



Modelação Tridimensional da Zona Histórica de Leiria em Ambiente 3D-SIG

Andreia ALMEIDA¹, Ana P. FALCÃO² e Luísa M. S. GONÇALVES^{1,3,4}

¹ Instituto Politécnico de Leiria, Escola Superior de Tecnologia e Gestão (Portugal)

² CERis – IST, Civil Engineering Research and Innovation for Sustainability, Instituto Superior Técnico (Portugal)

³ Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores de Coimbra -INESC Coimbra (Portugal)

⁴ NOVA IMS - NOVA Information Management School, Universidade Nova de Lisboa (Portugal)

(andreia.sv.almeida@gmail.com; ana.p.falcao@tecnico.ulisboa.pt; luisa.goncalves@ipleiria.pt)

Palavras-chave: 3D-SIG, BIM, Modelação Tridimensional, Gramáticas de Forma

Resumo: A modelação de cidades com recurso a ferramentas 3D-SIG tem sofrido um forte incremento na última década e para isso muito tem contribuído o facto de estes sistemas reunirem às elevadas capacidades no manuseio e análise da informação geográfica, a possibilidade de representações tridimensionais com elevados níveis de detalhe, constituindo ferramentas indispensáveis à tomada de decisão nas atividades de planeamento urbano.

Neste artigo é apresentado o modelo 3D-SIG, desenvolvido para o Centro Histórico de Leiria (CHL), e exploradas as suas potencialidades como ferramenta de apoio aos serviços da Câmara Municipal de Leiria, no registo de informação do estado de conservação do edificado, e como ferramenta de divulgação do património cultural através da disponibilização virtual da Rota “Leiria Ruas e Ruelas”, associada à passagem de Eça de Queirós pela cidade de Leiria.

O desenvolvimento do modelo inicia-se com a construção de um Modelo Digital de Terreno e a representação tridimensional do edificado por meio de aplicação de regras de gramática de forma após as quais são introduzidas as informações relativas às patologias identificadas. O modelo foi complementado com a aplicação de texturas e imagens com o objetivo de aproximar o ambiente virtual com a realidade existente e com a introdução de informação de carácter histórico nos edifícios principais da Rota.

Este projeto realizou-se numa parceria entre a Câmara Municipal de Leiria que, disponibilizou a informação geográfica e histórica, e o Instituto Politécnico de Leiria.



1. Introdução

Um dos maiores desafios sociais colocados, hoje em dia, à comunidade científica está relacionado com a identificação de alternativas que permitam a preservação do património material e imaterial dos centros históricos das cidades. A expansão urbana para núcleos periféricos ou mesmo para zonas suburbanas, que outrora eram zonas rurais, tem provocado um abandono quase por completo destes centros e a sua consequente degradação, tornando a sua reabilitação um imperativo (Raimundo, 2012). A existência de informação atualizada (histórica, geográfica, económica entre outras) a par do uso de plataformas tecnológicas de gestão e visualização da informação, como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e Building Information Model (BIM), contribuem decisivamente na tomada de decisões sustentáveis de planeamento e ordenamento do território. Por outro lado, estes sistemas oferecem um novo paradigma no planeamento, conceção e construção; o atual paradigma de estilo arquitetónico urbano ainda está enraizado em métodos de desenho e ilustração, eventualmente apoiados por tecnologias de Desenho Assistido por Computador (CAD), modelação 3D e visualização. Contudo, há um interesse crescente na integração das ferramentas BIM em ambiente SIG, originando uma nova geração de ferramentas como os modelos 3D-SIG (Gil, 2013).

Na génese, os modelos 3D-SIG resultam da adição de dados e informação a modelos digitais tridimensionais de objetos: em meio urbano são frequentemente designados por City Information Models (CIM) mas a sua aplicação estende-se para lá do espaço urbano. Estes modelos estão em expansão em áreas tão diversas como o planeamento urbano e ambiental, a arquitetura e a construção.

Em Portugal, à semelhança do conceito BIM, também os modelos 3D-SIG ainda se encontram num estado inicial de desenvolvimento e são poucos os gabinetes e as empresas que realizam os seus trabalhos segundo estas novas abordagens. Os principais impedimentos para a sua utilização são, por um lado, a dificuldade humana em lidar com a mudança, alterar mentalidades de técnicos que trabalham há vários anos com as mesmas metodologias de trabalho pode ser um processo difícil e moroso, e, por outro lado, o nível de complexidade destes sistemas (Azevedo, 2009). Portugal deverá apostar nas novas tecnologias e no desenvolvimento de novos processos técnicos com o intuito de diminuir/eliminar alguns dos entraves existentes no setor da construção civil o que permitirá melhorar a competitividade do nosso país face a outras potências internacionais (Antunes, 2013).

Gomes, (2012) e Andrade *et al* (2009) referem algumas das vantagens da utilização destes modelos em ambiente urbano, com contributos identificados nos processos de comunicação, na produtividade, no cumprimento de prazos, na redução de custos e no aumento da qualidade durante todas as fases do ciclo de vida de uma edificação, nomeadamente:

- Permitem a modelação tridimensional do terreno, promovendo as paisagens naturais existentes;
- Ajudam no planeamento urbano, em estudos de viabilidade e projeto conceitual, uma vez que a integração dos modelos 3D com os SIG permite realizar análises e facilitar as tomadas de decisões;
- Apresentam um forte contributo para o desenvolvimento turístico, através da viagem virtual pelos locais de interesse, uma vez que através destas cidades virtuais é possível navegar em ambiente simulado pela cidade e encontrar diversas informações relacionadas com os edifícios e a sua envolvente, proporcionando uma viagem virtual bastante completa.

Neste artigo apresenta-se o desenvolvimento do modelo 3D-SIG da zona histórica de Leiria ao qual foram incorporadas informações relativas às principais patologias não estruturais dos edifícios. Na modelação tridimensional do espaço foi utilizado o *software* CityEngine da ESRI, permitindo ainda a realização de uma viagem virtual pelo roteiro “Leiria: Ruas e Ruelas”.

2. Estudo de caso: Modelo 3D-SIG do centro histórico de Leiria

A cidade de Leiria é constituída por um núcleo mais antigo, com um tecido urbano consolidado, que nasceu junto à base do Castelo de Leiria a partir do qual se desenvolveu o aglomerado urbano existente e onde alguns dos seus edifícios se encontram em estado degradado, que à semelhança de outras cidades se tem transformado em zonas deprimidas, sob o ponto de vista físico, social e económico. Foi alvo do estudo uma área do centro histórico que engloba cerca de 46 quarteirões compostos por 319 Edifícios. A época de construção do respetivo edificado, na sua globalidade, remonta ao séc. XIX, onde era usual a construção de paredes de alvenaria de pedra.

Neste artigo são apresentadas as principais etapas metodológicas do desenvolvimento do modelo 3D-SIG do Centro histórico de Leiria mostrando-se, como exemplo, o percurso “Leiria: Ruas e Ruelas”. Este percurso tem cerca de 727 metros e a sua escolha

deve-se ao facto de conter uma grande variedade de elementos arquitetónicos importantes da vivência dos seus habitantes, sendo outrora um percurso rico em comércio, serviços e de locais de lazer. O edificado presente no percurso em estudo manteve-se inalterado até ao início do século XX, desde então parte dos edifícios existentes estão a ser intervencionados, com o intuito de preservar e atrair turistas ao centro histórico de Leiria. A figura 1 enquadra o percurso em estudo no centro histórico de Leiria.



Figura 1 – Percurso "Leiria: Ruas e Ruelas"

À parte deste percurso, considerou-se relevante incorporar no modelo 3D-SIG alguns edifícios importantes existentes no centro histórico, que retratam a vivência do escritor Eça de Queirós pela cidade de Leiria. Os edifícios em estudo foram: a Casa do Eça, a Casa dos Hingás, o Solar do Barão de Salgueiro e o Edifício do Ateneu. De seguida é apresentada uma breve descrição dos quatro edifícios que ilustra a sua importância histórica (Figura 2).

- Eça de Queirós chegou a Leiria em 1870 e hospedou-se no n.º 13 da Travessa da Tipografia, atualmente designada como Casa do Eça. Aqui escreveu os primeiros esboços do romance "O Crime do Padre Amaro" (Figura 2 a)).
- A Casa dos Hingás era o local da antiga Administração do Concelho, onde Eça de Queiroz exerceu as suas funções públicas como Administrador, entre 1870 e 1871 (Figura 2 b)).
- O Solar do Barão de Salgueiro atualmente localizado no Largo Cândido dos Reis, antigo Terreiro das Camarinhas, foi desde o século XVII a zona nobre da cidade, onde se situavam os solares e casas de famílias ilustres, como a do Barão de Salgueiro. O Solar foi construído em 1850 e serviu de palco a um dos episódios anedóticos da passagem de Eça de Queirós por Leiria (Figura 2 c)).
- Antigamente o Edifício do Ateneu de Leiria era o palácio setecentista da família Oriol Pena, cujo brasão ainda permanece numa das fachadas do edifício. Nele funcionou no século XIX, a Assembleia Leiriense de que Eça de Queirós era sócio (Figura 2 d)).

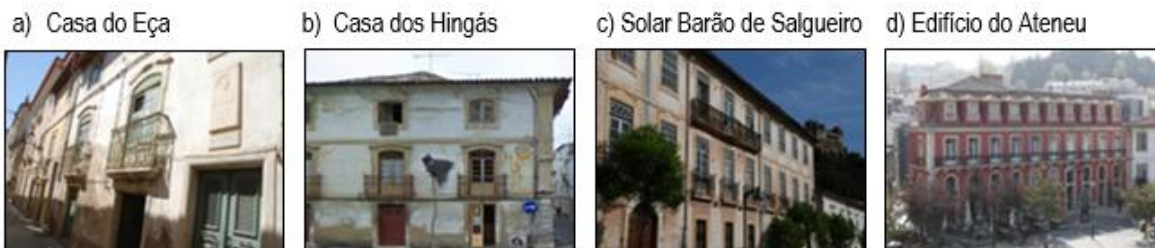


Figura 2 – Edifícios que retratam a vivência do escritor Eça de Queirós pela cidade de Leiria

2.1 Dados

Para a realização do modelo 3D-SIG e do roteiro referente à cidade de Leiria foi necessária a utilização de diversos tipos de informação com o objetivo de aproximar a cidade virtual à realidade, nomeadamente:

- Cartografia à escala 1:10 000 fornecida pela Câmara Municipal de Leiria (CML);
- Plantas dos edifícios em estudo, fundamentais para a modelação tridimensional dos edifícios relacionados com a passagem do escritor pela cidade, facultados pelos serviços municipalizados da CML;
- Ortofotos das fachadas fornecidos pela CML com resolução espacial do *pixel* de 0,012 m;
- Ortofotomapas de 2010 com uma resolução de 0,5 m fornecidos pela CML;
- Fichas de Inspeção (Raimundo, 2012) com as características do edificado contendo: o ano da construção, o número de pisos e qual o uso dos mesmos (Figura 3);
- Para identificação das patologias não estruturais foram realizadas fichas de inspeção, tendo sido avaliado o nível de degradação dos edifícios. Foram inúmeras as patologias consideradas, destas destacam-se: fissuração/fraturação, humidade/manchas, perda de coesão/desagregação, alteração cromática, esmagamento, erosão, entre outras (Figura 3).

Pormenor

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE LOTE			
IL Identificação do Lote			
IL_RP	Rua / Praça: Largo do Mindelo e Rua da Vitória		
IL_PP	Proprietário: Privado		
IL_UI	Data da Última Inspeção: Sem informação		
IL_NP	Número de Polícia:		
IL_TP	Tipo Propriedade: Horizontal		
EC Época de Construção			
EC_AXIX	antes séc. XIX	<input type="checkbox"/>	
EC_XIX	séc. XIX	<input checked="" type="checkbox"/>	
EC_XX00-40	séc. XX (0-40)	<input type="checkbox"/>	
EC_XX40-70	séc. XX (40-70)	<input type="checkbox"/>	
EC_XX>70	séc. XX (>70)	<input type="checkbox"/>	
CL Caracterização do Lote			
CL_AC	Área de Cobertura (m2):	87	
CL_AT	Área Total (m2):	87	
CL_AL	Área de Logradouro (m2)		
CL_NP	Número de Pisos	2	
UP Usos ao nível do Piso:		R/C Acima	
UP_AZ	Armazém	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
UP_CM	Comércio	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
UP_DV	Devoluto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
UP_OF	Oficina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
UP_EC	Escritório	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
UP_GG	Garagem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
UP_HB	Habitação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
UP_SP	Serviço Público	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
UP_ER	Edifício Religioso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 3 – Fichas de inspeção das características e das patologias não estruturais dos edifícios

2.2 Modelação do Terreno

A construção do modelo 3D-SIG iniciou-se com a construção do Modelo Digital do Terreno (MDT), em formato raster, com uma resolução espacial do *pixel* de 1 m, a partir das curvas de nível e pontos cotados extraídos da cartografia 1:10 000, recorrendo ao *software* ArcGis. Seguidamente foi projetado o ortofotomapa sobre este modelo, permitindo a visualização em formato tridimensional, como se apresenta na figura 4.



Figura 4 – Modelação do Terreno da cidade de Leiria

2.3 Modelação dos Edifícios

Com o auxílio do *software* ArchiCAD foram modelados tridimensionalmente os edifícios mais representativos referentes à passagem de Eça de Queirós pela cidade de Leiria (Figura 2). Para isso, importaram-se as plantas dos diferentes edifícios para o *software*, onde foram modeladas como objetos. A estes objetos é possível atribuir as texturas desejadas de forma a torna-los o mais reais possível. O seguinte conjunto de imagens (Figura 5) representam as diversas etapas para a construção de um modelo tridimensional, tomando como exemplo o edifício do Barão do Salgueiro.

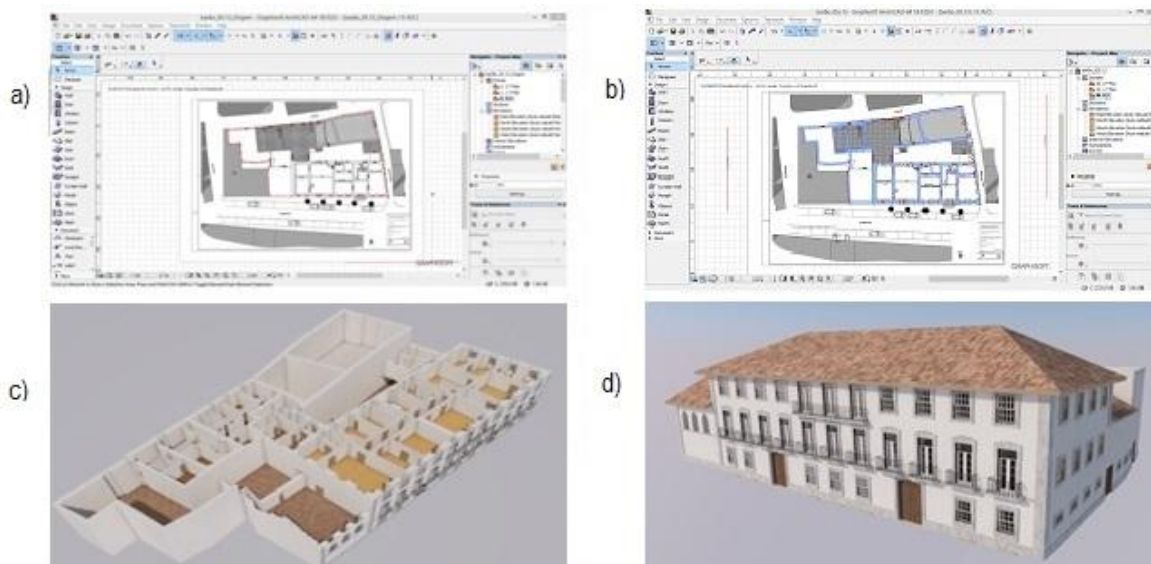


Figura 5 – Modelação 3D do Edifício do Barão do Salgueiro

A figura 5 a) mostra a primeira fase que retrata a importação da planta do edifício referente ao Solar do Barão de Salgueiro à escala real. Posteriormente com o auxílio das ferramentas existentes no programa ArchiCAD modelaram-se todos os objetos do edifício e inseriram-se as portas e as janelas e atribuíram-se as texturas pretendidas aos diferentes objetos do edificado, como se verifica na figura 5 b). Por fim, as figuras 5 c) e 5 d) demonstram a modelação do interior e do exterior do Solar, respetivamente.

De seguida, recorrendo novamente ao *software* ArcGis na tabela de atributos dos polígonos da cartografia atribuíram-se todas as informações e dados necessários, para uso posterior na criação do modelo global tridimensional, como: número de pisos, número de pendentes da cobertura, uso referente a cada piso, patologias não estruturais que cada edifício apresenta, entre outros dados relevantes.

2.4 Modelação e visualização do percurso “Leiria: Ruas e Ruelas”

Para a criação dos modelos virtuais utilizou-se o programa CityEngine (CE). O processo iniciou-se com a importação do MDT, dos elementos vetoriais em ambiente SIG, dos quatro edifícios modelados individualmente no *software* ArchiCAD e dos ortofotos das fachadas dos edifícios referentes ao roteiro “Leiria: Ruas e Ruelas”. O *software* CE fornece um interface de programação que permite codificar Gramáticas de Forma que, ao criar regras parametrizadas em linguagem *Conformal Geometric Algebra* (CGA), gera, de forma automática, elementos a 3D com o nível de detalhe pretendido. De seguida, para as fachadas dos edifícios gerados foram aplicadas as texturas que, neste caso, consistiram na projeção dos ortofotos das fachadas dos mesmos. Por fim, no programa CE criou-se um atributo designado “Info” onde se associaram as fichas de inspeção a cada edifício, para isso publicaram-se as fichas na *Internet*, retirou-se o endereço eletrónico das mesma e colocou-se no atributo. A figura 6 exemplifica todas as etapas para a construção de um modelo 3D-SIG.

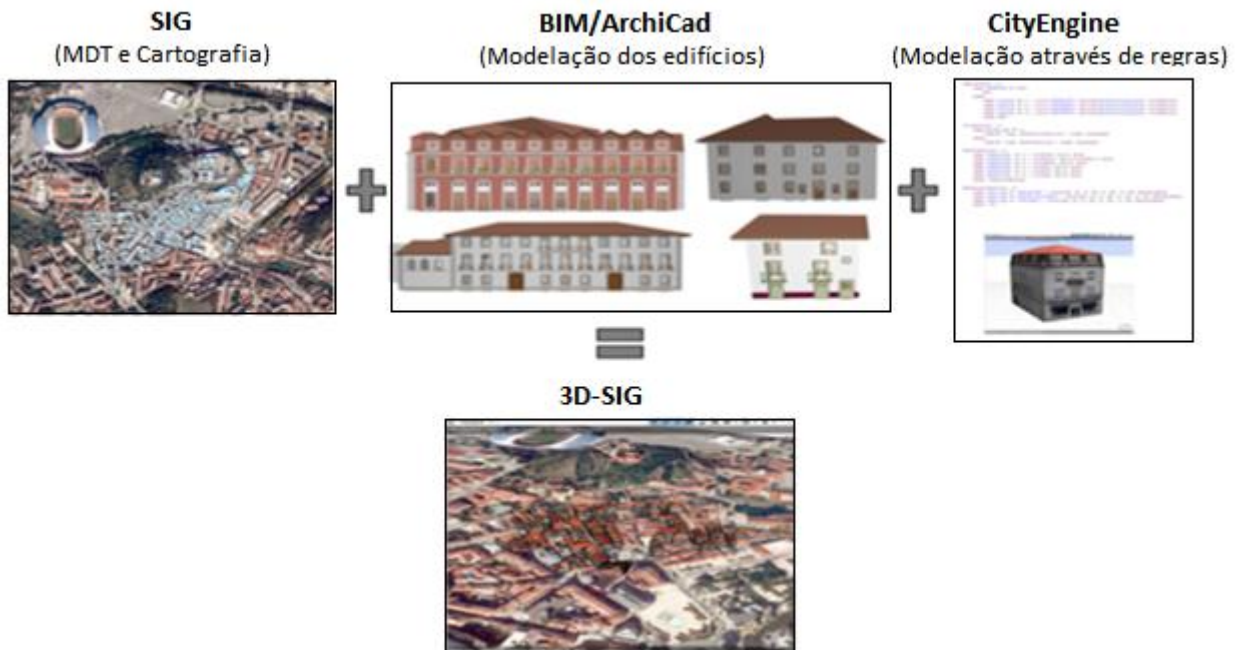


Figura 6 – Metodologia utilizada na construção do modelo 3D-SIG

Com a conclusão destes procedimentos obteve-se uma zona urbana virtual a 3D completa (Figura 7) que permite aos utilizadores navegarem em ambiente simulado pelo percurso “Leiria: Ruas e Ruelas”, observarem com maior detalhe as diversas casas relacionadas com o escritor Eça de Queirós e consultarem informação associada aos edifícios.



Figura 7 – Percurso "Leiria: Ruas e Ruelas" Virtual com informação incorporada

3. Conclusão

Os modelos 3D-SIG exercem, atualmente, uma evidente influência na área da Arquitetura e Engenharia Civil quer pela capacidade de gestão e manuseio da informação quer pela facilidade de visualização em ambientes virtuais. Estas competências foram



exploradas no caso de estudo, centro histórico de Leiria, através da construção de um modelo 3D-SIG onde foram integradas as características e as patologias não estruturais dos edifícios ao longo do percurso “Leiria: Ruas e Ruelas” e construída uma rota, em ambiente virtual, relacionada com a passagem de Eça de Queirós pela cidade.

Durante a construção do modelo 3D-SIG verificou-se que são inúmeras as vantagens desta abordagem, desde a gestão articulada da informação, inicialmente dispersa, à promoção do património material e imaterial, num forte contributo para o desenvolvimento turístico.

A disponibilização futura do modelo 3D-SIG da cidade via web irá potenciar a consulta e utilização da informação nas tomadas de decisão dos serviços municipalizados, permitindo conhecer o estado de degradação do edificado existente no percurso em estudo e assim terem uma melhor perceção em quais dos edifícios a intervenção é mais urgente e qual o local do edifício a intervir.

Referências Bibliográficas

- Andrade, M. L. V. X; Ruschel, R. (2009). Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em Arquitectura por meio de formato IFC. *Gestão e Tecnologia de Projectos 4*: Págs. 36.
- Antunes, D. A. E. (2013). *Integração de Modelos BIM com Redes de Sensores num Edifício*. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa. Mestrado. Págs.102.
- Azevedo, O. J. M. d. (2009). *Metodologia BIM - Building Information Modeling na Direcção Técnica de Obras Escola de Engenharia, Universidade do Minho*. Mestrado. Págs. 114.
- Gil, J. (2013). *The backbone of a City Information Model (CIM)*. Pedagogy meets Big Data and BIM Conference. U. Delf. Londres: Vol.9.
- Gomes, F. (2012). *Planejamento e Projeto Conceitual com BIM e GIS*. Autodesk Customer Success Engineer - Brasil/ LA.
- Raimundo, G. J. M. (2012). *Reabilitação do centro histórico de Leiria: Análise e estratégias de intervenção*. Instituto Politécnico de Leiria, Escola Superior de Tecnologia e Gestão. Mestrado. Págs. 54.