

## **Exploração do potencial dos *City Information Models* em Instrumentos de Gestão Territorial à escala Urbana**

**Plano de Pormenor da Cidade Universitária de Lisboa**

**Ana Isabel Camões Galego**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

**Urbanismo e Ordenamento do Território**

Orientadores: Prof. <sup>a</sup> Ana Paula Martins Falcão Flor

Prof. <sup>a</sup> Ana Isabel Loupa Ramos

**Júri**

Presidente: Prof. <sup>a</sup> Maria Beatriz Marques Condessa

Orientador: Prof. <sup>a</sup> Ana Paula Martins Falcão Flor

Vogal: Prof. José Álvaro Pereira Antunes Ferreira

**Outubro de 2014**



## Agradecimentos

Esta é a secção aborrecida em que o autor se põe em bicos de pés e está muito agradecido e talvez um pouco lamechas... Olá? Ainda ai está?

De qualquer forma, como há muitas pessoas que merecem agradecimentos sinceros e honestos pelos seus contributos nesta dissertação, vou continuar mesmo que ninguém esteja a ler.

Em primeiro lugar quero agradecer ao professor Antunes Ferreira pela oportunidade que me deu de poder acompanhar os trabalhos da equipa de elaboração do Plano de Pormenor, ao proporcionar uma experiência única, inspiradora para a minha formação enquanto urbanista. Gostaria ainda de agradecer a toda a equipa do CESUR, em particular ao professor Pedro George e ao arquitecto Francisco Peixoto.

Quero agradecer à professora Ana Paula Falcão e à professora Isabel Loupa Ramos por me terem acompanhado ao longo deste trabalho, por todo o apoio e dedicação, sugestões e críticas que foram fundamentais para terminar esta etapa. Sinto-me privilegiada por ter sido acompanhada por estas duas professoras.

À Isabel, ao João, ao Ricardo por toda a ajuda que me deram ao longo destes meses em relação ao Plano de Pormenor. À Sónia por toda a ajuda “geek” em relação ao quebra-cabeças desta nova linguagem de programação. À Ana por ser uma psicóloga fantástica que me animava a alma e me punha a racionalizar todos os meus “ataques” de pânico nos últimos tempos e às suas imagens lindas.

Às meninas e posteriormente ao elemento masculino que se juntou a nós na 3.23, pelo bom ambiente na sala e por todas as conversas que tivemos nestes meses. Ao grupo do almoço que fez com que esses momentos servissem para descontrair do stress do dia-a-dia para realizar esta dissertação.

À Cristina por me aturar nas minhas paranóias e fazer como que não fosse assim tão mau estar fechada em Lisboa no mês de Agosto, assim como na sua ajuda preciosa na revisão do inglês.

Aos meus amigos, por serem compreensivos e não me ignorarem mesmo depois de todas as respostas negativas que levaram de modo a poder concluir esta dissertação, só tenho uma mensagem: Estou de volta!!!

Aos meus Pais, por me terem proporcionado um excelente ambiente familiar e me terem acompanhado ao longo de todos estes anos lectivos. Ao meu Irmão por ser um chato e implicar com tudo, fez com que cada ida a casa fosse especial.

E finalmente para o leitor que acidentalmente se deu ao trabalho de ler estas inúmeras linhas sem adormecer... Aposto que não foi fácil, e que é daqueles que também lê a ficha técnica em todos os filmes! Agora aproveite para se entreter um pouco e espero que também aprenda qualquer coisinha sobre os *City Information Models!*

A todos o meu muito obrigado!



## Resumo

Tradicionalmente os urbanistas recorrem a representações bidimensionais (2D) das propostas e a maquetes físicas (3D) na representação das soluções, mas os recentes desenvolvimentos tecnológicos, ao nível da visualização e manipulação da informação geográfica, têm alavancado o desenvolvimento de novas abordagens sustentadas em representações tridimensionais virtuais interactivas.

Em escalas do desenho urbano, presente na prática dos Planos de Pormenor (PP), o balanço entre o detalhe exigido e a dimensão da área geográfica coloca em dúvida a suficiência das utilizações dos sistemas tradicionais CAD (*Computer Aided Design*) e os SIG (Sistemas de Informação Geográfica). Mais recentemente surgiram os modelos BIM (*Building Information Models*), muito ligados ao processo de partilha e gestão de informação em todo o ciclo de vida de um edifício e da sua combinação com os sistemas SIG surgem os modelos CIM (*City Information Models*). Estes modelos, gerados por modelação paramétrica, têm merecido atenção nas áreas de gestão e planeamento territorial, da sustentabilidade, da valorização patrimonial e promoção turística.

Na dissertação é explorada a aplicabilidade dos modelos CIM nos Instrumentos de Gestão Territorial, nomeadamente nos Planos de Pormenor. A área em estudo corresponde à área delimitada pelo Plano de Pormenor da Cidade Universitária de Lisboa (PPCUL), em três centralidades principais. O trabalho consistiu nas seguintes tarefas: i) construção de um modelo CIM da área em estudo, com recurso ao software CityEngine (CE) disponibilizado pela ESRI-Portugal; ii) ganhar entendimento sobre as potencialidades do CIM através do acompanhamento do grupo de trabalho responsável pela elaboração do Plano de Pormenor da Cidade Universitária e apoiar a resolução de problemas emergentes na sua elaboração; iii) Identificação de vantagens e desvantagens desta abordagem face às metodologias tradicionais.

Os CIM, por serem modelos interactivos de geração automática, apresentam vantagens no caso de trabalhos repetitivos e morosos, quando se pretende intervir em grandes áreas, sendo possível visualizar e analisar de forma objectiva todas as opções tomadas durante os processos de decisão, sem perder a componente da georreferenciação e do espaço urbano envolvente que outras abordagens não contemplam.

**Palavras-chave:** Modelos CIM; Modelação paramétrica; Gramática de formas; Instrumentos de Gestão Territorial; Plano de Pormenor



## Abstract

Traditionally, urban planners use two-dimensional representations (2D) for proposals analysis and tridimensional representation only for final solutions, but the recent technological progresses promoted the development of new approaches.

At an urban scale design, namely in the design of Detail Plans, the balance between the required detail and the geographical size of the area raise the question of sufficiency in the use of traditional CAD systems (Computer Aided Design) or GIS (Geographic Information). The combination of BIM (*Building Information Models*), suitable for building management, with GIS promoted the CIM (City Information Models) models and several applications, such as the land management and territorial planning, sustainability, tourism and heritage protection may take advantage of these models.

In this work the applicability of CIM models in land management instruments, particularly in the detail plans, was explored. The study area is bounded by Detail Plan of the University City of Lisbon (PPCUL) in three main areas. The work comprised the following tasks: i) The CIM model generation, using the CityEngine software; ii) gain understanding about the potential of CIM and follow the working group, responsible for PPCUL draft, by modelling all alternatives decided by the group in order to support the final choices; iii) identify the advantages and the disadvantages of this approach over traditional methodologies.

The use of CIM models represents a major advantage in repetitive and time consuming work and allows a critical and objective analyze of all choices made during the decision process, without losing the urban context provided by surrounding areas, in a way that others approaches do not consider.

**Keywords:** CIM Models; Parametric modeling; Grammar forms; Instruments of Land Management; Detail Plan





# Índice

Agradecimentos.....	iii
Resumo .....	v
Abstract.....	vii
Índice de Figuras .....	x
Índice de Quadros .....	xi
Siglas e Acrónimos:.....	xi
Capítulo 1: Introdução .....	1
1.1 Enquadramento geral e objectivos da dissertação .....	1
1.2 Enquadramento legislativo .....	3
Capítulo 2: Modelos CIM .....	7
2.1 Sistemas de Informação Geográfica (SIG) .....	7
2.2 <i>Building Information Models</i> (BIM) .....	10
2.3 <i>City Information Models</i> (CIM).....	11
2.4 CityEngine .....	15
Capítulo 3: Metodologia.....	19
3.1 Introdução.....	19
3.2 Criação do modelo de base.....	21
Capítulo 4: Plano de Pormenor da Cidade Universitária de Lisboa.....	23
4.1 Objectivos do Plano de Pormenor da Cidade Universitária de Lisboa .....	23
4.1.1 Localização geográfica da área de estudo.....	23
4.1.2 Inserção no Plano Director Municipal de Lisboa .....	25
4.2 Aplicação dos <i>City Information Models</i> ao Plano de Pormenor da Cidade Universitária de Lisboa .....	26
4.2.1 Construção do modelo .....	26
4.2.2 Centralidades.....	27
Centralidade 1 .....	29
Centralidade 2 .....	34
Centralidade 3 .....	48
4.3 Análise crítica da aplicabilidade dos CIM na elaboração de Planos de Pormenor .....	56
Capítulo 5: Conclusões .....	59
Bibliografia .....	61
Anexos.....	64
Anexo A: Testemunhos da contribuição no Plano de Pormenor .....	64
Anexo B: Termos de Referência .....	66
Anexo C: Diagrama de Procedimentos .....	80
Anexo D: Ficheiros produzidos .....	82
Anexo E: Gramática de formas – exemplo de regra produzida .....	84

## Índice de Figuras

Figura 1: Interligação dos Instrumentos de Gestão Territorial, Fonte: (Condessa, 2013) .....	4
Figura 2: Funcionalidades dos SIG, Fonte: Adaptado de (Pinto, 2009) .....	8
Figura 3: Níveis de detalhe (LOD), Fonte: (Chen, 2011) .....	13
Figura 4: Comparação da visualização de dados em 2D e em 3D; Fonte: (Chen, 2011) .....	14
Figura 5: Construção do modelo com recurso a gramáticas de forma .....	15
Figura 6: Interface do editor de regras do CityEngine .....	16
Figura 7: Interface do CityEngine .....	17
Figura 8: Pastas que compõem um projecto.....	17
Figura 9: Ciclo dos processos de elaboração das hipóteses.....	19
Figura 10: Exemplo de um processo iterativo .....	20
Figura 11: Fluxograma da realização de um dos processos da dissertação descrito anteriormente ...	21
Figura 12: Pormenorização do modelo .....	22
Figura 13: Pormenor da fachada da Reitoria da Universidade de Lisboa .....	22
Figura 14: Área de estudo enquadrada na cidade de Lisboa .....	24
Figura 15: Área de Estudo localizada na Planta de Ordenamento - PDM Lisboa - Qualificação do Espaço Urbano, Fonte: CML, 2012.....	25
Figura 16: Representação da área de estudo na sua envolvente .....	26
Figura 17: Zona de estudo com indicação da localização das centralidades.....	28
Figura 18: Centralidade 1 .....	29
Figura 19: Centralidade 1 – alternativa 2 .....	30
Figura 20: Centralidade 1 - versão redimensionada .....	31
Figura 21: Centralidade 1 – alternativa preferencial .....	32
Figura 22: Evolução das alternativas da Centralidade 1.....	33
Figura 23: Esquízo de Hermann Distel - Arranjo da zona dos edifícios universitários. Fonte: (CESUR, 2013).....	34
Figura 24: Centralidade 2 - Alternativa 1.....	35
Figura 25: Centralidade 2 - Alternativa 2.....	36
Figura 26: Centralidade 2 - versão sem plataforma.....	37
Figura 27: Centralidade 2 – versão afastada da via .....	38
Figura 28: Centralidade 2 – versão próxima da via .....	38
Figura 29: Centralidade 2 - versão à distância média da via.....	39
Figura 30: Esquízo da área de estudo com nova proposta de sistema viário .....	40
Figura 31: Centralidade 2 – versão com o estudo do TSCP.....	41
Figura 32: Centralidade 2 - alternativa com plataforma de nível .....	42
Figura 33: Centralidade 2 .....	43
Figura 34: Centralidade 2 – alternativa preferencial .....	44
Figura 35: Evolução das alternativas da Centralidade 2.....	47
Figura 36: Centralidade 3 – alternativa 1 .....	48
Figura 37: Centralidade 3 - efeito túnel .....	49
Figura 38: Centralidade 3 – versão com a acentuação do ângulo de inclinação .....	50
Figura 39: Centralidade 3 – diferenciação do bloco da entrada .....	50
Figura 40: Centralidade 3 – alteração de implantação .....	51
Figura 41: Centralidade 3 – alternativa preferencial .....	52
Figura 42: Evolução das alternativas da Centralidade 3.....	54
Figura 43: Plano de Pormenor da Cidade Universitária – visão geral da alternativa preferencial .....	55
Figura 44: Cronograma dos trabalhos realizados .....	56

## Índice de Quadros

Quadro 1: Comparação entre o modelo vectorial e o modelo matricial. Fonte: Adaptado de (Pinto, 2009)..... 9

### Siglas e Acrónimos:

<b>2D</b>	Bidimensional
<b>3D</b>	Tridimensional
<b>BIM</b>	<i>Building Information Model</i>
<b>CAD</b>	<i>Computer Aided Design</i>
<b>CE</b>	<i>CityEngine</i>
<b>CESUR</b>	Centro de Sistemas Urbanos e Regionais
<b>CGA</b>	<i>Computer Generated Architecture</i>
<b>CIM</b>	<i>City Information Modeling</i>
<b>CML</b>	Câmara Municipal de Lisboa
<b>CityGML</b>	<i>City Geography Markup Language</i>
<b>HGDT73</b>	Hayford Gauss Datum 73
<b>IAI</b>	<i>International Alliance for Interoperability</i>
<b>IFC</b>	<i>Industry Foundation Classes</i>
<b>IGT</b>	Instrumentos de Gestão Territorial
<b>LOD</b>	<i>Level of Detail</i>
<b>MDT</b>	Modelo Digital de Terreno
<b>OCG</b>	<i>Open Geospatial Consortium</i>
<b>PDM</b>	Plano Director Municipal
<b>PEOT</b>	Plano Especial de Ordenamento do Território
<b>PIER</b>	Plano de Intervenção no Espaço Rural
<b>PIMOT</b>	Plano Intermunicipal de Ordenamento do Território
<b>PMOT</b>	Plano Municipal de Ordenamento do Território
<b>PNPOT</b>	Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território
<b>POAAP</b>	Plano de Ordenamento de Albufeiras de Águas Públicas
<b>POAP</b>	Plano de Ordenamento de Áreas Protegidas
<b>POE</b>	Plano de Ordenamento dos Estuários
<b>POOC</b>	Plano de Ordenamento da Orla Costeira
<b>PP</b>	Plano de Pormenor
<b>PPCUL</b>	Plano de Pormenor da Cidade Universitária de Lisboa
<b>PPRU</b>	Plano de Pormenor de Reabilitação Urbana
<b>PPS</b>	Plano de Pormenor de Salvaguarda

<b>PROT</b>	Plano Regional de Ordenamento do Território
<b>PS</b>	Planos Sectoriais
<b>PU</b>	Plano de Urbanização
<b>RJIGT</b>	Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial
<b>SIG</b>	Sistemas de Informação Geográfica
<b>TCSP</b>	Transporte Colectivo em Sítio Próprio
<b>TIN</b>	<i>Triangulated Irregular Network</i>
<b>UBM</b>	<i>Unified Building Model</i>
<b>UL</b>	Universidade de Lisboa
<b>UE</b>	União Europeia

# Capítulo 1: Introdução

## 1.1 Enquadramento geral e objectivos da dissertação

O Ordenamento do Território resulta da implementação coordenada de políticas económicas, sociais, culturais e ecológicas da sociedade, sendo também uma disciplina científica, uma técnica administrativa e uma política. Deve ter em atenção as especificidades dos territórios e as suas diversidades tendo como objectivo a distribuição de usos e utilizações, tanto as existentes como as futuras, a definição de salvaguardas para a protecção do património cultural e natural e a definição e protecção de espaços-canaís que contêm redes de infra-estruturas por forma a permitir o “escoamento de fluxos” (European regional/spatial planning, 1983). Em Portugal a sua concretização decorre da aplicação dos Instrumentos de Gestão Territorial (IGT) sobre os quais são definidas as directrizes principais relativas ao planeamento e o ordenamento do território em Portugal.

Tradicionalmente os urbanistas recorrem a representações bidimensionais (2D) das propostas e a maquetes físicas (3D) na representação das soluções, mas os recentes desenvolvimentos tecnológicos, ao nível da visualização e manipulação da informação geográfica, têm alavancado o desenvolvimento de novas abordagens complementadas com representações tridimensionais virtuais interactivas.

De realçar o forte contributo dos sistemas de desenho assistido por computador que, na década de 70, ao permitirem a reprodução em formato digital das plantas e alçados anteriormente efectuados de forma manual animaram a prática do planeamento e do urbanismo e mais recentemente, na década de 90, a utilização dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na gestão e análise de informação. Se pela natureza da informação disponível, inicialmente os SIG eram predominantemente uma ferramenta de análise de dados geográficos, cuja ligação a bases de dados alfanuméricos permitia a espacialização bidimensional dos fenómenos essencialmente em escalas supra urbanas, hoje em dia, essa é uma limitação inexistente e a sua utilização em escalas de maior detalhe é uma realidade.

Todavia, à escala do desenho urbano, presente na prática dos Planos de Pormenor (PP), o balanço entre o detalhe exigido e a dimensão da área geográfica suscita questões quanto à suficiência das utilizações dos sistemas tradicionais CAD (*Computer Aided Design*) e SIG: os sistemas CAD são muito úteis na representação da informação tridimensional com grande detalhe e os sistemas SIG na sua espacialização, mas a visualização tridimensional detalhada dos objectos no respectivo espaço geográfico não é um problema resolvido de uma forma expedita.

Os SIG são apropriados para modelar informação geográfica uma vez que integram dados espaciais de diferentes fontes onde posteriormente é possível realizar análises qualitativas e quantitativas desses dados. Separa a informação em diferentes camadas temáticas e armazena-as de forma independente para que o seu tratamento e análise seja mais rápido e fácil.

Já o CAD incide na representação digital, ao nível do desenho, não funcionando como ferramenta de base de dados e gestão de informação (Roxo, 2012).

Surgem então os *Building Information Models* (BIM), inicialmente muito ligados ao processo de partilha e gestão de informação em todo o ciclo de vida de um edifício, mas hoje em dia, com aplicações em domínios muito diversos como por exemplo nas tarefas da gestão urbana. São sistemas facilitadores de integração, interoperabilidade, colaboração e automatização de processos orientados para o elemento edifício, contendo informação geométrica e semântica sobre os elementos de construção e de estrutura (Isikdag e Zlatanova, 2009). São ainda, sistemas muito poderosos do ponto de vista da visualização e gestão de informação tridimensional dos elementos, mas fracos do ponto de vista do enquadramento geográfico.

O problema da integração dos BIM com os SIG ocorre na transferência de informação geométrica e da construção dos modelos geoespaciais e na integração dos níveis semânticos (Isikdag *et al.*, 2008), remetendo o seu desenredo para a resolução dos problemas de interoperabilidade entre estes sistemas.

Da combinação entre os sistemas BIM e SIG surgem os novos modelos *City Information Models* (CIM), orientados para a lógica BIM, no que concerne aos elementos considerados, com o enquadramento geográfico dos SIG, e por isso, muito adequados à modelação tridimensional interactiva de espaços urbanos. É neste contexto que se torna oportuno a exploração da aplicabilidade dos modelos CIM nos IGT, nomeadamente nos PP, que pelo detalhe e abrangência geográfica, podem justificar este tipo de abordagem.

O objectivo desta dissertação é estudar a aplicabilidade dos modelos CIM na elaboração de PP, identificando as vantagens e desvantagens na resolução de problemas emergentes no decorrer da sua elaboração. A área em estudo corresponde à área delimitada pelo Plano de Pormenor da Cidade Universitária de Lisboa (PPCUL). A concretização deste objectivo dependerá da realização dos seguintes objectivos secundários:

- Construção de um modelo CIM da área em estudo, com recurso ao software CityEngine (CE) disponibilizado pela ESRI-Portugal;
- Ganhar entendimento sobre as potencialidades do CIM através do acompanhamento do grupo de trabalho responsável pela elaboração do PPCUL e apoiar a resolução de problemas emergentes na sua elaboração.
- Identificação de vantagens e desvantagens desta abordagem face às metodologias tradicionais.

## **Estrutura da dissertação**

A estrutura da dissertação assenta em cinco capítulos onde se pretende sistematizar o trabalho desenvolvido.

O primeiro capítulo pretende identificar uma breve antecipação do que irá ser desenvolvido ao longo da dissertação, iniciando-se com a apresentação da temática escolhida, seguido dos objectivos da dissertação, e das secções que integram a dissertação posteriormente um enquadramento legislativo.

No capítulo 2, desenvolve-se a revisão bibliográfica relativa aos diversos assuntos, desde os SIG e os BIM até aos CIM, passando pelos CAD e pelos problemas de interoperabilidade que existem entre as inúmeras ferramentas, que permitiram aprofundar o conhecimento sobre a temática em estudo.

O capítulo 3 aborda o roteiro metodológico para o cumprimento dos objectivos definidos, com base no conhecimento adquirido ao realizar esta dissertação e também da pesquisa que foi desenvolvida ao longo do processo.

No capítulo 4 poderá observar-se o caso de estudo escolhido, desde o seu enquadramento até às opções tomadas durante o processo.

Por último, surge o capítulo 5, onde se reúnem um conjunto de conclusões relativas ao trabalho desenvolvido, assim como, possíveis desenvolvimentos futuros.

## **1.2 Enquadramento legislativo**

O Planeamento pode ser definido como uma actividade direccionada para a organização de uma produção ou para uma intervenção, como resultado ou produto, surge geralmente na forma escrita, e pressupõe o desenvolvimento de acções e processos que maximizem a eficácia da sua implementação. Existem vários tipos de planeamento, tais como planeamento económico, planeamento de infra-estruturas, planeamento de transportes, planeamento do território, entre outros. O planeamento é “um meio de chegar” a um estado de ordenamento. Enquanto o urbanismo é considerado uma disciplina relacionada com o estudo, regulação e adaptação da cidade, por forma a criar as condições necessárias à instalação de comunidade urbanas (Ferreira, 2012).

O Planeamento Urbano surge como um processo de imaginação, concepção e desenvolvimento de soluções que pretendem melhorar ou revitalizar certos aspectos numa determinada área da cidade e dar uma melhor qualidade de vida aos seus habitantes (Wu *et al.*, 2010).

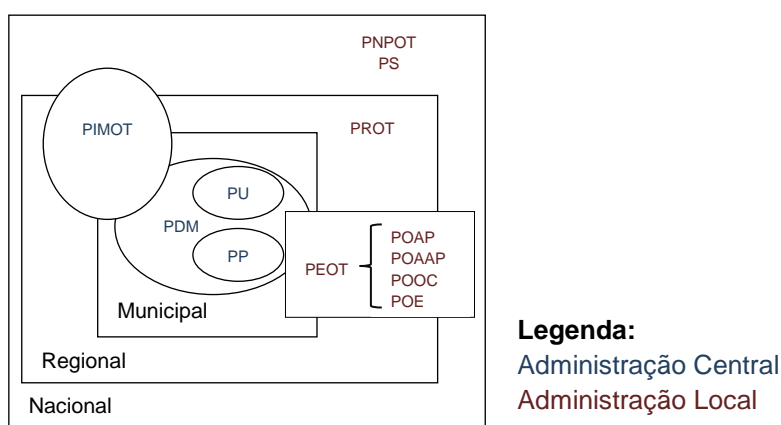
Actualmente, o sistema de gestão territorial em Portugal assenta na Lei nº31/2014, de 30 de Maio, onde se “*estabelece as bases gerais da política pública dos solos, de ordenamento do território e de urbanismo.*” (nº1, artigo 1º). Este sistema está estruturado em instrumentos de gestão territorial, aprovados pelo Decreto-Lei nº380/2009 de 22 de Setembro alterado pelo Decreto-Lei nº46/2009, que

têm como objectivos estabelecer o Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial (RJIGT), onde são definidas as principais regras sobre o planeamento e ordenamento do território em Portugal, através de programas e planos. Os programas “estabelecem o quadro estratégico de desenvolvimento territorial e as suas directrizes programáticas ou definem a incidência espacial de políticas nacionais a considerar em cada nível de planeamento” (alínea b), nº1, artigo 38º) e os planos “estabelecem opções e acções concretas em matéria de planeamento e organização do território bem como definem o uso do solo” (alínea a), nº1, artigo 38º), e dispõem-se num quadro de interacção coordenada, no âmbito nacional, regional e municipal. A descrição destes programas e planos segue a nomenclatura utilizada pelo RJIGT.

O *âmbito nacional* define o quadro estratégico para o ordenamento do espaço nacional e para a sua integração na União Europeia (UE), instituindo as directrizes a nível regional e municipal, é materializado através do Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT), dos Planos Sectoriais (PS), dos Planos Especiais de Ordenamento do Território (PEOT), abrangendo os Planos de Ordenamento de Áreas Protegidas (POAP), os Planos de ordenamento de Albufeiras de Águas Públicas (POAAP), os Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) e os Planos de Ordenamento dos Estuários (POE).

O *âmbito regional* define o quadro estratégico para o ordenamento do espaço regional estabelecendo as directrizes para o ordenamento municipal, é concretizado pelos Planos Regionais de Ordenamento do Território (PROT).

O *âmbito municipal* define o regime do uso do solo e sua regulamentação em função das directrizes de âmbito nacional e regional, é composto pelos Planos Intermunicipais de Ordenamento do Território (PIMOT) e pelos Planos Municipais de Ordenamento do Território (PMOT), abrangendo os Planos Directores Municipais (PDM), os Planos de Urbanização (PU) e os Planos de Pormenor (PP) (artigo 2º, Decreto-Lei nº46/2009) (Figura 1).



**Figura 1:** Interligaco dos Instrumentos de Gestão Territorial, **Fonte:** (Condessa, 2013)



O PNPT estabelece as grandes opções para a organização do território nacional, sendo um instrumento de cooperação com os outros estados da União Europeia para a organização do seu território; os PS são instrumentos de programação ou de concretização de diversas políticas respeitantes a diversos sectores, tais como transportes, turismo, agricultura, comunicações, entre outros; os PEOT são instrumentos de natureza regulamentar que definem regimes de salvaguarda de recursos e valores naturais; os PROT estabelecem o modelo de organização do território regional determinando a estrutura regional do sistema urbano, das redes, das infra-estruturas e equipamentos de interesse regional, certificando assim a salvaguarda e valorização de áreas de interesse nacional; os PIMOT definem o modelo de organização do território intermunicipal interligando as estratégias de desenvolvimento dos municípios envolvidos.

Os PMOT estabelecem o regime de uso do solo, através de modelos de ocupação humana e da organização de redes e sistemas urbanos. Dos quais se inserem os PDM que definem o modelo de organização municipal do território definindo a referenciação espacial dos usos e actividades através da definição de classes e categorias de espaço, constituídos por um regulamento, uma planta de ordenamento e uma planta de condicionantes, sendo representados através de manchas às escalas igual ou superior a 1:25 000; o PU que concretiza uma política de ordenamento do território e de urbanismo, provendo o quadro de referência para a aplicação das políticas urbanas, é constituído pelo regulamento, planta de zonamento e planta de condicionantes, representadas até ao nível do quarteirão à escala igual ou superior a 1:5 000, e por fim, o PP, representado até ao pormenor do edifício à escala igual ou superior a 1:2000 (Decreto-Lei nº46/2009 e Decreto Regulamentar nº10/2009).

### **Plano de Pormenor (PP)**

O Plano de Pormenor é definido no artigo 90º do RJIGT, Decreto-Lei nº 380/99, de 22 de Setembro, alterado pelo Decreto-Lei nº46/2009.

O PP explica com detalhe a ocupação de uma área específica do território municipal, definindo a distribuição de funções e definição de parâmetros urbanísticos, desenho urbano, espaços públicos e de lazer, alinhamentos, implantações ou zonas verdes e pode também desenvolver e concretizar programas de acção territorial. Abrange áreas contínuas do território, correspondentes a unidades ou subunidades operativas de planeamento e gestão. Este instrumento pode adoptar modalidades específicas dependendo da sua finalidade da sua intervenção, podem estes ser Planos de Intervenção no Espaço Rural (PIER), Planos de Pormenor de Reabilitação Urbana (PPRU) e Planos de Pormenor de Salvaguarda (PPS). É constituído pelo: i) regulamento, ii) planta de implantação, e iii) planta de condicionantes, este é ainda acompanhado por: i) um relatório, com a fundamentação técnica das propostas, ii) um relatório ambiental, sempre que necessário, iii) peças escritas e desenhadas que fundamentem as operações de transformação fundiária, e iv) um programa de execução das acções previstas assim como o plano de financiamento. Além disso, é também acompanhado por i) planta de enquadramento, ii) planta da situação existente, iii) um relatório e/ou planta das licenças das operações urbanísticas, iv) extractos do regulamento, v) plantas com os

elementos técnico e vi) as participações da discussão pública, conforme estipulado na Portaria nº 138/2005, de 1 de Março de 2010.

A tramitação da elaboração ou revisão de um PP implica o cumprimento integral das diversas etapas, cada uma constituída por um conjunto de procedimentos encadeados, desde a pretensão de elaborar ou rever, com base nos Termos de Referência (Anexo B), o plano até ao depósito na Direcção Geral do Território (Anexo C).

# Capítulo 2: Modelos CIM

Tradicionalmente a cartografia tem desempenhado a função de descrever a superfície terrestre com rigor geométrico associado a uma escala ajustada ao objectivo a que se dedica, seja paisagem natural ou humanizada.

As zonas urbanas, quer pela sua diversidade como pela sua densidade, constituem áreas de excelência de informação georreferenciada tradicionalmente expressa através de plantas ou alçados (e.g. plantas de implantação, plantas de espaço público, planta de infra-estruturas). Apesar da interacção de todos os níveis de informação a sua análise e exploração plena só é possível satisfatoriamente em 3D devido à possibilidade de visualização.

Com o aparecimento de tecnologias de visualização tridimensional dinâmica de suporte informático cada vez mais sofisticadas existiu um repensar de formas de representação cartográfica em meios urbanos. Assim, é possível tirar partido da tecnologia ao representar elementos geográficos em 3D, de forma rigorosa e com realismo possível, sendo possível não só navegar pelo modelo como também tornar visíveis outros níveis de informação ou concretizar cenário alternativos numa perspectiva de análise ou de ensaios de soluções em meio urbano (como vai ser possível observar no caso de estudo).

Uma das maiores vantagens da representação tridimensional face à representação bidimensional é o facto da informação 3D ser melhor entendível por se apresentar numa perspectiva tão próxima, quanto possível, da realidade observada pelo utilizador comum no seu quotidiano. O potencial destes modelos tridimensionais é enorme e variado, pois pode ser aplicado a diversas áreas (p.e. turismo, gestão de desastres, telecomunicações, entre outros), desde que esteja definido, aquando o início da sua geração qual o objectivo da sua utilização, para que se decida '*a priori*' quais os dados a adquirir, qual o nível de detalhe, quais os atributos e como estes deverão ser associados e organizados.

Os modelos digitais 3D surgem como uma ferramenta de apoio a projectos potenciando uma ampla gama de utilizações associadas ao planeamento e à gestão urbana, arquitectura, arqueologia e documentação, entre outros (Chen *et al.*, 2001; Chiu *et al.*, 2005)

## 2.1 Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

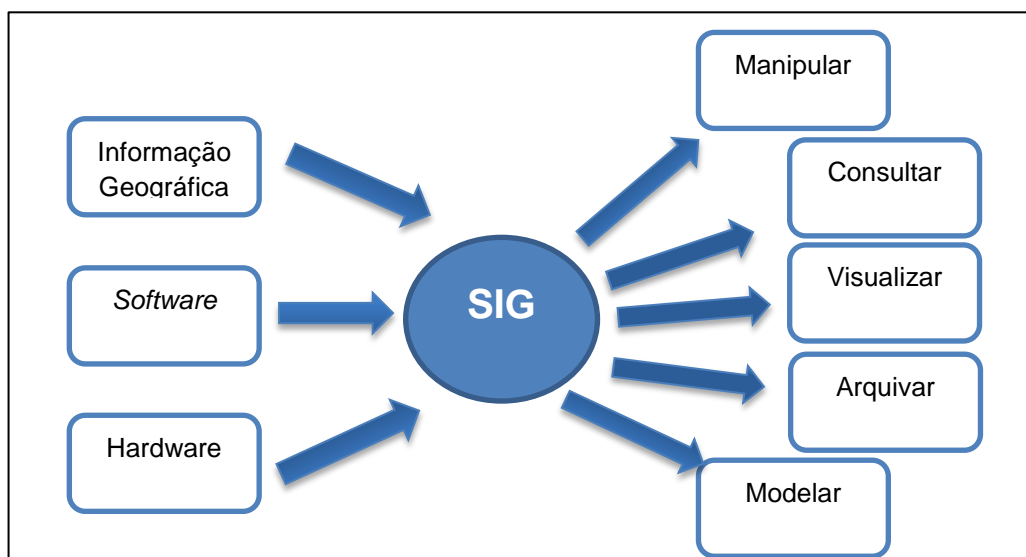
Os SIG surgiram inicialmente com o objectivo de permitir sobrepor e combinar diversos tipos de dados, sendo especialmente aplicado à modelação geográfica de fenómenos (Matos, 2001). É um sistema composto por *hardware*, *software* e uma base de dados (Figura 2) onde se registam os atributos dos dados espaciais e servindo de suporte e aplicação às mais diversas áreas no domínio agricultura, arquitectura, engenharia, geografia, ciências militares, oceanografia, planeamento urbano,

entre outras (Xin, 2010). Da diversidade de definições de Sistemas de Informação Geográfica destacam-se as seguintes:

- “Conjuntos de procedimentos, manual ou automatizado, utilizados no sentido do armazenamento, e manipulação de informação georreferenciada” (Aronoff, 1989);
- “Sistema de apoio à decisão envolvendo integração de informação georreferenciada num ambiente de resolução de problemas” (Cowen, 1988);
- “ ...conjunto de ferramentas para a colecta, o armazenamento, a recuperação, transformação e reprodução gráfica dos dados espaciais do mundo real para um conjunto particular de finalidades. Este conjunto de ferramentas constitui um SIG ” (Clarke, 1986);
- “Conjunto poderoso de ferramentas para recolhimento, armazenamento, transformação e visualização de dados espaciais do mundo real ” (Burrough, (1986) em Nazareno, 2005, p.11 e p.12)

“O termo SIG é utilizado para designar um sistema de informação que contém informação georreferenciada” (Matos, 2001, p.1).

A modelação geográfica resulta de um compromisso entre sintetizar conhecimento a partir de um conjunto de dados e simultaneamente providenciar a informação com conteúdo tão completo quanto possível, por forma a poder ainda ser operada com vista a representar conhecimento sob outro enquadramento de análise (Matos, 2001).



**Figura 2:** Funcionalidades dos SIG, **Fonte:** Adaptado de (Pinto, 2009)

Pela sua natureza os SIG são apropriados para modelar informação geográfica uma vez que permitem a integração de dados espaciais de diferentes fontes e possibilitam a realização de análises qualitativas e quantitativas desses dados. Armazena a informação geográfica em diferentes camadas, em função da sua temática, para que a sua manipulação e análise seja mais rápida e fácil. O

posicionamento geográfico simultâneo dos dados com o terreno através das suas coordenadas consiste na georreferenciação.

Em SIG os elementos são tradicionalmente representados através de modelos de dados vectoriais e matriciais que são caracterizados por:

- **Modelo vectorial** – é um modelo que discretiza os objectos geográficos em linhas, pontos e polígonos, sendo o seu foco centrado na precisão da localização dos elementos no espaço através das suas coordenadas x,y,z;
- **Modelo matricial/raster** – modelo que utiliza uma partição do espaço em células, normalmente quadradas, identificadas como numa matriz em que a cada célula esta associado um único valor. Quanto maior for a dimensão de cada célula menor é a precisão na representação do espaço geográfico.

No quadro seguinte pode visualizar-se as diferenças entre o modelo vectorial e o modelo matricial:

**Quadro 1:** Comparação entre o modelo vectorial e o modelo matricial. **Fonte:** Adaptado de (Pinto, 2009)

	<b>Modelo Vectorial</b>	<b>Modelo Matricial</b>
<b>Estrutura</b>	Mais complexa	Mais simples
<b>Topologia</b>	Melhor definição	Fraca
<b>Saídas gráficas</b>	Com qualidade	Fraca qualidade
<b>Manipulação de dados</b>	Fácil	Impossível
<b>Sobreposição</b>	Com erros	Fácil
<b>Visualização</b>	Rápida	Lenta

O Desenho Técnico Assistido por Computador incide na representação digital, ao nível do desenho, não funcionando como ferramenta de arquivo e gestão de informação (Roxo, 2012). Não existe necessariamente uma ligação entre um elemento gráfico e um objecto geográfico, esta é uma característica que pode tornar as estruturas vectoriais gráficas e vectoriais para sistema de informação geográfica diferentes.

Com a utilização e aplicação cada vez mais comum dos SIG a gestão da informação de natureza tridimensional, a simulação e análise tornar-se urgente. O facto de os especialistas pensarem para além da visualização bidimensional torna necessário substituir os mapas/plantas/cartas bidimensionais por formas/modelos tridimensionais, proporcionando assim representações e análise de dados geoespaciais mais realistas e de maior compreensão por parte dos peritos assim como dos decisores (Xin, 2010; Franklin, 2006).

## 2.2 *Building Information Models (BIM)*

Na última década, os BIM e a engenharia baseada nos modelos tridimensionais e interactivos tornaram-se uma área de investigação activa. Apresentam-se como processo de partilha e gestão de informação em todo o ciclo de vida de um edifício, facilitando diversas tarefas da gestão urbana e vários processos do ciclo de vida da construção através da partilha de informação em todo o processo. São vistos como os principais facilitadores de integração, interoperabilidade, colaboração e automatização de processos na indústria da construção, são também capazes de conter informação geométrica e semântica sobre os elementos de construção e de estrutura. Estes apresentam-se como ferramentas de desenho destinadas à criação de projectos em ambiente digital, para além de possuírem as mesmas potencialidades dos sistemas CAD, juntam a modelação paramétrica, baseada em relações espaciais de parâmetros, quantidades e descrições definidos por regras (Roxo, 2012).

Os BIM podem ser definidos como: *“uma representação digital das características físicas e funcionais de um único edifício. Como tal, serve como um recurso de conhecimento compartilhado para obter informações sobre um edifício formando uma base confiável para decisões, durante o seu ciclo de vida, desde a sua concepção até ao fim do seu ciclo de vida”* (Isikdag e Zlatanova, 2009, p.2).

Uma premissa básica nos processos de um BIM é a colaboração de diferentes partes interessadas nas diferentes fases do ciclo de vida da construção de um edifício, de forma a inserir, extrair, actualizar ou até modificar as informações no ambiente digital do modelo. Existem duas abordagens resumidas por Howell e Batcheler (2005):

- ***Transitional approach***, onde um modelo de construção é criado como uma colecção de desenhos, em que cada um deles representa uma parte do BIM. Estes desenhos são então agregados através de vários mecanismos para gerar vistas adicionais do edifício, relatórios e cronogramas como se houvesse um único BIM no centro;
- ***Central project database approach***, onde o modelo de construção é armazenado numa base de dados central do projecto e é gerido através de um software ou um sistema integrado. A força desta abordagem é a possibilidade de organizar todos os elementos de construção numa base de dados, fornecendo aos utilizadores a oportunidade de visualizar imediatamente os resultados de quaisquer revisões feitas no modelo, têm-se reflectido na vista associada, bem como para detectar qualquer problema de coordenação.

Este *software* apresenta-se como ferramentas de desenho, destinados à modelação de “edifícios ou conjuntos urbanos digitais”, possibilitando a reunião de parâmetros e anotações ao modelo tridimensional e desconstruindo o edifício nos seus elementos e sistemas, tais como, polígonos de implantação, paredes, janelas, entre outros. Para além de possuírem as mesmas potencialidades de desenho dos sistemas CAD, estes juntam à modelação paramétrica, quantidades e descrições de elementos através de regras e atributos registados na base de dados. Assim, podem ser obtidas

automaticamente representações, documentação, relatórios e análises dos edifícios gerados (Roxo, 2012).

À escala da cidade os modelos digitais surgem como um instrumento com potencial para a comunicação e visualização. Apesar de serem uma forma de representação, também permite a criação de arquivos e informação, e admite, ainda, a modelação de cenários para o mesmo modelo, representado, assim, diferentes possibilidades para o estudo em questão, auxiliando na sua visualização tridimensional e posterior decisão, através de uma melhor inserção na envolvente.

### **2.3 City Information Models (CIM)**

Os modelos CIM são considerados como um sistema de elementos urbanos representados por símbolos no espaço 2D dentro do espaço 3D, permitindo englobar, numa única base, dados relacionados com o edifício e com a sua localização geográfica, resultando numa base de dados de gestão de informação da cidade (Roxo, 2012), através da conjugação dos SIG com os BIM. São modelos paramétricos, apesar destes serem diferentes na sua concepção, ambos funcionam como centros de armazenamento e gestão de dados. O BIM foca-se nas componentes do edifício, o SIG foca-se na sua integração no espaço geográfico e o CIM enfatiza a definição de morfologia de mosaico urbano, os blocos estão interligados e representados como sequências. O CIM é uma analogia ao BIM em urbanismo (Stojanovsky, 2013).

A geração de um modelo digital de cidade envolve uma recolha de dados bastante vasta, assim como a sua análise e modelação o que se torna muitas vezes uma obra trabalhosa e dispendiosa, uma vez que é necessário considerar todos os dados e mante-los constantemente actualizadas. As aplicações ao BIM são cada vez mais abrangentes, tais como na submissão de projectos de planeamento, *design*, planeamento urbano e gestão do espaço geográfico (Chiu e Peng, 2005).

As cidades digitais são vistas como uma plataforma interactiva de auxílio para a construção, planeamento, análise e gestão de desastres, entre outras. Estas podem ser definidas como “*a representação abrangente baseada na web, ou na reprodução, de vários aspectos ou funções de uma verdadeira cidade, acessível a todos os utilizadores*” (Chiu e Peng, 2005, p.4).

A necessidade de criar modelos 3D mais realistas é vital para criar cidades digitais, a visualização 3D de um projecto de arquitectura, urbanismo ou paisagem em modelos de realidade virtual é um novo instrumentos de planeamento urbano. Oferecem uma ferramenta digital voltada para o futuro, sendo necessários para enumeras aplicações, tais como, as telecomunicações, as simulações de ruído ou a navegação. O principal problema da integração dos BIM com os SIG ocorre na transferência de informação geométrica da construção dos modelos geoespaciais.

Os modelos CAD não armazenam informações topológicas, e o problema entre o BIM e os modelos geoespaciais consiste na integração dos níveis semânticos (Isikdag *et al.*, 2008), existindo a necessidade de resolver os problemas de interoperabilidade entre estes sistemas.

Surge então, o *Industry Foundation Classes* (IFC) que é um formato orientado para objectos desenvolvido pela *International Alliance for Interoperability* (IAI), e é usado para facilitar a interoperabilidade na indústria da construção e na partilha de informação entre os vários participantes. São usados para criar modelos que contêm dados e informações de elementos que representam partes de edifícios.

Em 2008, o *Open Geospatial Consortium* (OGC) lançou o *City Geography Markup Language* (CityGML), desenvolvido com o objectivo de formar um modelo de informação comum para a representação urbana em objectos 3D que pudesse ser compartilhados por diferentes aplicações. É especialmente importante no que diz respeito à manutenção sustentável dos modelos 3D de cidades, permitindo a aplicação em diversos campos, tais como o planeamento urbano, a gestão de desastres, as aplicações ao turismo ou as telecomunicações (Wu *et al.*, 2010; Chen, 2011). A linguagem CityGML define classes e relações para objectos topográficos em cenários de modelos em relação às propriedades topológicas, semânticas e geométricas. Tem um impacto sobre as infra-estruturas de dados espaciais e interoperabilidade de dados, uma vez que fornece um modelo geométrico e de semântica comum. Estes modelos 3D usam informação em três dimensões e com atributos temáticos o que lhes dá maior proximidade com a realidade. O CityGML foi concebido como um modelo de dados abertos XML para armazenamento e troca de dados entre modelos por forma a garantir a interoperabilidade entre eles. É implementado como um esquema de aplicação da *Geography Markup Language 3* (GML3), a norma internacional extensível para a troca de dados espaciais e codificação emitido pelo *Open Geospatial Consortium* e a ISO TC211 (que refere a normalização da informação geográfica, através do estabelecimento de normas aos objectos ou fenómenos associados a uma localização em relação à Terra). Define as classes e relações para objectos e modelos em relação às suas propriedades geométricas, topológicas, semânticas assim como aparência, é um sistema vasto pois não inclui apenas construção, mas também planimetria, altimetria, vegetação, entre outros. Suporta um sistema de níveis de detalhe (*Level-of-Detail* - LOD) permitindo que os dados sejam transmitidos progressivamente, e permite a troca de informação entre diferentes sistemas sem perdas (Mao *et al.*, 2011; Chen, 2011).

Ao nível do detalhe (Figura 3), o LOD0 é o nível com menos detalhe de informação, composto essencialmente pelo Modelo Digital de Terreno (MDT) sobre o qual está um ortofotomapa ou uma fotografia aérea; o LOD1 é o modelo já com os edifícios, mas ainda sem qualquer estrutura de telhado ou textura; no LOD2 as texturas e as estruturas do telhado já estão diferenciadas; o LOD3 mostra os modelos arquitectónicos com as paredes detalhadas, os telhados, as varandas, assim como vegetação; o LOD4 completa um modelo LOD3 adicionando estruturas interiores, como as salas, as portas, as escadas ou os móveis (Chen, 2011).



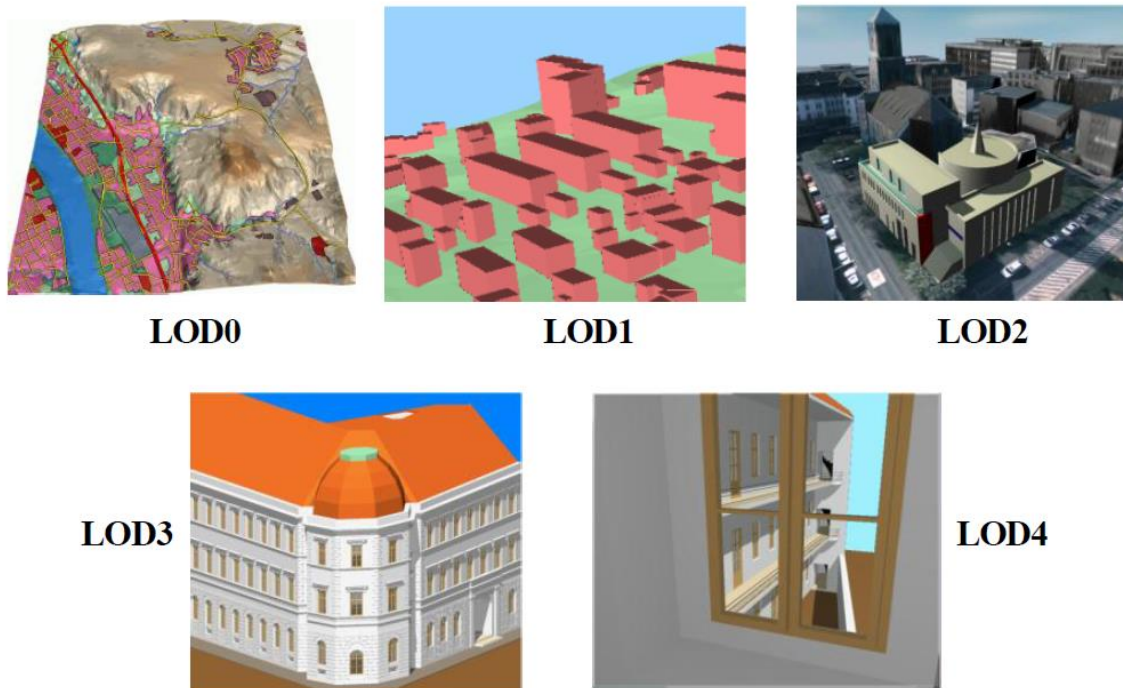
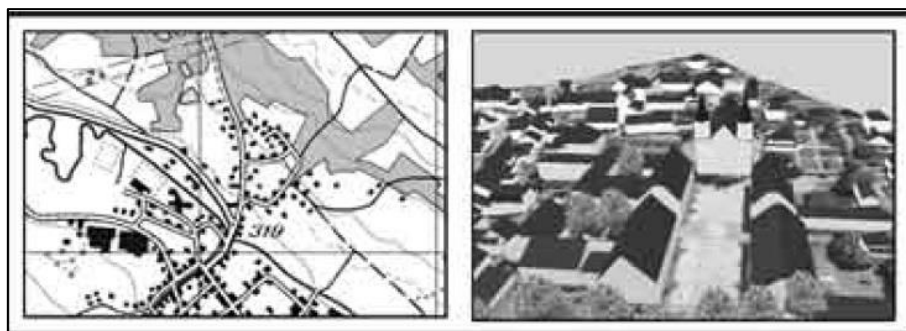


Figura 3: Níveis de detalhe (LOD), Fonte: (Chen, 2011)

Mais recentemente surgiram esforços para criar um modelo de edifício unificado (*Unified Building Model* - UBM) do IFC com o CityGML por forma a não se perder qualidade nem dados na importação/exportação de um formato para o outro. O IFC centra-se em escalas maiores, como quartos ou salas, enquanto o CityGML se centra em escalas menores. O UBM centra-se num modelo de construção unificada que engloba tanto os modelos CityGML como os modelos IFC, este foi testado e implementado como um ambiente de integração em vez de apenas uma ferramenta de conversão entre CityGML e IFC. Além disso, mostra que diferentes cálculos e análises não podem ser realizados apenas em IFC ou em CityGML, individualmente (El-Mekawy *et al.*, 2012)

Chen (2011) descreve o caso de estudo de HafenCity, Hamburgo, em que foi desenvolvido o maior projecto do centro da cidade onde se pretendia criar um espaço novo para acomodar uma mistura entre escritórios e residências, restaurantes e bares, assim como, instalações de cultura e lazer. Através da utilização de modelos de cidade 3D no caso de HafenCity permitiu envolvimento do público, na participação da discussão de cenários alternativos no desenho do espaço urbano, desta forma conclui-se que é um modelo dotado de um carácter mais realista, apelativo e útil nos processos de planeamento urbano.



**Figura 4:** Comparação da visualização de dados em 2D e em 3D; **Fonte:** (Chen, 2011)

O mesmo autor faz ainda considerações sobre a importância dos modelos digitais de cidade e as suas aplicações. Os requisitos básicos para o planeamento urbano são os modelos de cidades 3D onde se efectuam simulações, análise e correcções de projectos arquitectónicos e de desenho urbano. Estas “cidades 3D” são muito úteis no planeamento urbano, em diferentes fases do processo:

a) *análise da situação actual* - as visualizações 3D dão uma melhor impressão da área circundante do que os mapas em 2D, bem como no auxílio na visualização de áreas problemáticas para que se identifique onde é necessário intervir;

b) *planeamento e controlo* - onde o planeamento interactivo de edifícios permite que os planeadores mostrem diferentes fases de reconstrução podendo simular planos por forma a comparar os novos planos com o mundo virtual circundante;

c) *apoio à decisão* – onde diferentes alternativas de edifícios podem ser comparadas directamente na sua localização geográfica, tornando assim o processo de tomada de decisão mais rápido e mais eficiente;

d) *apresentação e visualização* - usando a informação armazenada nos modelos digital 3D, é possível representar dados de uma forma em que é possível analisar perspectivas que em outras abordagens não visuais não é tão perceptível (Ranzinger e Gleixner, 2011).

e) *participação pública* – potenciando a discussão pública mais informada com maior envolvimento dos cidadãos.

Conclui-se que estas novas formas de planear a cidade em 3D trazem múltiplas vantagens envolvendo os cidadãos nos processos de planeamento, de uma forma mais próxima da sua experiência com a realidade observando o que vai ser construído/ reabilitado, os urbanistas/ planeadores/ arquitectos têm forma de explicar mais facilmente as suas ideias ao público e os decisores sentem-se mais seguros uma vez que estão a tomar decisões sobre algo que já “viram”.

## 2.4 CityEngine

O software CityEngine, disponibilizado pela empresa ESRI Portugal é um programa que integra as ferramentas BIM em ambiente SIG, em que disponibiliza um conjunto abrangente de ferramentas para analisar e agregar dados geoespaciais, tais como, dispor e editar sistemas viários, subdividir parcelas, gerar e modificar construções, distribuir mobiliário urbano e analisar projectos de desenho urbano. Este também disponibiliza um conjunto de ferramentas de criação de modelos de cidades dinâmicos, assim como funcionalidades únicas de construção de ruas e ferramentas de edição para projectar e modificar os modelos digitais.

O CityEngine cria ambientes urbanos “a partir do zero” com base num conjunto hierárquico de regras, através de modelação procedimental, aplicadas a um conjunto de dados introduzidos previamente. A título de exemplo apresenta-se a construção de uma regra que permite a criação tridimensional de um edifício e correspondente identificação dos seus alçados (Figura 5). Onde ao polígono de implantação é aplicado a regra este cria o volume em função do atributo pretendido e posteriormente as suas fachadas são individualizadas para posterior texturização.

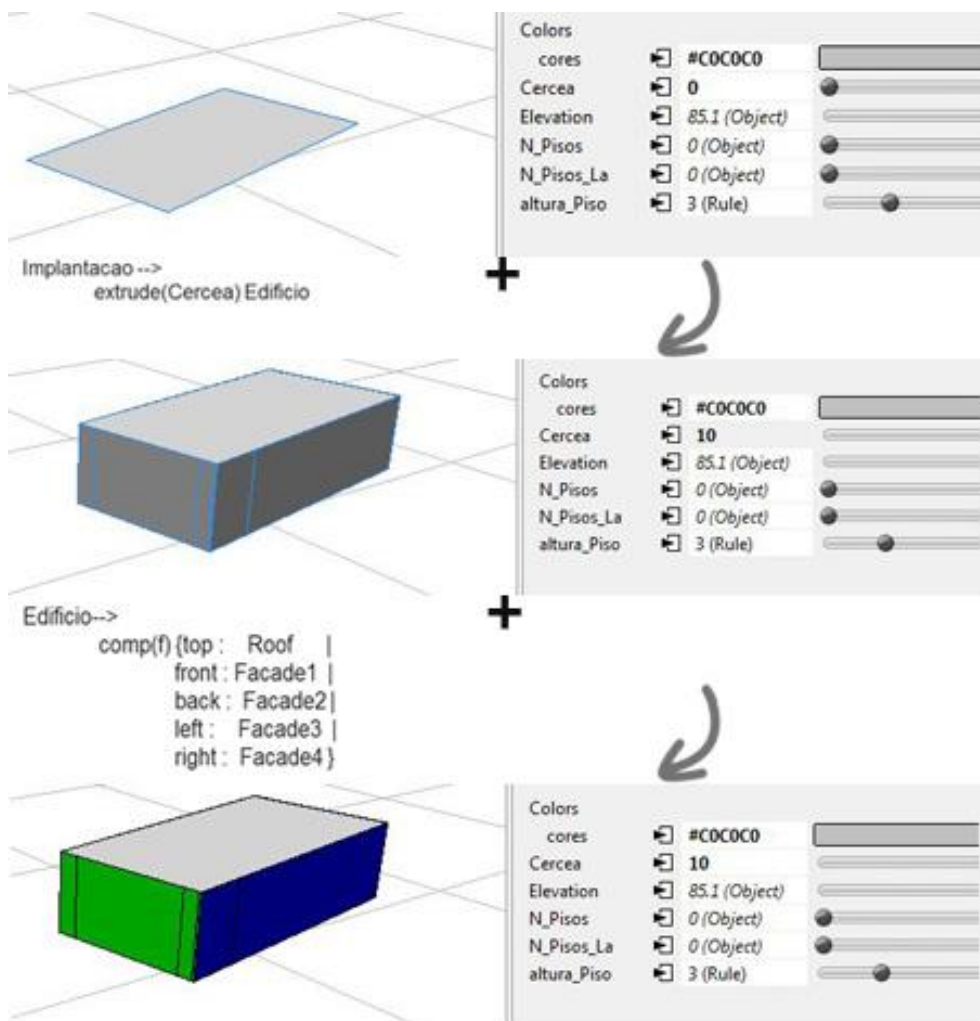


Figura 5: Construção do modelo com recurso a gramáticas de forma

A modelação procedimental é baseada em regras de arquitectura, *Computer Generated Architecture* (CGA), fornecendo uma forma eficaz de modelar edifícios com elevado detalhe. É utilizada para gerar estruturas complexas de forma automática, de modo a produzir um modelo digital a partir de um conjunto relativamente simples de regras, sendo derivadas manualmente de forma iterativa para criar o detalhe desejado (Muller *et al.*, 2005). Estas regras são criadas e modificadas no 'Editor de Regras' (Figura 6).

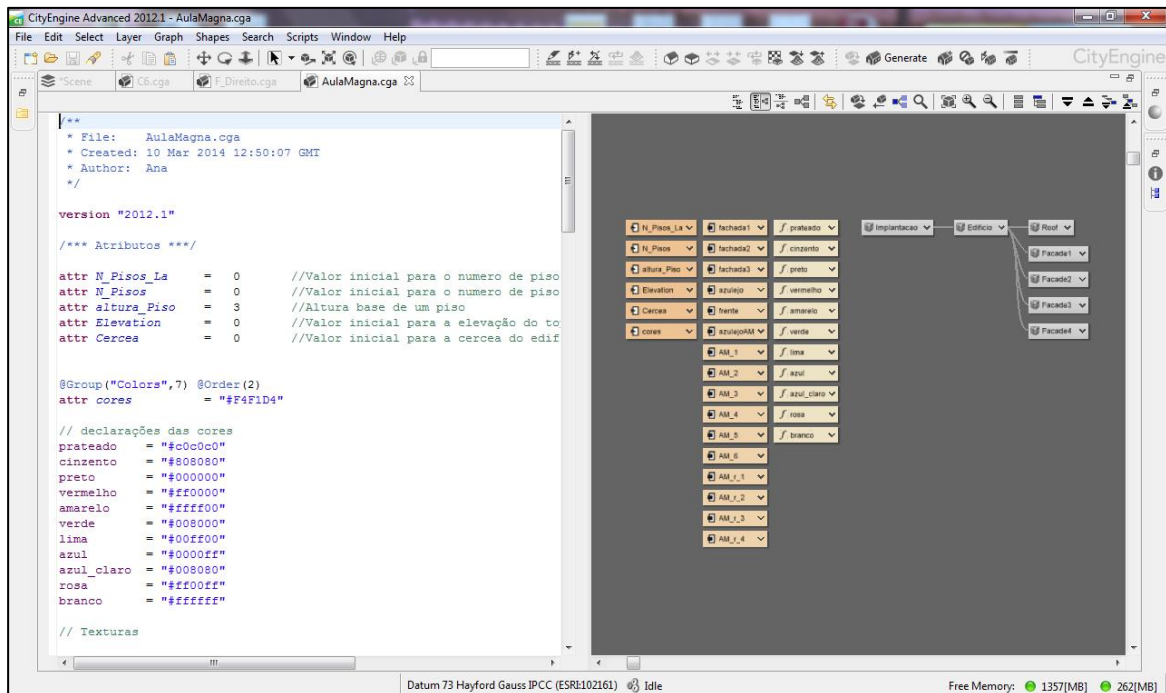


Figura 6: Interface do editor de regras do CityEngine

O CityEngine permite ainda gerar de forma automática relatórios baseados nas regras de modelação aplicadas aos objectos, para analisar o desenho urbano, em variáveis como a densidade, as áreas brutas de construção, as áreas de pavimento ou as áreas de envidraçado, as exposições solares ou ainda visibilidades ou intervisibilidades.

Na Figura 7 é apresentada a interface do software CityEngine. Está dividido segundo uma interface própria, onde se pode ver o *Navigator*, onde está organizado toda a informação, a *Scene*, onde se controlam a visualização das layers (visíveis ou não), o *Viewport*, onde são visualizadas todas as acções, e o *Inspector*, onde são visualizados os atributos dos dados que compõe o modelo.

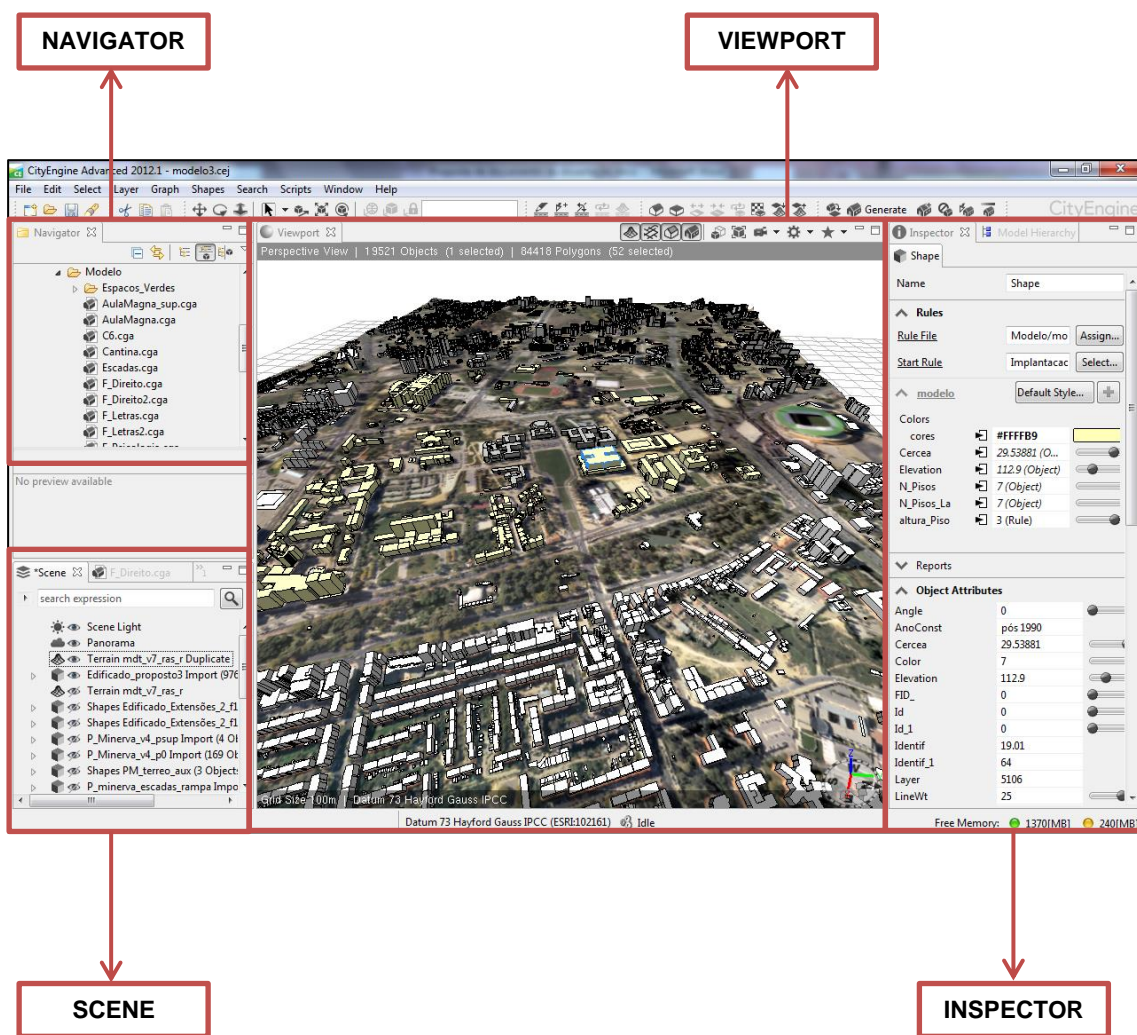


Figura 7: Interface do CityEngine

É organizado num *workspace* próprio, em que o programa cria automaticamente uma pasta onde todos os dados vão ser guardados em subpastas (*assets*, *data*, *images*, *maps*, *models*, *rules*, *scenes* e *scripts*) (Figura 8).

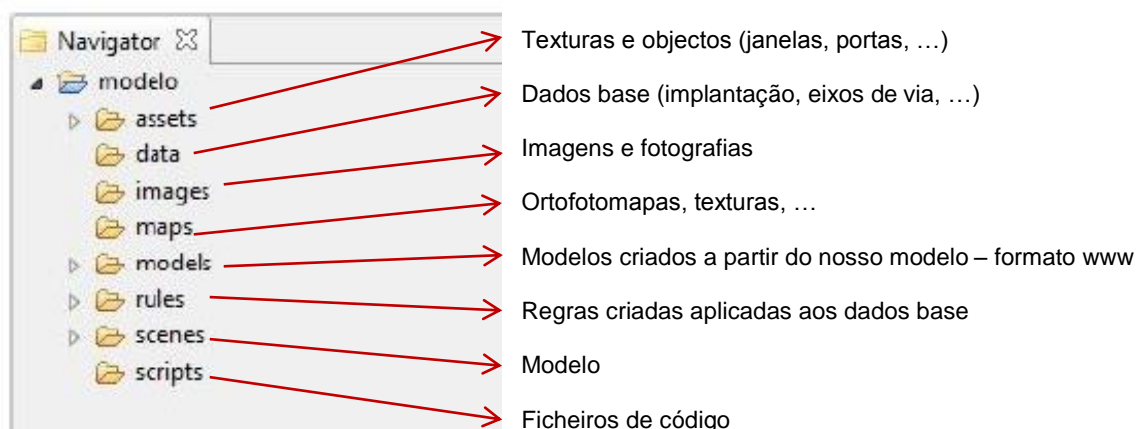


Figura 8: Pastas que compõem um projecto

A sua utilização nos IGT constitui-se como uma mais-valia uma vez que ao projectar os planos em 3D pode-se ter logo noção através da visualização onde se está a intervir e como se está a fazer-lo, assim como, aferir os índices urbanísticos adequados para a área e podemos criar de forma rápida cenários alternativos automáticos à medida que se vai construindo o modelo, permitindo a discussão interactiva e a subsequente identificação da solução considerada óptima.

Os cenários modelados podem ser publicados directamente na internet por forma a serem partilhados, e assim os decisores ou o público em geral não necessitam de ter conhecimento do software nem de instalar aplicativos para visualizar os modelos 3D, fomentando a participação pública na tomada de decisão.

# Capítulo 3: Metodologia

## 3.1 Introdução

A realização da presente dissertação teve por base dois processos que se desenvolveram simultaneamente e de modo iterativo: i) a participação nas reuniões onde foram identificadas de alternativas com base na análise da informação presente nos Termos de Referência do PPCUL e das reuniões da equipa de trabalho para a elaboração do mesmo, e ii) a modelação das alternativas identificadas nas reuniões, de forma a servirem de base à tomada de decisões nas reuniões seguintes. A equipa do PP é composta pelas especialidades: arquitectura paisagística, desenho urbano, infra-estruturas e ambiente, mobilidade e transportes, património, cartografia e desenho, e pelos actores envolvidos (directores das faculdades, departamento da Câmara Municipal de Lisboa (CML), presidente do Colégio Moderno, entre outros).

No desenvolvimento da proposta surgiram três centralidades, as quais correspondem aos espaços âncora do Plano de Pormenor, devendo ressaltar-se que os seus respectivos programas funcionais foram discutidos com os actores presentes na área de influência directa. A abordagem metodológica que serviu de base ao desenvolvimento dos trabalhos está representada na Figura 9 e a sua aplicação é estendível para todas as centralidades estudadas: inicia-se com a representação da alternativa em papel, através de um esquiço, é posteriormente transformadas em formato digital, através de uma ferramenta CAD, convertidas em formato SIG e adicionada a informação relativa aos atributos em estudo. Finalmente a alternativa é modelada em ambiente CIM, (de acordo com o Capítulo 4) e sujeita a nova apreciação por parte da equipa. O ciclo repetir-se-á as vezes necessárias até estabilizar sob a forma de uma solução aceite de forma iterativa (Figura10).

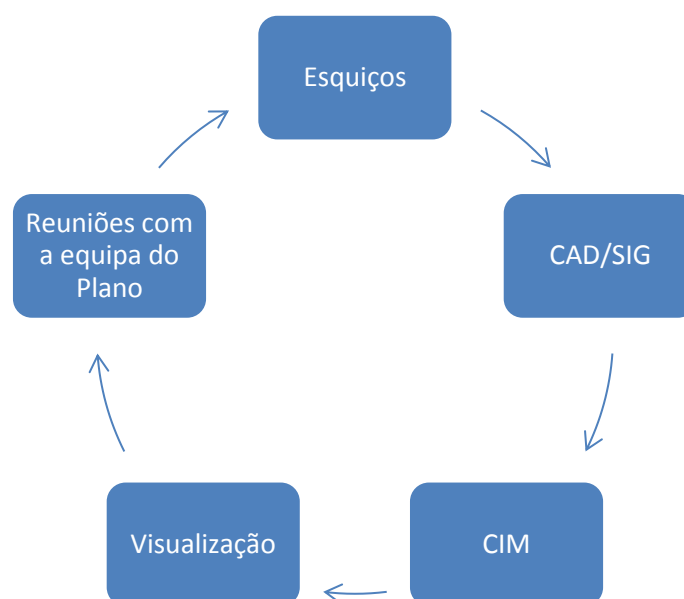
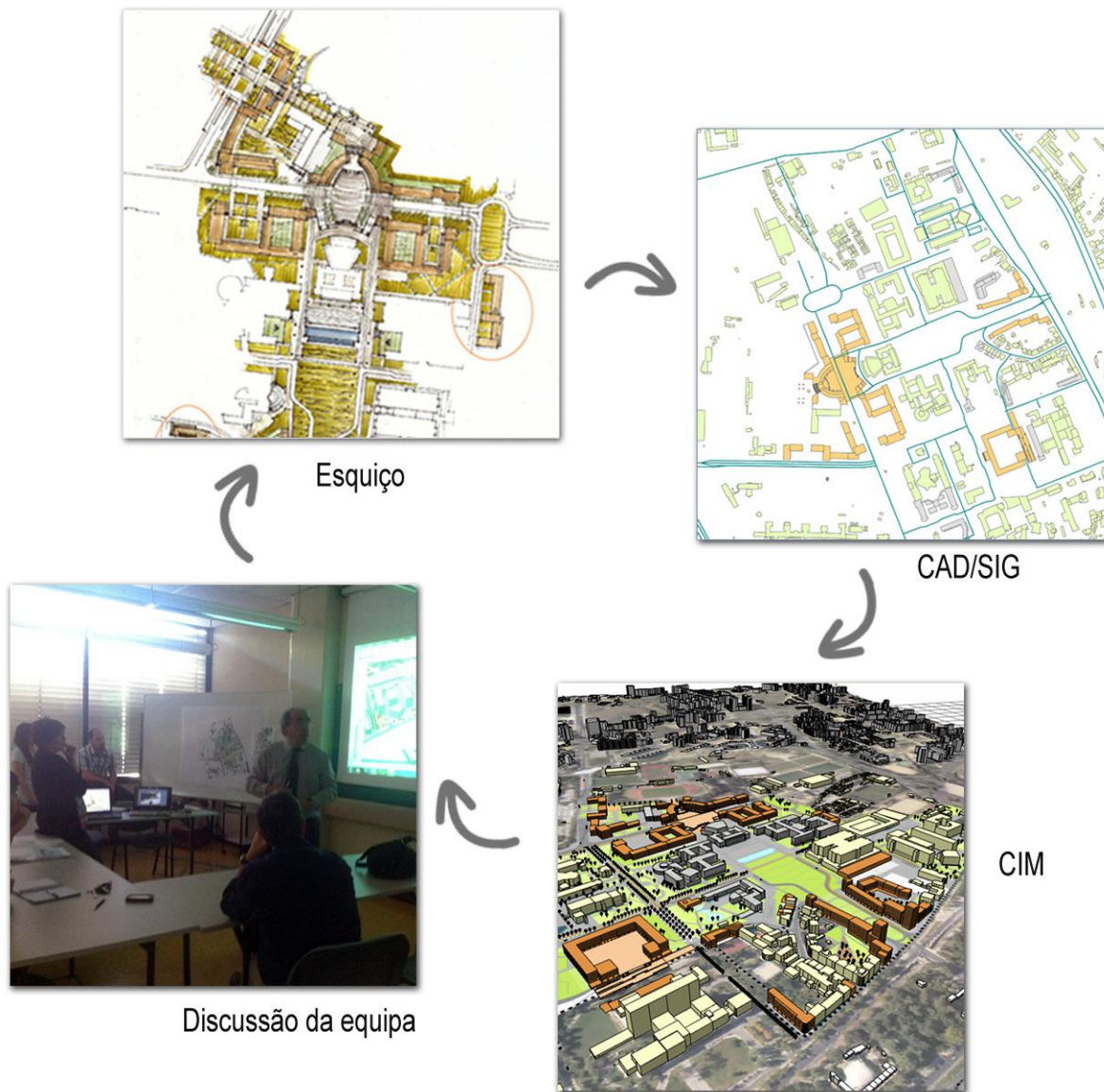


Figura 9: Ciclo dos processos de elaboração das hipóteses



**Figura 10:** Exemplo de um processo iterativo

A metodologia utilizada nesta dissertação é composta por quatro etapas principais, que interagem em forma de ciclo, iniciando com a revisão bibliográfica, a criação do modelo base, a identificação de alternativas, a modelação e visualização das alternativas e finalmente a discussão com a equipa tendo por base os elementos modelados. O ciclo repete-se as vezes necessárias até a alternativa estabilizar em forma de solução a apresentar a todos os envolvidos no plano.



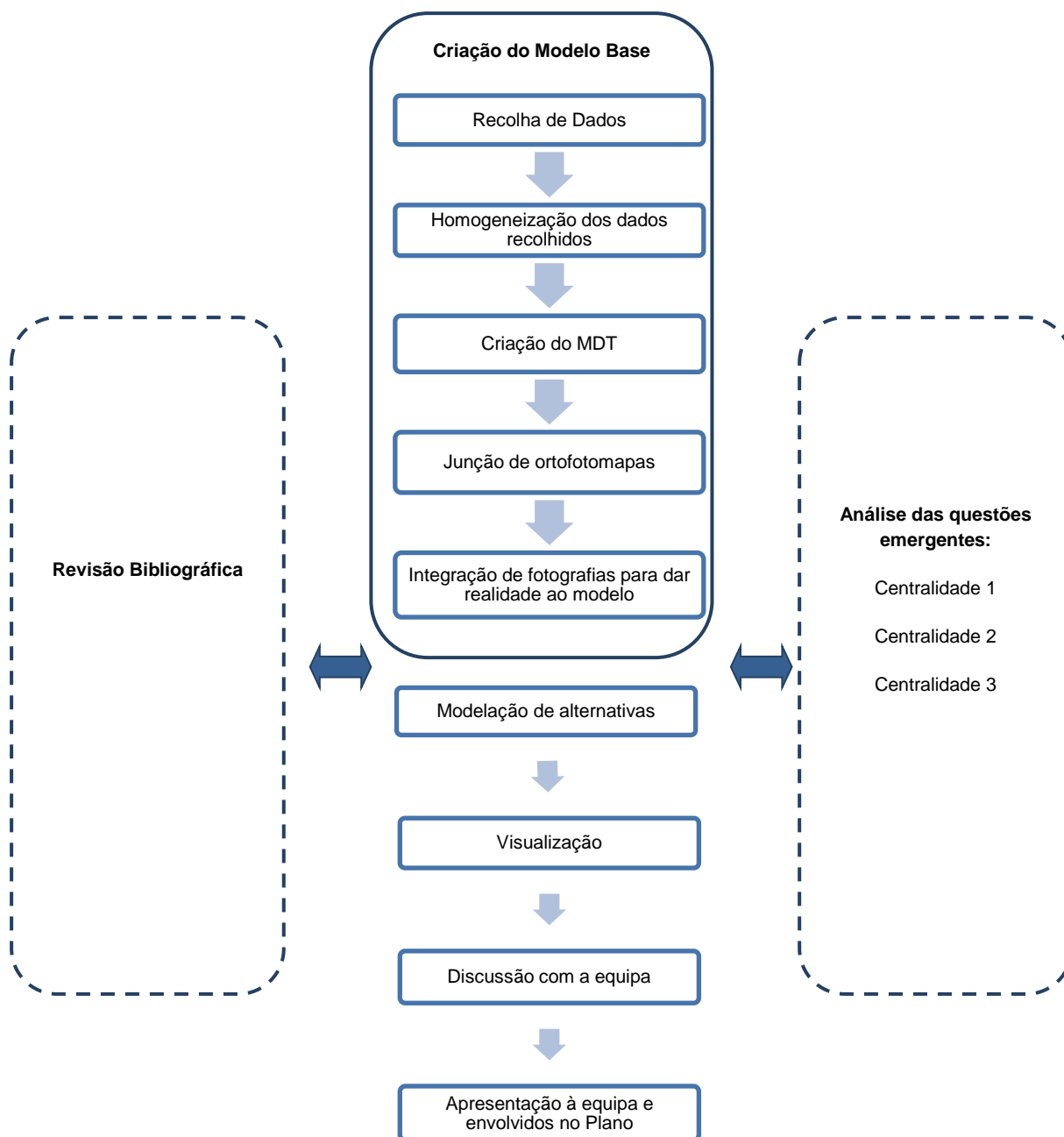


Figura 11: Fluxograma da realização de um dos processos da dissertação descrito anteriormente

### 3.2 Criação do modelo de base

A construção do modelo de base inicia-se com a recolha de dados em formato vectorial, a sua homogeneização, através de transformações de coordenadas recorrendo aos modelos de Bursa-Wolf e Molodensky (Matos, 2011), seguida da geração do Modelo Digital do Terreno (MDT), que é realizada por aplicação de algoritmos de interpolação associando a qualquer ponto do espaço geográfico (x,y) o valor correspondente à sua altitude ortométrica. É necessário um conjunto de pontos e linhas (determinados pelas suas coordenadas). Posteriormente foi adicionada a informação

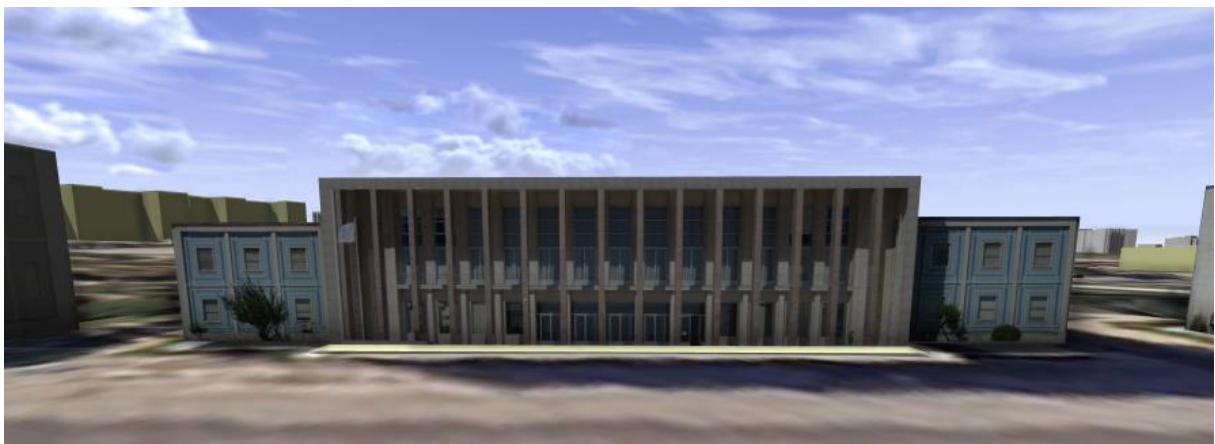
sobre as implantações dos edifícios existentes, uma vez que possuímos dados como número de pisos, usos, estado de conservação e a época da sua construção (Figura 11).

Ao gerar o modelo 3D foi possível verificar as volumetrias da área em estudo, assim como à medida que se foi melhorando o modelo tridimensional foi possível introduzir maior “veracidade” a este, através da pormenorização de fachadas, eixos de vias, elementos urbanísticos, entre outros (Figuras 12 e 13).

Para tal foi necessário realizar trabalho de campo, onde foi analisado a área de estudo e foram recolhidas as fotografias que tiveram de ser retiradas de um ponto estratégico (consoante o edifício) por forma a serem posteriormente trabalhadas para que através de regras fossem introduzidas no modelo.



**Figura 12:** Pormenorização do modelo



**Figura 13:** Pormenor da fachada da Reitoria da Universidade de Lisboa

# Capítulo 4: Plano de Pormenor da Cidade Universitária de Lisboa

## 4.1 Objectivos do Plano de Pormenor da Cidade Universitária de Lisboa

### 4.1.1 Localização geográfica da área de estudo

De acordo com a Proposta nº 133/2010, a CML em reunião de Câmara a 31 de Março de 2010, determinou a elaboração do PPCUL, após aprovação dos Termos de Referência. Este abrange uma superfície de cerca de 126 ha, tendo como limites definidos a norte, a Av. General Norton de Matos (2ª Circular); a nascente, Campo Grande; a sul, Av. das Forças Armadas, o limite de propriedade do ISCTE, Av. Professor Aníbal Bettencourt, as traseiras da Biblioteca Nacional; a poente, Azinhaga das Galhardas e Av. dos Combatentes. Note-se que a zona da Biblioteca Nacional foi excluída da área de intervenção do Plano. Contudo, devido à sua relação funcional esta foi tomada em consideração como fazendo parte da área de intervenção.

Embora seja da responsabilidade da CML, a elaboração do Plano está a ser desenvolvida por uma equipa externa contratada pela Reitoria da Universidade de Lisboa, conforme protocolo assinado pelas duas entidades. Assim, o Centro de Sistemas Urbanos e Regionais (CESUR) formou uma equipa técnica multidisciplinar sob a coordenação do professor José Álvaro Antunes Ferreira.

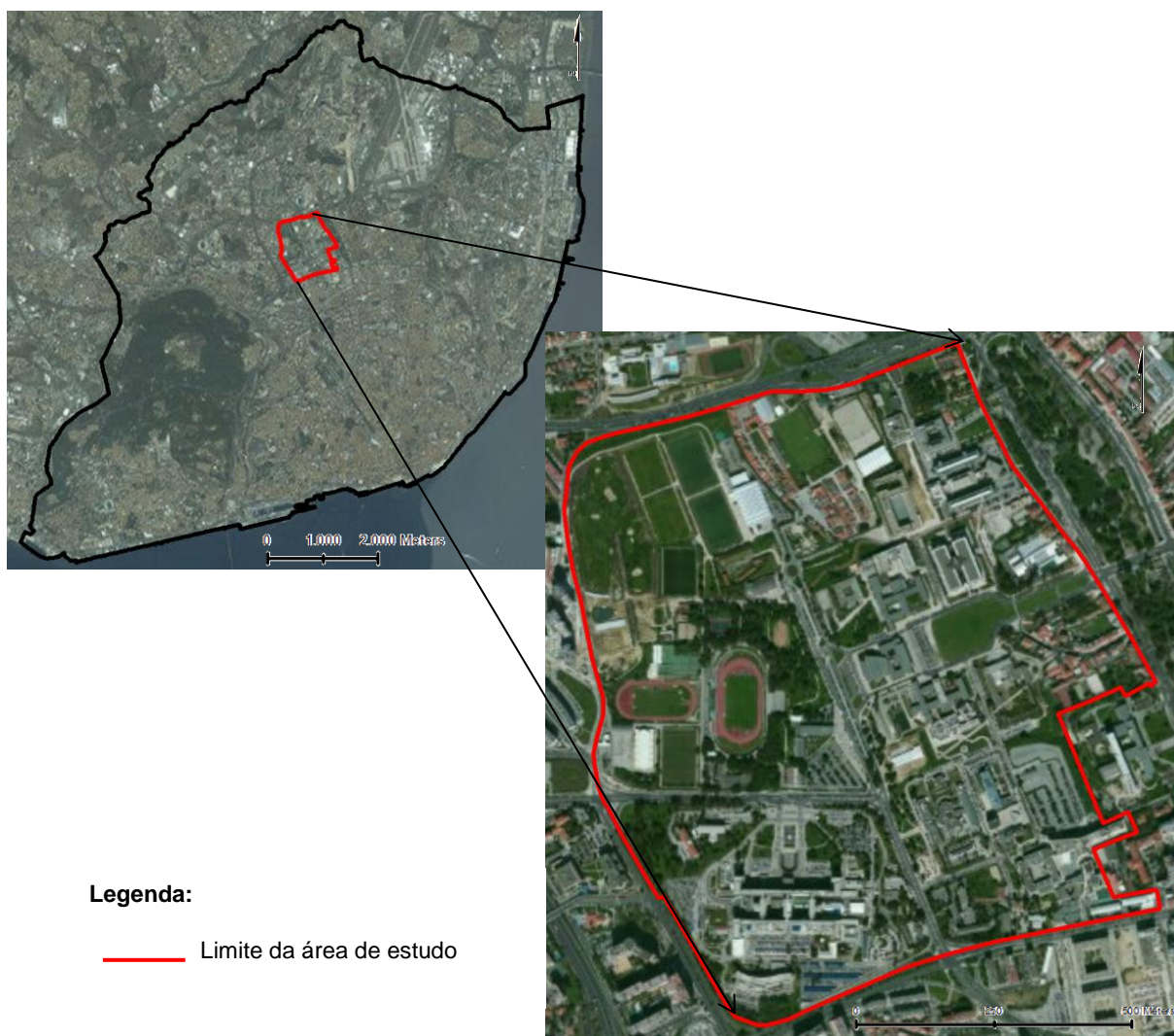
A área em estudo inclui terrenos pertencentes à Universidade de Lisboa, ao Museu da Cidade, Torre do Tombo e zona habitacional da Rua Dr. João Soares. Pretende-se através deste PP que se encontra em elaboração dar resposta às necessidades de ampliação de equipamentos, incluindo o Museu da Cidade e criação de residências universitárias públicas e privadas, de acordo com os Termos de Referência (Anexo B).

A Universidade de Lisboa possui 8 Escolas entre Faculdades e Institutos implantados na Cidade Universitária, com aproximadamente 22 mil estudantes nesta área. Serve o presente Plano de Pormenor para colmatar as necessidades sentidas pelos estudantes, docentes e utilizadores desta área central à cidade de Lisboa.

O PPCUL está a ser desenvolvido tendo em conta opções estratégicas, presentes no PDM, de intervenção e potencialidades de regeneração urbana. Pretende-se que o seu desenvolvimento seja informado e balizado de forma precisa. Deseja-se criar uma relação que permita uma coerência morfológica e grande atractividade ao nível do modelo nas áreas a intervir, por forma a estabelecer diálogo com a estrutura urbana existente; criação de edifícios para novos equipamentos por forma a responder à evolução científica; recuperação de construções que se encontram em estado avançado

de degradação; intervenção paisagística global para unificar a imagem da Cidade Universitária; criar soluções para aumentar os níveis de segurança dentro da área em estudo. (CESUR, 2013)

De acordo com os Termos de Referência, p. 6, o Plano deve assim possuir “*uma imagem institucional unificadora, de qualidade urbanística, ambiental e de segurança adequada à sua vocação de aquisição e transmissão de saberes, permitindo aos seus utentes uma plena vivência do território.*”



**Figura 14:** Área de estudo enquadrada na cidade de Lisboa

#### 4.1.2 Inserção no Plano Director Municipal de Lisboa

O PDM tem em conta três documentos, o PNPOT, o PROT-AML e a Carta Estratégica de Lisboa, por forma a identificar as prioridades estratégicas para o concelho, assim foram identificados quatro pontos:

- Marcar Lisboa nas redes globais e nacionais;
- Revitalizar o espaço consolidado;
- Incutir a qualificação urbana;
- Despertar a participação dos cidadãos para melhorar o modelo de governação.

O PDM em vigor desde 2012 não veio introduzir modificações aos anteriores para a área de estudo, designa em termos de espaços consolidados, grande parte da superfície como espaços de uso especial e de equipamentos, o Estádio Universitário de Lisboa é denominação de “Espaços de Uso Especial de Equipamentos com Área Verde Associada, previstos no artigo 54º e artigo 55º respectivamente, existindo também alguns espaços centrais e residenciais de traçado urbano B e C, no artigo 41º, o caso do Jardim do Campo Grande é designado como espaço verde de recreio e produção, disposto no artigo 50º. Em termos de espaços a consolidar são considerados os espaços centrais e residenciais, previstos no artigo 59º, assim como, ao nível do património edificado e paisagístico assinalados os imóveis classificados, em vias de classificação, conjuntos arquitectónicos, logradouros e património paisagístico (Figura15).

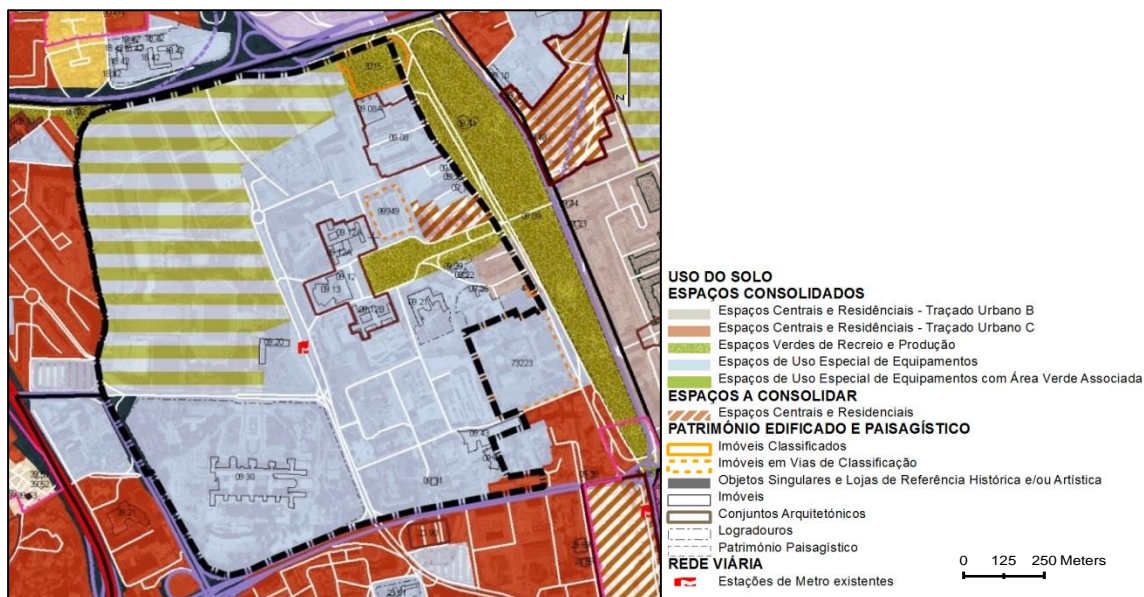


Figura 15: Área de Estudo localizada na Planta de Ordenamento - PDM Lisboa - Qualificação do Espaço Urbano, Fonte: CML, 2012

A cada um destes espaços estão associados a regras de utilização, expostas no respectivo regulamento que definem por exemplo, altura máxima da edificação, altura máxima da fachada, índice de permeabilidade, índice de edificabilidade, índice médio de utilização, áreas de cedência, entre outros.

## 4.2 Aplicação dos *City Information Models* ao Plano de Pormenor da Cidade Universitária de Lisboa

Com o início dos trabalhos foi necessário criar um modelo base tridimensional de forma a permitir avaliar as diversas alternativas geradas pela equipa do PPCUL.

### 4.2.1 Construção do modelo

Na construção do modelo base partiu-se do princípio que a área a modelar iria ser superior à área de estudo decidida inicialmente para que o modelo ficasse integrado na cidade, contudo com diferentes níveis de detalhe: fora da área de estudo os edifícios encontram-se modelados volumetricamente e com baixo nível de detalhe, no interior da área de estudo além da volumetria foram incluídos pormenores e detalhes de forma a quebrar a monotonia do modelo e a aumentar o grau de “veracidade” do modelo encontram-se mais detalhados através da sua pormenorização.

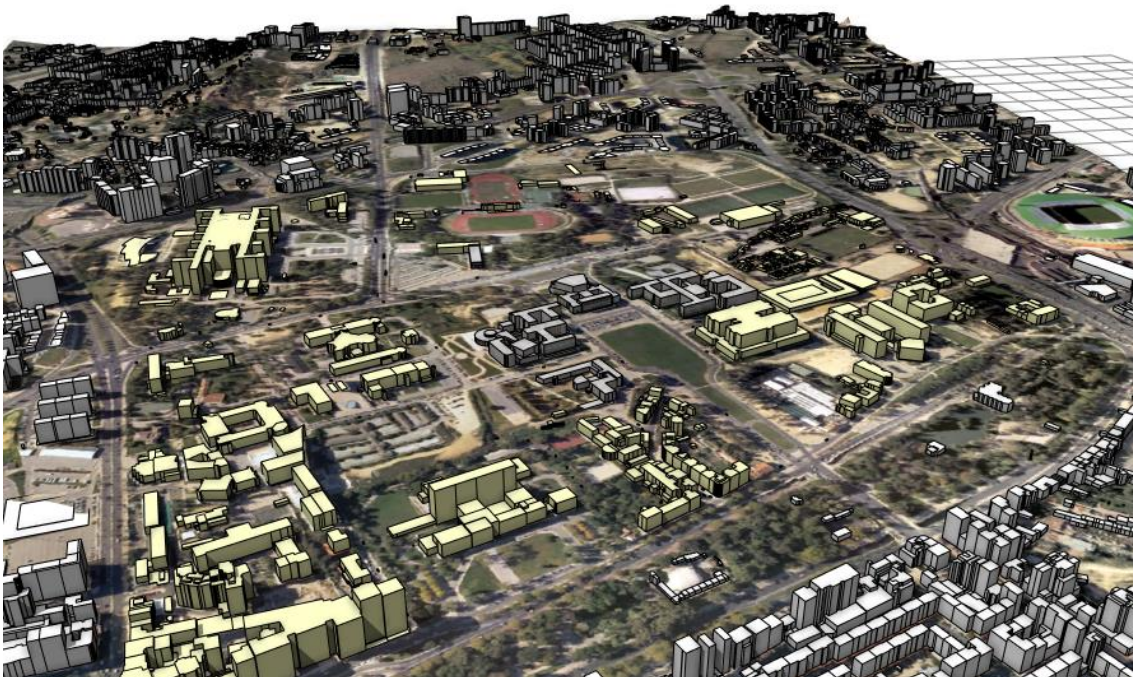


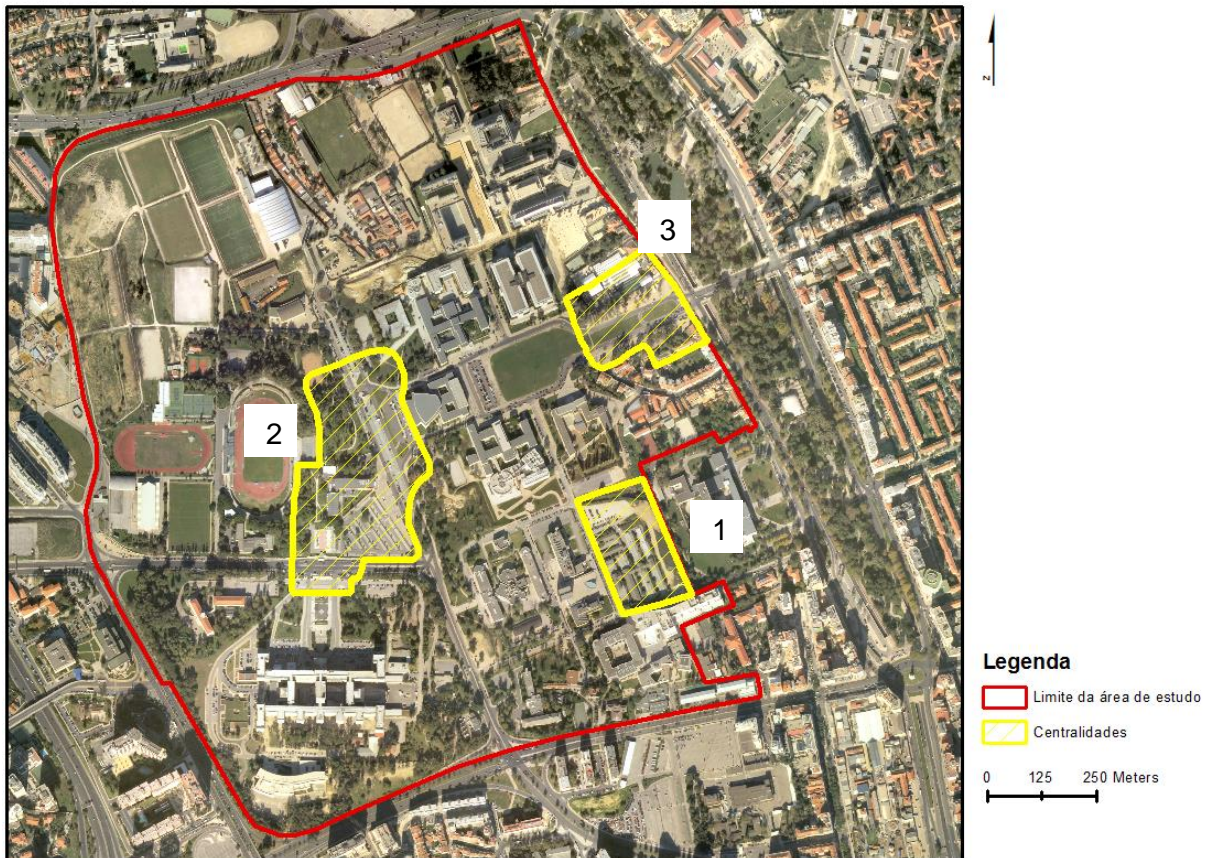
Figura 16: Representação da área de estudo na sua envolvente

Para tal foi necessário efectuar uma recolha de dados geográficos, tais como, curvas de nível, pontos cotados, implantações dos edifícios, informação da cota dos topos dos edifícios e eixos viários, à escala 1:10 000, que foram disponibilizados pela equipa do PPCUL e pela CML. Os ficheiros tiveram de ser tratados uma vez que possuíam tanto os pontos cotados como as curvas de nível com informação de cotas deslocadas na altitude, assim como sistemas de coordenadas diferentes, foi então necessário numa primeira fase homogeneizá-los. O sistema de coordenadas escolhido foi o *Hayford-Gauss Datum 73* (HGDT73) uma vez que a maioria dos ficheiros se encontrava neste sistema de coordenadas. Gerou-se assim um modelo geográfico em formato vectorial, TIN (*Triangulated Irregular Network*). Esta TIN foi então convertida em formato raster, através de uma malha com células de um metro, à qual foi adicionado um ortofotomapa para dar maior noção de realidade ao modelo.

Inicialmente o modelo tridimensional foi gerado com base nos dados do número de pisos contidos na informação da implantação dos edifícios. Contudo, dada a presença de falhas de informação em relação aos edifícios alguns destes não foram gerados. Ao MDT foi retirado a informação das cotas dos edifícios e adicionado à informação que possuíamos dos topos dos edifícios por forma a descobrir a diferença entre estas e gerar a altura real dos edifícios. Foi, então, gerado um novo modelo 3D com base na altura dos edifícios calculada anteriormente, ao qual foram adicionados pormenores como fachadas, eixos de vias, elementos arbóreos, entre outros, para quebrar a monotonia do modelo.

#### **4.2.2 Centralidades**

Com base nas orientações definidas na referida Proposta nº 133/2010, e no relatório de caracterização e diagnóstico realizado pela equipa do plano no CESUR, foram identificados um conjunto de situações que deveriam ser abordadas no início do processo, nomeadamente a interligação do número elevado de equipamentos (equipamentos de ensino, equipamentos de saúde, equipamentos desportivos, equipamentos sociais, culturais e de lazer), a falta de interligação entre o espaço público e os equipamentos existentes, as grandes variações diárias dos fluxos de tráfego rodoviário, há uma grande presença de veículos durante o dia em contraste com a noite e de forma similar entre os dias úteis e o fim-de-semana. Pretende-se, ainda com este plano, contribuir para a melhoria das ligações ao exterior, hierarquizando a rede de arruamentos locais, assim como, a reorganização do esquema existente da circulação, dando também atenção ao estacionamento na área de intervenção (CESUR, 2013). Neste contexto foram identificadas várias centralidades das quais três serão tratadas nesta dissertação (Figura 17) para definir uma estratégia de intervenção por contribuírem como âncora para definir os restantes espaços.



**Figura 17:** Zona de estudo com indicação da localização das centralidades

Na Centralidade 1, pretende-se analisar a criação de uma zona de estadia articulando essa construção com a envolvente, Biblioteca Nacional e o Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa (ISCTE), através de plataformas com diferentes cotas e de uma praça orientada para a Biblioteca Nacional, podendo resultar numa residência universitária, uma vez que é um equipamento eficaz na resolução do problema de alunos deslocados, professores e investigadores, gerando serviços e comércio de proximidade.

Na Centralidade 2 pretende-se estudar a criação de uma ligação entre o Edifício da Reitoria da Universidade de Lisboa e a zona da Cantina, com a articulação com o Hospital de Santa Maria por forma a criar uma ligação entre estes três espaços. Ao modelar as propostas em CIM pretende-se visualizar a conjugação entre a forma e a volumetria do novo edificado e a articulação entre os dois lados da Av. Professor Gama Pinto.

Com a geração da Centralidade 3 pretende-se analisar a criação de uma estrutura que seja simétrica em relação a um eixo central para que haja um ponto de entrada do Campus Universitário demarcado, mas sem quebrar a ligação ao tecido urbano envolvente.



## Centralidade 1

### Caracterização actual

A área assinalada como Centralidade 1, neste momento encontra-se um parque de estacionamento concessionado.

### Desafio

Através da utilização dos CIM podemos analisar em vários cenários as questões de acessibilidade do interior da praça para os arruamentos e passeios envolventes e a relação da altura das fachadas do edifício com as cérceas circundantes.

### Sequência de trabalhos

No início da realização da dissertação já existia um esboço para uma alternativa de implantação da centralidade 1, como se pode ver na Figura 18\_a.



Figura 18: Centralidade 1

A esta alternativa foram acrescentados os edifícios da expansão do Colégio Moderno, junto à Biblioteca Nacional. A praça teve de ser recuada 15 metros para Este, para que se cumprisse a regra dos 45 graus prevista pelo artigo 59º do Regulamento Geral das Edificações Urbanas, Decreto-Lei nº 38 382, de 7 de Agosto de 1951, com a última alteração pelo Decreto-Lei n.º 177/2001 de 4 de Junho. Também teve de ser redimensionada devido à proximidade com a Av. Professor António Flores.

Com estas alterações, deparou-se com o facto de existirem uns taludes elevados do lado poente da praça, que não estavam resolvidos com esta alternativa. Surgiu, então, a necessidade de calcular um sistema de escadas e rampas para ultrapassar a barreira imposta pelos taludes (Figura 19).

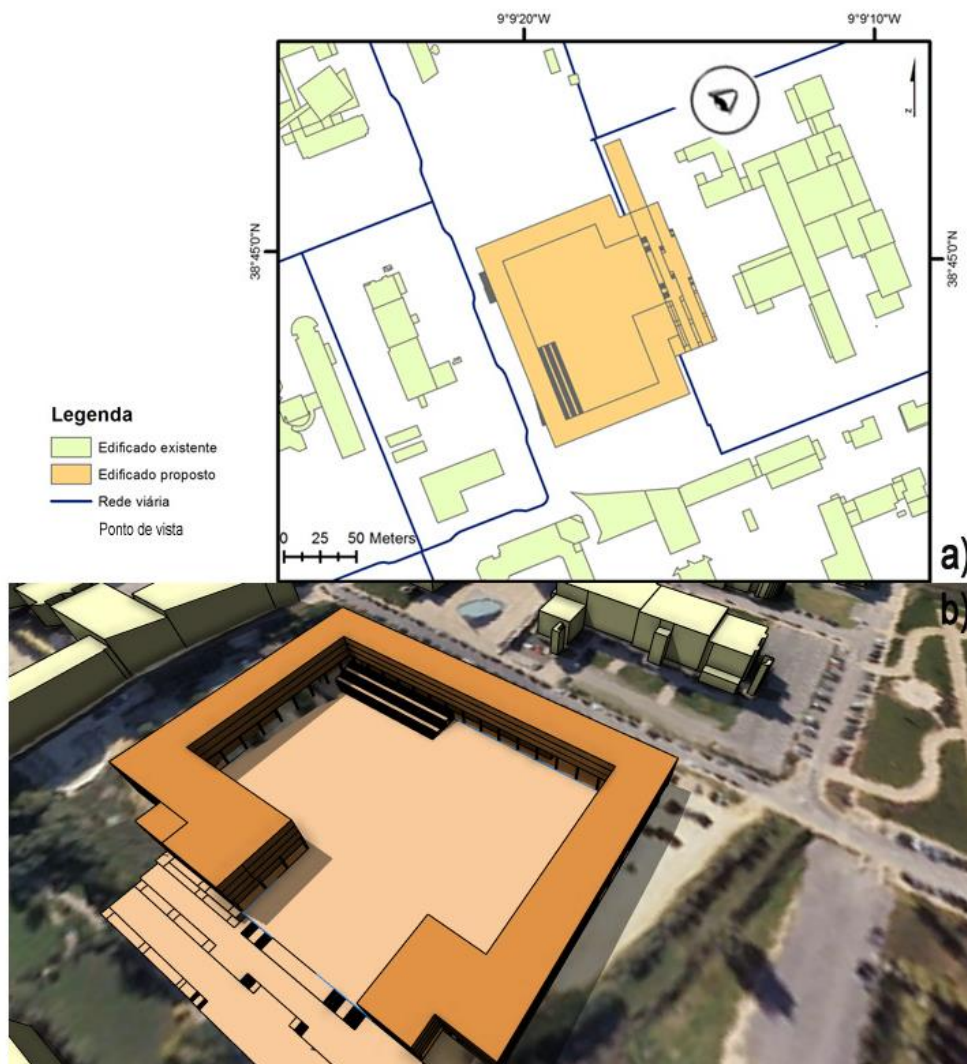


Figura 19: Centralidade 1 – alternativa 2

Devido à diferença de cotas, houve a necessidade de repensar a funcionalidade no piso térreo e no piso 1, sendo ambos vazados mas em localizações diferentes, por forma à praça tornar-se facilmente permeável para o exterior. Após análise do modelo 3D verificou-se que era de bastante dificuldade a resolução deste problema, uma vez que envolvia uma modelação do terreno complexa e de custos

elevados, procedendo-se ao ajuste da implantação da praça com nova configuração para que os taludes não fossem tão acentuados. Surgiu, assim, uma nova alternativa de implantação, e uma nova alternativa de acesso. Esta mantém-se alinhada com o eixo da Biblioteca Nacional e com os seus torreões (Figura 20).



Figura 20: Centralidade 1 - versão redimensionada

Após esta nova configuração verificou-se que os pilares não se encontravam alinhados com o eixo central da praça e procedeu-se à alteração da implantação dos mesmos no piso térreo, e ao desenho e cálculo das novas escadas poente. Obteve-se assim outra alternativa para a Centralidade 1 (Figura 21), foi ainda desenvolvida uma alternativa em termos de espaço público, através da inserção de elementos arbóreos e de mobiliário urbano.

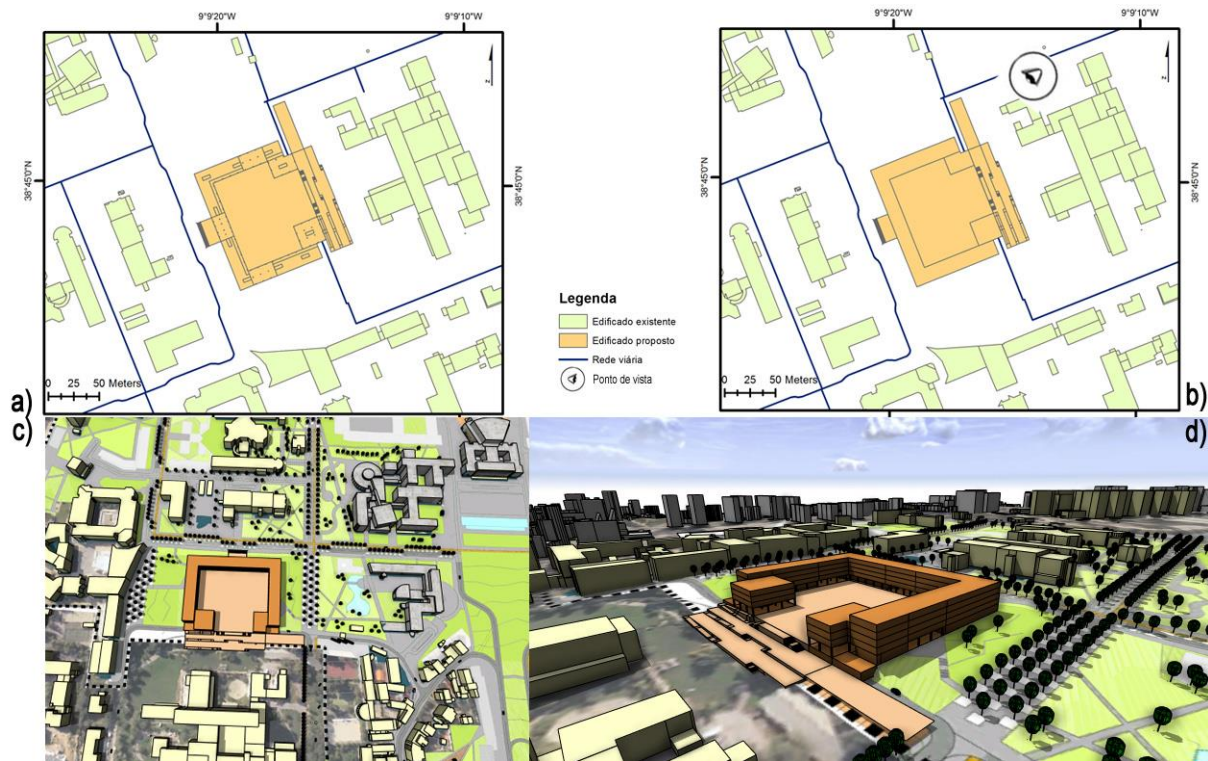


Figura 21: Centralidade 1 – alternativa preferencial

Por cada alternativa modelada nesta centralidade foi necessário refazer a análise e a colocação dos atributos em formato SIG, adaptação das regras em função das alterações propostas e posteriormente aplicadas ao modelo para ser modelado novamente, desde pisos vazados, que tinham de ser modelado em duas fases, o piso térreo e posteriormente os pisos superiores, à alteração do número de pisos que eram testados directamente nas sessões de trabalho, tendo sempre em atenção todas as indicações discutidas.

Na Figura 22 pode observar-se a sequência das alternativas abandonadas durante o processo de visualização e análise da Centralidade 1, em que do lado esquerdo da figura se encontra a planta 2D e do lado direito a modelação 3D.

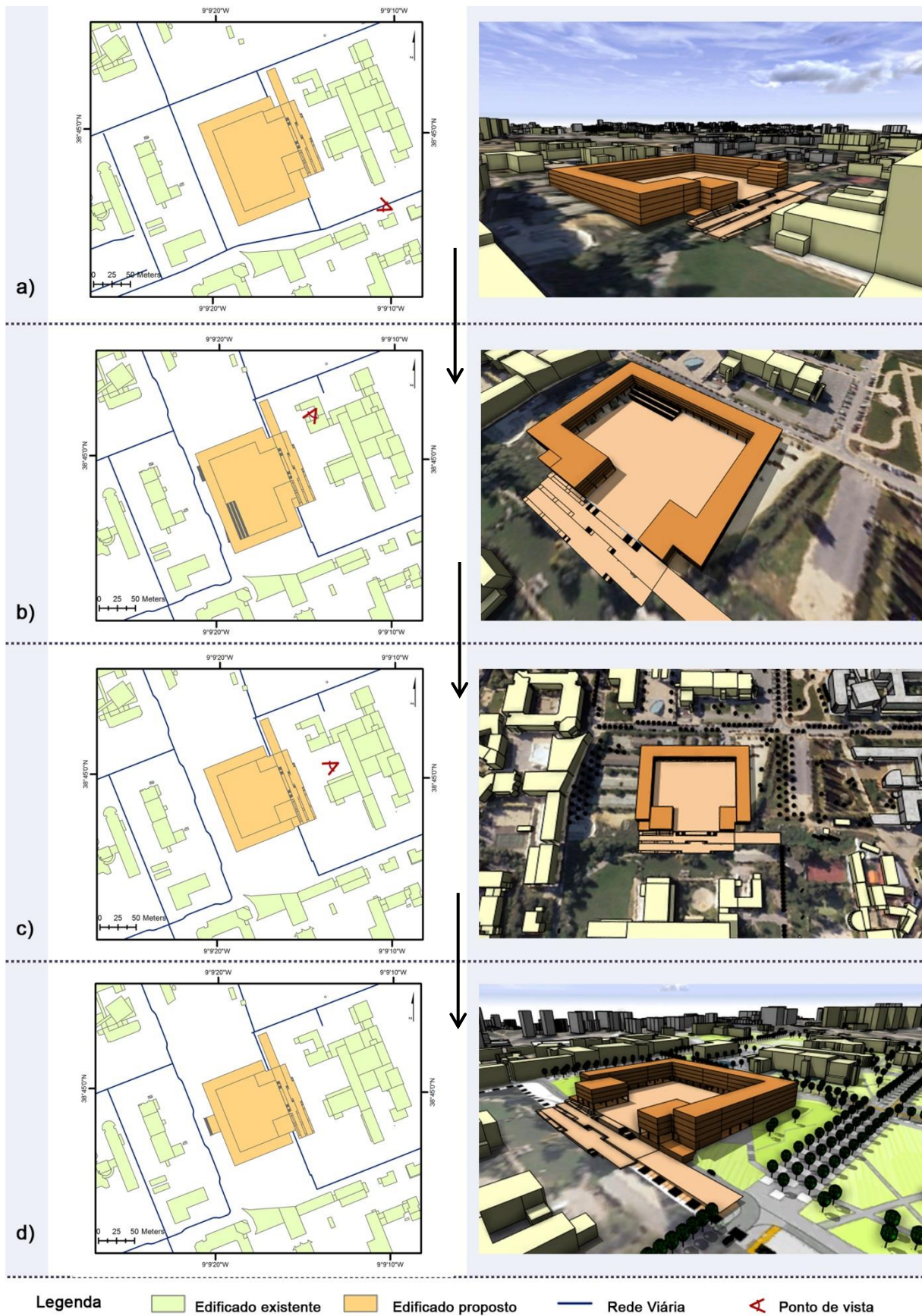


Figura 22: Evolução das alternativas da Centralidade 1

## Centralidade 2

### Caracterização actual

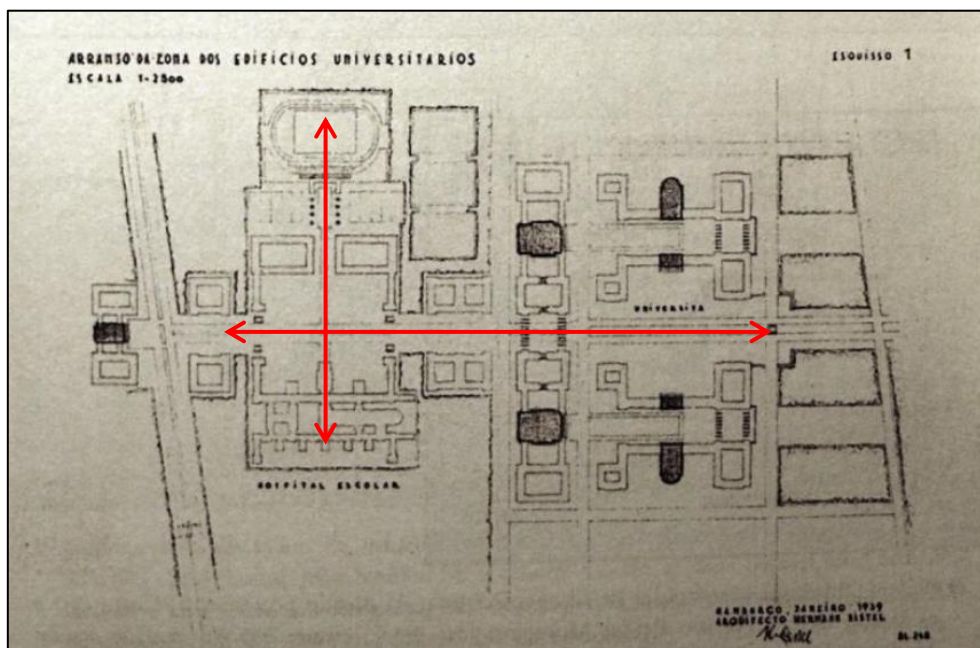
Nesta Centralidade existe actualmente um parque de estacionamento concessionado e uma ligação ao Estádio Universitário de Lisboa.

### Desafio

Pretende-se criar um espaço com condições para acolher um leque variado de actividades, ao nível de comércio e serviços, direccionada para os fluxos gerados pela Reitoria, Cantina e o Hospital de Santa Maria.

### Sequência dos trabalhos

Existe o intuito de recuperar o conceito de *praça-alameda de honra* do “*Estudos de conjunto*” realizados por Hermann Distel, em 1939, que pretendia criar uma ligação entre o Estádio de Honra e a praça central nascente do Hospital de Santa Maria. Este conceito assenta assim na intersecção de dois eixos: o eixo 1 entre a Alameda Universitária, Reitoria e Estádio de Honra e o eixo 2, entre o Estádio de Honra, Hospital de Santa Maria, como se pode ver na Figura 22, num esquiço de Hermann Distel.



**Figura 23:** Esquiço de Hermann Distel - Arranjo da zona dos edifícios universitários. **Fonte:** (CESUR, 2013)

O acesso pedonal ao Hospital de Santa Maria é também um assunto em estudo, uma vez que é o maior gerador de fluxos da zona, quer-se estudar uma ligação directa entre a estação do Metro e a praça central do Hospital de Santa Maria, e ainda, uma ligação com a Av. Prof Egas Moniz.

Numa primeira fase, após reunião com a equipa de desenho urbano foram fornecidos os esboços com duas alternativas desenhadas em papel para a Centralidade 2 os quais foram convertidos/desenhados em formato CAD, e posteriormente convertido em shapefile para se poder editar a tabela de atributos (Figuras 24 e 25).

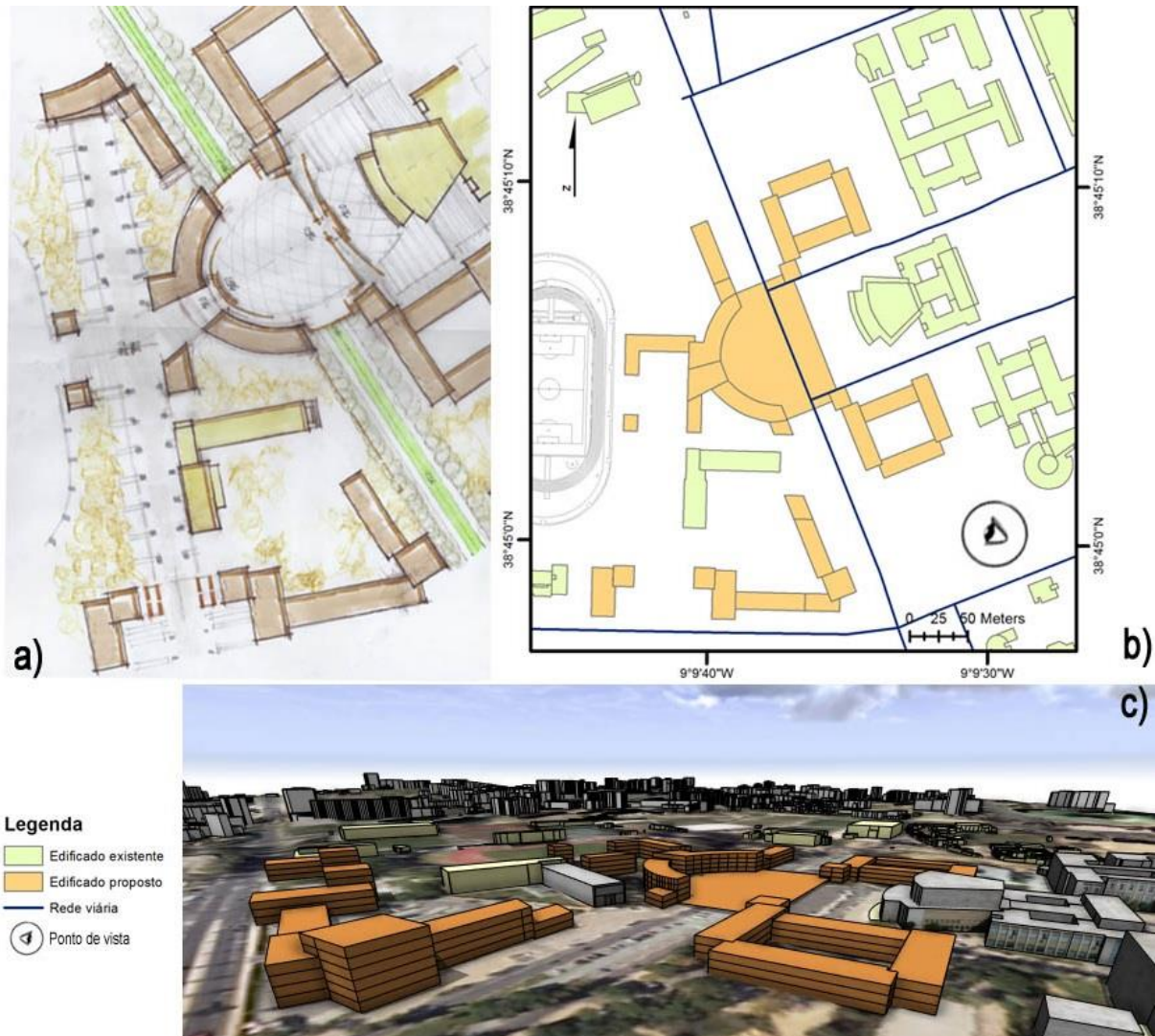


Figura 24: Centralidade 2 - Alternativa 1



Figura 25: Centralidade 2 - Alternativa 2

Apos observação dos dois modelos e tendo em conta as restrições existentes decidiu-se então enveredar pela alternativa 1 e avançar com a pormenorização dessa alternativa, a qual consiste na criação de uma passagem pedonal superior à Av. Professor Gama Pinto através de uma plataforma por forma a criar uma “concha” visual com a reitoria.

Devido à sua localização e à plataforma sobrelevada proposta foi necessário realizar um estudo pormenorizado relativo às condicionantes que a linha de metro podia acarretar. Após esta análise, surgiram duas novas alternativas: alternativa com plataforma e sem plataforma. Após verificação dos cálculos efectuados verificou-se que a realização da plataforma seria inviável e só foi gerada a alternativa sem plataforma.





Figura 26: Centralidade 2 - versão sem plataforma

Depois de nova reunião e análise das propostas modeladas verificou-se que o edifício proposto encontrava-se muito afastado da Av. Gama Pinto e muito próximos da via de acesso às traseiras da Faculdade de Letras e da Faculdade de Ciências. Então foi reajustada esta opção criando duas novas alternativas com afastamentos diferentes à Av. Professor Gama Pinto e com o ajustamento dos edifícios propostos em relação à via. É necessário dar visibilidade à Cantina, por forma a este ser o espaço central (Figura 27 e Figura 28)

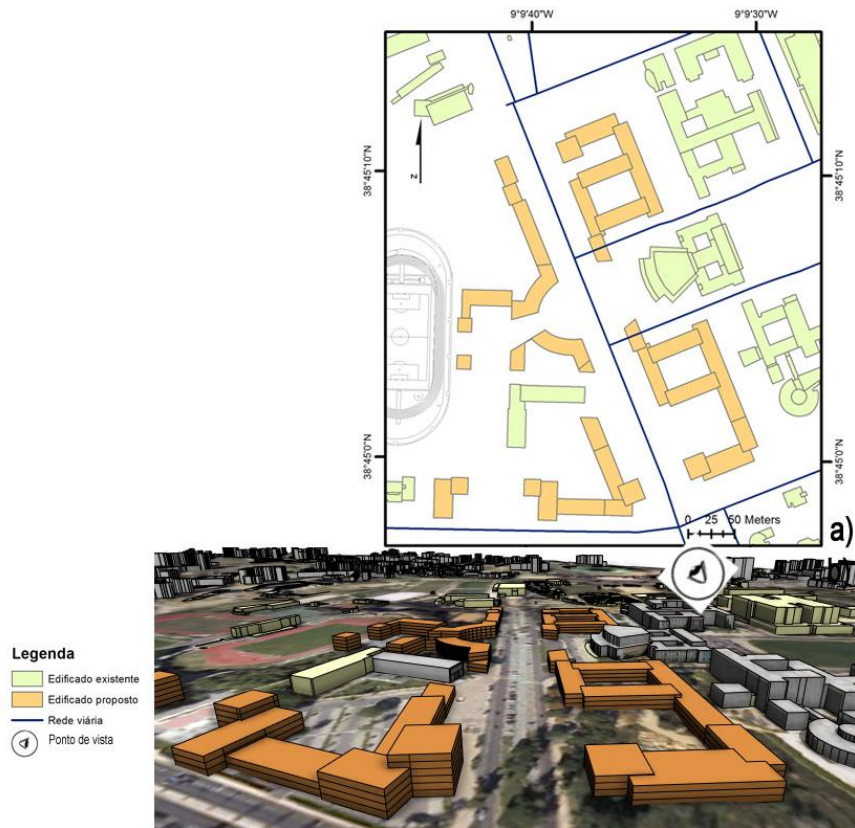


Figura 27: Centralidade 2 – versão afastada da via

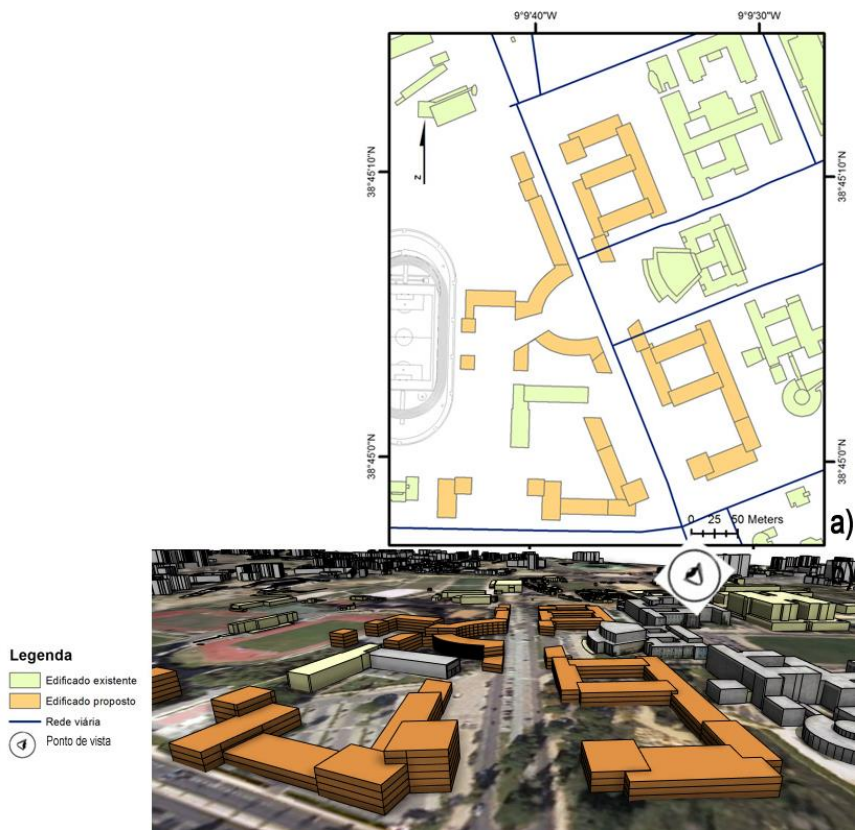


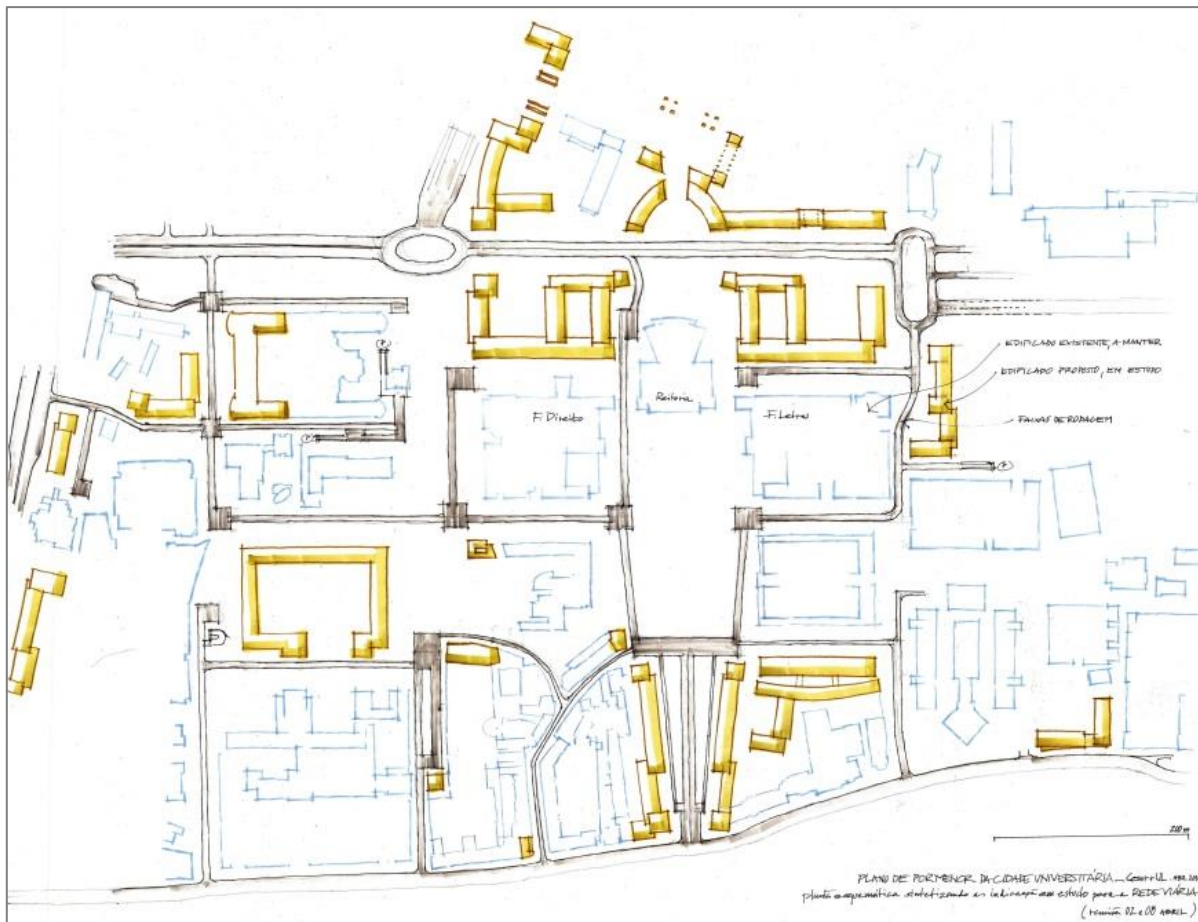
Figura 28: Centralidade 2 – versão próxima da via

Criou-se uma terceira versão da Centralidade 2 ficando os edifícios a uma distância média entre a primeira e a segunda versão, modeladas anteriormente (Figura 29).



**Figura 29:** Centralidade 2 - versão à distância média da via

Após duas reuniões com a equipa do plano houve a necessidade de redesenhar o sistema viário para se visualizar todas as informações discutidas, assim como redesenhar o cruzamento nas traseiras da Faculdade de Letras, uma vez que se prevê uma ligação futura com a 2ª Circular, então surgiu a alternativa de uma rotunda oval devido a esta ser um grande gerador de tráfego. Surge então um novo esquiço da área de estudo, onde se pode observar alternativas discutidas para o plano.



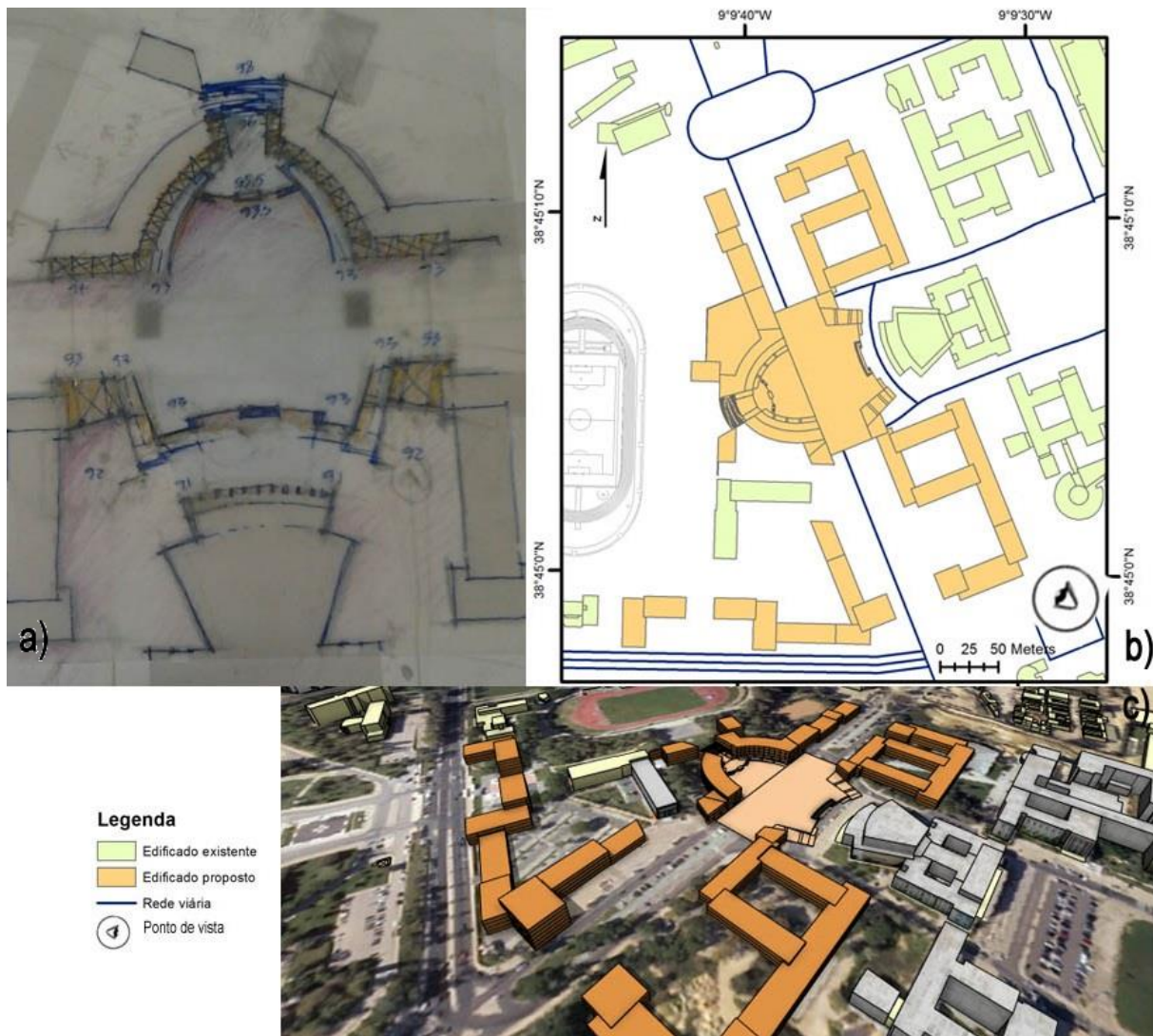
**Figura 30:** Esquízo da área de estudo com nova proposta de sistema viário

Por questões de desenho e acessibilidade da via, os corpos laterais das extensões da Faculdade de Letras e da Faculdade de Direito foram redesenhados, sendo recortados pelo alinhamento da Aula Magna. Existiu também o estudo dos blocos laterais uma vez que está previsto na nova hierarquia da rede de transportes colectivos, em PDM uma proposta de Transporte Colectivo em Sítio Próprio (TCSP), que se pretende que evolua para um eléctrico de superfície, e tem um traçado na Alameda das Universidades, a sua intersecção com os outros níveis da rede é desnivelado quando é intersectado com nível 1, regulado com prioridade para o TCSP quando intersectado com nível 2 e 3, não desejável com o nível 4, não sendo aplicável a situações de nível 5 (Figura 31).



Figura 31: Centralidade 2 – versão com o estudo do TSCP

Posteriormente, pensou-se numa alternativa de configuração com uma plataforma de nível, com um sistema de rampas e patamares e com um sistema de queda de água inspirado no *Château de Vaux-le-Vicomte*, em França (Figura 32).



**Figura 32:** Centralidade 2 - alternativa com plataforma de nível

Foi também pensado num sistema de arcadas, em forma de varandas, nos corpos da elipse que se encontram em frente às extensões das faculdades, por forma a ser integrada numa tipologia de comércio e/ou serviços.

Após nova reunião com a equipa geral do PP foram efectuadas algumas alterações na composição da praça, tais como prolongar as arcadas para a restante parte do edifício, por forma criar uma ligação ao acesso a poente.

Depois de nova reunião com a equipa de desenho do PP houve a necessidade de fazer algumas alterações ao desenho urbano da proposta da Centralidade 2. A extensão da Faculdade de Letras foi ajustada, como também os blocos de ligação com a plataforma (Figura 32).



Figura 33: Centralidade 2

Foi criado um muro por forma a criar um logradouro interno, nas traseiras da praça, assim como o braço lateral da praça foi reajustado para dar mais visibilidade à praça.

Obteve-se assim outra alternativa para a Centralidade 2, como se pode ver na Figura 34, foi ainda aplicada uma alternativa em termos de espaço público, através da inserção de elementos arbóreos e de mobiliário urbano.

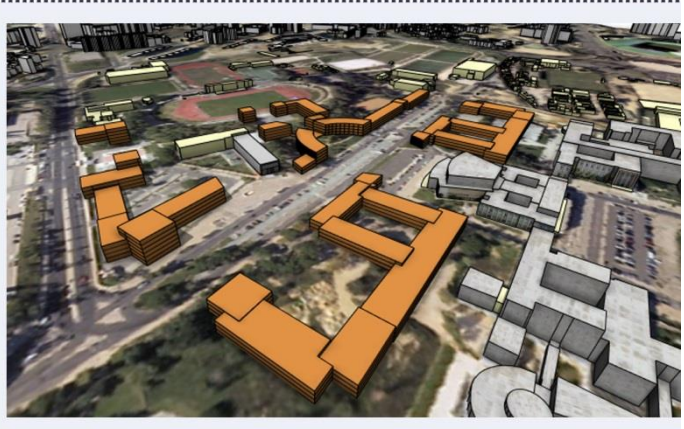
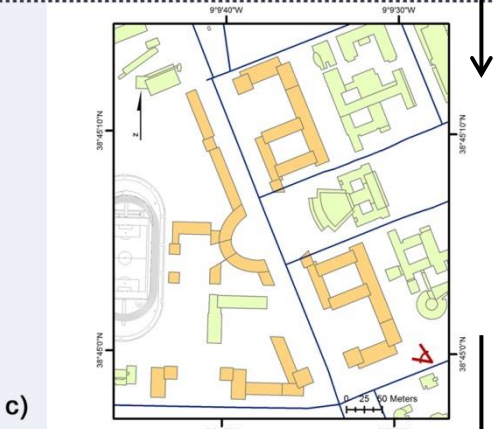


Figura 34: Centralidade 2 – alternativa preferencial

Por cada alternativa modelada nesta centralidade foi necessário refazer a análise e a colocação dos atributos em formato SIG, adaptação das regras em função das alterações propostas e posteriormente aplicadas ao modelo para ser modelado novamente, desde pisos vazados, que tinham de ser modelado em duas fases, o piso térreo, os pisos intermédios que neste caso tinham configurações diferentes dos restantes e posteriormente os pisos superiores, à alteração do número de pisos que eram testados directamente nas sessões de trabalho, tento sempre em atenção todas as indicações discutidas nas sessões de trabalho.

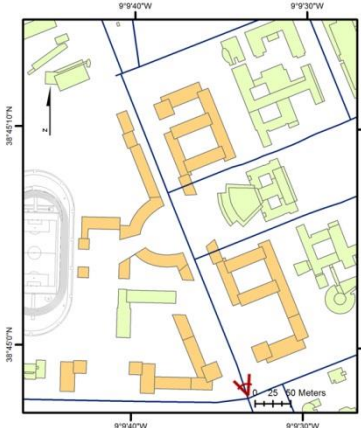
Na Figura 35 pode observar-se a sequência das alternativas abandonadas durante o processo de visualização e análise da Centralidade 2, em que do lado esquerdo da figura se encontra a planta 2D e do lado direito a modelação 3D.





Legenda      Edificado existente      Edificado proposto      Rede Viária      Ponto de vista

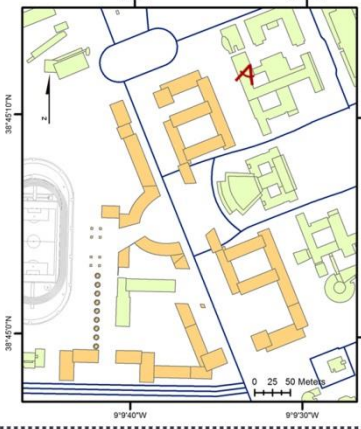
e)



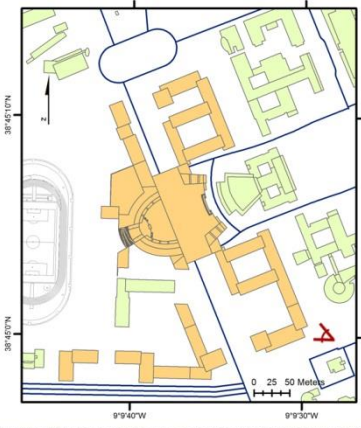
f)



g)



h)



Legenda       Edificado existente       Edificado proposto       Rede Viária       Ponto de vista

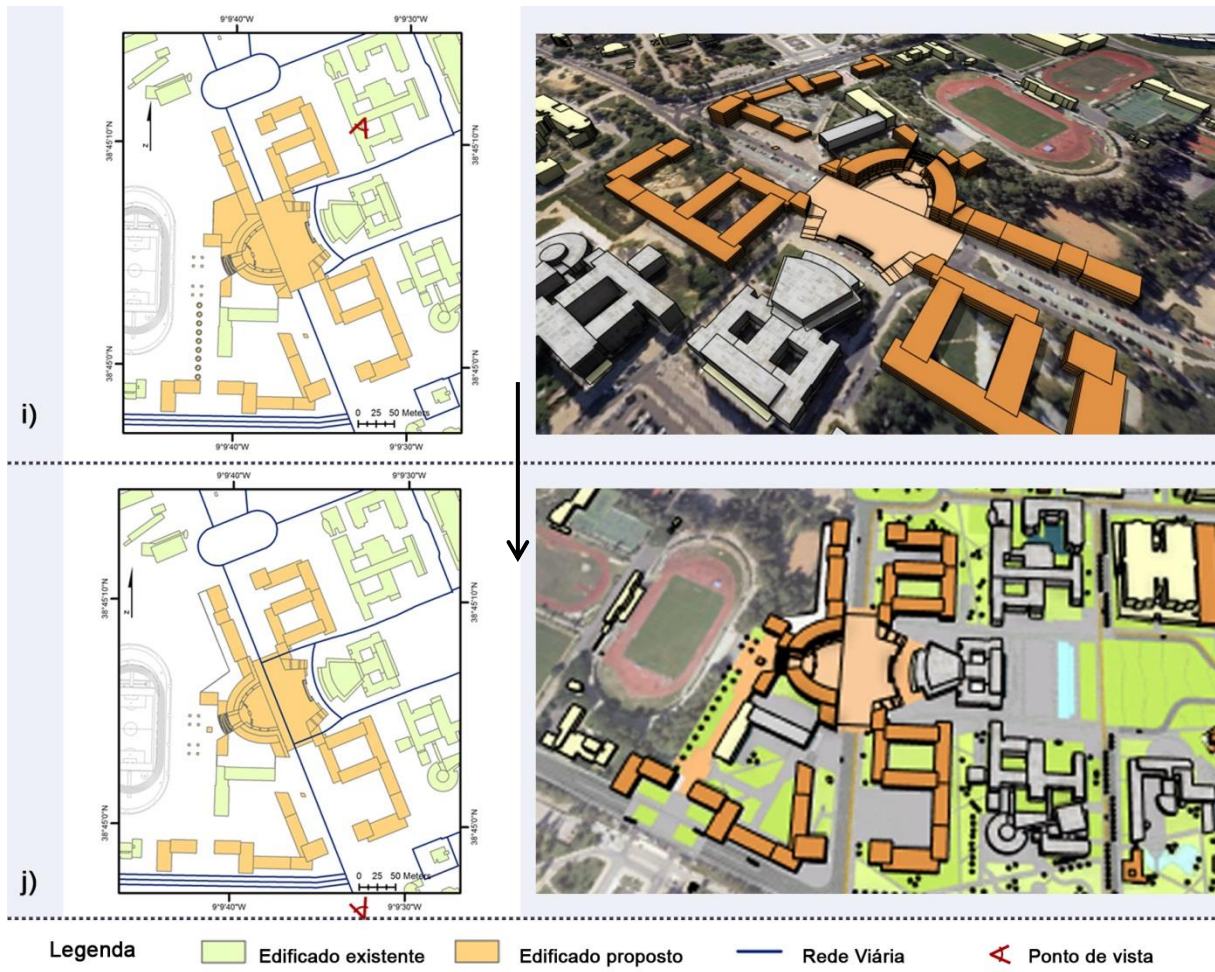


Figura 35: Evolução das alternativas da Centralidade 2

## Centralidade 3

### Caracterização Actual

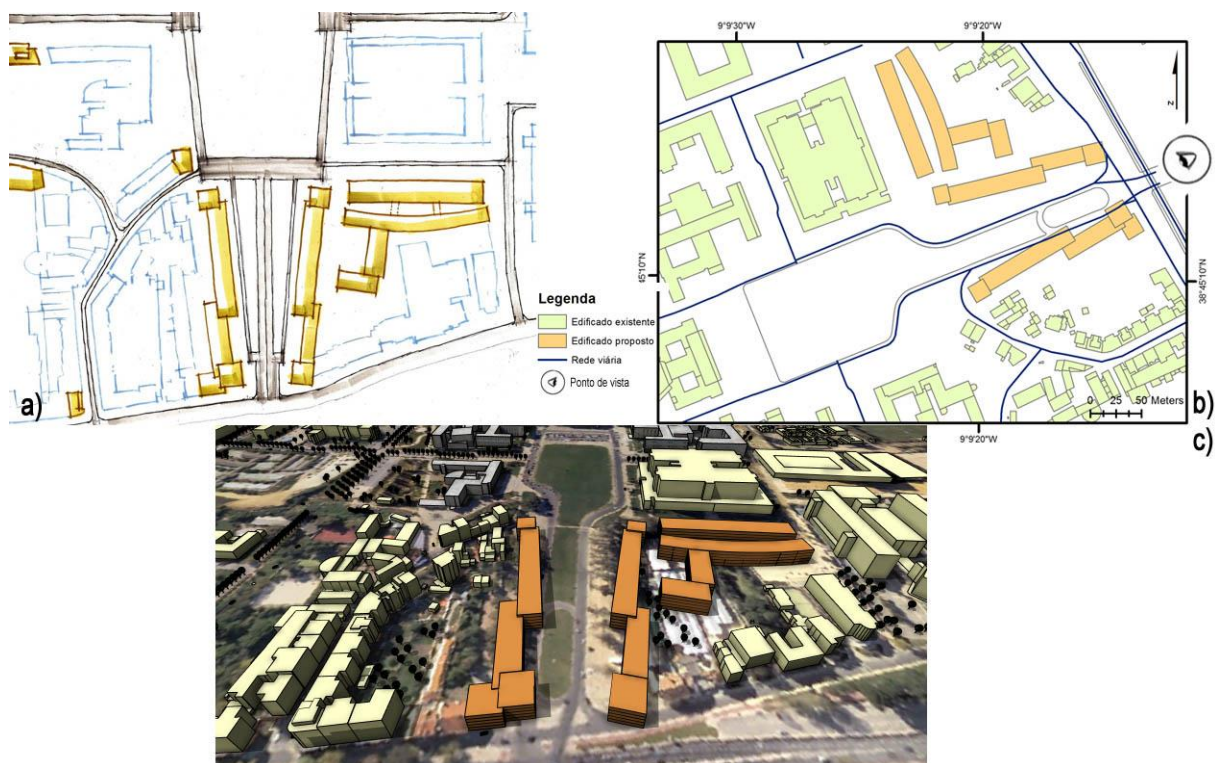
Neste momento na localização da Centralidade 3 existe um cruzamento que faz a ligação da Alameda com a Avenida do Brasil com o Campo Grande.

### Desafio

Ao modelar a proposta em CIM pretende-se perceber a perspectiva visual da entrada da Cidade Universitária, Alameda e Reitoria, o impacto que este elemento marcante traz uma vez que possui características bem diferentes da envolvente, tal como, a ligação visual desta entrada com a Av. do Brasil.

### Sequência dos trabalhos

A primeira alternativa surge através de um esboço esquemático onde sintetizava as indicações discutidas em reunião com a equipa geral do PP (Figura 30). Onde se pode ver a alteração do sistema viário e a implantação para o novo edificado da Centralidade 3 (Figura 36).



Após a análise desta alternativa surge novo desenho da implantação com nova configuração, alinhada pela Reitoria, por forma a criar uma visão de túnel.



**Figura 37:** Centralidade 3 - efeito túnel

Depois nova reunião com a equipa de desenho urbano surge nova proposta acentuando o ângulo de inclinação do novo edificado (Figura 38).

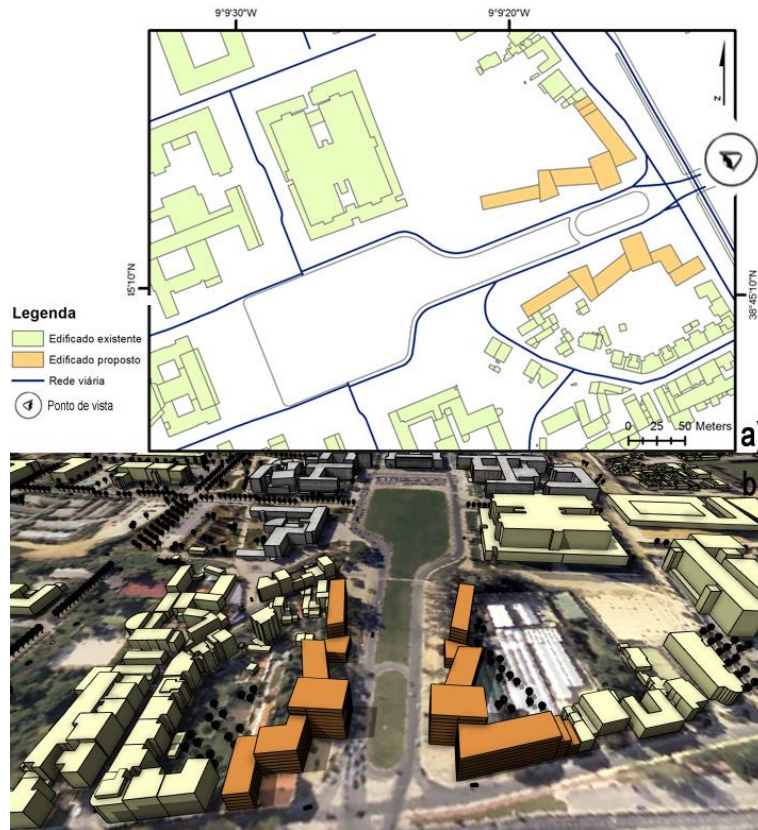


Figura 38: Centralidade 3 – versão com a acentuação do ângulo de inclinação

A seguir nova reunião com a equipa do plano, surgiram duas novas configurações onde se diferenciam pela implantação do bloco da entrada (Figura 39).

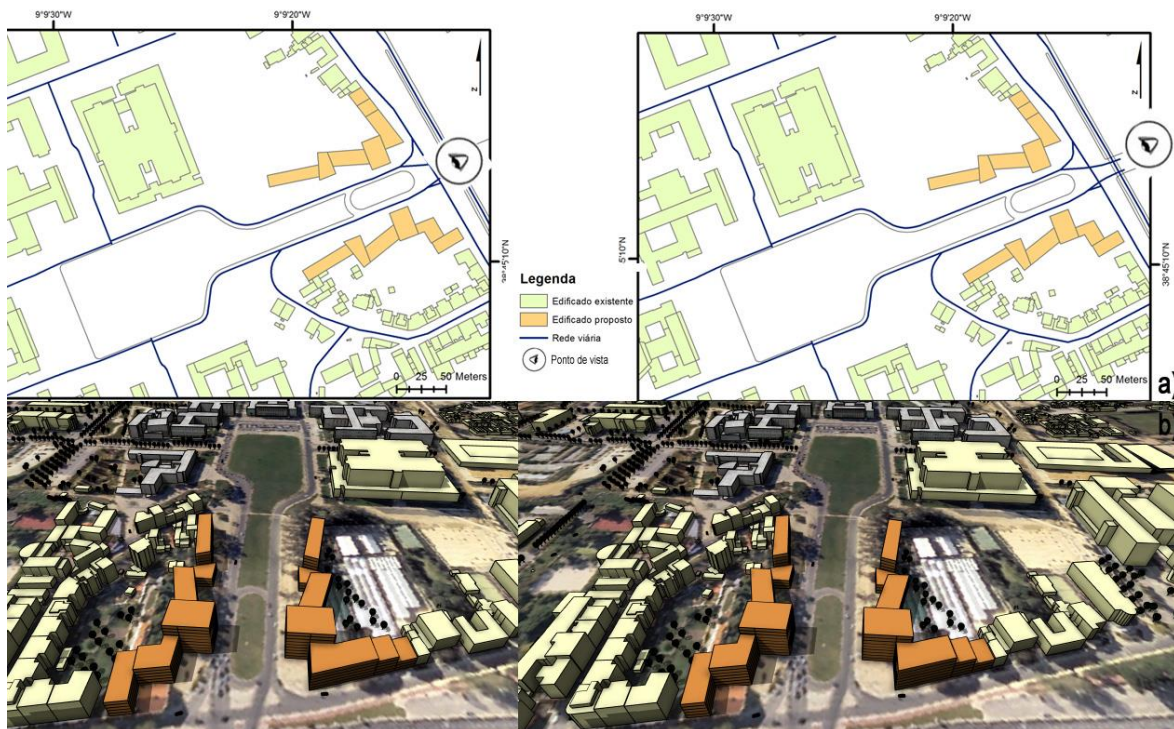


Figura 39: Centralidade 3 – diferenciação do bloco da entrada

Após sessão de trabalhos com a equipa de desenho urbano do plano, surgiu nova alternativa de implantação para a Centralidade 3, esta como diferente configuração, com menos acentuação no ângulo referido anteriormente, assim como o piso térreo ser vazado. (Figura 40)

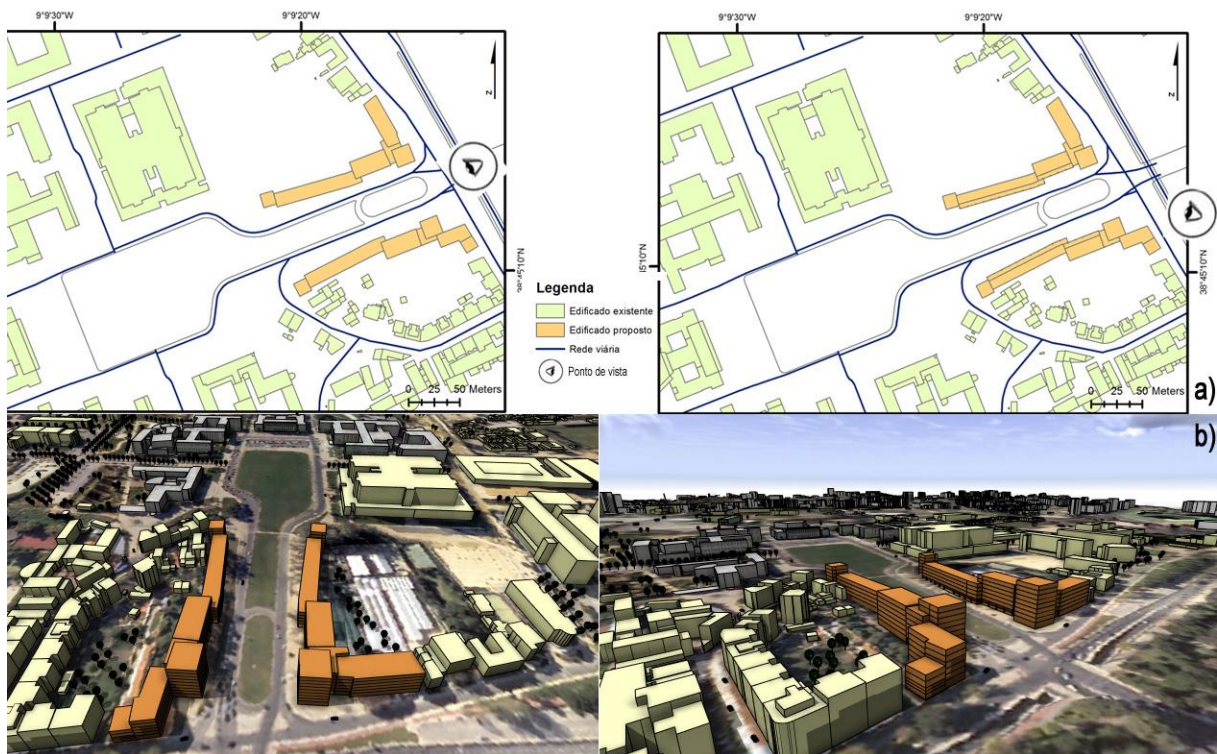
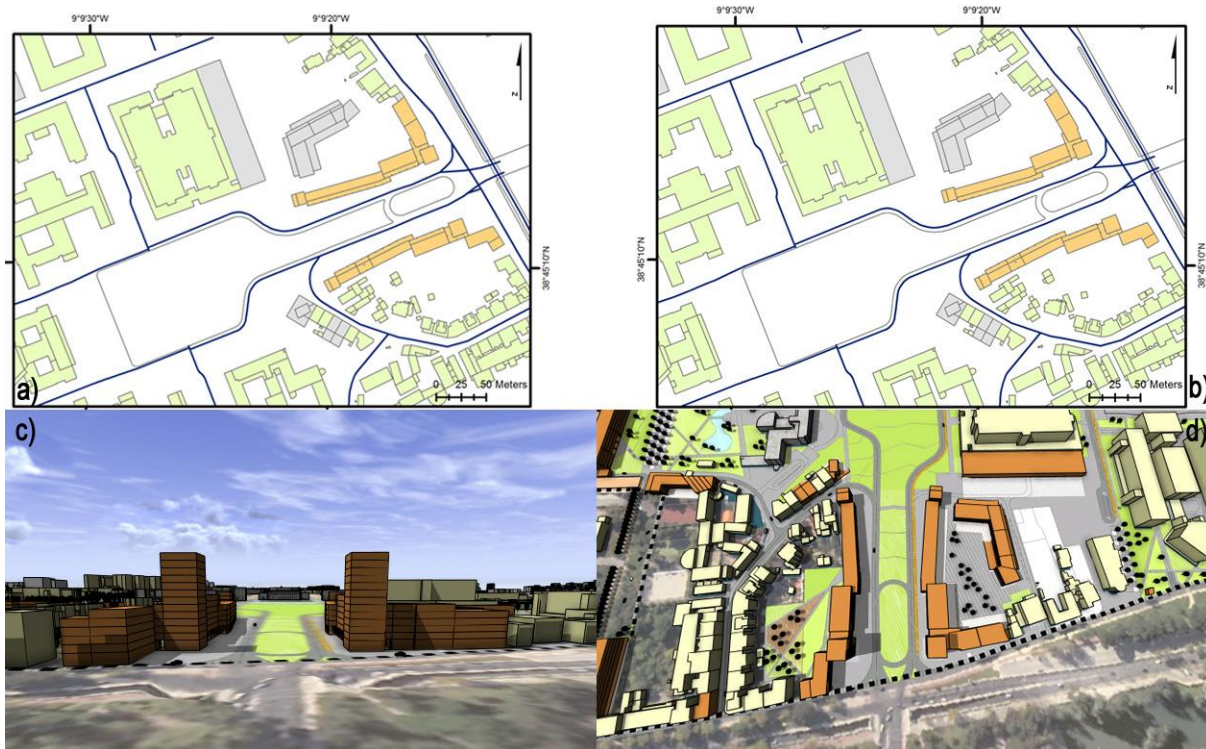


Figura 40: Centralidade 3 – alteração de implantação

Depois da proposta ser visualizada em ambiente CIM verificou-se que se tornava um edifício que necessitava de muito espaço, era muito volumoso, então decidiu-se redefinir a implantação do mesmo, como se pode ser na Figura 41, ficando a nova proposta mais esbelta e apelativa em termos de desenho urbano.

Obteve-se assim outra alternativa para a Centralidade 3, como se pode ver na Figura 41, foi ainda aplicada uma alternativa em termos de espaço público, através da inserção de elementos arbóreos e de mobiliário urbano.

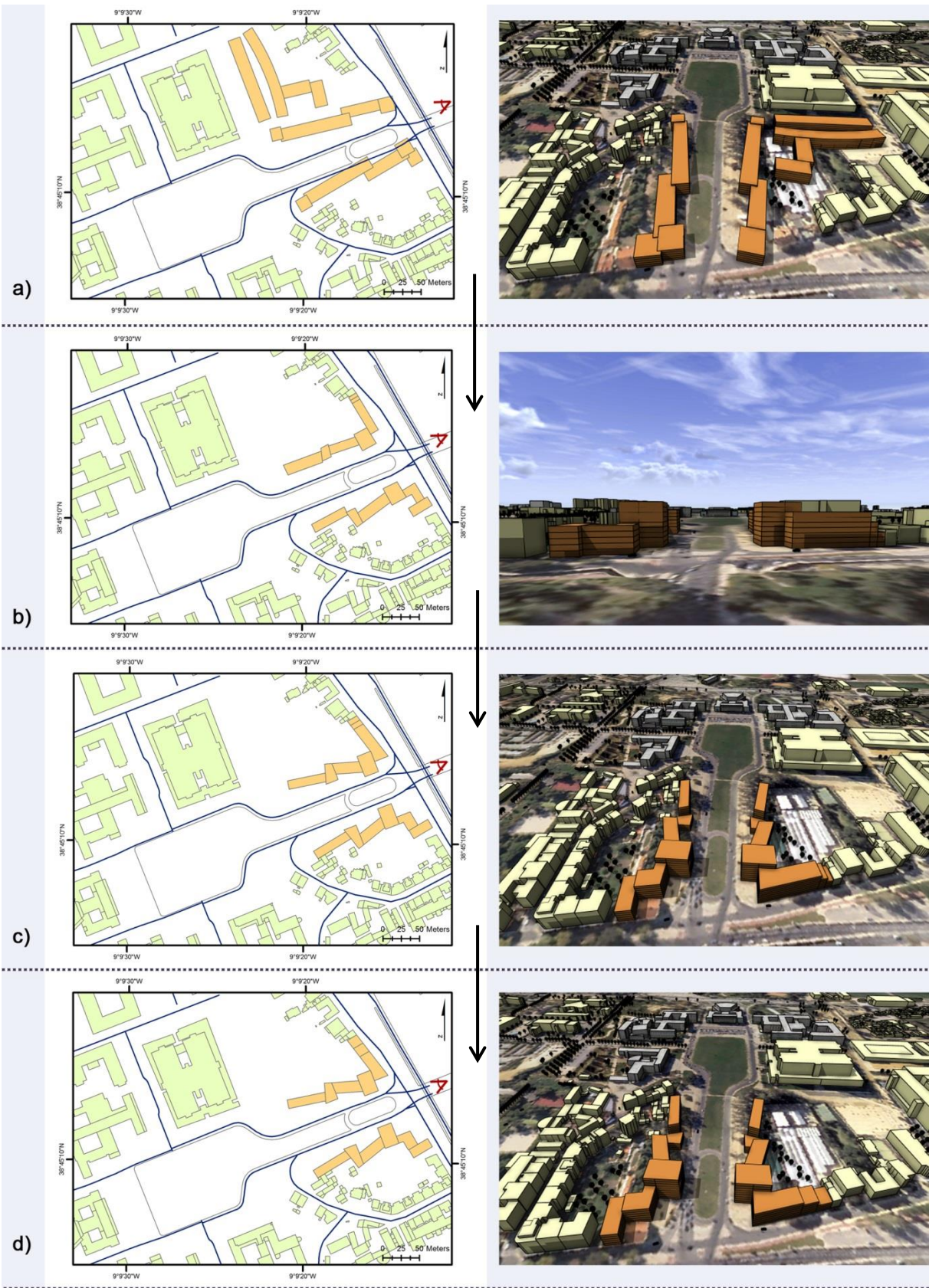


**Figura 41:** Centralidade 3 – alternativa preferencial

Por cada alternativa modelada nesta centralidade foi necessário refazer a análise e a colocação dos atributos em formato SIG, adaptação das regras em função das alterações propostas e posteriormente aplicadas ao modelo para ser modelado novamente, desde pisos vazados, que tinham de ser modelado em duas fases, o piso térreo e posteriormente os pisos superiores, à alteração do número de pisos que eram testados directamente nas sessões de trabalho, o que levou à decisão do número final de pisos em tempo real durante a discussão, tendo sempre em atenção todas as indicações discutidas nas sessões de trabalho.

Na Figura 42 pode observar-se a sequência das alternativas abandonadas durante o processo de visualização e análise da Centralidade 3, em que do lado esquerdo da figura se encontra a planta 2D e do lado direito a modelação 3D.





**Legenda**     Edificado existente     Edificado proposto     Rede Viária     Ponto de vista

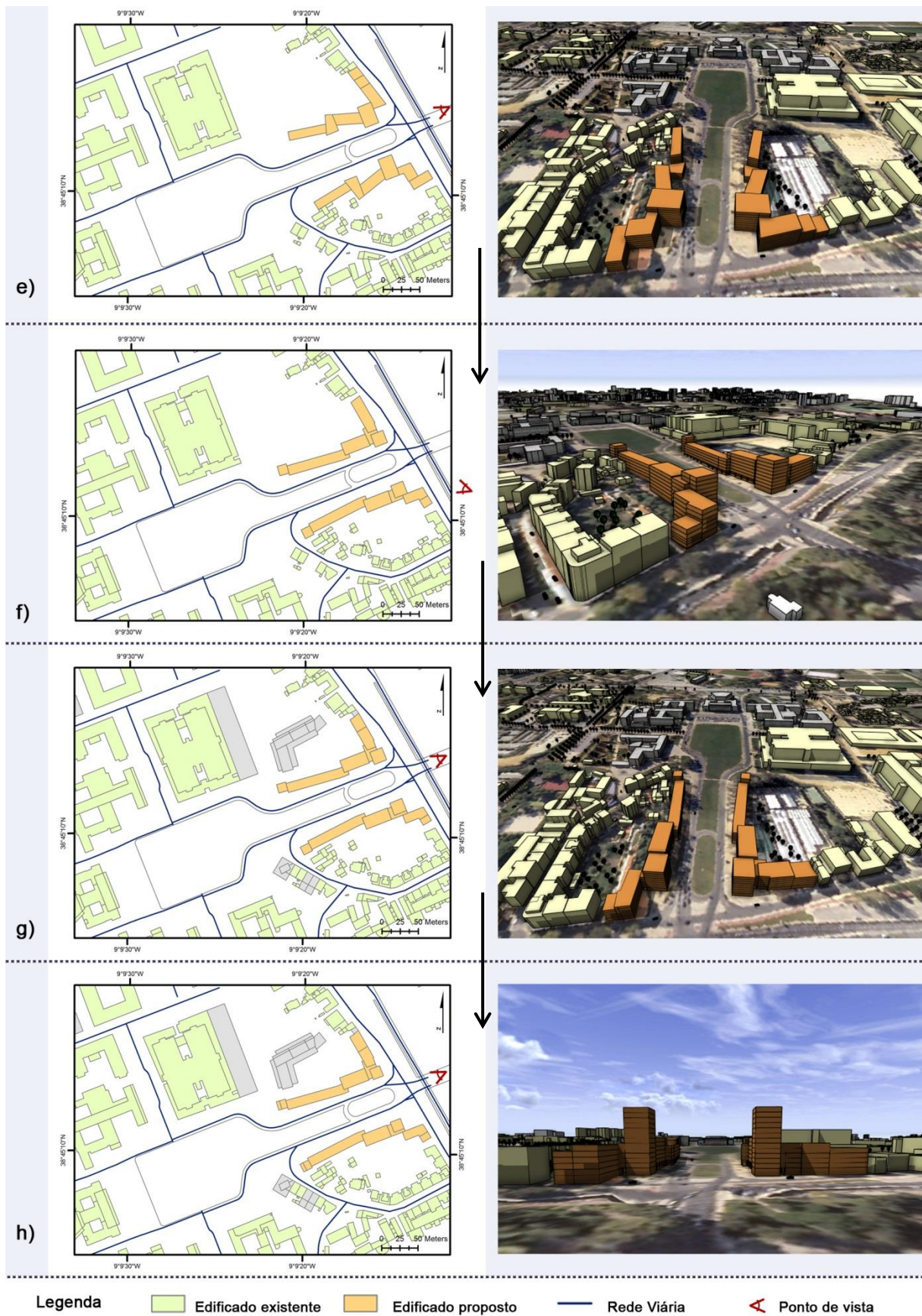
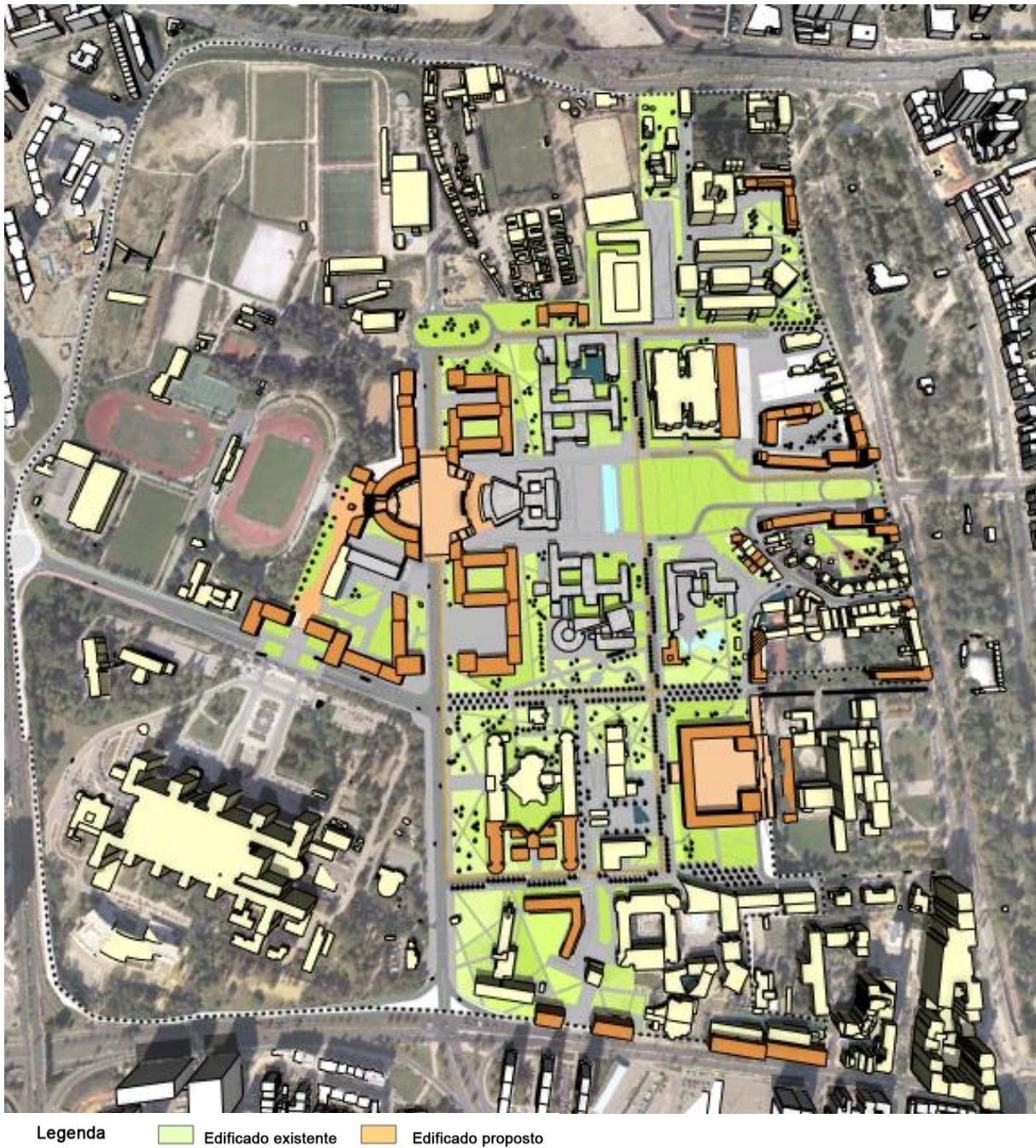


Figura 42: Evolução das alternativas da Centralidade 3

Terminada assim a explicação do processo de modelação das propostas das três centralidades fica uma imagem da alternativa geral do Plano de Pormenor da Cidade Universitária de Lisboa.



**Figura 43:** Plano de Pormenor da Cidade Universitária – visão geral da alternativa preferencial

## Calendarização dos trabalhos

Para que fosse possível responder às necessidades da equipa de elaboração do plano de pormenor, foi necessário tomar algumas decisões, decorrentes de aproximadamente 30 sessões de trabalho sendo modeladas cerca de 25 alternativas como se pode ver no cronograma apresentado na Figura 35, evidenciando que entre a aprendizagem do programa até à solução final do Plano de Pormenor decorreram seis meses.

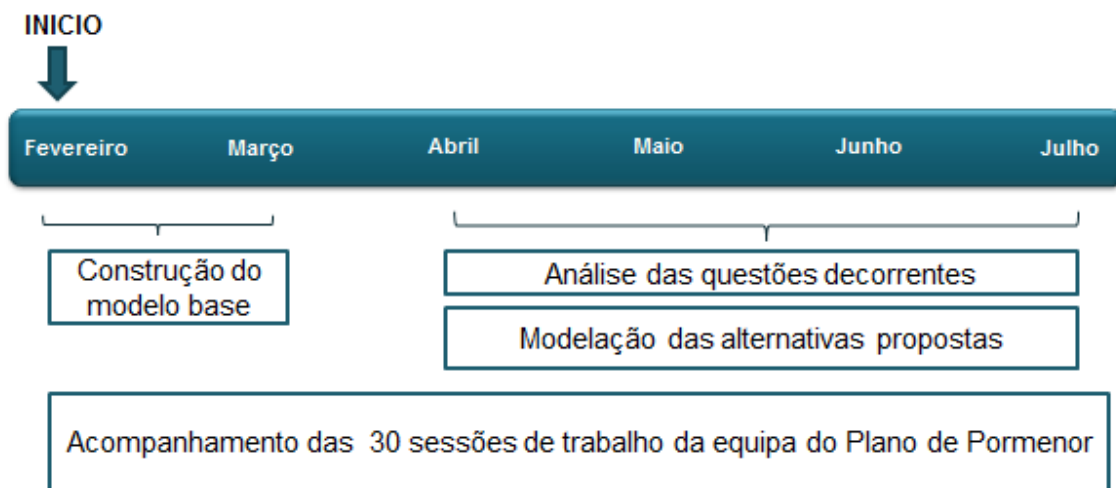


Figura 44: Cronograma dos trabalhos realizados

### 4.3 Análise crítica da aplicabilidade dos CIM na elaboração de Planos de Pormenor

Do acompanhamento da equipa do CESUR através do trabalho de modelação/simulação na discussão de alternativas, nas três centralidades consideradas na área estudo, permitiu identificar as principais vantagens e desvantagens da utilização dos modelos CIM (em particular o CityEngine) na elaboração de PP. Assim, as principais vantagens face aos moldes tradicionais do desenho assistido por computador identificadas são:

- *A rapidez na construção de modelos à escala da cidade.* Estes modelos utilizam modelação procedimental, baseada em regras de gramática de forma, pelo que a modelação do espaço urbano, desde o edificado, as ruas, as praças/largos, a vegetação ou jardins e espaços públicos no seu contexto geográfico é muito mais rápida e interactiva que nas abordagens tradicionais. A possibilidade de incluir regras de zonamento, texturização de fachadas através de fotografias (independentemente do seu tamanho uma vez que são escaláveis e com vários níveis de

detalhe) e mobiliário urbano representam uma oportunidade do ponto de vista da análise e visualização;

- *A possibilidade de utilizar operações de análise espacial.* A ligação a uma base de dados em formato SIG permite operações de agregação, edição e visualização de dados e operações de análise espacial. Incorpora ferramentas de importação de dados a partir de plataformas de cartografia colaborativa, por exemplo o *OpenStreetMap*, e possui a capacidade de criação imediata de relatórios personalizados, gerados a partir de regras que permitem comparar cenários de planeamento e analisar projectos;
- *Construção de modelos dinâmicos.* Estes modelos permitem a edição dos atributos relativos aos elementos do modelo (configuração geométrica de implantações, números de pisos, afastamentos, pisos vazados, arcadas, elementos arbóreos, mobiliário urbano) e criação automaticamente, recorrendo a um conjunto de ferramentas disponibilizadas pelo software, para a modelação de edifícios, ruas, mobiliário urbano, úteis nas actividades de planeamento.
- *Geração e visualização de alternativas.* Permite a visualização de alternativas urbanísticas tradicionalmente equacionadas mas não visualizadas no seu real espaço geográfico. Esta característica é da maior importância na promoção da concordância entre o existente e o proposto;
- *Incentivo à participação pública.* Estes modelos 3D de cidades podem ainda ser publicados na internet, podendo ser visualizados e analisados directamente pelos decisores e pelo público em geral sem ser necessário deter conhecimento da ferramenta nem a instalação de aplicativos, num apelo à participação cívica informada. O CityEngine também é compatível com outros formatos 3D, tais como KML, Collada, Autodesk FBX, DXF, 3D e, Wavefront OBJ (ESRI, 2014).
- *Inserção na envolvente.* Estes modelos 3D permitem a visualização no espaço geográfico tendo sempre em conta o espaço urbano envolvente, para que todos os cenários produzidos se adequem ao contexto urbano existente.

Relativamente às desvantagens a maior dificuldade está relacionada com a modelação de alternativas que incluam a alteração morfológica do terreno e com a necessidade de editar os dados em ambiente SIG. Assim as principais limitações são:

- *Modelação do relevo nas diferentes alternativas.* A modelação do espaço geográfico inclui a componente altimétrica, em forma de modelo digital terreno, construída a partir de curvas de nível e pontos cotados, tornando-se numa limitação quando estamos a prever cenários para novas zonas de construção ou reconstruções que envolvam demolições pois obrigam o terreno a sofrer alterações morfológicas. Nesta situação é necessário construir um novo MDT, com novos

pontos cotados e curvas de nível, relativos à zona intervenção traduzindo-se em trabalho adicional.

- *A edição da informação de base.* Embora esta limitação esteja directamente relacionada com versão do software, verificou-se no decorrer deste trabalho que as alterações geométricas ao modelo não eram facilmente realizadas em CityEngine mas sim em ambiente SIG, implicando nova importação da informação. Esta é uma limitação do software que sucede do facto de estarmos a trabalhar com o espaço geográfico real e com as respectivas coordenadas geográficas, sendo que cada alternativa ocupa um volume real no espaço geográfico.

No balanço entre as vantagens e desvantagens da utilização dos CIM na elaboração do Plano de Pormenor, há que ter em conta que esta dissertação incidiu, em particular, na fase de discussão de alternativas. A visibilidade das vantagens associadas aos referidos relatórios tornar-se-á maior aquando da definição do programa de execução e de financiamento para o PP. É aqui que a associação dos  $n$  atributos às entidades 3D oferece um vasto leque de opções para apoiar a tomada de decisão quanto às modalidades de execução mais eficazes e geradoras de maiores benefícios.

# Capítulo 5: Conclusões

Cada vez mais surgem ferramentas *on-line* que mudam a forma como interagimos com os dados espaciais em função dos novos ambientes 3D. Os modelos de cidade 3D revelam-se bastantes adequados ao manuseio e visualização da informação espacial 3D e têm um espectro bastante alargado de usos em diversas áreas, tais como o planeamento urbano. Estes modelos oferecem uma representação verdadeira e real do planeta terra, tanto quanto possível, o que permite aos planeadores visualizar todos os aspectos de forma fácil e objectiva. Tem ainda que se referir a capacidade de arquivar, gerir e analisar uma grande quantidade de informação, quer ao nível do espaço urbano, como ao nível do edifício.

Esta dissertação aborda um tema inovador, através da exploração dos novos modelos CIM, uma vez que pretende explorar as novas ferramentas de modelação 3D aplicadas ao planeamento urbano e neste caso à escala do PP, tendo por isso sido muito desafiante a sua realização. Foi necessário a aprendizagem de um software novo e de uma linguagem de programação, por forma a explorar melhor o seu contributo para a elaboração de planos. Dado isto, e no sentido de tornar o exercício mais real foram tomadas algumas decisões durante a sua realização para que fosse possível corresponder às necessidades da equipa da elaboração do PP.

Através da construção do modelo 3D da Cidade Universitária de Lisboa foi possível integrar os componentes do BIM, com dados relativos ao edifício, com os SIG, adequados à especialização da informação geográfica, e utilizando a modelação procedimental (com base em regras de gramática de formas). Estes permitem a construção de modelos à escala da cidade de forma muito mais rápida e interactiva que nas abordagens tradicionais, ultrapassando questões de trabalhos repetitivos e morosos. A ligação a uma base de dados em formato SIG permite realizar operações de análise espacial, edição e visualização, proporcionando a construção de modelos dinâmicos que possibilitam a edição e criação automática de modelação de edifícios, vias, entre outros, constituindo uma mais-valia na geração automática de alternativas, que normalmente são equacionadas mas não são visualizadas no contexto urbano devido à dificuldade de construção. Foi possível analisar e visualizar todas as decisões tomadas durante o processo tendo em conta sempre o espaço envolvente, tanto ao nível da volumetria como do próprio espaço urbano, num estímulo à participação pública, através da análise visual das alternativas equacionadas, sem perder a componente da georreferenciação e do espaço urbano envolvente que as outras abordagens não contemplam. Estes podem também ser publicados na internet e analisados sem ser necessário conhecimentos da ferramenta, auxiliando os especialistas, o público em geral e os decisores.

Neste contributo de 6 meses no processo de elaboração do Plano de Pormenor da Cidade Universitária foi gratificante recolher os depoimentos de vários elementos da equipa que evidenciam a relevância desta ferramenta ao longo do processo (Anexo A).

Em termos de desenvolvimentos futuros, em geral é possível pormenorizar e desenvolver mais o modelo, tirando partido de todas as suas funcionalidades uma vez que algumas não foram exploradas devido à calendarização dos trabalhos, como é o caso da gestão do plano de custos, através da criação de regras que efectuem relatórios automáticos, para calcular área de solo, bruta e líquida, superfície ocupada pelas vias, usos, orientações solares, densidades, entre outros.

Seria ainda oportuno aplicar esta nova ferramenta de gestão e visualização tridimensional a outros instrumentos de gestão territorial, como penso que seria interessante aplicar a um Plano de Urbanização, uma vez que a sua escala de acção é diferente assim como os seus objectivos.



# Bibliografia

- Chen, B., Huang, F., Fang, Y. (2011) *Integrating Virtual Environment and GIS for 3D Virtual City Development and Urban Planning*. International Geoscience and Remote Sensing Symposium, pp. 4200 - 4203
- Chen, R. (2011) *The Development of 3D City Model and its Applications in Urban Planning*. International Conference on Geoinformatics, pp. 1 -5.
- Chiu, M., Peng, C. (2005) *Insights of 3D Digital Cities: The Past, Present and Futures*. In CAAD Talks, 13-36. Vol. 4. CAAD Talks 4. Taipei, Taiwan: Archidata Co., Ltd.
- Condesaa., M. (2013) *Slides de apoio à cadeira de Gestão Urbanística*.
- Council of Europe (1983) *European regional/spatial planning charter. European conference of ministers responsible for regional planning*.
- El-Mekawy, M., Ostman, A., Hijazi, I. (2012) *A Unified Building Model for 3D Urban GIS*. Journal of Geo-Information, pp. 120-145.
- Ferreira, A., (2012) *Slides de apoio à cadeira de Planeamento Regional e Urbano*.
- Franklin, R., Heesom, D., e Felton, A. (2006) *A Critical Review of Virtual Reality and Geographical Information Systems for Management of the Built Environment*. Tenth International Conference on Information Visualization, pp. 349 – 356.
- Howell, I., Batcheler, B. (2005) *Building Information Modeling Two Years Later – Huge Potential, Some Success and Several Limitations*. Disponível em: [http://www.laiserin.com/features/bim/newforma\\_bim.pdf](http://www.laiserin.com/features/bim/newforma_bim.pdf), acessado em 27 de Dezembro de 2013.
- Huayi Wu, Z. H. J. G. (2010) *A virtual globe-based 3D visualization and interactive framework for public participation in urban planning processes*. Disponível em: [www.elsevier.com/locate/compenvurbsys](http://www.elsevier.com/locate/compenvurbsys), acessado em 15 de Março de 2014.
- Isikdag, U., Underwood, J. e Aouad, G. (2008) *An investigation into the applicability of building information models in geospatial environment in support of site selection and fire response management processes*. Disponível em: [www.elsevier.com/locate/compenvurbsys](http://www.elsevier.com/locate/compenvurbsys), acessado em 15 de Março de 2014.
- Isikdag, U. e Zlatanova, S. (2009) *A SWOT analysis on the implementation of Building Information Models within the Geospatial Environment*. Taylor & Francis Group, pp. 15-30.
- Pan, L., Hong, F., Hao, F. (2012). *A Segmentation algorithm of 3D Building Model*. International Geoscience and Remote Sensing Symposium, pp. 566 – 569.

Pinto, I. (2009) Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica. Disponível em: [http://www.idcplp.net/archive/doc/georref/IntroducaoSIG\\_InesPinto.pdf](http://www.idcplp.net/archive/doc/georref/IntroducaoSIG_InesPinto.pdf), acessado em 14 de Abril de 2014.

Mao, B., Ban, Y., Harrie, L. (2011) *A multiple representation data structure for dynamic visualisation of generalised 3D city models*. Disponível em: [www.elsevier.com/locate/compenvurbsys](http://www.elsevier.com/locate/compenvurbsys), acessado em 20 de Junho de 2014.

Matos, J. (2001). *Fundamentos de Informação Geográfica*. Lisboa: Editora LIDEL.

Muller, P., Vereenooghe, T., Ulmer, A., Gool, L. (2005) *Automatic reconstruction of Roman housing architecture*. Taylor & Francis Group, pp. 1-10

Nazareno, N. (2005) *SIG ARQUEOLOGIA: Aplicação em pesquisa arqueológica. Tese de Pós-Graduação em Arqueologia*. Universidade de São Paulo. Brasil.

Ranzinger, M., Gleixner, G. (2011) *Gis datasets for 3d urban planning*. Disponível em: [www.elsevier.com/locate/compenvurbsys](http://www.elsevier.com/locate/compenvurbsys), acessado em 20 de Março de 2014.

Roxo, A. (2012) *Modelos Digitais – Proposta para a Representação Interactiva de Conjuntos Urbanos*. Tese de Mestrado em Arquitectura, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa. Lisboa.

Stojanovski, T. (2013) *City Information Modeling (CIM) and Urbanism: Blocks, Connections, Territories, People and Situations*. Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design, pp. 1-8.

Xin, L. (2010) *Urban-based 3D Modeling and Visualization Technology Research*. 2nd International Conference on Computer Engineering and Technology, pp. V6-531 - V6-534

Wu, H., He, Z., Gong, J. (2010) *A virtual globe-based 3D visualization and interactive framework for public participation in urban planning processes*. Disponível em: [www.elsevier.com/locate/compenvurbsys](http://www.elsevier.com/locate/compenvurbsys), acessado em 20 de Agosto de 2014.

## **Diplomas Legais**

Lei nº31/2014, de 30 de Maio – Lei de bases gerais da política pública de solos, de ordenamento do território e de urbanismo, estabelece as bases gerais da política pública de solos, de ordenamento do território e de urbanismo.

Decreto-Lei nº380/2009, de 22 de Setembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 316/2007, de 19 de Setembro e pelo Decreto-Lei n.º 46/2009, de 20 de Fevereiro, na redacção actual – Estabelece o regime jurídico dos instrumentos de gestão territorial

Decreto Regulamentar nº10/2009, 29 de Maio –prevê que a cartografia a utilizar nos instrumentos de gestão territorial, bem como na representação de quaisquer condicionantes.

Portaria nº138/2005, de 2 de Fevereiro – prevê que os elementos que acompanham os planos municipais de ordenamento do território.

Proposta nº133/2010 – Deliberação de Elaboração do Plano de Pormenor da Cidade Universitária de Lisboa e abertura do período de participação pública preventiva, Lisboa.

# Anexos

## Anexo A: Testemunhos da contribuição no Plano de Pormenor

*"As ferramentas dos programas digitais de modelação tridimensional possuem um potencial particularmente relevante para o processo iterativo de simulação e construção de cenários de ocupação e desenho urbano nos estudos e planos urbanísticos. A relativa rapidez e a flexibilidade modular dos seus sistemas de representação vectorial desdobram-se em múltiplas valências que permitem, em fases relativamente precoces do processo, iniciar validações sectoriais e de especialidade - hidráulica, redes viárias e de infraestruturas, paisagismo, sistemas de vistas, ordem arquitectónica, orçamentação, etc - quase em simultâneo, de forma mais clara e complementando positivamente a representação planimétrica corrente. O contributo do trabalho desenvolvido nesta área pela Eng<sup>a</sup> Ana Galego, no âmbito dos trabalhos de estudo do PPCUL, constituiu uma componente essencial do arco de tarefas que foram sintetizadas na respectiva Proposta Final." Arq. Francisco Peixoto*

*"O trabalho desenvolvido pela Ana contribuiu não só para a visualização tridimensional do plano como também para testar alterações ao mesmo. A visualização tridimensional do plano permitiu uma melhor percepção das propostas ao nível da volumetria e do próprio desenho urbano, comparativamente ao habitual 2D utilizado no desenho da proposta. Foi possível testar alterações de forma automática ao nível do número de pisos, por forma a encontrar o número que mais se adequava, tornando a proposta mais coesa. Os vídeos e as imagens tridimensionais permitidos pelo trabalho desenvolvido pela Ana, contribuiu ainda para a apresentação da proposta ao cliente e a outros stakeholders, de forma mais clara e compreensível", Eng.<sup>a</sup> Isabel Batista*

*"A inovação deve ser encarada sempre com entusiasmo e abertura de espírito para com ela (re)aprender novos processos de trabalho. O CityEngine, software que até então desconhecia, surgiu no âmbito da elaboração do PP da Cidade Universitária como uma oportunidade para transpor a proposta do Plano para a 3<sup>a</sup> dimensão.*

*Confesso que ao início tive dúvidas acerca da mais-valia do CityEngine face a outros softwares que poderiam também simular a proposta do Plano em 3D. Porém logo percebi que a sua mais-valia não se restringia ao 3D mas sim à conjugação desse 3D com um conjunto de atributos (georreferenciados), aliado a uma componente dinâmica forte. Para mim, a favor tem: a versatilidade para testar alternativas, o carregamento de uma infinidade de atributos que nunca se perde ao longo do processo para obter a solução/proposta final, e por constituir-se como uma ajuda efectiva à tomada de decisão; a melhorar terá que: apostar no conceito "user friendly", na mais fácil*

*integração/carregamento de informação vinda de outros softwares e (talvez) explorar a componente gráfica, e respectiva definição, para apresentação das simulações", Eng.º João Reis*

*"A comunicação visual é uma ferramenta essencial para um projeto de planeamento. Se as técnicas tradicionais, como o desenho ou as maquetes, foram importantes como meios de comunicação com os promotores, hoje em dia, a necessidade de formação de equipas multidisciplinares levou a que a comunicação interna seja mais uma questão a ter em consideração. Neste sentido, ferramentas como o CityEngine permitem não só construir modelos 3D com informação espacial associada, como rapidamente mudar os parâmetros de análise e de visualização. Assim, o seu maior contributo para a equipa do projeto foi, não o seu potencial como ferramenta de visualização mas, ser uma ferramenta de discussão e construção de consensos", Arq. Paisagista Ricardo Silva*

## Anexo B: Termos de Referência



CÂMARA MUNICIPAL DE LISBOA  
DIRECÇÃO MUNICIPAL DE PLANEAMENTO URBANO  
DEPARTAMENTO DE PLANEAMENTO URBANO

### PLANO DE PORMENOR DA CIDADE UNIVERSITÁRIA DE LISBOA

#### TERMOS DE REFERÊNCIA

##### ÍNDICE:

1. ENQUADRAMENTO TERRITORIAL DA ÁREA DE INTERVENÇÃO
2. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO
3. OPORTUNIDADE DE ELABORAÇÃO DO PLANO
4. BASE PROGRAMÁTICA PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOLUÇÃO A PROPÔR
5. ENQUADRAMENTO NOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO TERRITORIAL
  - 5.1. ENQUADRAMENTO NO PROTAML
  - 5.2. ENQUADRAMENTO NO PDM
6. CONDICIONANTES LEGAIS
7. ENQUADRAMENTO LEGAL DO PLANO
  - 7.1. CONTEÚDO MATERIAL
  - 7.2. CONTEÚDO DOCUMENTAL
8. FASES E PRAZOS PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO

## **ANEXOS**

<b>01.</b> PLANTA DE LOCALIZAÇÃO.....	1/20.000
<b>02.</b> PLANTA DE SITUAÇÃO EXISTENTE.....	1/10.000
<b>03.</b> ORTOFOTO.....	1/10.000
<b>04.</b> PLANTA DE ORDENAMENTO-CLASSIFICAÇÃO DO ESPAÇO URBANO – PDM.....	1/10.000
<b>05.</b> PLANTA DE ORDENAMENTO – COMPONENTES AMBIENTAIS 2.1 – PDM.....	1/10.000
<b>06.</b> PLANTA DE ORDENAMENTO – COMPONENTES AMBIENTAIS 2.2 – PDM.....	1/10.000
<b>07.</b> PLANTA DE ORDENAMENTO – INVENTÁRIO MUNICIPAL DO PATRIMÓNIO 2 – PDM.....	1/10.000
<b>08.</b> PLANTA DE CONDICIONANTES – IMÓVEIS CLASSIFICADOS E EM VIAS DE CLASSIFICAÇÃO (IGESPAR) – PDM.....	1/10.000
<b>09.</b> PLANTA DE CONDICIONANTES E OUTRAS SERVIDÕES E RESTRIÇÕES DE UTILIDADE PÚBLICA - PDM .....	1/10.000
<b>10.</b> PLANTA DAS UNIDADES OPERATIVAS DE PLANEAMENTO – PDM.....	1/10.000

## **1. ENQUADRAMENTO TERRITORIAL DA ÁREA DE INTERVENÇÃO**

A Área de Intervenção proposta para o Plano de Pormenor da Cidade Universitária de Lisboa, que abrange uma superfície de cerca de 126 ha, integra-se na Freguesia de Campo Grande, com delimitação conforme planta anexa.

Para além dos terrenos afectos à Universidade de Lisboa, a área de intervenção do Plano inclui os terrenos do Museu da Cidade, Torre do Tombo e núcleo habitacional da Rua Dr. João Soares, de modo a que, através do desenvolvimento do Plano, se possam criar soluções integradas num quadro de regeneração urbana, dando resposta às necessidades de ampliação de equipamentos, incluindo o Museu da Cidade e a criação de residências universitárias públicas e privadas.

## **2 . ENQUADRAMENTO HISTÓRICO**

Da ideia de criar em Lisboa uma Cidade Universitária à semelhança do que sucedia na generalidade das capitais europeias, o Governo promulga em 13 de Dezembro de 1934 o Decreto-Lei nº 24774, que amplia as atribuições da comissão administrativa encarregue de promover a construção de dois hospitais escolares em Lisboa e no Porto, cometendo-lhe o encargo de superintender a construção de novos edifícios destinados à instalação da Reitoria da Universidade de Lisboa e das Faculdades de Letras e Direito.

Determinado qual o território que essa nova Cidade Universitária iria ocupar, o primeiro edifício que o veio ocupar foi o imenso Hospital Escolar, cuja construção tem início em 1944. Sucederam-se as propostas que iam somando ocupações aos planos propostos até que, em meados dos anos cinquenta, surge a proposta de João Simões e M. Norberto Corrêa, que demonstrava a intenção de relacionar o território da Cidade Universitária com a mancha verde do jardim do Campo Grande. Mas a realidade resultará muito diferente e distante das ideias integradoras do então proposto. A relação com a cidade, com as pequenas, múltiplas e ricas realidades urbanas ou com os espaços públicos vizinhos não se encontrará, de modo geral, reflectido nas propostas arquitectónicas e urbanas efectivadas.

A Cidade Universitária de Lisboa foi sendo ocupada com edifícios que não souberam dialogar com o território no qual se instalaram. Cada novo tempo de intervenção herdava mais marcas mas não a capacidade de as tratar de um modo aprofundado, adicionando-as sem conseguir atingir a complexidade de uma coerência necessária. Perderam-se as memórias do passado, impedindo a criação de marcas que participassem, como substância, na relação arquitectónica e urbanística dos diversos períodos de crescimento, não tendo atingindo o desejável carácter de vivificação permanente do seu tecido.



### **3 . OPORTUNIDADE DE ELABORAÇÃO DO PLANO**

O presente documento, que se submete à consideração da Câmara Municipal de Lisboa (CML), vem enquadrar a oportunidade de elaboração e os Termos de Referência do “Plano de Pormenor da Cidade Universitária de Lisboa”, doravante designado por Plano, nos termos do actual Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial e demais legislação aplicável.

Depois de um início de grande desenvolvimento nos anos cinquenta, com a expropriação sistemática das parcelas que hoje constituem o seu território, com a construção do primeiro núcleo de edificações da Reitoria e Faculdades de Letras e Direito, do Hospital Escolar de Santa Maria, do Estádio Universitário e de se ter iniciado a construção das infra-estruturas projectadas no Plano de João Simões e Norberto Correia, do qual sobrevive a Alameda da Universidade e as Avenidas Gama Pinto e Egas Moniz e o sistema de saneamento e abastecimento de água, presentemente em deterioração, a Cidade Universitária de Lisboa quase paralisou na década de sessenta, por imposição do antigo regime em consequência das lutas académicas.

Após o 25 de Abril, é retomado o seu desenvolvimento e adequação ao Ensino Superior, com uma população escolar em crescimento exponencial. No entanto, o método circunstancial de apetrechamento e desenvolvimento adoptado, após a falência, induzida pela própria Universidade, do Plano de Pormenor promovido pela Direcção Geral de Construções Escolares e iniciado em 1976 pela equipa chefiada por Hestnes Ferreira, não foi o mais adequado para se atingir a desejável coerência urbana da Cidade Universitária, não por falta de referências, já que essa coerência estava bem patente no conjunto edificado inicial da Reitoria e das duas Faculdades que a ladeiam.

Esse crescimento não planeado que resultou na fragmentação do território da Cidade Universitária de Lisboa em pequenas bolsas de influência é resultante de factores diversos. Destes, já referimos a paralisação dos projectos nos anos sessenta que alterou a dinâmica de desenvolvimento existente, mas são igualmente determinantes a incapacidade de posteriormente ser gizado um plano urbanístico promotor de uma unidade do território, como resultado da falta de diálogo entre a Universidade e a Câmara Municipal e até entre as diversas instituições universitárias, a inserção e consolidação de outras instituições no território, criando um manifesto conflito de interesses, para além de ter sido retirada à Universidade de Lisboa a tutela administrativa de partes significantes da Cidade Universitária.

Não menos determinante foi a forma de financiamento encontrada, nas últimas décadas, para a concretização dos equipamentos construídos e para a desejável integração e relacionamento urbano com a cidade envolvente. O sistema de encomenda pública dos projectos para os novos equipamentos, por concurso público e na ausência de um plano que impusesse normas tipológicas e urbanísticas às novas edificações e sua inserção no tecido envolvente, resultou num conjunto de construções tipologicamente pouco dialogantes, embora não se possa negar a excelência arquitectónica de algumas delas.

Acresce que, no respeitante às infra-estruturas do território, o sistema viário e a adequação das redes de saneamento e de abastecimento de água e energia, foi sempre deixado para uma fase posterior à da construção das instalações que deveriam servir, e a reboque financeiro destas. As redes primárias de infra-estruturas existentes construídas nos anos cinquenta, têm-se revelado ultimamente desadequadas no seu dimensionamento face ao crescimento da área edificada, sendo frequente a ocorrência de roturas, sinais que evidenciam a urgência de serem tomadas medidas para a sua revisão e eventual substituição.

A constante falta de verbas para o desenvolvimento integrado da envolvente urbana, obrigou que a integração paisagística do edificado fosse financiada, de igual modo, pelas dotações para a construção dos edifícios, resultando em manchas ajardinadas, descoordenadas e de diferente natureza e concepção, coabitando com grandes áreas de terreno não tratado e desqualificado, onde se estabeleceram estacionamento selvagens e vazadouros de entulhos. Ultimamente tem a Universidade procedido à limpeza dessas bolsas, mas as acções levadas a efeito revelam-se insuficientes para a criação de um ambiente urbano coerente.

Em conclusão e particularmente em relação ao território da Universidade de Lisboa, pretende-se que o seu desenvolvimento futuro seja informado e balizado de forma precisa por um plano que promova uma imagem institucional unificadora, de qualidade urbanística, ambiental e de segurança adequada à sua vocação de aquisição e transmissão de saberes, permitindo aos seus utentes uma plena vivência do território.

Assim, o Plano será desenvolvido tomando como base as opções estratégicas de intervenção, as potencialidades de regeneração urbana e os objectivos programáticos expressos nestes Termos de Referência.

#### **4 . BASE PROGRAMÁTICA PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOLUÇÃO A PROPÔR**

Pretende-se que o Plano venha estabilizar um quadro de desenvolvimento urbano local que contribua para a coesão do tecido urbano, integrando os aspectos de sustentabilidade territorial, designadamente incorporando a estrutura ecológica urbana, enquanto componente fundamental de qualificação ambiental.

Agregam-se os **objectivos programáticos** em três eixos programáticos:

- Qualificação Ambiental;
- Coesão Territorial;
- Regeneração Urbana.

### **No âmbito da qualificação ambiental o Plano deve:**

- Prever a requalificação e renovação das infra-estruturas viárias e de subsolo, bem como dos espaços públicos com especial atenção para os espaços verdes;
- Prever a localização e o tipo de uma bacia de retenção, de acordo e em articulação com o Plano Geral de Drenagem de Lisboa;
- Procurar soluções de minimização de ruído ambiente, gerado pelo tráfego nas infra-estruturas rodoviárias que influenciam a área de intervenção;
- Promover a identificação e valorização do património cultural existente, favorecendo usos adequados à sua preservação;
- Estabelecer uma rede de mobilidade suave, que se articule com as zonas envolventes da cidade, com a rede de equipamentos e o sistema de transportes públicos;
- Prever o ordenamento da circulação automóvel com vista a reduzir o tráfego de atravessamento ao nível da circulação do peão;
- Definir um projecto integrado de estacionamento em subsolo e à superfície;  
 Favorecer a melhoria do desempenho energético dos edifícios a construir.

### **No âmbito da coesão territorial o Plano deve:**

- Relacionar os novos espaços do processo de renovação dos equipamentos e requalificação urbana com o tecido urbano envolvente;
- Entender o sistema viário e o sistema de espaços públicos e de uso colectivo, como elementos estruturadores e caracterizadores de um tecido urbano, promovendo regras de desenho que garantam uma fácil leitura da hierarquização espacial e da coesão global.

### **No âmbito da regeneração urbana o Plano deve:**

- Estabelecer princípios de relação que permitam garantir uma efectiva coerência morfológica e, simultaneamente, uma grande criatividade ao nível do modelo nas áreas a intervir, de modo a estabelecer diálogo com a linguagem da estrutura urbana existente;
- Incrementar os níveis de acessibilidade, através do estabelecimento de conexões entre os diferentes operadores e sistemas de transporte, com a melhoria da qualidade das infra-estruturas existentes e criação de novas infra-estruturas, com destaque para o estudo de uma eventual galeria de acesso Metro/ Hospital;

- Potenciar soluções que minimizem a actual situação de tráfego de atravessamento automóvel, que em horas de ponta, origina a completa saturação do sistema viário da Cidade Universitária;
- Recuperar ou substituir um conjunto significativo de construções que se encontram em estado avançado de degradação;
- Criar edifícios para novos equipamentos, em particular na área dos institutos e da investigação, dada a necessidade de responder à evolução científica, pedagógica e até administrativa do ensino superior;
- Definir a localização para construção de novas residências universitárias;
- Definir o terreno para construção de um edifício de ampliação do Museu da Cidade (Palácio Pimenta);
- Consignar uma intervenção paisagística global e unificadora da imagem da Cidade Universitária de forma a restabelecer o seu equilíbrio e potenciar uma maior ligação à área verde do Campo Grande;
- Implementar soluções para aumentar os níveis de segurança dentro do território da Cidade Universitária, aumentando o nível de iluminação pública, estabelecendo circuitos pedonais e locais de estadia equipados com a introdução de pequeno comércio dirigido, de modo a promover a vigilância por vizinhança;
- Garantir a viabilidade do Plano sob o ponto de vista urbanístico e económico-financeiro, através de uma abordagem realista e tecnicamente segura, nas implicações orçamentais da proposta, que se prevê poder ter duas fases distintas de execução;
- Assegurar uma estratégia de concretização das obras, definindo um faseamento baseado em Unidades de Execução com elevado grau de autonomia.

Identifica-se também alguns **factores potenciadores** da boa execução das acções a realizar na área de intervenção, designadamente:

- Condições privilegiadas de exposição solar e de centralidade urbana;
- Perspectiva de desenvolvimento das soluções protagonizadas pelo Plano a curto/médio prazo devido às características da estrutura fundiária;
- Bons níveis de acessibilidade rodo-ferroviária;
- Empenho por parte da administração central, na concretização de um conjunto de investimentos na área do desenvolvimento cultural e de equipamentos de ensino superior universitário.

## 5. ENQUADRAMENTO NOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO TERRITORIAL

### 5.1 . ENQUADRAMENTO NO PROTAML

O Plano Regional de Ordenamento do Território (Resolução do Conselho de Ministros n.º 68/2002, de 8 de Abril) não formula recomendações particulares para a área de intervenção do Plano, destacando-se, no entanto, algumas orientações e normas gerais que devem ser respeitadas na execução do Plano.

Segundo o **esquema do modelo territorial**, situa-se em:

#### **Unidades Territoriais – Lisboa Centro Metropolitano**

- Esta unidade territorial corresponde sensivelmente ao concelho de Lisboa, com excepção da área a noroeste do aeroporto, e constitui o centro da AML. Cerca de 85% desta área é classificada como urbano consolidado, nela se atingindo, em termos globais, as maiores densidades de ocupação da AML.
- Embora assim identificada, os limites da unidade "Lisboa – Centro Metropolitano" são naturalmente difusos, apresentando uma forte continuidade espacial e funcional com as unidades envolventes, em particular nas áreas de fronteira com os grandes eixos urbanos que dela irradiam: Cascais; Sintra; Loures e Vila Franca de Xira.
- Nesta unidade polarizadora concentra-se a grande maioria dos equipamentos e serviços de nível superior e nele convergem as principais infra-estruturas de transportes e grandes fluxos de população e bens, o que tem determinado problemas de congestionamento e de funcionalidade.

Pelas **normas orientadoras**, estabelece-se o seguinte para o território em

causa: **1 - Normas gerais – Orientações sectoriais**

#### **a) Equipamentos sociais e culturais**

- Afirmar e valorizar o papel do ensino superior universitário na AML passa pelo reforço das vertentes da ciência e tecnologia e de investigação e desenvolvimento – dentro das capacidades físicas dos espaços existentes ou em pólos complementares – e pelo aprofundamento das relações com as estruturas empresariais;
- A adequação da rede metropolitana de unidades hospitalares, face às dinâmicas territoriais e aos padrões superiores de resposta às necessidades e expectativas dos

utilizadores, exige um conjunto de medidas ao nível das características físicas, das valências e da localização dos equipamentos que complete, integralmente, a construção, remodelação e transferência de diversos estabelecimentos;

- É fundamental aprofundar as complementaridades territoriais e aproveitar sinergias que existam entre os distintos níveis e tipos de equipamentos da AML em termos de áreas de irradiação, usos e funções.

**b) Saneamento ambiental:**

- A melhoria no serviço de abastecimento de água deve ser assegurada em termos de qualidade de água distribuída e de fiabilidade, segurança e rendimento do sistema de abastecimento;
- Os sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais devem ser completados através da conclusão e remodelação de infra-estruturas e da operacionalização de redes necessárias à plena satisfação em termos de atendimento e qualidade do serviço.

## **2 – Normas específicas**

**a) Equipamentos sociais e culturais:**

- As administrações central e municipal devem: Concretizar, na envolvência imediata dos equipamentos supramunicipais, os acessos a nível da rede viária, o número de estacionamento adequado ao nível de procura dos diferentes equipamentos, o enquadramento paisagístico consentâneo com o tipo de equipamento em causa e as actividades necessárias/complementares a cada um dos equipamentos; Intervir na AML ao nível da qualidade dos equipamentos existentes e previstos, associada à flexibilidade das soluções adoptadas, tendo em vista a sua capacidade de utilização multiforme por toda a população e a fácil manutenção dos elementos que os compõem;
- A administração municipal, em colaboração com a administração central, deve elaborar planos integrados de infra-estruturas e equipamentos que permitam criar áreas comuns entre o desporto, a cultura, a educação e a vida social. Deve ainda concretizar programas de requalificação urbana dos núcleos urbanos, disponibilizando equipamentos desportivos de base, de uso e fruição comuns, adequados à prática de actividades físicas e desportivas, bem como ao lazer e ao recreio na AML.

**b) Saneamento ambiental:**

- ☐☐A administração municipal deve proceder à reabilitação dos sistemas existentes que funcionam deficientemente, incluindo a transformação das redes unitárias em

separativas e a remodelação das estações de tratamento cujas características e capacidade não são compatíveis com a legislação em vigor e com a sensibilidade dos meios receptores.

### **3 – Acções urbanísticas – Área urbana central a revitalizar**

- Implantação de actividades inovadoras e de qualidade;
- Controlo e inversão dos processos de degradação física e funcional do parque edificado e do espaço público;
- Criação de espaços públicos qualificados;
- Dinamização do comércio, dos serviços e das actividades culturais e recreativas.

## **5.2 . ENQUADRAMENTO NO PDM**

A área de intervenção do plano dispõe do seguinte enquadramento no Plano Director Municipal:

### **Segundo a Planta de Classificação do Espaço Urbano:**

- Área de Equipamentos e Serviços Públicos, nos termos do disposto nos artigos 87º a 89º do Regulamento do PDM;
- Área Consolidada de Edifícios de Utilização Colectiva Habitacional, nos termos do disposto nos artigos 49º a 55º do Regulamento do PDM;
- Área Verde de Recreio, nos termos do disposto no artigo 81º do Regulamento do PDM;  
□□ Quintas e Jardins Históricos, nos termos do disposto no artigo 83º do Regulamento do PDM.

### **Segundo a Planta de Componentes Ambientais Urbanas:**

- Sistema Húmido integrante da Estrutura Ecológica Urbana, nos termos do disposto no artigo 18º do Regulamento do PDM;
- Áreas Integradas na Estrutura Verde da Cidade, nos termos do disposto no artigo 19º do Regulamento do PDM;

**Segundo a Planta de Ordenamento do Inventário Municipal de Património**, são identificados os seguintes imóveis, imóveis com área anexa e conjuntos edificados:

### **Imóveis:**

- CÓDIGO 9.06 – Edifício da Junta de Freguesia do Campo Grande / Rua Ernesto de Vasconcelos
- CÓDIGO 9.13 – Reitoria da Universidade / Alameda da Universidade
- CÓDIGO 9.14 – Arquivo Nacional da Torre do Tombo / Alameda da Universidade
- CÓDIGO 9.15 – Palacete / Campo Grande, 123
- CÓDIGO 9.16 – Casa apalaçada / Campo Grande, 191
- CÓDIGO 9.17 – Palacete / Campo Grande, 185
- CÓDIGO 9.20 – Cantina da Universidade (Cantina Velha) / Av. Professor Gama Pinto
- CÓDIGO 9.21 – Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação / Alameda da Universidade
- CÓDIGO 9.22 – Jardim Infantil Pestalozzi / Rua Dr. João Soares, 20
- CÓDIGO 9.25 – Colégio Moderno / Rua Dr. João soares, 19
- CÓDIGO 9.26 – Edifício de habitação / Campo Grande, 101-103 (IIP - em vias)
- CÓDIGO 9.31 – Faculdade de Farmácia / Av. das Forças Armadas

**Imóveis com área anexa:**

- CÓDIGO 9.03 – Palácio Pimenta / Campo Grande, 245 (IIP) □□CÓDIGO 9.30 – Hospital de Santa Maria / Av. Professor Egas Moniz

**Conjuntos Edificados:**

- CÓDIGO 9.08 – Faculdade de Ciências / Campo Grande □□CÓDIGO 9.12 – Cidade Universitária / Alameda da Universidade

**Segundo a actual Revisão do PDM:**

Estando em adiantada fase de elaboração a Revisão do PDM de Lisboa, o Plano deverá procurar adequar-se às orientações fundamentais previstas ao nível do modelo urbano e às diversas propostas sectoriais com incidência directa na área de intervenção.

No que se refere à classificação de espaço urbano, não se prevêem alterações significativas, continuando a maioria da área classificada como Espaço de Uso Especial – Equipamentos.

**6 . CONDICIONANTES LEGAIS**

As **condicionantes legais** que incidem sobre a área de intervenção do Plano são as seguintes:

- Protecção ao Aeroporto de Lisboa
- Feixes Hertzianos Militares



- Protecção a Imóveis em Vias de Classificação
- Protecção a Escolas

## **7 . ENQUADRAMENTO LEGAL DO PLANO**

O presente documento constitui a síntese dos fundamentos justificativos para a elaboração do Plano de Pormenor da Cidade Universitária de Lisboa, enquadrado pelo disposto no Decreto-Lei n.º 380/99, de 22 de Setembro, com a última redacção dada pelo Decreto-Lei nº 46/2009 de 20 de Setembro, que estabelece o Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial (RJIGT), pelo Decreto-Lei nº 232/2007, de 15 de Junho, que estabelece o Regime Jurídico da Avaliação Ambiental de Planos e Programas (RJAAP) e pelos Decretos Regulamentares nºs 9/2009, 10/2009 e 11/2009, de 29 de Maio relativos a, respectivamente, conceitos de urbanismo e ordenamento do território, cartografia e classificação do solo.

### **7.1. CONTEÚDO MATERIAL**

O **conteúdo material do Plano** é o decorrente do disposto no art. 91º do RJIGT, que define que se deve adoptar o conteúdo material apropriado às condições da área territorial a que respeita e aos objectivos previstos nos respectivos termos de referência, estabelecendo nomeadamente:

- A definição e caracterização da área de intervenção identificando, quando se justifique, os valores culturais e naturais a proteger;
- As operações de transformação fundiária necessárias e a definição das regras relativas às obras de urbanização;
- O desenho urbano exprimindo a definição dos espaços públicos, de circulação viária e pedonal, de estacionamento bem como do respectivo tratamento, alinhamentos, implantações, modelação do terreno, distribuição volumétrica, bem como a localização dos equipamentos e zonas verdes;
- A distribuição de funções e a definição de parâmetros urbanísticos, designadamente índices, apontamento indicativo de número de pisos e cérceas;
- Indicadores relativos às cores e materiais a utilizar, caso se justifique;
- As operações de demolição, conservação e reabilitação das construções existentes;
- As regras para a ocupação e gestão dos espaços públicos;
- A implantação das redes de infra-estruturas, com delimitação objectiva das áreas a elas afectas;
- Os critérios de inserção urbanística e o dimensionamento dos equipamentos de utilização colectiva e a respectiva localização no caso de equipamentos públicos;

- A identificação dos sistemas de execução do plano e a programação dos investimentos públicos associados, bem como a sua articulação com os investimentos privados; □□A estruturação das acções de perequação compensatória.

O Plano deverá proceder à prévia explicitação do zonamento com base na disciplina consagrada no plano director municipal.

## 7.2. CONTEÚDO DOCUMENTAL

O **conteúdo documental do Plano** é o decorrente da aplicação do art. 92º do RJIGT e é constituído por:

- **Elementos que constituem o Plano** – Regulamento; Planta de implantação; Planta de condicionantes.
- **Elementos que acompanham o Plano** – Relatório; Relatório ambiental; Peças escritas e desenhadas; Programa de execução das acções previstas e respectivo plano de financiamento.
- **Demais elementos que acompanham o Plano** – Elementos fixados pela Portaria nº 138/2005, de 2 de Fevereiro e pelo Decreto-Lei nº 9/2007, de 17 de Janeiro (Regulamento Geral do Ruído).

## 8. FASES E PRAZOS PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO

Prevê-se um prazo de 300 dias para a elaboração do Plano de Urbanização de Alcântara, de acordo com o seguinte faseamento:

- **1ª Fase** – Elaboração da Proposta Preliminar de Plano – 120 dias após deliberação Municipal da elaboração do Plano;
- **2ª Fase** – Elaboração da Proposta de Plano – 120 dias após aceitação da proposta Preliminar do Plano com eventuais alterações propostas pela CCDR/LVT e entidades consultadas;
- **3ª Fase** – Rectificações da Proposta de Plano – 30 dias após recepção do parecer da CCDR/LVT integrando eventuais alterações à proposta de Plano;
- **4ª Fase** – Elaboração da Versão Final – 30 dias após conclusão da Discussão Pública.

A Participação Pública Preventiva irá decorrer durante 20 dias úteis, a iniciar no 8º dia após a publicação do Aviso em Diário da República (II Série).

Aos prazos definidos acrescem os prazos inerentes à tramitação e procedimentos do Plano de Pormenor, em conformidade com o Decreto-Lei N.º 380/99, de 22 de Setembro, com redacção dada pelo Decreto-Lei n.º 46/2009 de 20 de Fevereiro.

## **9. EQUIPA TÉCNICA DO PLANO**

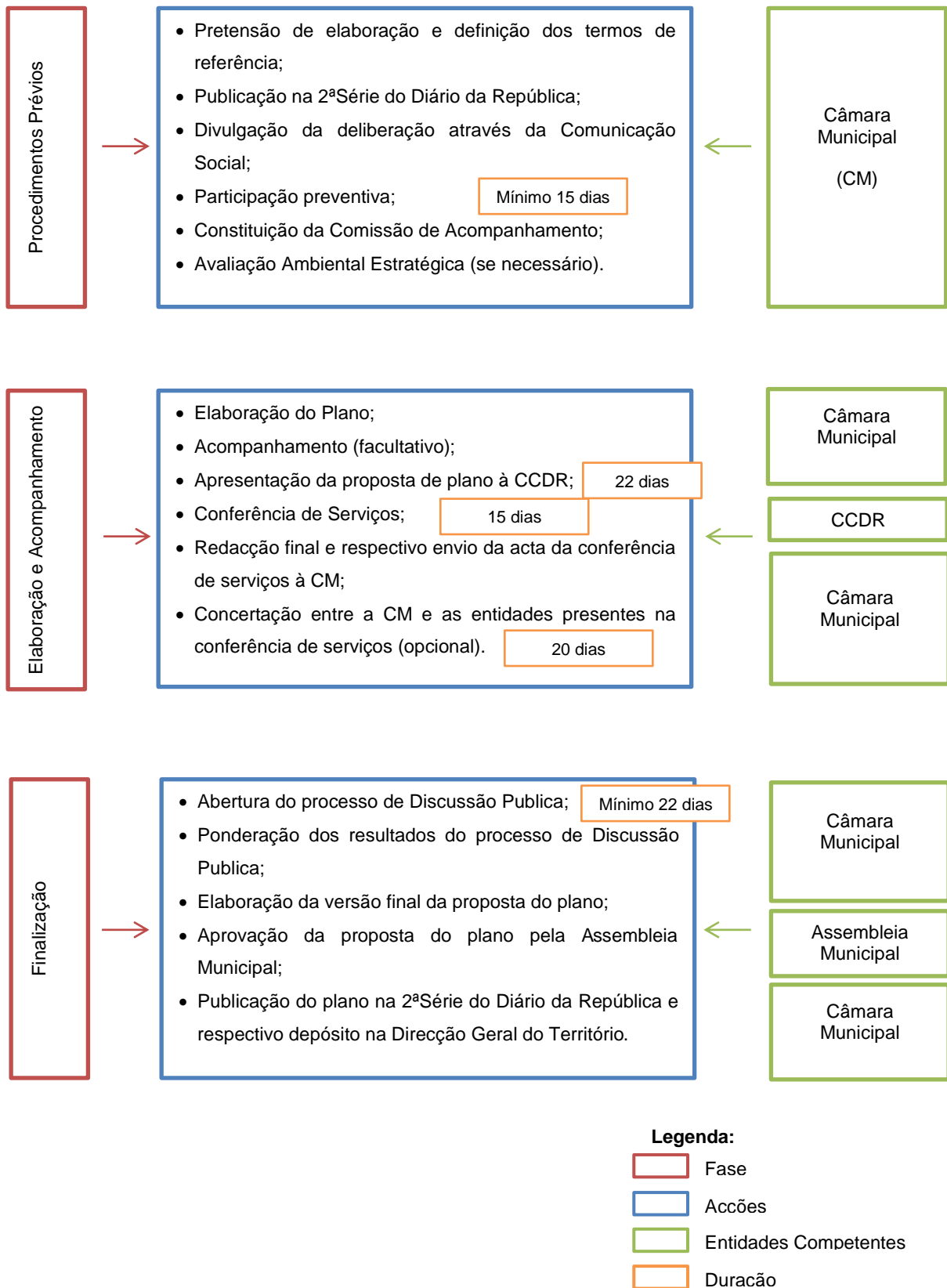
A elaboração deste Plano de Urbanização é da responsabilidade da Câmara Municipal e será formalizado por uma equipa multidisciplinar externa, a contratar pela Reitoria da Universidade de Lisboa, nos termos a definir em protocolo.

O acompanhamento do desenvolvimento do Plano compete à Direcção Municipal de Planeamento

Urbano da Câmara Municipal de Lisboa, que ficará responsável pela articulação com os demais Serviços Municipais e pela tramitação administrativa necessária à respectiva aprovação.

A equipa técnica a constituir para a elaboração do Plano será necessariamente multidisciplinar, coordenada por um dos seus elementos e deverá assegurar como mínimo, especialistas nas áreas de Urbanismo, Arquitectura, Arquitectura Paisagística, Engenharia do Ambiente, Saneamento, Acústica, Engenharia Civil, Circulação e Transportes, Geologia, Sociologia, Economia e Direito, com experiência profissional de pelo menos três anos, em conformidade com o disposto no Decreto-Lei n.º 292/95, de 14 de Setembro.

## Anexo C: Diagrama de Procedimentos



Fonte: Adaptado de Gestão Territorial. Diagramas de procedimentos dos IGT, vs. 1.0/2007



## Anexo D: Ficheiros produzidos

Descrição	Designação	Formato	Metadados
Modelo digital do terreno	Mdt_v7_ras_r	raster	
Edificado existente	Edificado_proposto3	shapefile	Datum_73_Hayford_Gauss_IP CC WKID: 102161 Authority: ESRI  <b>Projection:</b> Transverse_Mercator False_Easting: 180,598 False_Northing: -86,99 Central_Meridian: - 8,131906111111112 Scale_Factor: 1,0 Latitude_Of_Origin: 39,66666666666666 Linear Unit: Meter (1,0)
Edificado proposto	Edificado_Extensoes_2_f1		
	Edificado_Extensoes_2_f1_p0		
Centralidade 1	Centralidade1_v4_psup		
	Centralidade1_v4_p0		
	Centralidade1_escadas_rampa		
	Centralidade1_v4_escadas_poente		
Centralidade 2	Centralidade2_v8		
	Centralidade2_v8_p_aux		
	Centralidade2_v5_plataforma		
	Centralidade2_v8_escadas_sup		
Centralidade 3	Centralidade3_sup		
	Centralidade3_p0		
Vias	F2_aux_1		
Árvores	Arvores_teste		
Veículos	Veículos_2		



## Anexo E: Gramática de formas – exemplo de regra produzida

/\*\*

\* File: modelo.cga

\* Created: 24 Feb 2014 18:19:14 GMT

\* Author: Ana

\*/

version "2012.1"

### /\*\* Atributos \*/

attr N\_Pisos = 0 //Valor inicial para o numero de pisos

attr altura\_Piso = 3 //Altura base de um piso

attr Elevation = 0 //Valor inicial para a elevação do topos dos edificios

attr Cercea = 0 //Valor inicial para a cercea do edificio

@Group("Colors",7) @Order(2)

attr cores = "#F4F1D4"

### /\*\* Regras \*/

Implantacao -->

extrude(Cercea) Edificio

Edificio-->

comp(f) { top : Roof |

front : Facade1 |

back : Facade2 |

left : Facade3 |

right : Facade4 }

Roof --> color(cores)

Facade1 --> color(cores)

Facade2 --> color(cores)

Facade3 --> color(cores)

Facade4 --> color(cores)



