitindo que o utilizador escolha facilmente a informação que pretende visualizar. Para além disso, o CityEngine tem um sistema de organização próprio que, quando a criação de um projecto novo é gerada uma pasta (subdividida em várias pastas) onde serão guardados todos os dados necessários para a modelação digital. Assim, cada projecto criado organiza-se nas seguintes pastas: asstes; data; images; maps; models; rules; scenes e scripts. (ANEXO 4)

Para além do software CityEngine foi necessário recorrer a outros softwares como, Autodesk AutoCad, Esri ArcGIS e adobe Photoshop, que ajudaram a completar a modelação ou a compilar os dados necessários. (Tabela 4)

[Tabela 5] Descrição da utilização referente aos vários softwares (autoria própria).

Software	Descrição	Utilização
Autodesk AutoCad	Software do tipo CAD utilizado para a elaboração de desenhos técnicos 2D	Limpeza e selecção dos dados fornecidos pela CMLoures.
Esri ArcGIS	Software para mapeamento e análise geoespacial que permite a criação e o gerenciamento de soluções através do conhecimento geográfico.	Criação das shapefiles através da informação tratada no AutoCad; Georreferenciação dos dados; Criação de imagens raster para a modelação do terreno e para a textura do mesmo através de um ortofotomapa
Adobe Photoshop	Editor de imagens bidimensionais do tipo raster.	Edição das imagens como texturas, janela e portas.

3.4.4. Modelação do terreno (ANEXO 1)

Para a modelação do terreno foi importante definir correctamente os limites, mencionados anteriormente, que se pretendia representar para produzir os dados necessários para a criação do terreno no CityEngine. Para isso, foi utilizado o software ArcGIS da ESRI para a produção do modelo geográfico georreferenciado no sistema de coordenadas Datum 73, hayfoyrd, Gauss, IPCC, primeiramente em formato TIN e, depois em formato raster com uma grelha com a dimensão das células de aproximadamente de 14,5 metros. Esta imagem foi produzida e fornecida pela Câmara Municipal de Lisboa.

No CityEngine, depois do ficheiro TIN ter sido realizado no ArcGIS e devidamente guardado na pasta "data" foi inserido no viewport do CityEngine criando uma layer de forma automática com o terreno devidamente georreferenciado. É ainda aplicada uma textura no terreno gerado através de uma imagem raster (ortofotomapa) igualmente produzida no ArcGIS com uma dimensão das células de 0,8 metros.

3.4.5. Modelação do edificado

Para a modelação do edificado é necessário criar um ficheiro próprio guardado na pasta "rules" onde serão definidas as regras do edifício numa linguagem CGA. Neste caso, apenas se pretende desenvolver com mais detalhe duas tipologias do edificado da Portela, como referido anteriormente. Assim optou-se por representar as quatro fachadas e a cobertura com mais pormenor tendo sido cuidadosamente representados os vários relevos, zonas vazadas, janelas, portas e texturas.

De seguida será explicado como foram realizadas as regras referentes ao edificado.

Edificado com detalhe (ANEXO 2 E 3)

Tipologia I – edifício em banda

Um edifício em banda contém vários lotes sendo que, para desenvolver a regra desta tipologia, foi seleccionado o edifício que inclui os lotes 122 ao 127. De modo a perceber as dimensões correctas desta tipologia baseou-se nos desenhos técnicos e na memória descritiva do lote 126. Com estas dimensões foram gerados alguns atributos no início da regra que mais tarde podem ser alterados de forma dinâmica através do "Inspector".

Para começar a construir o modelo do edifício é necessário criar uma "start rule" que neste caso foi apelidada de "lote". É a partir desta regra que o volume do edifício é extrudido através do comando "extrude" com uma altura definida por alguns dos atributos inseridos anteriormente (altura dos pisos, numero de pisos, altura do rés-do-chão e altura da platibanda). Este volume é então dividido em altura em três elementos com o comando "split": "resdochao", "habitacao" e "ult_piso".

O "resdochao" foi dividido em seis componentes com o comando "comp" onde, quatro deles representam as fachadas respectivamente orientadas com os pontos cardeais e os outros dois materializam o pavimento e o tecto do rés-do-chão.

As fachadas de menor dimensão, neste caso, orientadas a Este e a Oeste, são constituídas por uma parede simples com uma tira colorida e outra branca. As fachadas orientadas a Sul e a Norte são divididas nos vários lotes com aproximadamente 18 metros cada sendo que o primeiro e o último são distinguidos dos restantes por terem uma parede que só existe nos cantos do edifício em banda. Foi necessário aplicar o comando "split.index" nos restantes lotes numerando-os (0,1,2,3,4,...) de forma a ser possível identificar cada apartamento individualmente.

Cada lote é constituído, tanto na fachada Sul como na fachada Norte, por alguns elementos fundamentais como, paredes divisórias, vazios ou passagens,

canteiros, portas, janelas e elementos verticais. Estes elementos são introduzidos através do comando "split" pela ordem que se apresentam da esquerda para a direita e com as medidas indicadas nos desenhos técnicos consultados. No "resdochao" foi tido em conta as zonas mais recuadas como as entradas e varandas tendo sido necessário criar uma dupla fachada e recuá-la com um comando "translate" ("t").

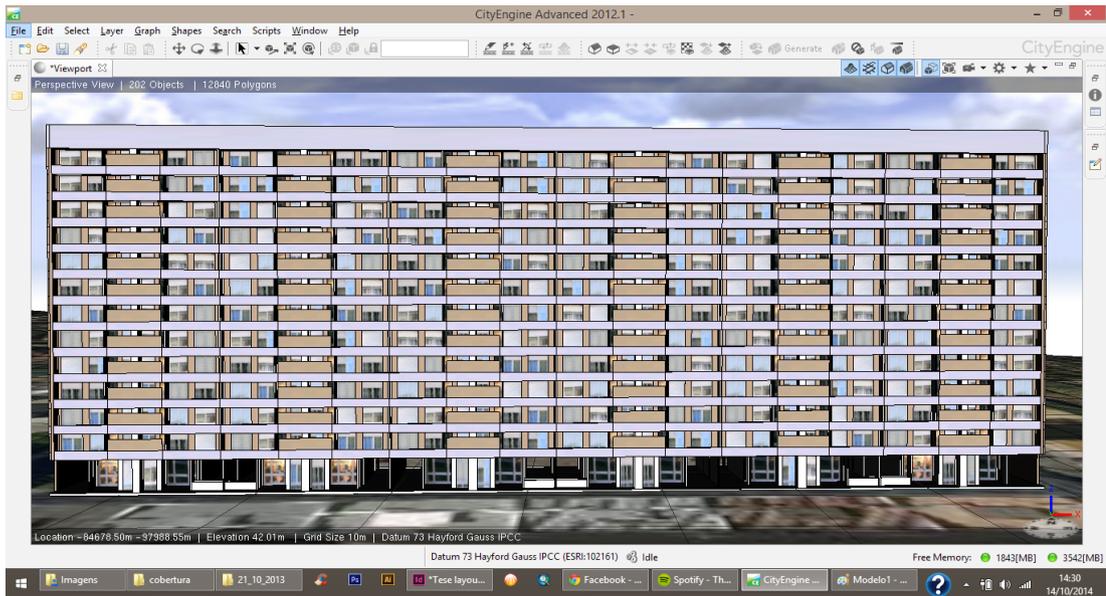
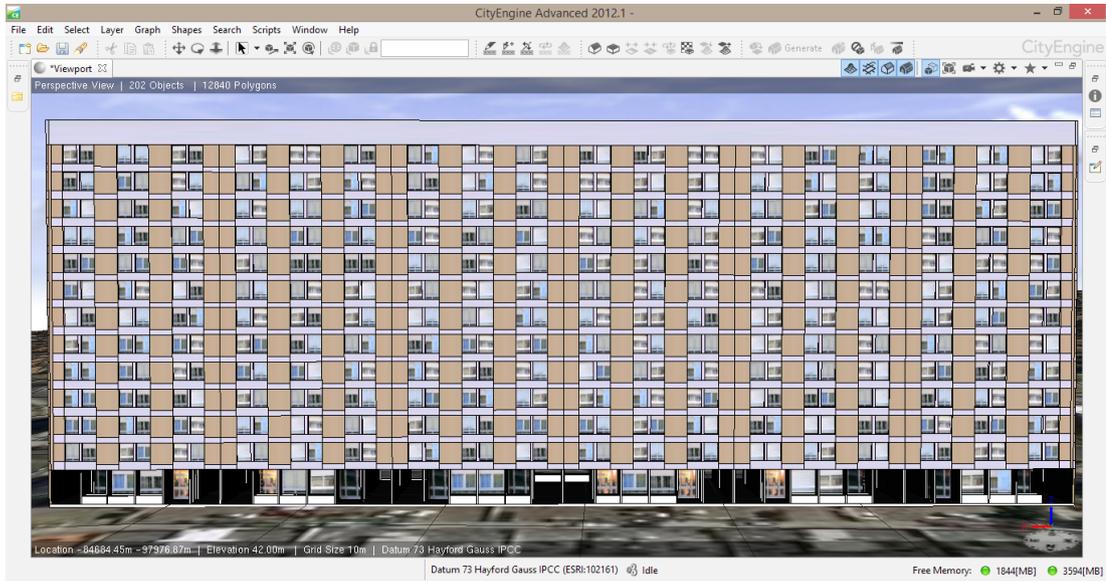
O elemento "habitacao" foi dividido em apenas quatro componentes pois só interessava desenvolver as quatro fachadas. Este elemento contém todos pisos de habitação e deste modo, todas as fachadas foram divididas repetidamente na vertical com uma dimensão de 2.88 metros por piso.

Os códigos escritos para as fachadas da "habitacao" foram escritos de forma idêntica aos do "resdochao", novamente tendo em conta, os elementos que constituem a fachada, a sua organização da esquerda para a direita e a representação das zonas recuadas.

O "ult_piso" foi dividido em apenas dois componentes, a "platibanda" e a "cobertura", em que, através do comando "roofGable", foi definida a inclinação das águas da cobertura. Esta foi ainda movida 2.1 metros para baixo de forma a ficar escondida pela platibanda.

Em todo o edifício em banda foram introduzidas as espessuras referentes às paredes e pavimentos através do comando "extrude". Para além disso, foram inseridas texturas, com o comando "texture", referentes às janelas, portas, paredes e cobertura através de imagens em formato JPEG devidamente guardadas na pasta "assets".

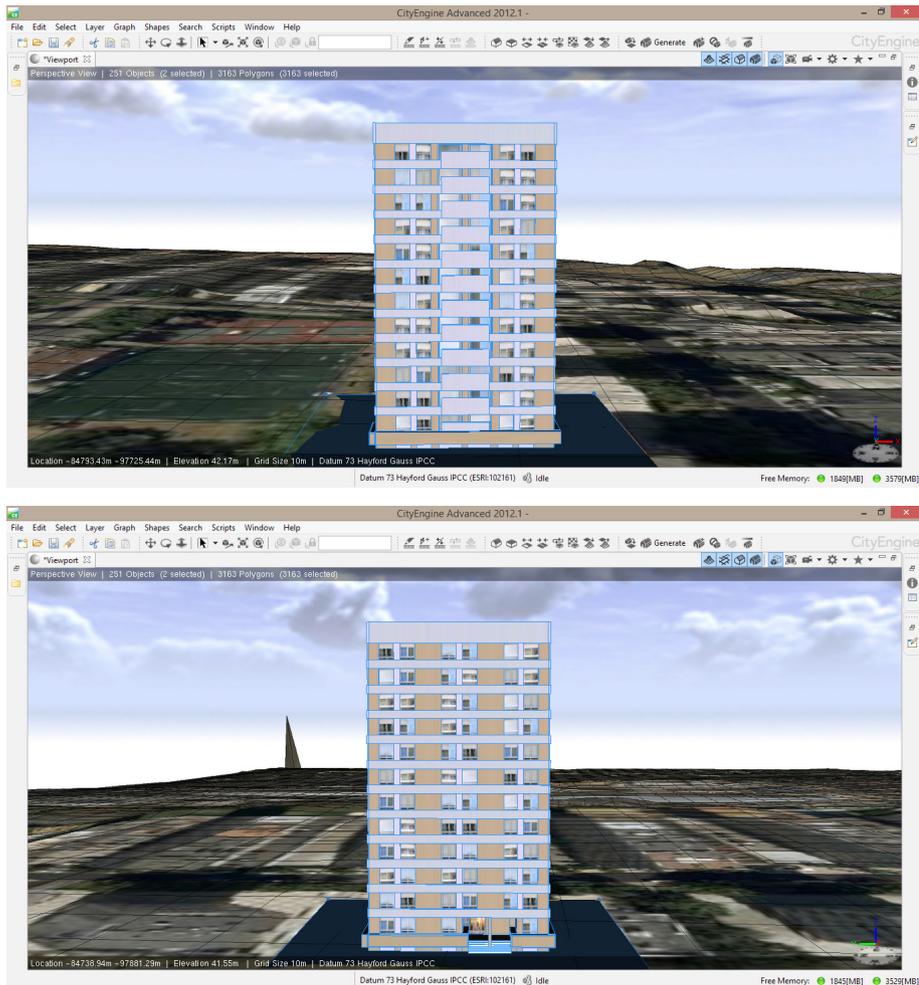
Uma ferramenta bastante útil neste software é integração de funções BIM como o comando "report", inserido no código da regra em questão, de modo a extrair informações acerca do modelo. Com este comando foi possível identificar, de forma automática, o número total de janelas de todo o edifício, chegando a um total de 756 janelas.



Tipo V – Edifício em torre

Para identificar as regras de um edifício do tipo V foram consultados os desenhos técnicos e a memória descritiva do lote 31.

O código desenvolvido para o edifício em torre segue a mesma lógica do código do edifício em banda, sendo apenas inseridos outros elementos e outras medidas de forma a respeitar a informação consultada.



Edificado sem detalhe (ANEXO 2 E 3)

Habitações

No caso das habitações o código desenvolvido começa por extrudir o lote, mais uma vez com o somatório de alguns atributos inseridos anteriormente, e dividido verticalmente em dois elementos principais: "habitacao" e "ult_piso". Através o atributo do "num_pisos" foi possível atribuir o número de pisos correctos às várias habitações.

A "habitacao" é dividida em vários pisos de aproximadamente 2.88 metros onde, por sua vez, cada piso é dividido em duas faixas, uma colorida e outra branca, com o objectivo de representar simbolicamente a volumetria da Portela de Sacavém.

O código do "ult_piso" é semelhante ao da habitação em banda. Como esta regra é aplicada tanto a edifícios em banda como a edifícios em torre foi necessário criar um atributo referente às várias texturas da cobertura, de forma a ser possível, no "inspector", alterar a textura pretendida para cada edifício.

Edifícios públicos

Para os edifícios públicos foi criada uma regra muito simples onde foram aplicadas apenas duas condicionantes: a altura do edifício que foi gerada através do comando "extrude" e a inclinação em graus da cobertura. A altura dos edifícios e os graus de inclinação da cobertura foram inseridos directamente no cityEngine.





04

CONCLUSÃO

4.1. Notas conclusivas

Com a presente dissertação propôs-se, numa componente teórica, compilar uma série de informação sobre os vários temas que se relacionam com o software CityEngine, fornecido pela empresa ESRI, culminando numa componente prática, com o desenvolvimento de um modelo digital, neste mesmo software, de modo a identificar as potencialidades da utilização de uma ferramenta com estas características.

Na componente teórica destacaram-se quatro tópicos principais: os SIG, o BIM, o GeoBIM e as Gramáticas da Forma.

A principal valência identificada nos SIG foi a sua capacidade de analisar, armazenar, manipular e comunicar uma enorme quantidade de dados, de vários tipos, do mundo real de forma hierárquica e georreferenciada. O BIM, mais do que uma ferramenta de trabalho, torna-se num novo processo de trabalho, na medida em que, ao combinar toda a informação de um projecto num único modelo digital, pressupõe um trabalho mais interactivo entre todos os intervenientes do projecto ao longo do seu desenvolvimento.

Este trabalho permitiu concluir que a maior vantagem destas tecnologias de informação é a capacidade da realização de análises complexas através da construção de cenários hipotéticos levando à tomada de decisões mais fundamentadas e identificando eventuais erros de projecto, corrigindo-os antes de serem realizados.

O GeoBIM, ou seja, a combinação do BIM num ambiente SIG, surge numa possibilidade de criar uma plataforma digital de representação de áreas urbanas com um nível de detalhe de informação desde a escala do edifício e a sua envolvente próxima até à escala da cidade e todas as suas relações. Com o desenvolvimento desta dissertação foi possível identificar as principais preocupações actuais na criação de plataformas desta natureza, como a criação de normas internacionais para a criação destes modelos, a falta de informação ou incompatibilidade da mesma entre as várias

tecnologias, a necessidade de uma grande quantidade de pessoal especializado e a possível sobrecarga de informação.

As Gramáticas da Forma, apesar de terem surgido como uma aplicação mais direccionada para as artes plásticas, destacaram-se também na arquitectura e no desenho urbano ao revelarem-se uma ferramenta de análise identificando regras aplicadas nestas áreas ou até mesmo como uma ferramenta de criação de regras para estas. Deve-se assim, realçar a importância das GF no âmbito da arquitectura e do desenho urbano pela sua capacidade de gerar e analisar automaticamente formas geométricas através da aplicação de regras paramétricas.

O modelo digital da Portela de Sacavém desenvolvido com o software CityEngine, referente à componente prática deste trabalho deu resposta aos desafios propostos.

O CityEngine, para além de combinar o BIM num ambiente SIG, introduz as Gramáticas da forma que, com uma linguagem CGA, define regras de produção de todo o modelo com bastante rigor. A construção das diferentes regras revelou ser bastante intuitiva onde se seguiu uma lógica sequencial de recolha, tratamento e selecção da informação, composição da volumetria, definição da fachada e respectivos detalhes. Através das regras desenvolvidas para este modelo digital foi possível inserir atributos que definiram as volumetrias, as dimensões e as texturas aplicadas. É ainda importante destacar que, a possibilidade de alterar dinamicamente os valores destes atributos definidos para as diferentes regras, de modo a criar e testar cenários hipotéticos na Portela de Sacavém automaticamente, como por exemplo, a alteração do número de pisos de um edifício sem alterar a estética do mesmo, mostrou ser uma das principais potencialidades deste modelo.

Outra potencialidade que se pôde constatar foi a forma como a informação é organizada e compilada numa directoria criada pelo próprio software, dividida por várias pastas onde se distribui toda a informação referentes ao modelo. Desta

forma, torna-se possível introduzir e retirar a informação conforme as necessidades do utilizador sem que esta se perca e, ao mesmo tempo, evitando que o modelo se torne obsoleto.

Este modelo permitiu ainda, retirar informação BIM em que, com um simples comando, o software foi capaz de calcular a quantidade de vãos existentes em todo o edifício.

A interoperabilidade de informação que o software CityEngine oferece destaca-se ainda como uma mais-valia para a realização deste modelo, na medida em que foi possível introduzir ficheiros gerados noutros softwares, por exemplo, ficheiros de imagens georreferenciados que serviram para a modelação do terreno.

Pode-se assim concluir que, o CityEngine revela ter um enorme potencial como ferramenta de apoio à gestão do território capaz de armazenar, visualizar, simular e, consequentemente analisar uma vasta quantidade de informação referente a áreas urbanas de grandes dimensões.

4.2. Desenvolvimentos futuros

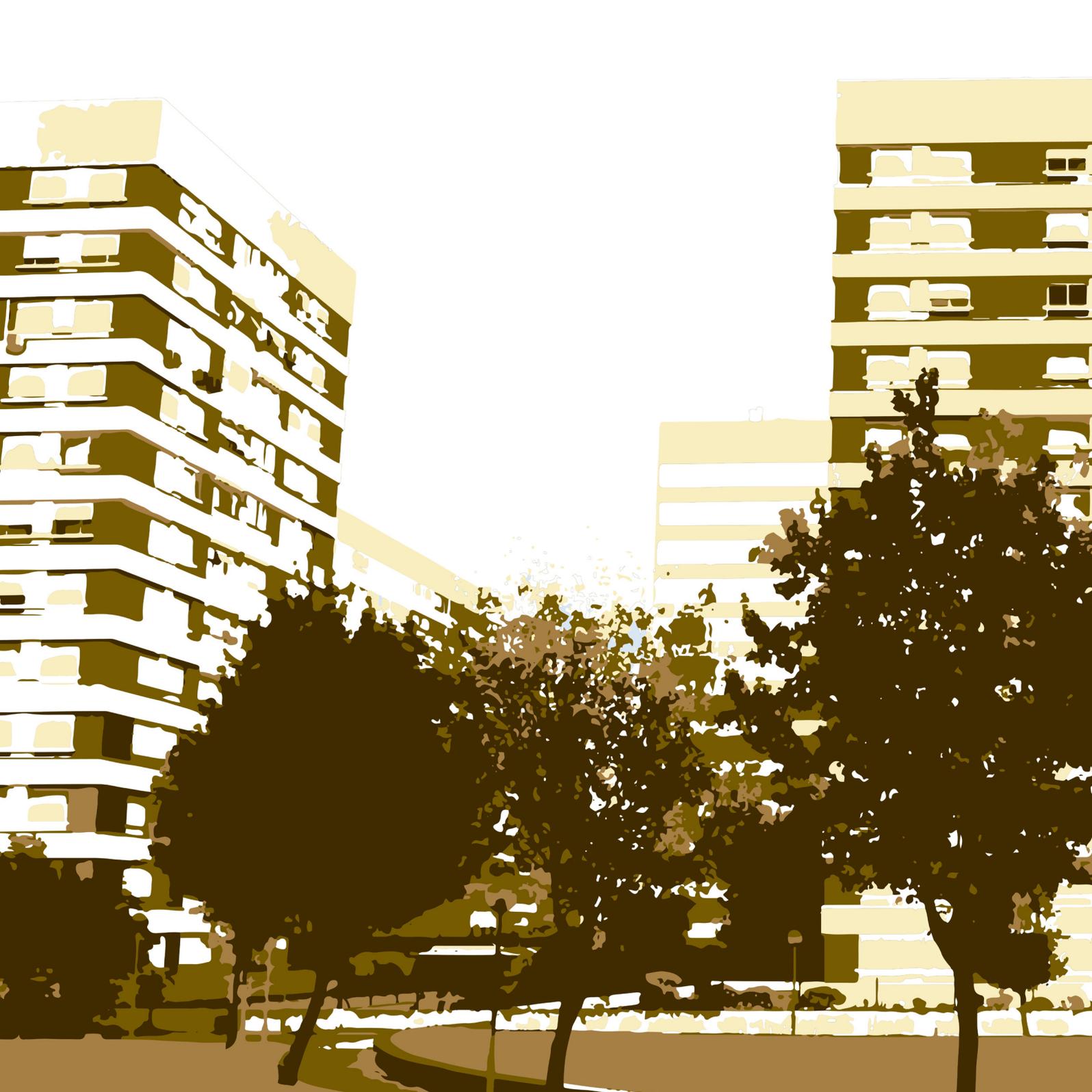
O desenvolvimento do modelo digital da Portela de Sacavém no programa CityEngine é um exemplo do que pode ser desenvolvido neste software e um exemplo que se pode aplicar noutras áreas urbanas com características semelhantes. É ainda um modelo que poderá ser útil, principalmente à Câmara Municipal de Loures na medida em que este modelo poderá ser actualizado e complementado com novas informações.

Para este modelo foram desenvolvidas apenas duas das tipologias propostas pelo arquitecto Fernando Silva. Desta forma, seria interessante desenvolver as restantes tipologias onde seria possível basear-se nas regras já criadas reduzindo ainda mais o tempo necessário para a criação dessas novas regras. A inserção do sistema viário

seria também uma mais-valia pois iria complementar o espaço público.

Para além de todos os dados que se podem vir a introduzir no modelo digital da Portela de Sacavém, é importante mencionar que é ainda possível realizar uma série de análises a nível urbanístico como estudos de exposição solar, estudos de cércneas, análise da integração de novos projectos, etc.

Conclui-se assim que, através da utilização do CityEngine, foi possível produzir um modelo digital de um conjunto urbano, não apenas com um carácter de visualização, mas também com um carácter informativo, capaz de ser actualizado e melhorado e ainda com a capacidade de gerar novos dados através de várias análises.





05

BIBLIOGRAFIA

Monografias

Machado, João de Azevedo Reis (2000), *A emergência dos Sistemas de Informação na análise e organização do espaço*, Porto, Fundação Calouse Gulbenkian - Fundação para a Ciência e para a Tecnologia, Imprensa Portuguesa.

Maantay, Juliana; Ziegler, John (2006), *GIS for the Urban Environment*, California, ESRI Press.

Isikdag, Umit; Zlatanova, Siyka. (2009) "A SWOT analysis on the implementation of Building Information Models within the geospatial environment", in Isikdag, U. and Zlatanova, S. (eds) *Urban and Regional Data Management*, OTB Research Institute, Taylor & Francis Group, pp.15-30. Disponível em <<http://repository.tudelft.nl/view/ir/uuid%3Aa0e04c21-2dcd-4243-b68d-8036fe042602/>> (Acedido a 28/05/2014)

Teses

Coelho, Hugo (2010) *Portela um modelo na difusão da periferia: estudo do desenvolvimento da urbanização da Portela da autoria do arquitecto Fernando Silva*. Tese de mestrado, Instituto Superior das Ciências do Trabalho e da Empresa, Lisboa.

Eloy, Sara (2012) *A transformation grammar-based methodology for housing rehabilitation: meeting contemporary functional and ICT requirements*. Tese de doutoramento, Instituto Superior Técnico, Lisboa.

Félix, Débora (2010) *Apartamentos para a classe média: A habitação colectiva de Fernando Silva*. Tese de mestrado, Instituto Superior das Ciências do Trabalho e da Empresa, Lisboa.

Ferrão, José (2013) *O novo mundo: sociedade, vivências, atmosferas*. Tese de mestrado,

Instituto Superior das Ciências do Trabalho e da Empresa, Lisboa.

Ferreira, Bruno (2010) [In]formar a cidade contemporânea: a criação de uma imagem/ modelo de periferia com a obra do arquitecto Fernando Silva. Tese de mestrado, Instituto Superior das Ciências do Trabalho e da Empresa, Lisboa.

Isikdag, Umit (2006) Towards the implementation of Building Information Model in Geospatial Context. Tese de doutoramento, University of Salford, United Kingdom.

Menezes, Salvador (2010) Não me tragam estéticas! Não me falem em moral!: Fernando Silva - Prémios e Publicações. Tese de mestrado, Instituto Superior das Ciências do Trabalho e da Empresa, Lisboa.

MONTEIRO, Isabel (2007) A obra do arquitecto Fernando Silva (1914-1983): um arquitecto da "geração esquecida", Tese de Mestrado em História da Arte Contemporânea, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

Roxo, Ana (2012) Modelos digitais - proposta para a representação interactiva de conjuntos urbanos :O Modelo GeoBim da Baixa de Lisboa. Tese de mestrado, Instituto Superior Técnico, Lisboa.

Valentim, Miguel (2008) Identificação de áreas urbanas por análise espacial matricial. Tese de mestrado, Instituto Superior Técnico, Lisboa.

Vasconcelos, Tiago (2010) Building Information Model: avaliação do seu potencial como solução para os principais atrasos e desperdícios na construção portuguesa. Tese de mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa

Papers e artigos

Beirão, José; Duarte, José. (2011) "Towards a methodology for flexible urban design: designing with urban patterns and shape grammars", Environment and Planning B: planning and design, 25 Setembro. [online]. Disponível em <http://home.fa.ulisboa.pt/~miarq4p5/2011-12/Course_Programs/0_Projecto%20-%20Arch%20Design%20IV/1_Turma%20A/0_Basics/1_EPB-137-026_25-09-2010_final.pdf> (Acedido a 09/06/2014)

Batcheler, Bob; Howell, Ian. (2005) "Building Information Modeling Two Years Later: Huge Potential, Some Success and Several Limitations", NewForma. Disponível em: <http://www.laiserin.com/features/bim/newforma_bim.pdf> (acedido a 30/04/2014)

Bazjanac, Vladimir; Fischer, Martin; Kiviniemi, Arto (2005) "Integration of Multiple Product Models: IFC Model Servers as a Potential Solution", Conference on Information Technology in Construction. Holanda, Julho 2005. Alemanha, in-house publishing. Disponível em: <http://www.irbnet.de/daten/iconda/06079010631.pdf> (Acedido a 09/06/2014)

Bazjanac, Vladimir (2007) "Impact of the U.S. National Building Information Model Standard (NBIMS) on Building Energy Performance Simulation", Building Simulation 2007 Conference. Beijing, Setembro 2007. California, the proceedings. Disponível em: <<http://gundog.lbl.gov/dirpubs/917E.pdf>> (Acedido a 05/04/2014)

Celani, Gabriela; Cypriano, Débora; De Godoi, Giovana; Vaz, Carlos Eduardo. (2006) "Gramática da forma como metodologia de análise e síntese em arquitetura". Conexão (Caxias do Sul), v. 5, p. 15-20, 2007. Disponível em <<http://www.uces.br/etc/revistas/index.php/conexao/article/viewFile/222/213>> (Acedido a 22/05/2014)

Crain, I. K.; Macdonald, C.L. (1984) "From land inventory to land management: the evolution of an operational GIS", *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 1984 [online]. Disponível em <<http://mapcontext.com/autocarto/proceedings/auto-carto-6/pdf/from-land-inventory-to-land-management.pdf>> (Acedido a 08/07/2014)

CRC for Construction Innovation (2007) "Adopting BIM for Facilities Adopting BIM for Facilities Management : Solutions for Managing the Sydney Opera House". (não publicado). Disponível em <<http://eprints.qut.edu.au/27582/1/27582.pdf>> (acedido a 07/08/2014)

Eastman, Charles; Fisher, David; Lafue, Gilles; Lividini, Joseph; Stoker, Douglas; Yessios, Christos. (1974) "An Outline of the Building Description System", Institute of Physical Planning, Setembro. [online]. Disponível em <<http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED113833.pdf>> (Acedido a 03/04/2014)

Eastman, Charles; Lee, Ghang; Sacks, Rafael. (2003) "Development of a Knowledge -Rich CAD System for the North American Precast Concrete Industry", Annual Conference of ACADIA. Indianapolis, Outubro 2003. pp. 207-215. Disponível em: http://bim.arch.gatech.edu/data/reference/development%20of%20a%20knowledge-rich%20cad%20system%20for%20the%20north%20american%20precast%20concrete%20industry_acadia03.pdf (Acedido a 26/07/2014)

Ferreira, Bruno (2011) "Optimista suburbia", Estudo prévio, [online]. Disponível em: <<http://www.estudoprevio.net/artigos/12/bruno-ferreira-.-optimist-suburbia>> (Acedido a 25/08/2014)

Gil, Jorge; Beirão, José; Montenegro, Nuno; Duarte, José, (2010) "Assessing Computational Tools for Urban Design: Towards a "city information model", Future

Cities, 28th eCAADe Conference. Zurich, Setembro 2010. Suíça, ETH Zurich, pp. 361-369. Disponível em <http://www.academia.edu/454881/Assessing_computational_tools_for_urban_design_Towards_a_City_Information_Model_> (Acedido a 15/03/2014)

Havemann, Sven; Hohmann, Bernhard; Fellner, Dieter; Krispel, Ulrich. (2008) "CityFit: High-quality urban reconstructions by fitting shape grammars to images and derived textured point clouds", Institute for Computer Graphics and Vision, 2008-2010. [online]. Disponível em <http://www.isprs.org/proceedings/xxxviii/5-w1/pdf/hohmann_etal.pdf> (Acedido a 06/05/2014)

Holness, Gordon. (2008) "BIM: gaining momentum", ASHRAE Journal, junho 2008 [Online]. Disponível em <http://bookstore.ashrae.biz/journal/journal_s_article.php?articleID=827> (Acedido a 08/05/2014)

Howard, Rob and Björk, Bo-Christer. (2008) "Building Information Modelling – Experts Views on Standardisation and Industry Deployment", Advanced Engineering Informatics, Vol 22, No. 2, pp. 271-280. Disponível em <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10227/646/bjork_howard.pdf?sequence=2> (Acedido a 03/04/2014)

Isikdag, Umit; Aouad, Ghassan; Trodd, Nigel; Underwood, Jason. (2007) "Investigating the Role of Building Information Models as a Part of an Integrated Data Layer: A Fire Response Management Case", Architectural Engineering and Design Management, Janeiro 2007 [Online]. Disponível em <http://www.researchgate.net/publication/233587805_Investigating_the_Role_of_Building_Information_Models_as_a_Part_of_an_Integrated_Data_Layer_A_Fire_Response_Management_Case> (Acedido a 08/05/2014)

Kemp, Anne, (2011) ""BIM isn't Geospatial" Or is it?", AGI GeoCommunity Conference. Nottingham, Maio 2011. Disponível em <<http://www.agi.org.uk/storage/GeoCommunity/AGI2011/Papers/AnneKempPaper.pdf>> (Acedido a 04/03/2014)

Kiviniemi, Arto; Tarandi, Väino; Karlshøj, Jan; Bell, Håvard; Karud, Ole Jørgen. (2008) "Review of the Development and Implementation of IFC compatible BIM", Erabuild, 2008 [online]. Disponível em <<http://bw-dssv07.bwk.tue.nl/werkgroepen/itm/certificatie/documentatie/files/review-of-the-development-and-implementation-of-ifc-compatible-bim/view>> (Acedido a 17/06/2014)

Macdonald, Jennifer A.; Mills, Julie E. (2010) "CAN BIM BE USED TO IMPROVE BUILDING DESIGN EDUCATION?", AUBEA, 2010 [Online]. Disponível em <http://resource.unisa.edu.au/file.php/588/Project_Publications/2010_Macdonald_Mills_AUBEA.pdf> (Acedido a 12/08/2014)

Müller, Pascal; Parish, Yoav I H. (2001) "Procedural Modeling of Cities", SIGGRAPH '01. Los Angeles, Agosto 2001. New York, ACM, pp. 301-308. Disponível em <http://graphics.ethz.ch/Downloads/Publications/Papers/2001/p_Par01.pdf> (Acedido a 13/07/2014)

Stiny, George (1980a) "Introduction to shape and shape grammars", in Environment and Planning B. volume 7 (1980), pp. 343–351.

Stiny, George (1980b) "Kindergarten grammars: designing with Froebel's building gifts", in Environment and Planning B. volume 7, pp. 409 – 462.

Tenedório, José António; Henriques, Cristina Delgado; Silva, João Carlos. (2003) "Municípios. Ordenamento do Território e Sistemas de Informação Geográfica", GEOINOVA, 2003, pp.201-219. [Online] Disponível em: http://cdh.fa.utl.pt/files/11TenedorioGeoINova07_Final_Final.pdf (Acedido a 20/04/2014)

Turkienicz, Benamy; Bellaver, Bárbara; Grazziotin, Pablo. (2008) "CityZoom: A Visualization Tool for the Assessment of Planning Regulations" International Journal of Architectural Computing volume 6 - no. 1, Janeiro 2008, pp. 79-95

Documentos Online

Calvert (2013) "why we care about BIM", Spatial.IQ, 9 de Novembro [Blog]. Disponível em <<http://www.spatialiq.co.nz/Blog/Post/30/Why-WE-care-about-BIM--->> (acedido a 31/07/2014)

Dillon, Matt (2005), "BIM – What is it, why do I care, and how do I do it?", Breaking Down the Walls, 11 de Janeiro [Blog]. Disponível em <<http://modocrmadt.blogspot.pt/2005/01/bim-what-is-it-why-do-i-care-and-how.html#comments>> (acedido a 25/05/2014)

ESRI Portugal, (2012a) "Monofolha CityEngine", Cidades dinâmicas em 3D, [online]. Disponível em <http://www.esriportugal.pt/files/1913/5332/6644/Monofolha_CityEngine.pdf> (Acedido a 05/04/2014)

ESRI, (2011a) "Esri Acquires 3D Software Company Procedural", Releases, 11 de Julho [Online]. Disponível em <http://www.esri.com/news/releases/11-3qtr/esri-acquires-3d-software-company-procedural.html> (acedido a 18/08/2014)

ESRI (b) "What is CityEngine", ArcGIS Resources, [Online]. Disponível em <<http://resources.arcgis.com/en/communities/city-engine/01w90000000m000000.htm>> (Acedido a 18/08/2014)

ESRI Portugal, (2012b) "Brochura CityEngine", [online]. Disponível em <<http://www.esriportugal.pt/files/8213/5334/1915/Brochura%20CityEngine.pdf>> (Acedido a 05/04/2014)

EsriPortugal (2013a), "O que são os SIG", [Online]. Disponível em <<http://www.esriportugal.pt/para-comecar/conceitos-basicos/o-que-sao-os-sig/>> (acedido a 16/04/2014)

EsriPortugal (2013b), "noticias, Esri Portugal", 8 de Outubro, [Online]. Disponível em <<http://www.esriportugal.pt/noticias/noticias-esri-portugal/criador-dos-sig-lana-5-edio-de-thinking-about-gis/>> (acedido a 20/04/2014)

NIBS, Frequently Asked Questions About the National BIM Standard-United States, [Online]. Disponível em <<http://www.nationalbimstandard.org/faq.php#faq1>> (acedido a 26/07/2014)



06

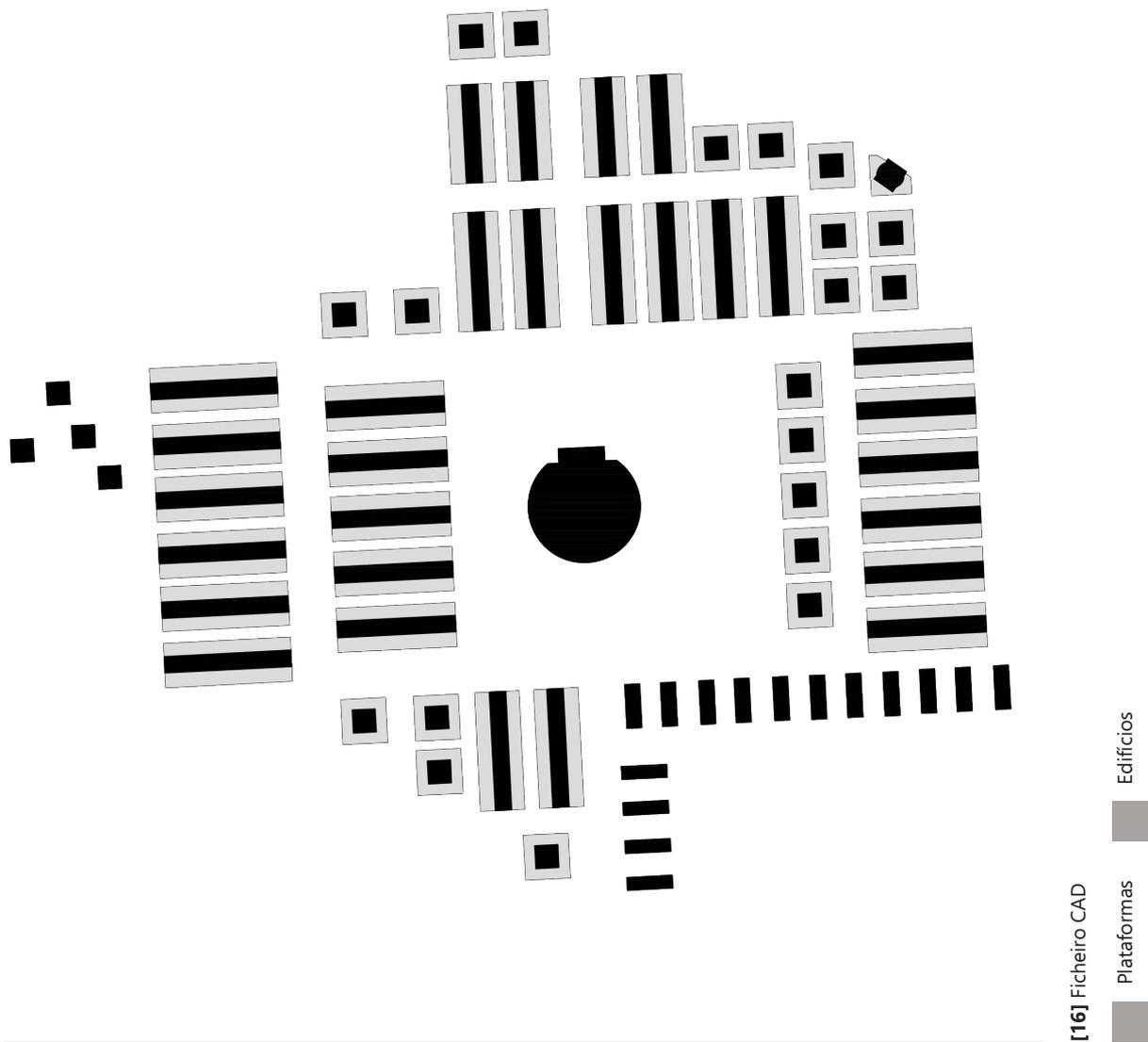
ANEXOS

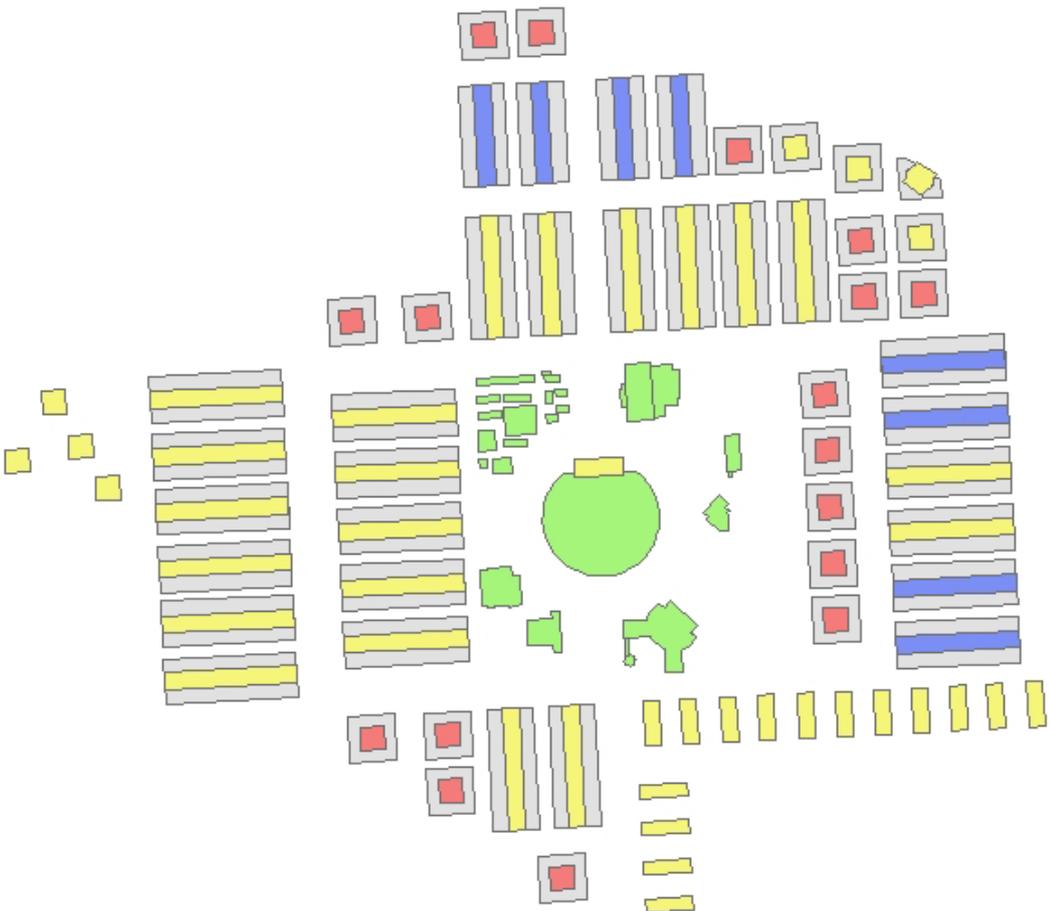


ANEXO 1 - RECOLHA DE INFORMAÇÃO

278

CityEngine - Uma nova perspectiva para o planeamento urbano



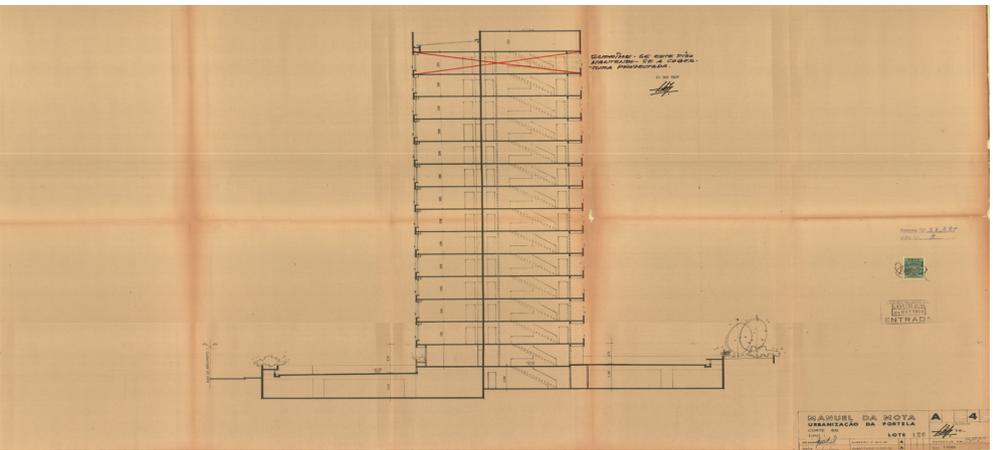
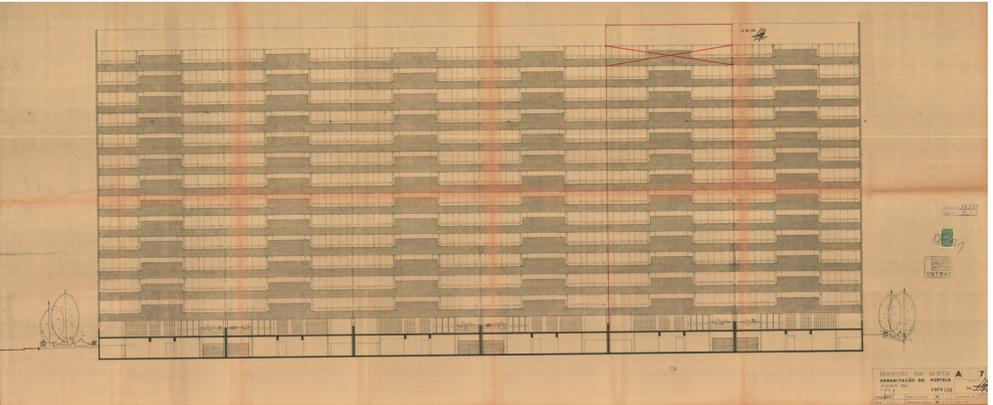
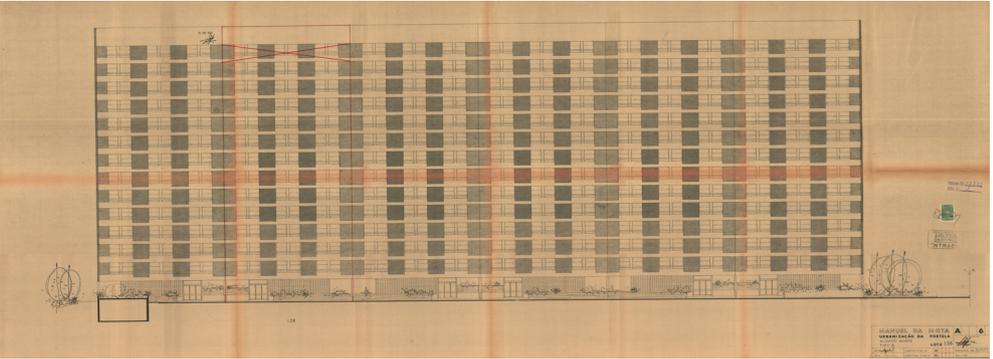


[17] Ficheiro ArcMAP

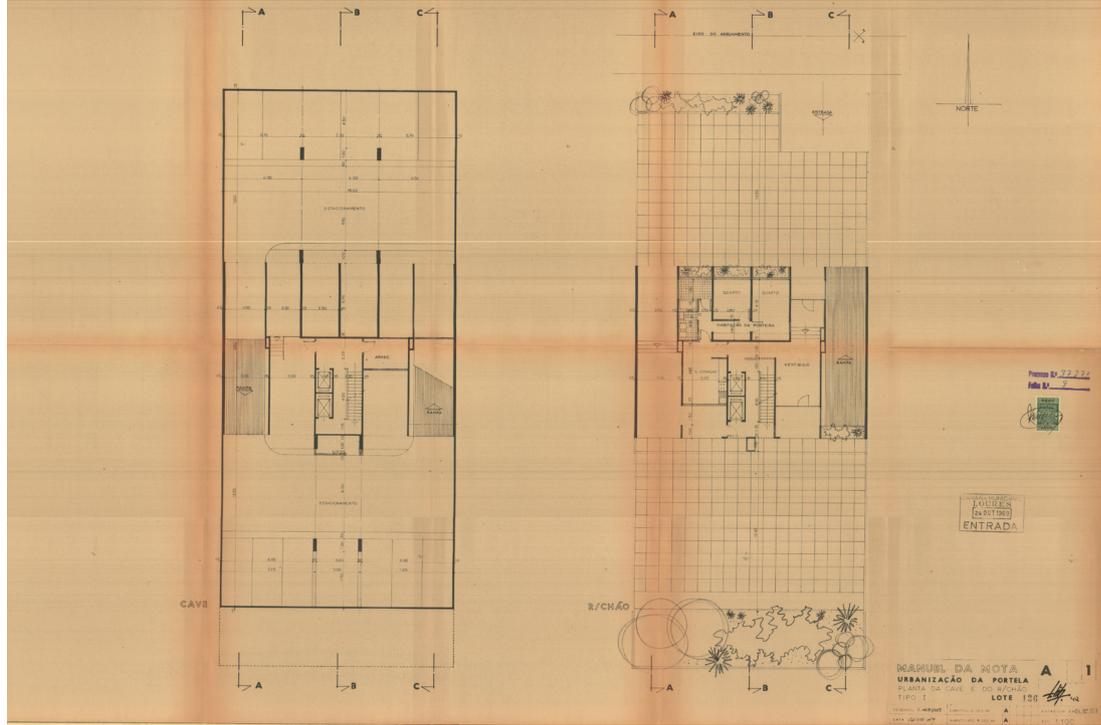
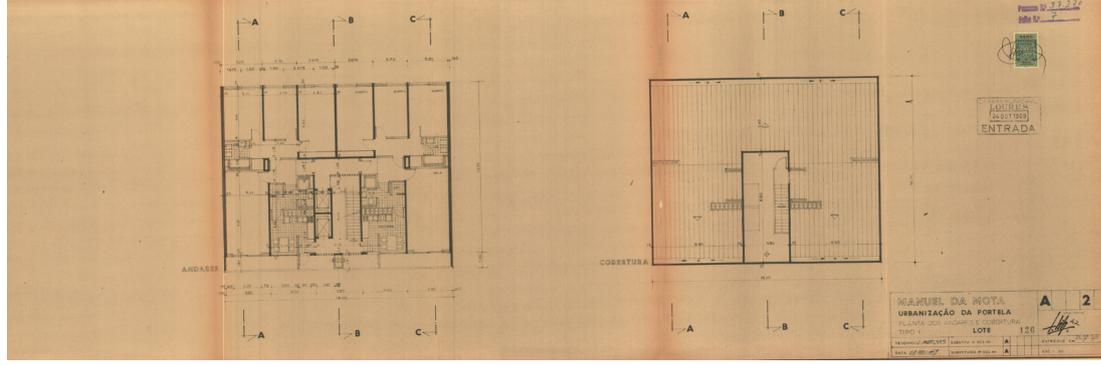
- Plataformas
- Habitagens
- Edifícios públicos
- Edifícios : tipo Torre
- Edifícios: tipo Banda



[18] Ortofotomapa da área de trabalho em JPEG. (CML) [19] Modelo digital para a modelação do terreno em TIFF. (CML)

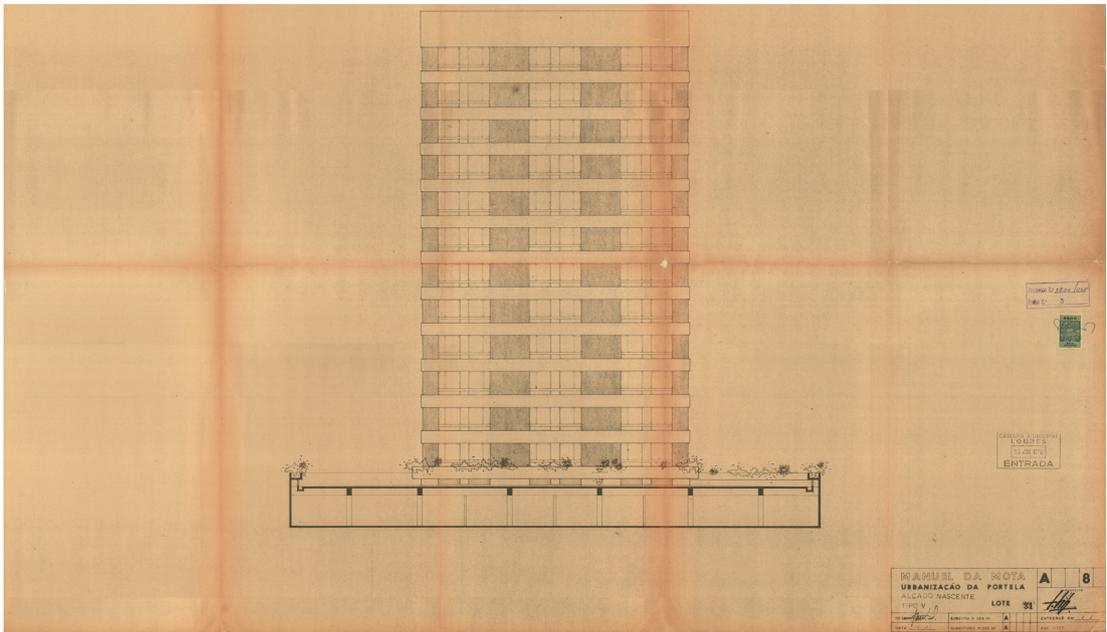
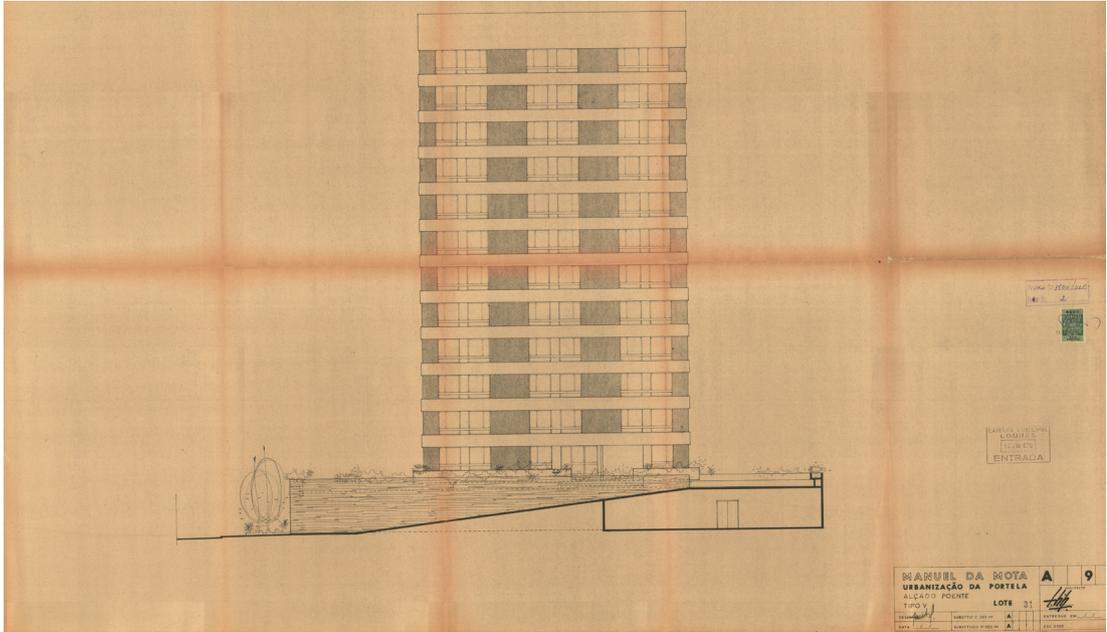


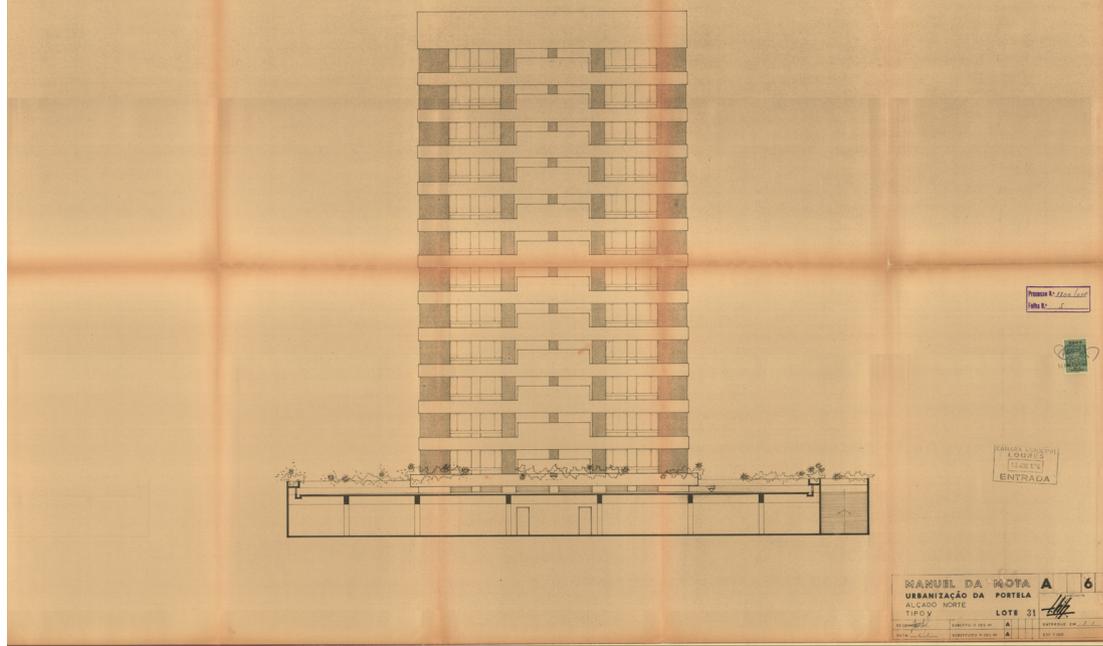
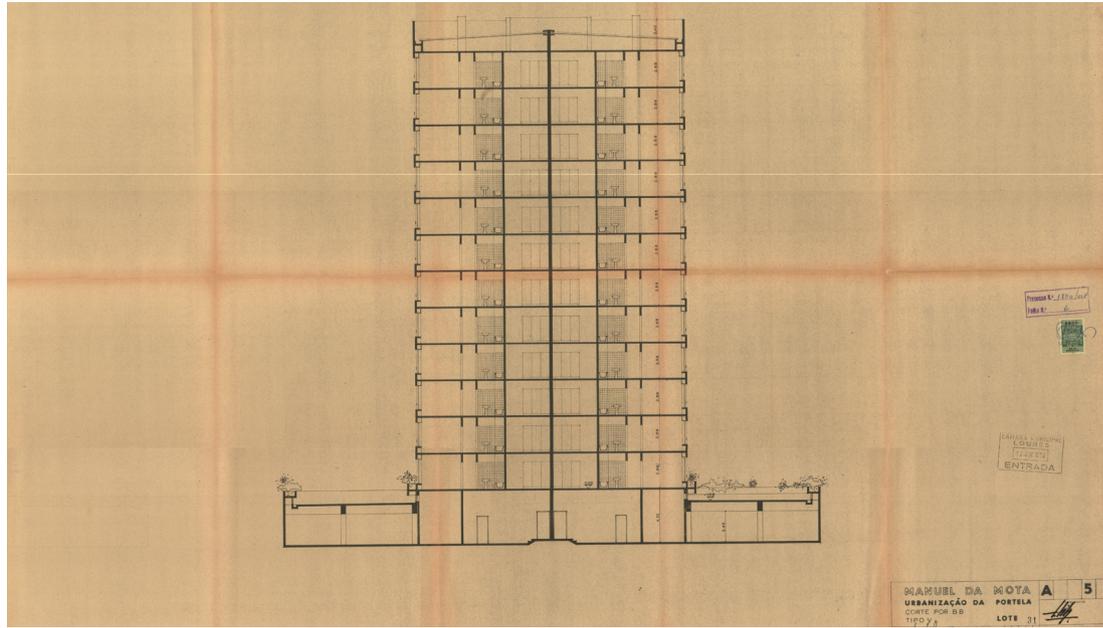
[20, 21 e 22] Desenhos técnicos do edifício em banda - Lote 126 (CML)



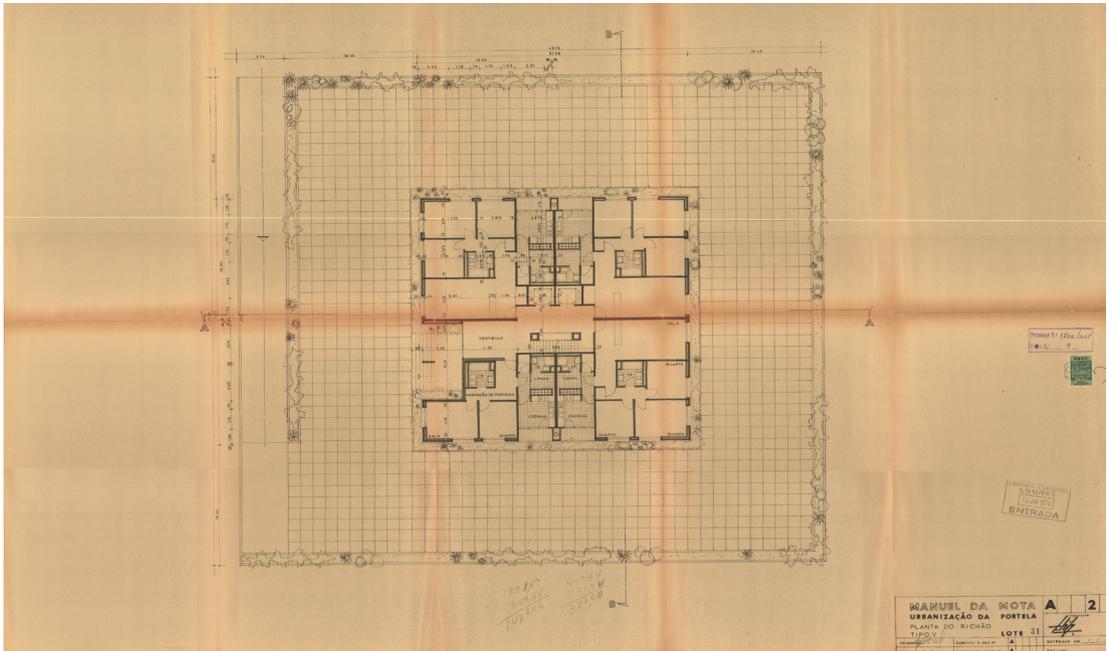
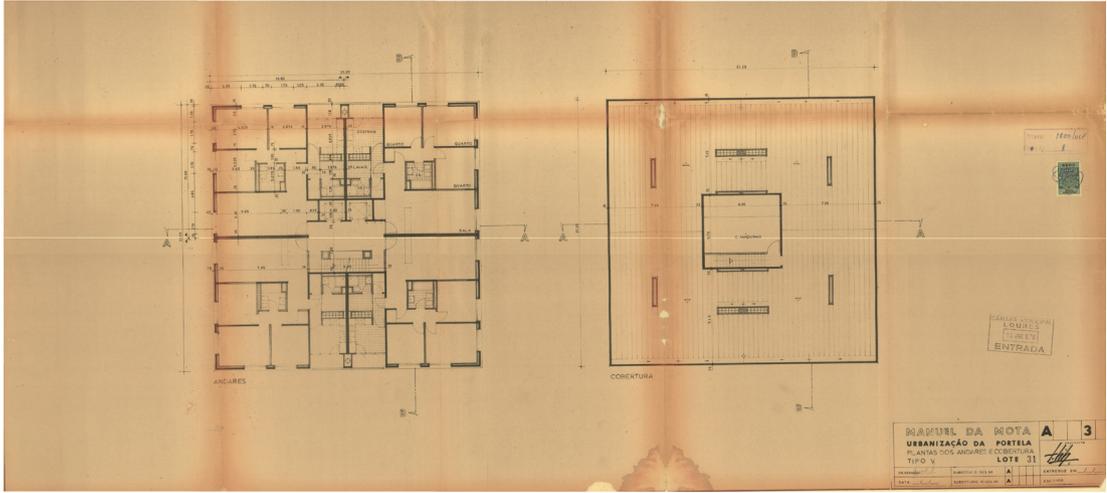
[23 e 24] Desenhos técnicos do edifício em banda - Lote 126 (CML)

225 e 226] Desenhos técnicos do edifício em torre - Lote 31 (CML)





[27 e 28] Desenhos técnicos do edifício em torre - Lote 31 (CML)



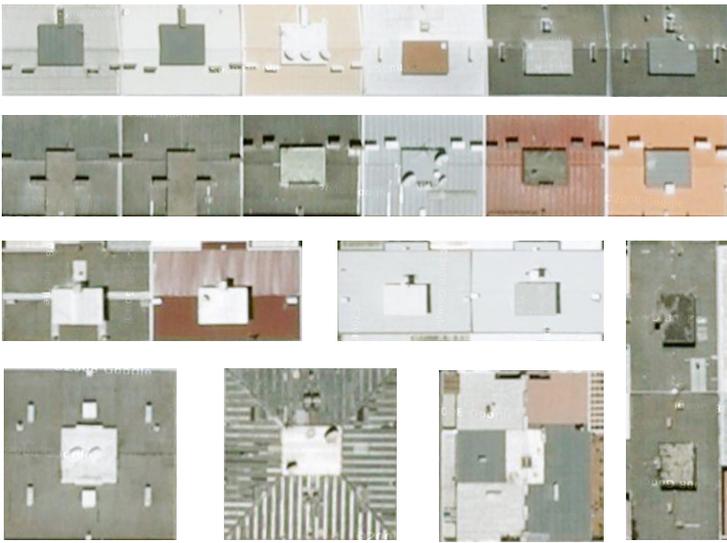


[31] Vista aerea do centro da Portela de Sacavém (retirada do BingMaps [32 e 33] Fotos da Portela de Sacavém (autoria própria)



[34 e 35] Fotos da Portela de Sacavém (autoria própria)



Elemento	Textura
Portas	
Janelas	
Cobertura	

[Tabela 6] Biblioteca de texturas (imagens de autoria própria)



ANEXO 2 - CÓDIGOS DAS REGRAS APLICADAS

Edifício em banda

```
/**
 * File: Tipo I .cga
 * Created: 2 Sep 2014 20:02:45 GMT
 * Author: Rúben
 */
version "2012.1"

//Atributos
attr alt_pisos = 2.88
attr n_pisos = 12
attr alt_resdochao = 3.7
attr alt_platibanda = 2.6
attr altura = alt_resdochao + n_pisos*alt_pisos +
alt_platibanda
attr beiral1 = .58
attr beiral2 = 2.3
attr largura_parede1 = 1.675
attr largura_parede2 = 3.3
attr largura_parede3 = 2.375
attr largura_lateral = 0.5
attr alt_laje = 0.28

//texturas
janelas = fileRandom ("janela/janela*.jpg")
portas = fileRandom ("Portas/Porta*.jpg")
cobertura = fileRandom ("cobertura/cobertura1.
jpg")
parede_cor = fileRandom ("Texturas/Textura_cor.
jpg")
parede_branca = fileRandom ("Texturas/Textura_
branco.jpg")

@StartRule
Lote -->
    extrude(altura)
        //elevar o volume do edificio
        split (y) { alt_resdochao : resdochao | ~1
: habitacao | alt_platibanda : ult_piso }
        //dividir o rés do chão dos pisos
de habitação e da platibanda
resdochao -->
    comp (f) { left: resdochao_Sul | right:
resdochao_Norte }
    comp (f) { front: resdochao_Este | back:
resdochao_Oeste }
    comp (f) { bottom : base_rdc | top : topo_
rdc }
        //definir os
componentes das fachadas do resdochao
base_rdc -->
    extrude(.3)
        //dar espessura ao pavimento
resdochao_Este -->
    split(x) { 1.2 : NIL | ~1 : parede_lateral }
resdochao_Oeste -->
    split(x) { ~1 : parede_lateral | 1.2 : NIL }
parede_lateral -->
    setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
scope.sy)
    projectUV(0)
    texture(parede_cor)
    extrude (-.25)
```

```

resdochao_Sul -->
    t (0,0,-1.2)
    //mover o rdc 1.2m no eixo "z"
    split(x) { 18 : habitacao_pri_Sul | {~18 :
habitacao_int_Sul (split.index)* | 18 : habitacao_
ult_Sul }
    // atribuir vários lotes
habitacao_pri_Sul -->
    split(x) { ~1 : fachada_rdc_Sul_1 }
    //como existem elementos
à face da fachada e outros recuados criou outra
parede que representa a fachada recuada
    split(x) { 3.6 : vazio | .15 : pilar_rdc | 3 :
vazio | .5 : parede_rdc |
    1.4 : janela_pequena | ~.7 : conduta | 1.4
: janela_pequena | .5 : parede_rdc | 3 : vazio | .15 :
pilar_rdc |
    3.35 : acesso_Sul | .125 : divisoria_rdc_n }
    // divisão dos vários elementos
da fachada
fachada_rdc_Sul_1 -->
    t (0,0,-2.5)
    //mover o rdc 2.5m no eixo "z"
    split(x) { 3.475 : vazio | .15 : divisoria_rdc_n
| 3.35 : porta | .15 : divisoria_rdc_p | ~1 : vazio |
    .15 : divisoria_rdc_p | 3.35 : porta | .15 :
divisoria_rdc_n | 3.475 : vazio }
    // divisão dos vários elementos
da fachada
habitacao_ult_Sul -->
    split(x) { ~1 : fachada_rdc_Sul_2 }
    split(x) { .125 : divisoria_rdc_n | 3.35 :
acesso_Sul | .15 : pilar_rdc | 3 : vazio | .5 : parede_
rdc |
    1.4 : janela_pequena | ~.7 : conduta | 1.4
: janela_pequena | .5 : parede_rdc | 3 : vazio | .15 :
pilar_rdc |
    3.6 : vazio }

```

```

fachada_rdc_Sul_2 -->
    t (0,0,-2.5)
    split(x) { 3.475 : vazio | .15 : divisoria_
rdc_n | 3.35 : porta | .15 : divisoria_rdc_p | ~1 : vazio
|
    .15 : divisoria_rdc_p | 3.35 : porta | .15 :
divisoria_rdc_n | 3.475 : vazio }
habitacao_int_Sul (splitindex)-->
    case (splitindex == 1) :
        split(x) { ~1 : fachada_rdc_Sul_2 }
        split(x) { .125 : divisoria_rdc_n |
3.35 : acesso_Sul | .15 : pilar_rdc | 3 : vazio | .5 :
parede_rdc |
        1.4 : janela_pequena | ~.7 :
conduta | 1.4 : janela_pequena | .5 : parede_rdc | 3 :
vazio | .15 : pilar_rdc |
        3.35 : vazio | .125 : divisoria_
rdc_n }
        case (splitindex == 3) :
            split(x) { ~1 : fachada_rdc_Sul_2 }
            split(x) { .125 : divisoria_rdc_n |
3.35 : acesso_Sul | .15 : pilar_rdc | 3 : vazio | .5 :
parede_rdc |
            1.4 : janela_pequena | ~.7 :
conduta | 1.4 : janela_pequena | .5 : parede_rdc | 3 :
vazio | .15 : pilar_rdc |
            3.35 : vazio | .125 : divisoria_
rdc_n }
        else :
            split(x) { ~1 : fachada_rdc_Sul_1 }
            split(x) { .125 : divisoria_rdc_n |
3.35 : vazio | .15 : pilar_rdc | 3 : vazio | .5 : parede_
rdc |
            1.4 : janela_pequena | ~.7 :
conduta | 1.4 : janela_pequena | .5 : parede_rdc | 3 :
vazio | .15 : pilar_rdc |
            3.35 : acesso_Sul | .125 :
divisoria_rdc_n }

```

```

// divisão dos vários elementos da fachada. o comando splitindex selecciona o lote pretendido
| 2.6 : varanda_rdc |
  .15 : divisoria_rdc_n | 2.8 : vao_rdc | .15 :
divisoria_rdc_n | 2.8 : vao_rdc |
  .15 : divisoria_rdc_n | 2.6 : vazio | .15 :
 pilar_rdc | 3 : vazio | ~.125 : divisoria_rdc_n }

divisoria_rdc_n -->
  extrude (-8.8)

vazio -->
  NIL

pilar_rdc -->
  extrude (-1)

parede_rdc -->
  extrude (-.15)

conduta -->
  extrude (1.1)

acesso_Sul -->
  split(y) { .9 : canteiro | ~1 : vazio }

canteiro -->
  extrude (-1)

divisoria_rdc_p -->
  extrude (2.4)

resdochao_Norte -->
  split(x) { 18 : habitacao_pri_Norte | {~18 :
habitacao_int_Norte (split.index) }* | 18 : habitacao_
ult_Norte }

habitacao_pri_Norte -->
  split(x) { ~1 : fachada_rdc_Norte_1 }
  split(x) { 3.25 : vazio | .15 : divisoria_rdc_n
| 2.6 : varanda_rdc |
  .15 : divisoria_rdc_n | 2.8 : vao_
rdc | .15 : divisoria_rdc_n | 2.8 : vao_rdc |
  .15 : divisoria_rdc_n | 2.6 : vazio |

fachada_rdc_Norte_1 -->
  t (0,0,-2.5)
  split(x) { 3.25 : vazio | .15 : divisoria_rdc_n |
2.6 : porta | 6.05 : vazio | 2.6 : porta | .15 : divisoria_
rdc_n | 3.125 : vazio }

habitacao_ult_Norte -->
  split(x) { ~1 : fachada_rdc_Norte_2 }
  split(x) { .125 : divisoria_rdc_n | 3 : vazio |
.15 : pilar_rdc | 2.6 : vazio | .15 : divisoria_rdc_n |
2.8 : vao_rdc | .15 : divisoria_rdc_n | 2.8 :
vao_rdc | .15 : divisoria_rdc_n | 2.6 : varanda_rdc |
.15 : divisoria_rdc_n | ~3.25 : vazio }

fachada_rdc_Norte_2 -->
  t (0,0,-2.5)
  split(x) { 3.125 : vazio | .15 : divisoria_rdc_n
| 2.6 : porta | 6.05 : vazio | 2.6 : porta | .15 : divisoria_
rdc_n | 3.25 : vazio }

habitacao_int_Norte (splitindex) -->
  case (splitindex == 1 ) :
    split(x) { ~1 : fachada_rdc_
Norte_2 }
    split(x) { .125 : divisoria_rdc_n |
3.125 : vazio | .15 : divisoria_rdc_n | 2.6 : varanda_
rdc |
  .15 : divisoria_rdc_n | 2.8 : vao_
rdc | .15 : divisoria_rdc_n | 2.8 : vao_rdc |
  .15 : divisoria_rdc_n | 2.6 : vazio |

```

```

.15 : pilar_rdc | 3 : vazio | ~.125 : divisoria_rdc_n }
    case (splitindex == 3) :
        split(x) { ~1 : fachada_rdc_
Norte_2 }
            split(x) { .125 : divisoria_rdc_n |
3.125 : vazio | .15 : divisoria_rdc_n | 2.6 : varanda_
rdc |
                .15 : divisoria_rdc_n | 2.8 : vao_
rdc | .15 : divisoria_rdc_n | 2.8 : vao_rdc |
                .15 : divisoria_rdc_n | 2.6 : vazio |
.15 : pilar_rdc | 3 : vazio | ~.125 : divisoria_rdc_n }
        else :
            split(x) { ~1 : fachada_rdc_
Norte_1 }
                split(x) { .125 : divisoria_rdc_n | 3
: vazio | .15 : pilar_rdc | 2.6 : vazio | .15 : divisoria_
rdc_n |
                    2.8 : vao_rdc | .15 : divisoria_
rdc_n | 2.8 : vao_rdc | .15 : divisoria_rdc_n | 2.6 :
varanda_rdc |
                        .15 : divisoria_rdc_n | 3.125 :
vazio | ~.125 : divisoria_rdc_n }

vao_rdc -->
    split(y) { .9 : canteiro | ~1 : janela_pequena_
rdc }

janela_pequena_rdc -->
    report ("janela",1)
    setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
scope.sy)
    projectUV(0)
    texture(janelas)
    t(0,0,-1)

fachada_rdc_Norte -->
    t (0,0,-2.5)
        split(x) { 3.4625 : vazio | .15 : divisoria_
rdc_n | 2.75 : janela_grande | 5.7 : vazio | 2.4 :
janela_pequena | ~1 : vazio }

varanda_rdc -->
    split(y) { .9 : canteiro | ~1 : vazio }

ult_piso -->
    comp(f) { side : platibanda | top : telhado }
    //definir os componentes da
platibanda

platibanda -->
    setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
scope.sy)
    projectUV(0)
    texture(parede_branca)
    extrude (-.3)
    //atribuir uma espessura à
platibanda

telhado -->
    offset(-.3,inside)
    //recuar a cobertura pela
espessura da platibanda
    t (0,0,-2.1)
    //mover a cobertura 2.1m para
baixo dr forma a ficar escondida pela platibanda
    roofGable(10)
    //definir as 2 águas da cobertura
e o angulo de inclinação
    setupProjection(0, scope.zx, scope.sz,
scope.sx)
    projectUV(0)
    texture(cobertura)

```

```

//atribuir uma textura à
cobertura

habitacao -->
    comp (f) { left: Fachada_Sul | lateral -->
right: Fachada_Norte }                extrude (-1.2)
    comp (f) { front: Fachada_Este |   setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
back: Fachada_Oeste }                 scope.sy)
//definir os projectUV(0)
componentes das fachadas das habitações texture(parede_cor)
//atribuir uma textura

Fachada_Norte -->
    split(x) { ~18 : edificio (split. parede -->
index) }*                               split(y) {beiral1 : base | beiral2 : topo }*
//dividir o volume em //divisão entre o beiral e a
vários edificios                             parede

edificio (splitindex) -->               parede_X -->
    case (splitindex == 0) :              split (y) { .88 : base | 2 : topo }*
        split(x) { largura_lateral : lateral //divisão entre o beiral e a
| largura_parede1-largura_lateral : parede_X | parede
{largura_parede2 : janela | largura_parede3 : parede
}* | largura_parede1 : parede }
// divisão dos pisos
entre os cheios e as janelas no primeiro edificio
        case (splitindex == 5) :          base -->
            split(x) { largura_parede1 : extrude (-0.2)
parede | {largura_parede2 : janela | largura_ setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
parede3 : parede }* | largura_parede1 - largura_ scope.sy)
lateral : parede_X | largura_lateral : lateral } projectUV(0)
// divisão dos pisos texture(parede_branca)
entre os cheios e as janelas no ultimo edificio //atribuir uma textura
            else:                          topo -->
                split(x) { largura_parede1 : extrude (-0.2)
parede | {largura_parede2 : janela | largura_ setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
parede3 : parede }* | largura_parede1 : parede } scope.sy)
// divisão dos pisos projectUV(0)
entre os cheios e as janelas nos restantes edificios texture(parede_cor)
//atribuir uma textura

```

```

janela -->
    split(y) { .88 : base | 2 : vao }*
    // divisão entre as janelas e o
beiral

vao -->
    split(x) { 1.5 : janela1 | 0.3 : pilar | 1.5 :
janela1 }
    //divisão das janelas e do pilar

pilar -->
    extrude (-0.2)
    setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
scope.sy)
    projectUV(0)
    texture(parede_branca)
janela1 -->
    t(0,0,-.2)
    report ("janela",1)
    setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
scope.sy)
    projectUV(0)
    texture(janelas)

@fachada

Fachada_Este -->
    split(y) {.88 : base | 2 : topo }*

Fachada_Oeste -->
    split(y) {.88 : base | 2 : topo }*

Fachada_Sul -->
    split(x) { largura_lateral : lateral | ~1 :
fachada | largura_lateral : lateral }
    split(x) { ~18 : edificio_Sul }*

edificio_Sul -->
    t (0,0,-1.2)
    split(y) { alt_laje : laje | alt_pisos - alt_laje :
pisos }*

laje -->
    extrude (1.1)

pisos -->
    split(x) { ~.125 : divisoria | .65 : cheio | 2.25
: janela_grande | .7 : cheio |
2 : janela_grande | .1 : divisoria |
.9 : porta | .5 : cheio | 1.4 : janela_cozinha |
.7 : divisoria | 1.4 : janela_cozinha
| .5 : cheio | .9 : porta | .1 : divisoria |
2 : janela_grande | .7 : cheio |
2.25 : janela_grande | .65 : cheio | ~.125 : divisoria }*

divisoria -->
    extrude (1.1)

janela_cozinha -->
    report ("janela", 1)
    split(y) { 1.2 : cheio | 1.4 : janela_pequena }

janela_pequena -->
    report ("janela", 1)
    //o comando report vai registrar
o número de janelas de todo o edificio
    setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
scope.sy)
    projectUV(0)

```

```

texture(janelas)

cheio -->
    setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
scope.sy)
    projectUV(0)
    texture(parede_cor)

porta -->
    setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
scope.sy)
    projectUV(0)
    texture(portas)

janela_grande -->
    setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
scope.sy)
    projectUV(0)
    texture(janelas)

fachada -->
    split(y) { 2.3 : varanda | .58 : NIL }*

varanda -->
    split(x) { 17.5 : guarda (split.index) | { 18 :
guarda (split.index)* | 17.5 : guarda (split.index)}

guarda (splitindex) -->
    case (splitindex == 0) :
        split(x) { 5.65 : varanda_sala | 5.7
: varanda_cozinha | 6.15 : varanda_sala }
        case (splitindex == 5) :
            split(x) { 6.15 : varanda_sala | 5.7
: varanda_cozinha | 5.65 : varanda_sala }
        else:
            split(x) { 6.15 : varanda_sala | 5.7
: varanda_cozinha | 6.15 : varanda_sala }*

varanda_cozinha -->
    split(y) { 1 : guarda_sala | ~1 : cheio }
    extrude (-.1)

varanda_sala -->
    split(y) { 1 : guarda_sala | 1.3 : NIL }*

guarda_sala -->
    setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
scope.sy)
    projectUV(0)
    texture(parede_branca)
    extrude (-.1)

```

Edifício torre

```
/**
 * File: Tipo VI.cga
 * Created: 6 Sep 2014 18:02:01 GMT
 * Author: Rúben
 */

version "2012.1"

extrude(altura)
//atribuir a altura do edifício
split (y) { alt_resdochao : resdochao | ~1
: building | alt_platibanda : ult_piso }
//Dividir todo o edifício em 3
elementos principais

resdochao -->
comp (f) { left: resdochao_Sul | right:
resdochao_Norte }
comp (f) { front: resdochao_Oeste | back:
resdochao_Este }
comp (f) { top : topo_rdc }
//definir as fachadas do edifício
resdochao_Sul -->
t(0,0,-.1)
split(y) { .6 : grelhas_SN | ~1 : canteiro |
alt_pisos - .98 : piso_SN_rdc }
// definir a divisão dos pisos
split(x) { ~1 : NIL | 6.3 : varanda_S | ~1 : NIL
}
//definir a localização das
varandas
grelhas_SN -->
split(x) { .1 : NIL | 2.35 : parede | 1.7 : grelha
|.7 : parede |
1.7 : grelha | .9 : parede | 2.65 : grelha | .7
: parede |
2.65 : grelha | .9 : parede | 1.7 : grelha | .7
: parede |
1.7 : grelha | 2.35 : parede | .1 : NIL }

//atributos

attr altura = alt_resdochao+n_pisos*alt_pisos+alt_
platibanda
attr alt_pisos = 2.88
attr n_pisos = 11
attr alt_platibanda = 2.4
attr alt_resdochao = 3.96

//texturas

janelas = fileRandom ("janela/janela*.jpg")
portas = fileRandom ("Portas/Porta*.jpg")
cobertura = fileRandom ("cobertura/coberturaT*.
jpg")
parede_cor = fileRandom ("Texturas/Textura_cor.
jpg")
parede_branca = fileRandom ("Texturas/Textura_
branco.jpg")

@StartRule

Lote -->
```

```

//definir os vários elementos
grelha -->
    setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
scope.sy)
    projectUV(0)
    texture(parede_branca)
    //atribuir uma textura

canteiro -->
    setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
scope.sy)
    projectUV(0)
    texture(parede_cor)
    //atribuir uma textura
    t(0,0,-1)
    //mover o canteiro
    s('1+.0285','1,0)
    //definir a dimensão do canteiro
    extrude (.8)
    //atribuir uma espessura

pisos -->
    split(x) { ~1 : fachada_SN_rdc (split.index)
| 5.5 : beiral_rdc | ~1 : fachada_SN_rdc (split.index) }
    //divisão da fachada em 3 partes.
    o splitindex serve para identificar o elemento.
    fachada_SN_rdc (splitindex) -->
        case (splitindex == 0) :
            split(x) { .1 : NIL | 2.35 : parede |
1.7 : janela | .7 : pilar |
1.7 : janela | .9 : parede | ~.25 :
NIL }
            else :
                split(x) { ~.25 : NIL | .9 : parede |
1.7 : janela | .7 : pilar |
1.7 : janela | 2.35 : parede | .1 :
NIL }
        beiral_rdc -->
            split(y) {~1 : base | .88 : NIL }

resdochao_Norte -->
    t(0,0,-1)
    split(y) { .6 : grelhas_SN | ~1 : canteiro |
alt_pisos - .98 : piso_SN_rdc }
    // definir a divisão dos pisos
    split(x) { ~1 : NIL | 6.3 : varanda_S | ~1 : NIL
}
    //definir a localização das
varandas

resdochao_Oeste -->
    t(0,0,-1)
    split(y) { .6 : grelhas_O | ~1 : canteiro |
alt_pisos - .98 : piso_O_rdc }

pisos -->
    split(x) { .1 : NIL | 1.3 : parede | {4.1 : vao |
3.05 : parede}*
| 1.3 : parede | .1 : NIL }

grelhas_O -->
    split(x) { .1 : NIL | 1.3 : parede | {1.7 : grelha

```

```

|.7 : parede |
    1.7 : grelha | 3.05 : parede)* | 1.3 : parede
|.1 : NIL }

resdochao_Este -->
    t(0,0,-1)
    split(x) { 10.8 : NIL | ~1 : entrada | 3.65 :
NIL }
    split(y) { .6 : grelhas_E | ~1 : canteiro_E |
alt_pisos - .98 : piso_E_rdc }

grelhas_E -->
    split(x) { .1 : NIL | 1.3 : parede | 1.7 : grelha
|.7 : parede |
    1.7 : grelha | 3.05 : parede | 1.7 : grelha |
1.5 : parede | ~1 : NIL |
    1.5 : parede | 1.7 : grelha | 1.3 : parede | .1
: NIL }
    split(x) { 11.6 : NIL | ~1 : escadas | 4.45 :
NIL }

escadas -->
    split(y) { .42 : parede | .18 : pavimento
}

pavimento -->
    t(0,.48,.8)
    extrude (-4.8)
    split(y) {{.3 : degrau (split.index) | .3 :
degrau (split.index)}* | 3.3 : patamar}

patamar -->
    setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
scope.sy)
    projectUV(0)
    texture(parede_branca)

degrau (split.index)-->
    case (split.index == 0) : t(0,0,.9)
    case (split.index == 1) : t(0,0,.72)
    case (split.index == 2) : t(0,0,.54)
    case (split.index == 3) : t(0,0,.36)
    case (split.index == 4) : t(0,0,.18)
    else : t(0,0,0)

piso_E_rdc -->
    split(x) { .1 : NIL | 1.3 : parede | 4.1 : vao |
3.05 : parede
    | 1.7 : janela | .7 : parede | ~1 : NIL | .7 :
parede | 1.7 : janela | 1.3 : parede | .1 : NIL }

entrada -->
    split(x) {3.125 : NIL | pilar_ent | 3.125 : NIL
}
    t(0,0,-4)
    split(x) { .15 : divisoria_E | .7 : div_entrada
(split.index) | 2 : porta | ~1 : parede | .7 : div_entrada
(split.index) | .15 : divisoria_E }

pilar_ent -->
    setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
scope.sy)
    projectUV(0)
    texture(parede_cor)
    extrude (-1)

```

```

porta -->
    setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
scope.sy)
    projectUV(0)
    texture(portas)
div_entrada (splitindex) -->
    case (splitindex == 1) :
        split(y) { ~1 : cant_entrada | alt_
pisos - .98 : janela }
        else:
            split(y) { ~1 : cant_entrada | alt_
pisos - .98 : parede }

cant_entrada -->
    setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
scope.sy)
    projectUV(0)
    texture(parede_cor)
    extrude (4)

divisoria_E -->
    setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
scope.sy)
    projectUV(0)
    texture(parede_cor)
    extrude (3.9)

canteiro_E -->
    t(0,0,-.1)
    s('1+.0285','1,0)
    extrude (.8)
    split(x) { 11.65 : parede | ~1 : NIL | 5.1 :
parede }

porta -->
    setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
scope.sy)
    projectUV(0)
    texture(portas)
div_entrada (splitindex) -->
    case (splitindex == 1) :
        split(y) { ~1 : cant_entrada | alt_
pisos - .98 : janela }
        else:
            split(y) { ~1 : cant_entrada | alt_
pisos - .98 : parede }

cant_entrada -->
    setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
scope.sy)
    projectUV(0)
    texture(parede_cor)
    extrude (4)

divisoria_E -->
    setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
scope.sy)
    projectUV(0)
    texture(parede_cor)
    extrude (3.9)

canteiro_E -->
    t(0,0,-.1)
    s('1+.0285','1,0)
    extrude (.8)
    split(x) { 11.65 : parede | ~1 : NIL | 5.1 :
parede }

ult_piso -->
    comp(f) { side : platibanda | top : roof
}

platibanda -->
    extrude (-.3)
    setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
scope.sy)
    projectUV(0)
    texture(parede_branca)

roof -->
    offset(-.3,inside)
    t (0,0,-2.1)
    roofGable(10)
    setupProjection(0, scope.zx, scope.sz,
scope.sx)
    projectUV(0)
    texture(cobertura)
    //atribuir uma textura à
cobertura

building -->
    comp (f) { left: Fachada_Sul |
right: Fachada_Norte }
    comp (f) { front: Fachada_Oeste |
back: Fachada_Este }

Fachada_Sul -->
    split(y) { alt_pisos : piso_SN }*

```

```

        // definir a divisão dos pisos
        split(x) { ~1 : NIL | 6.3 : varanda_S | ~1 : NIL }
    }
    //definir a localização das varandas
    piso_SN -->
        t (0,0,-1)
        split(x) { ~1 : fachada (split.index) | 5.5 :
        beiral | ~1 : fachada (split.index) }
    varanda_S -->
        t (0,0,-1.2)
        //recuar a fachada da varanda
        fachada (splitindex) -->
            case (splitindex == 0) :
                split(x) { .15 : divisoria | 2.35 : janela_
                grande | .3 : parede |
                .7 : divisoria | .3 : parede | 2.35 : janela_
                grande | .15 : divisoria }
                // divisão da fachada recuada da
                varanda
                split(x) { .1 : NIL | 2.35 : parede |
                1.7 : janela | .7 : pilar |
                1.7 : janela | .9 : parede | ~.25 :
                NIL }
                split(y) { .98 : base | 1.9 : NIL }*
            else:
                split(x) { ~.25 : NIL | .9 : parede |
                1.7 : janela | .7 : pilar |
                1.7 : janela | 2.35 : parede | .1 :
                NIL }
                //definir a localização das varandas
                split(y) { .98 : base | 1.9 : NIL }*
                // definir a divisão dos pisos
                beiral -->
                    split(y) { 2 : base | ~1 : NIL }*
                    // divisão entre o beiral e a zona
                    de cheios e vazios
                varanda
                split(x) { .15 : divisoria | 2.35 : janela_grande
                | .3 : parede |
                .7 : divisoria | .3 : parede | 2.35 : janela_
                grande | .15 : divisoria }
                divisoria -->
                    setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
                    scope.sy)

```

```

projectUV(0)
texture(parede_cor)
extrude (1.1)

Fachada_Oeste -->
  split(y) { alt_pisos : piso_EO }*

Fachada_Este -->
  split(y) { alt_pisos : piso_EO }*

piso_EO -->
  t (0,0,-.1)
  split(y) { .98 : base | 1.9 : topo_EO }*

base -->
  extrude (-.2)
  t (0,.1,0)
  setupProjection(0, scope.xy, scope.sx, scope.sy)
  projectUV(< texture(parede_branca)

topo_EO -->
  split(x) { .1 : NIL | 1.3 : parede | {4.1 : vao |
3.05 : parede }*|
  1.3 : parede | .1 : NIL }

parede -->
  extrude (-.1)
  setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
scope.sy)
  projectUV(0)
  texture(parede_cor)

vao -->
  split(x) { ~1.7 : janela | ~.7 : pilar | 1.7 :
janela }

janela -->
  t(0,0,-.1)
  setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
scope.sy)
  projectUV(0)
  texture(janelas)

janela_grande -->
  setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
scope.sy)
  projectUV(0)
  texture(janelas)

pilar -->
  extrude (-.1)
  setupProjection(0, scope.xy, scope.sx,
scope.sy)
  projectUV(0)
  texture(parede_branca)

```

Habitaciones

```
/**
 * File:  habitaciones.cga
 * Created: 8 Oct 2014 16:02:51 GMT
 * Author: Rúben
 */

version "2012.1"

//atributos

attr alt_pisos = 2.88
attr n_pisos = 12
attr alt_resdochao = 3.7
attr alt_platibanda = 2.6
attr altura = alt_resdochao + n_pisos*alt_pisos +
alt_platibanda
attr beiral1 = 1.2
attr beiral2 = 1.68

//texturas

attr tex_cobertura = fileRandom ("cobertura/
cobertura*.jpg")
parede_cor = fileRandom ("Texturas/Textura_cor.
jpg")
parede_branca = fileRandom ("Texturas/Textura_
branco.jpg")

@StartRule

Lote -->
    extrude(altura)
    //elevar o volume do edificio

    split (y) { ~1 : habitacao | alt_platibanda :
ult_piso }
    //dividir os pisos de habitacão
da platibanda

    habitacao -->
        comp(f) { side : fachada}
        //inserir as fachadas

    fachada -->
        split(y) {~alt_resdochao : parede | {~alt_
pisos : parede}*)
        //divisão entre o rés-do-chão e
os restantes pisos

    parede -->
        split(y) {beiral1 : branco | ~beiral2 : cor }
        //divisão entre a faixa branca e a
de cor

    cor -->
        setupProjection(0,  scope.xy,  scope.sx,
scope.sy)
        projectUV(0)
        texture(parede_cor)
        //atribuir uma textura

    branco -->
        setupProjection(0,  scope.xy,  scope.sx,
scope.sy)
        projectUV(0)
        texture(parede_branca)

    ult_piso -->
        comp(f) { side : platibanda | top : telhado }
        //definir os componentes da
```

platibanda

platibanda -->

```
    extrude (-.3)
```

```
        //atribuir uma espessura à
```

platibanda

telhado -->

```
    offset(-.3,inside)
```

```
        //recuar a cobertura pela  
    espessura da platibanda
```

```
    t (0,0,-2.1)
```

```
        //mover a cobertura 2.1m para  
    baixo de forma a ficar escondida pela platibanda
```

```
    roofGable(10)
```

```
        //definir as 2 águas da cobertura  
    e o angulo de inclinação
```

```
    setupProjection(0, scope.zx, scope.sz,  
    scope.sx)
```

```
    projectUV(0)
```

```
    texture(tex_cobertura)
```

```
        //atribuir uma textura à  
    cobertura
```

Edifícios Públicos

/**

* File: edificios públicos.cga

* Created: 8 Oct 2014 18:00:04 GMT

* Author: Rúben

*/

version "2012.1"

//atributos

attr altura = 10

attr cobertura = 10

@startrule

Lote -->

extrude (altura)

//extrudir o volume com uma altura definida no atributo "altura"

comp(f) {side : paredes | top : telhado}

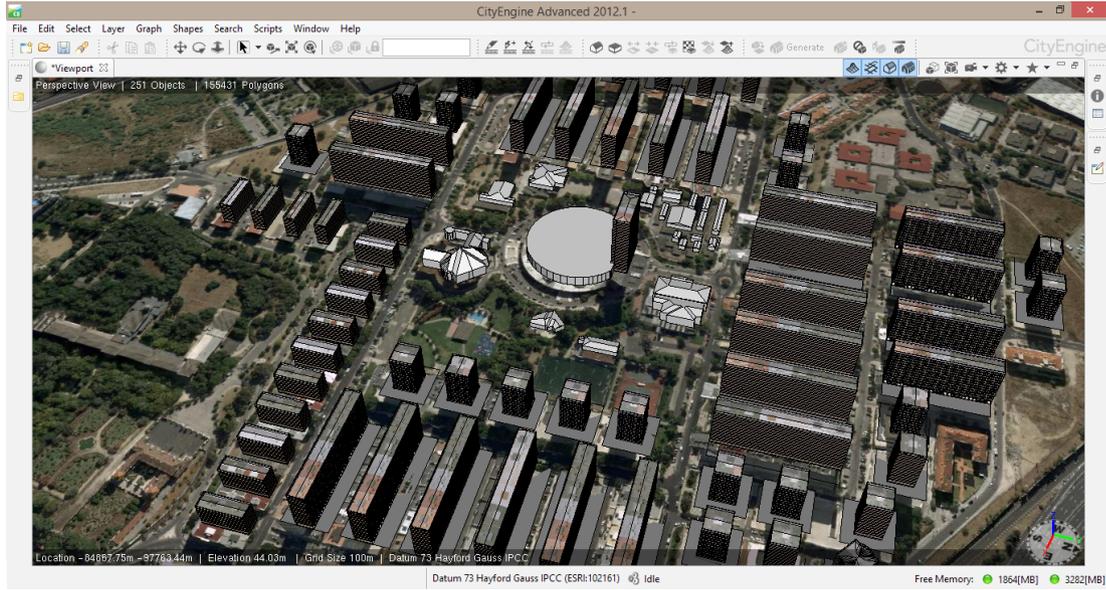
// dividir o volume em dois componentes

telhado -->

roofGable(cobertura)

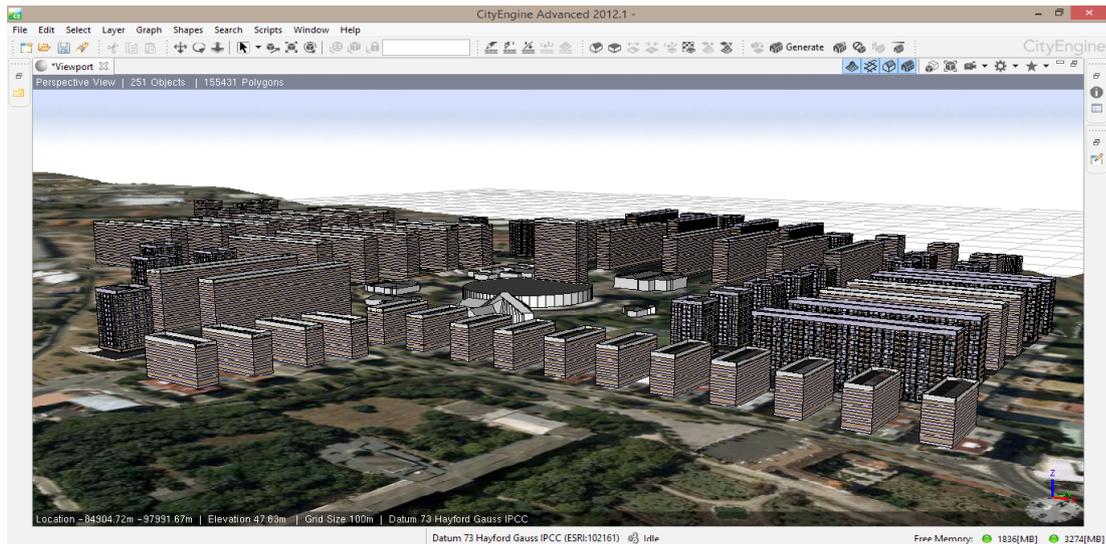
// definir a inclinação da cobertura através do atributo "cobertura"

ANEXO 3 - IMAGENS GERADAS A PARTIR DO MODELO DIGITAL

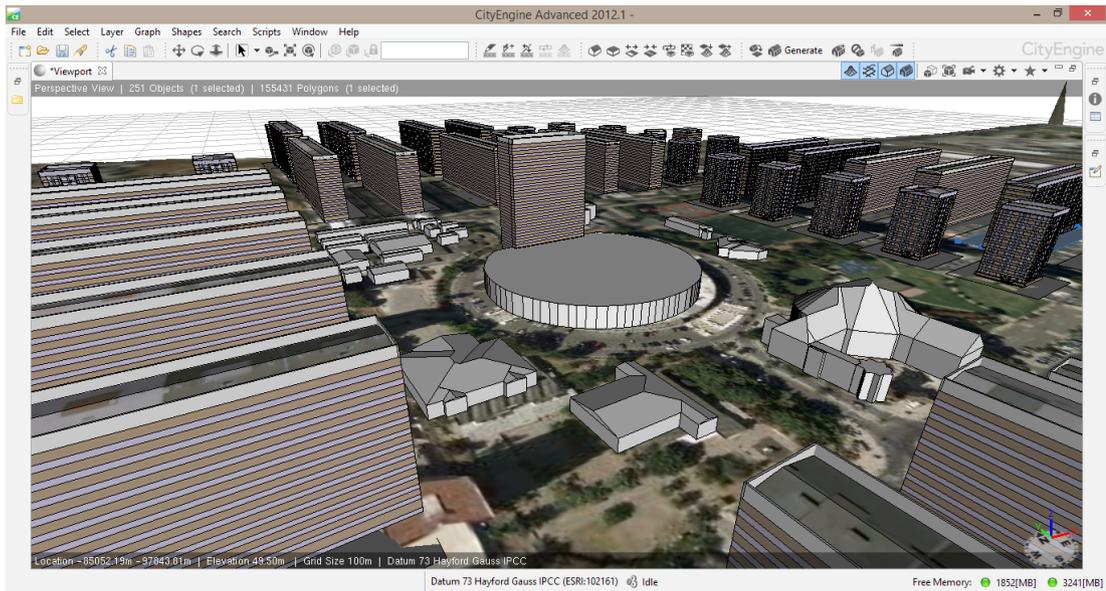
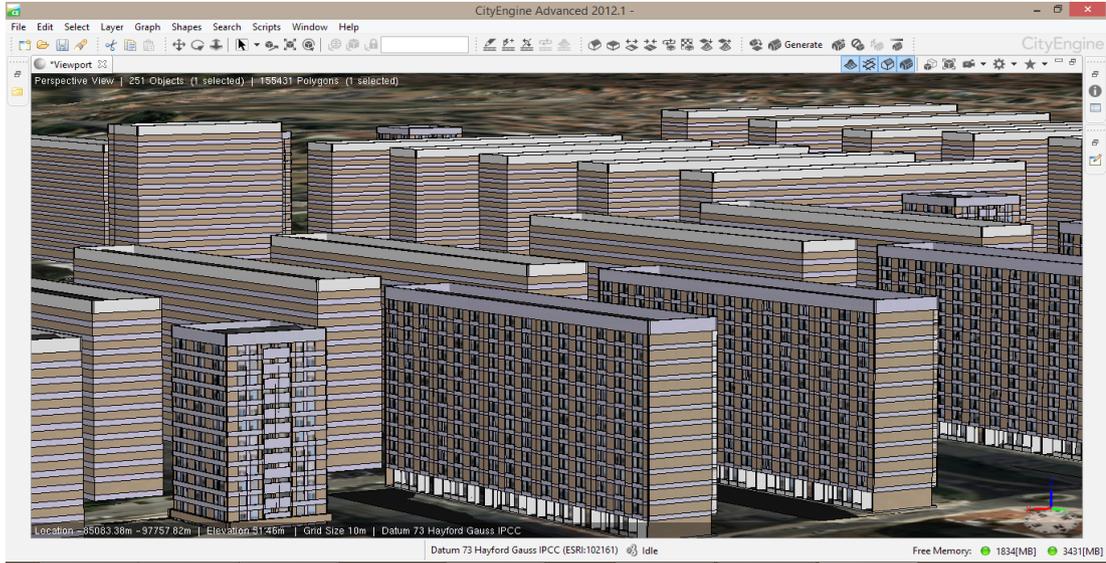


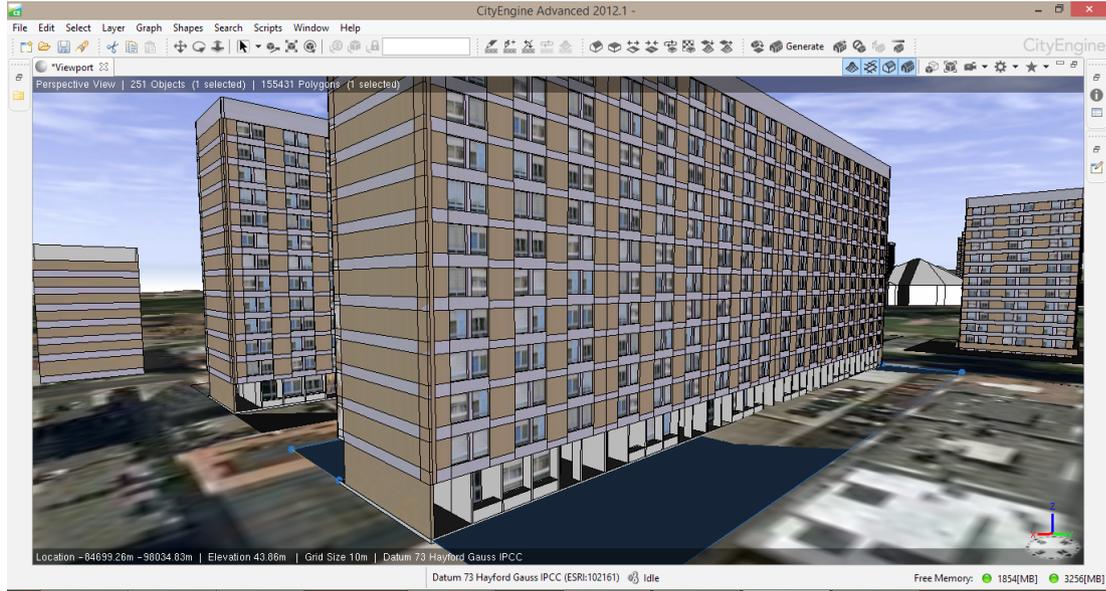
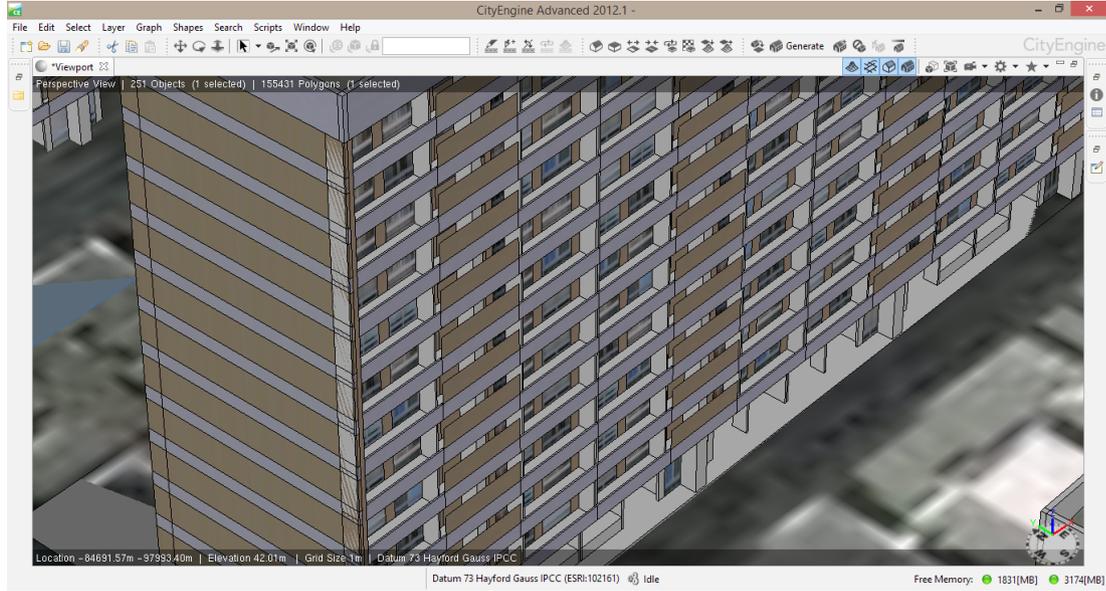
306

CityEngine - Uma nova perspectiva para o planejamento urbano

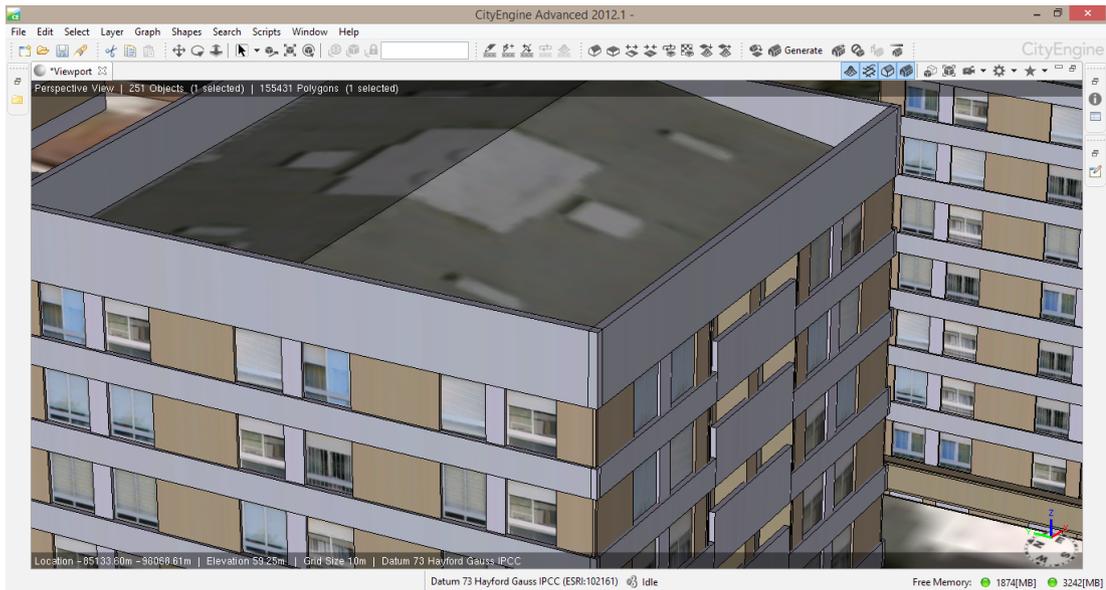
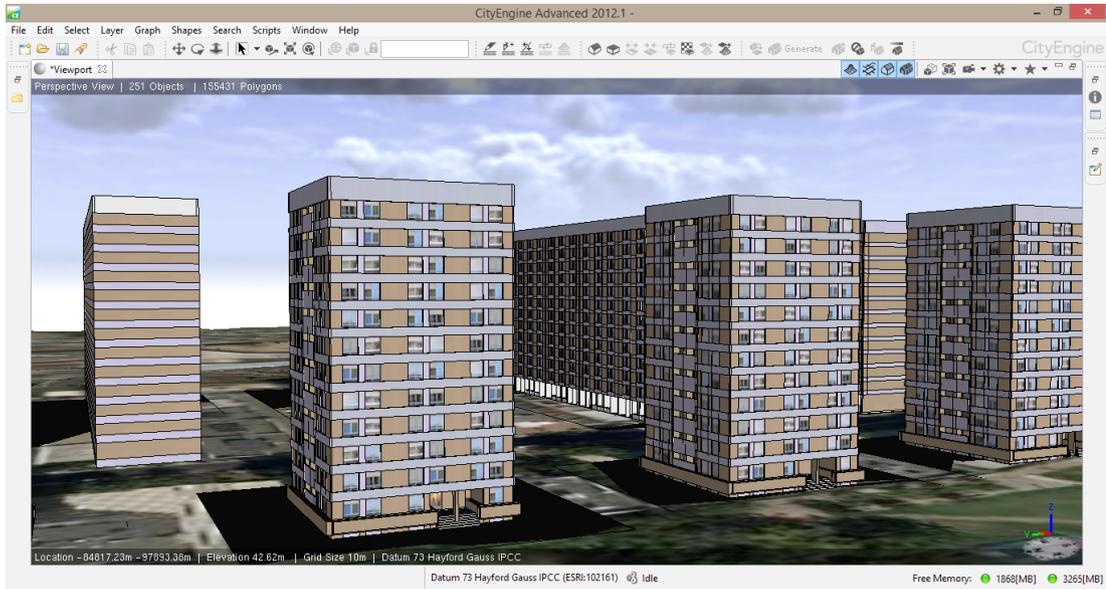


[36 e 37] Imagens geradas no CityEngine





[40 e 41] Imagens geradas no CityEngine

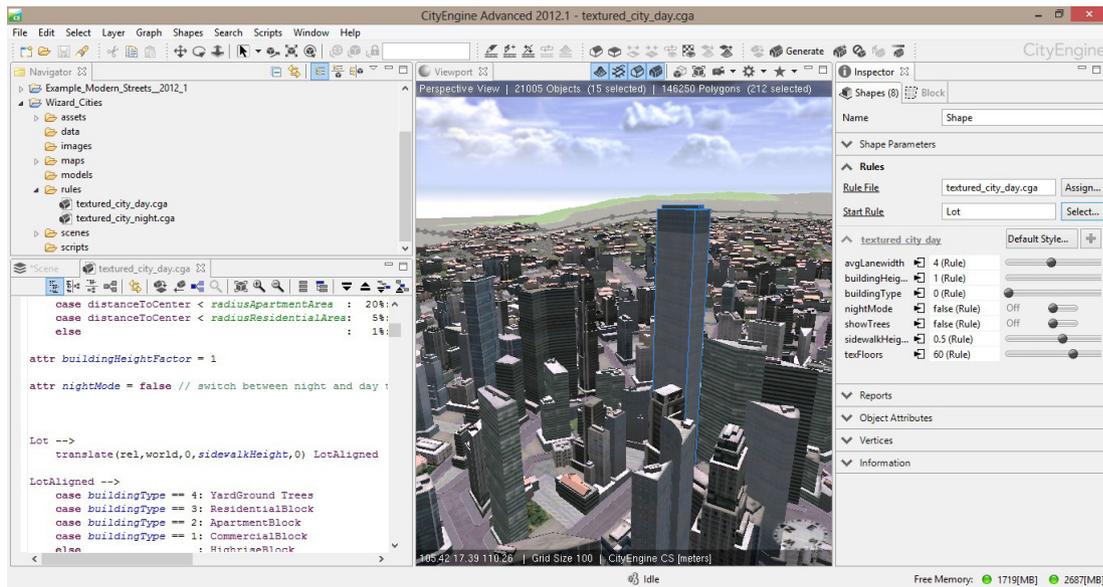


ANEXO 3 - APENSO

Interface do CityEngine

Para uma melhor compreensão do software CityEngine, neste capítulo é apresentada uma breve descrição do interface inicial e respectivas funcionalidades.

O interface inicial é organizado com uma lista de comandos na parte superior da janela, uma lista de parâmetros/atributos (Inspector) no lado direito, no lado esquerdo encontram-se todos os dados referentes ao projecto (Navigator) e o quadro de escrita das regras aplicadas ao modelo e, por fim, temos a visualização em tempo real do modelo tridimensional no centro da janela. A seguinte imagem mostra um exemplo do interface inicial.



[44] Interface inicial do CityEngine (Autoria própria)

[451] Lista de comandos apresentados no interface inicial do CityEngine (Autoria Própria) [461] Parâmetros/atributos no quadro Inspector de um exemplo de um elemento seleccionado no CityEngine (Autoria própria)

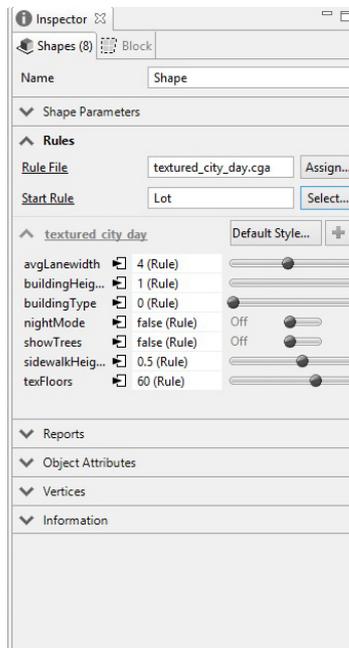
Comandos

São apresentados vários comandos para a modelação tridimensional que apresentam funções e características diferentes que permitem modelar, modificar e caracterizar os elementos (Roxo, 2012).



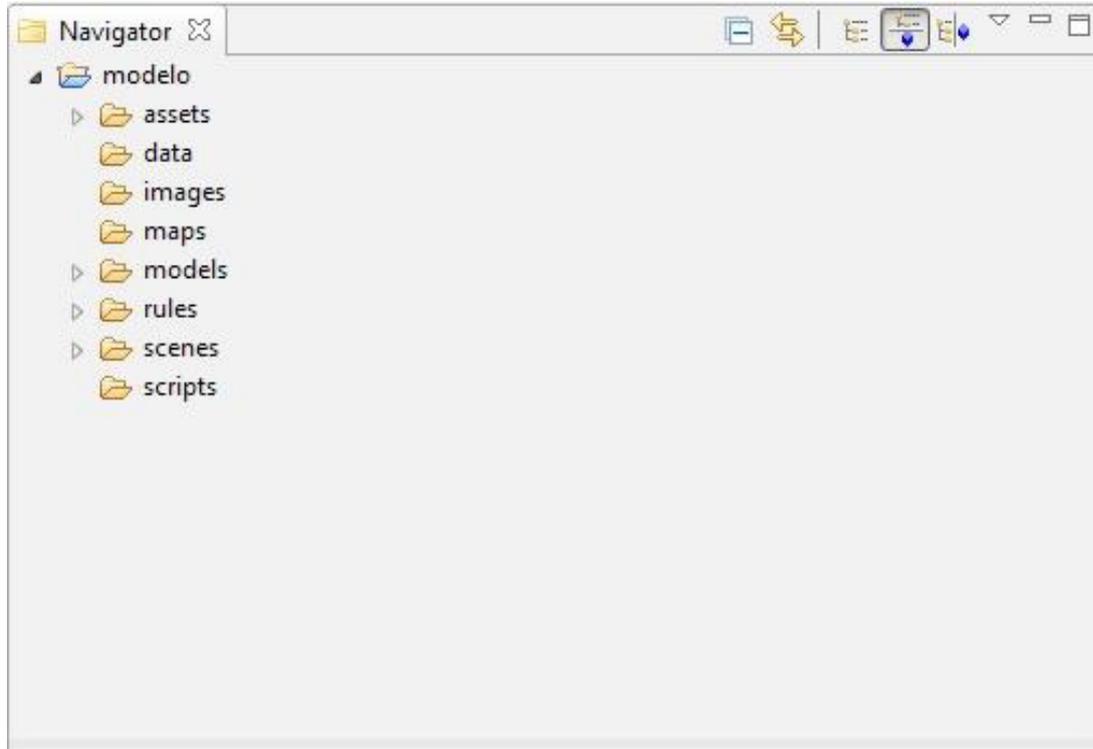
Parâmetros/atributos

É nos parâmetros/atributos onde é possível controlar, de forma dinâmica, os valores atribuídos nas regras. Estes valores podem ser flutuantes (pode ser atribuído qualquer valor) ou condicionados (definidos directamente nas regras). Os parâmetros/atributos funcionam também como informações adicionais que não influenciam as regras mas ajudam a caracterizar o elemento gerado.



Dados do projecto

Os dados do projecto estão organizados no quadro Navigator que é constituído pelas seguintes pastas: assets; data; images; maps; models; rules; scenes e scripts.



[47] Organização dos dados do projecto (Navigator) no CityEngine (Autoria própria)

Pasta	Conteúdo
Asstes	Elementos aplicados pelos comandos definidos nas regras (cga), isto é, que precisam de ser invocados por uma ferramenta exterior para serem visualizados no modelo.
Data	Dados complementares que são importados para o CityEngine. Utilizado para extensões shapefile, .obj ou .dxf.
Images	Imagens adicionais utilizadas no viewport. Formatos JPEG ou TIF.
Maps	Mapas utilizados para a modelação do terreno. Arquivos JPEG, PNG ou TIF.
Models	Modelos 3D exportados.
Rules	rquivos de gramáticas de forma, isto é, regras CGA de modelação de entidades que, quando abertas, podem ser editadas.
Scenes	Ficheiro scene (gerado no CityEngine) que funciona como ficheiro base de visualização, quando aberto pode ser editado.

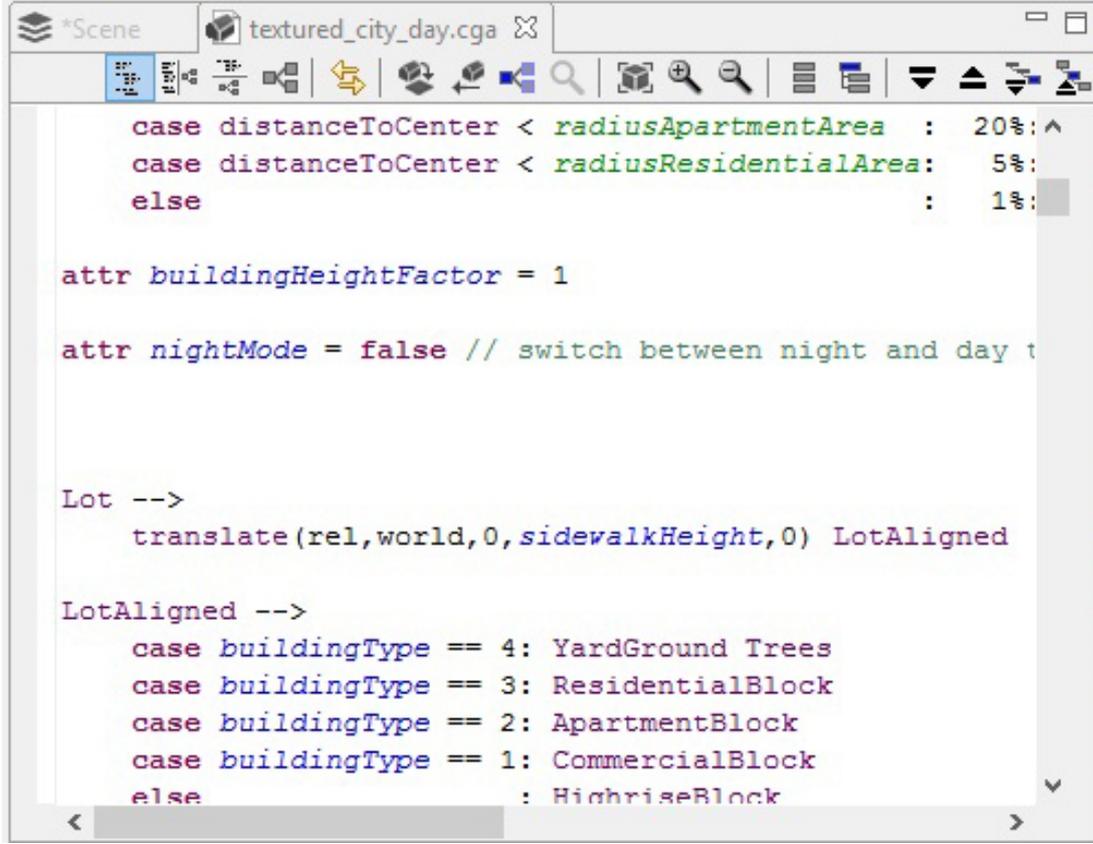
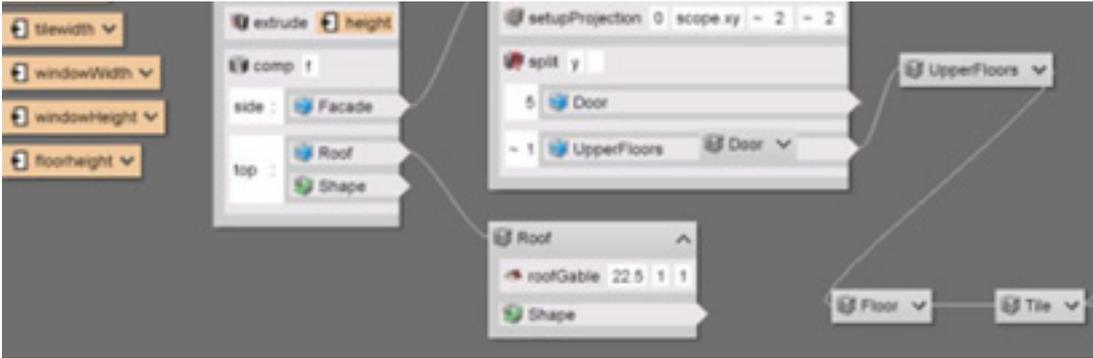
Regras

A aplicação de regras para a modelação tridimensional e caracterização dos elementos é uma das principais funções do CityEngine. Estas regras têm uma linguagem CGA e lidam com três espécies de objectos:

- Elementos – entidades sobre as quais são aplicadas as regras;
- Comandos – procedimentos que descrevem o que a regra gera;
- Parâmetros/atributos – atributos que caracterizam o elemento.

(Adaptado de Roxo, 2012)

No CityEngine é possível escrever e visualizar estas regras em modo texto ou em modo nodo



[48] Exemplo de escrita de regras em modo nodos (Autoria própria) [49] Exemplo de escrita de regras em modo texto (Autoria própria)

Elementos

Os elementos de um modelo 3D podem criados no CityEngine ou podem ser importados de outros programas através de ficheiros compatíveis, por exemplo, a integração de elementos do sistema SIG, possibilitando a sua correcta georreferenciação. Estes elementos podem ser descritos em três categorias:

- Terreno – elemento base com as características da zona representada, como a topografia;
- Formas – conjunto de elementos que representam a geometria base, correspondente à zona edificada da cidade a representar. Cada forma funciona como um lote independente onde são aplicadas as regras de modelação tridimensional dos edifícios;
- Ruas – conjunto de elementos que, tal como o nome indica, representam as ruas da cidade gerada.