

# Reconstruindo Conimbriga - *Medianum Absidado Digital*

César Ferreira  
ESTG –  
Instituto Politécnico de Leiria  
cesar.ferreira@ipleiria.pt

Nuno Rodrigues  
ESTG – CIIC  
Instituto Politécnico de Leiria  
nunorod@ipleiria.pt

Alexandrino Gonçalves  
ESTG – CIIC  
Instituto Politécnico de Leiria  
alex@ipleiria.pt

Virgílio Hipólito-Correia  
Museu Monográfico de Conimbriga - CEAUCP  
Condeixa-a-Velha  
virgiliocorreia@mmconimbriga.dgpc.pt

---

## Sumário

*Tendo em conta que as estruturas em ruínas que fazem parte do nosso património arqueológico, assim como os artefactos de épocas passadas estão repletos de detalhe e relevância para o estudo deste nosso legado cultural, seria desejável possuir réplicas virtuais realistas, que poderiam ser exploradas livremente sem comprometer a fragilidade inerente a estas peças do nosso passado histórico. Ambientes tridimensionais são normalmente a primeira opção para representar tais estruturas e artefactos. No entanto, os custos para produzir os mesmos são desencorajadores, devido ao custo significativo das ferramentas de modelação tridimensional que são normalmente utilizadas, assim como o tempo necessário para produzir estes modelos manualmente. Este artigo apresenta uma alternativa de baixo custo, para o processo clássico de modelação manual e produção de modelos com elevado detalhe, utilizando unicamente software de código aberto e uma câmara móvel de profundidade de baixo custo. Com este processo, é nossa intenção potenciar a disseminação do nosso património cultural, tornando-o acessível, não só a especialistas, mas igualmente ao público em geral. Os modelos virtuais produzidos são disponibilizados através de um visualizador interativo embebido num browser, utilizando as mais recentes tecnologias, como HTML5 e WebGL. Este pode ser acedido através de uma ampla variedade de dispositivos móveis proeminentes, assim como em qualquer computador pessoal, contribuindo deste modo para uma verdadeira democratização do conhecimento da história. A abordagem proposta foi aplicada para criar um modelo virtual de um complexo de lojas do período Romano existente nas ruínas de Conimbriga, identificado como "Casa do Medianum Absidado".*

## Palavras-chave

*Reconstruções virtuais, Herança cultural, Conimbriga, Medianum Absidado, Kinect*

---

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos têm surgido várias ferramentas que permitem dar resposta à necessidade de possuir réplicas exatas do património arqueológico passíveis de serem exploradas (sem comprometer o mesmo). No entanto, estas têm-se revelado desencorajadoras uma vez que a elas estão associados custos elevados, processos demorados e entraves no que toca à disponibilização *online* ao público-alvo. Como solução para este problema, surgiu a ideia de criar uma ferramenta baseada em *software* de código aberto e numa câmara de profundidade de baixo custo, resultando num site que permita disponibilizar ao público-alvo uma réplica dos artefactos sem a necessidade de instalação de *plugins* adicionais no browser. Atualmente é possível realizar aquisições tridimensionais sem a necessidade de grandes infraestruturas, utilizando apenas um equipamento de baixo custo que permite mapear um cenário real com um elevadíssimo nível de

detalhe. Tal possibilidade, abre novas perspetivas para o panorama da realidade virtual e aumentada.

O caso de estudo apresentado neste trabalho encontra-se situado nas ruínas de uma importante cidade Lusitana do antigo Império Romano, Conimbriga. Escavada desde 1899, aberta ao público em 1930 e com menos de 20% da sua extensão a descoberto tem um papel proeminente no património cultural Português. Durante escavações ocorridas entre 1929 e 1930, completadas já neste século, foi descoberta a chamada *Casa do Medianum Absidado*, um complexo de residência e lojas que faz parte de uma insula paralela ao fórum, que inclui também a casa de *Valerius Daphinus* [Correia11]. Este edifício aparenta ter sofrido transformações que indicam uma continuada utilização do espaço comercial [Ruivo06][Man07]. É precisamente a *Casa do Medianum Absidado*, que foi escolhida para uma reconstrução virtual a disponibilizar na Internet de modo a que possa ser acedida interativamente.

## 2. RECONSTRUÇÕES VIRTUAIS

Neste últimos anos a denominada Arqueologia Virtual originou um crescimento significativo de reconstruções virtuais de espaços de herança cultural, alguns dos quais inclusive sobre Conimbriga. Como exemplo, Eduardo Barragán apresenta na sua página pessoal (<http://italicaromana.blogspot.pt/>) excertos de vídeos com uma possível reconstrução da cidade de Conimbriga, nomeadamente a chamada *Insula do vaso fállico*. Aí, são visíveis vários problemas a nível do modelo de arquitetura escolhido, designadamente os de Pompeia/Herculano, quebrando assim, a nosso ver, o realismo histórico desejável que deve dar conta das especificidades das arquiteturas locais. Outro local Romano reconstruído virtualmente é Bracara Augusta [Marcos00] e [Bernandes03], mas para o qual também falta algum realismo.

No passado foi criada uma solução semelhante à apresentada no que diz respeito à reconstrução de um local histórico (Fórum Flaviano de Conimbriga) e disponibilização online da mesma [Gonçalves05]. Esta solução usa a linguagem VRML que apesar de ser bastante leve no browser, é de difícil aprendizagem e necessita de um *plugin* para que possa ser visualizada.

No que diz respeito à aquisição tridimensional de estruturas arqueológicas existem diversas ferramentas que permitem efetuar essa aquisição, como por exemplo, em panoramas alargados, a *DeltaSphere 3000 time-of-flight laser scanner* [DeltaSphere00], usado por alguns departamentos da polícia pela equipa forense para fazer um levantamento da cena do crime. Este utiliza as leituras com lasers infravermelhos combinados com fotografias digitais de modo a obter texturas. No entanto, apesar de obter bons resultados é um processo bastante lento [Zhu07]. Outra solução é a *Metric Vision LR200 Laser Scanner*, o primeiro aparelho de aquisição a combinar dados vindos de radar, laser e 3D, aplicado ao famoso caso “Plastico di Roma antica” [Guidi05], onde apesar de ter capturado um grande volume de dados pecou por ter pouco detalhe e ter um elevado custo monetário. A *NextEngine Multi-Laser 3D Scanner* [NextEngine] poderá ser considerada uma solução a ter em consideração. Apesar de apresentar vantagens na recriação de texturas e cores dos objetos, captando assim uma imagem fiel ao objeto real, apresenta contudo inconvenientes como o preço e o facto de ser necessário um cenário específico com uma base giratória. Esta base tem que funcionar a uma velocidade constante, tornando o procedimento muito demorado.

Existe um outro tipo de equipamento que permite a aquisição tridimensional e com um custo significativamente mais reduzido quando comparado com os equipamentos descritos anteriormente. Esse equipamento, inicialmente concebido para a indústria de jogos, é a Microsoft Kinect idealizada para a consola de videogames *Xbox 360*, permite interações de forma natural [PrimeSense13], mas que devido às suas capacidades no que toca à captação de dados geométricos se revelou uma mais-valia no processo de aquisição tridimensional. Demonstrações do potencial

da Kinect nesta temática podem ser observadas nos trabalhos de [Henry10] e [Pheatt12].

A solução apresentada neste artigo utiliza a primeira versão do sensor Kinect, disponível a um custo relativamente baixo. No entanto, está já previsto o lançamento por parte da Microsoft da segunda versão deste equipamento, a Kinect 2, que entre outras características passará a ter uma resolução de 1080p (ao invés dos 480p da versão anterior). É espetável que com alguns ajustes na ferramenta desenvolvida no âmbito deste trabalho para captura geométrica dos artefactos de Conimbriga e com recurso ao Kinect SDK 1.8, um kit de desenvolvimento gratuito [Microsoft11], as aquisições tornar-se-ão muito mais precisas devido à melhoria da perceção de profundidade do novo sensor.

Noutra vertente, de forma a poder criar e controlar interativamente cenários tridimensionais, estes podem ser produzidos utilizando um software de modelação. No entanto, alguns têm um elevado custo associado. No caso de estudo em apreço optou-se pelo *Blender*, um *software* grátis *open-source* que foi criado como alternativa aos programas de elevado preço atualmente no mercado.

Por fim, a apresentação de modelos tridimensionais de espaços de herança cultural através da Internet, nomeadamente de estruturas romanas, tem sido igualmente destacada em diversos casos de estudo. Como exemplo, [Gonçalves03] e [Silva04] apresentam uma abordagem interessante na disponibilização de ambientes relativamente realistas, com especial ênfase no reduzido tamanho dos modelos, utilizando uma das tecnologias populares na altura, o VRML. Contudo, era necessária a instalação de um *plugin* específico. Neste artigo, a solução apresentada apenas necessita de um *browser* compatível com HTML5, para permitir visualizar os modelos tridimensionais.

## 3. MEDIANUM ABSIDADO

Ainda que a ínsula a que pertence a *Casa do Medianum Absidado* não se possa considerar completamente escavada, e apesar da conturbada história do seu descobrimento, os dados disponíveis são suficientes para se poder descrever com algum pormenor o edifício, representado na Figura 1. As estruturas a que se dá o nome de “*Casa do Medianum Absidado*” constituem uma parte da ínsula paralela ao fórum, do lado poente, que inclui também a casa de *Valerius Daphinus* e ainda outras unidades a Norte.

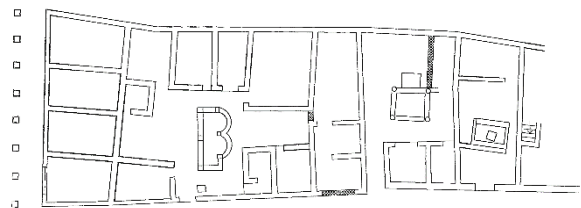


Figura 1 - Planta da Casa do Medianum Absidado

#### 4. MEDIANUM ABSIDADO VIRTUAL

A reconstrução virtual da *Casa do Medianum Absidado* foi cuidadosamente preparada com base em informações recolhidas no local e no conhecimento de peritos, através de um processo colaborativo entre as áreas de Arqueologia e Informática. O objetivo é o de apresentar uma solução de baixo custo para casos semelhantes, mas ao mesmo tempo de elevado rigor histórico e arqueológico, que irá disponibilizar de modo eficiente os resultados através da Internet de forma eficiente. Para tal foi utilizado um software de modelação (*Blender*) que permitiu recriar o edifício tridimensionalmente. Posteriormente recorreu-se à utilização da Kinect para criar uma réplica virtual dos artefactos reais. A Kinect Fusion fornece a possibilidade de digitalizar e criar um modelo de um qualquer objeto tridimensional do mundo real utilizando o sensor da Kinect, permitindo que superfícies densas sejam reconstruídas em tempo real, com um nível e robustez muito superiores àqueles que qualquer profissional conseguiria modelar em horas de trabalho. Em poucos segundos após a aquisição é obtido um ficheiro preparado para ser manipulado livremente sem representar qualquer ameaça para a integridade do objeto real.

##### 4.1 Aplicação ao caso de estudo

Devido a tratarem-se de artefactos muito antigos e alguns deles verdadeiras relíquias, foi necessária a deslocação até um laboratório no Museu Monográfico de Conímbriga para realizar a aquisição dos artefactos pertencentes à *Casa do Medianum Absidado*. O processo consistiu em colocar os artefactos num tripé (um a um) e mover, manualmente, a Kinect à volta dos mesmos.



Figura 2 – Resultado da aquisição tridimensional de uma ânfora com 669000 faces

Dado que a Kinect produz modelos com um elevado número de polígonos (Figura 2), tal poderá inviabilizar a disponibilização de um modelo com estas características na internet, uma vez que a complexidade geométrica dos modelos conduzirá a uma degradação significativa do desempenho aquando de uma utilização em modo interativo. Para reduzir a complexidade geométrica do modelo sem comprometer o realismo do mesmo foi utilizada uma funcionalidade do *Blender*, nomeadamente, o *addon Decimate modifier* que reduz o número total de vértices/faces sem alterar a forma do objeto, que, neste caso com uma configuração de menos 95% das faces, o mesmo modelo não registou perda visível de qualidade. O

passo final passa por corrigir as possíveis falhas no modelo. Neste caso em particular foi utilizado um *modifier* do *Blender* chamado *Remesh Modifier* de forma a alterar a topologia do modelo preenchendo eventuais buracos (Figura 3).



Figura 3: Modelo final com as correções necessárias

#### 5. ACESSO ONLINE COM WEBGL

Num passado recente seria necessário usar programas de modelação tridimensional especializados de formar a criar/visualizar modelos 3D. Estas ferramentas tinham acesso à Unidade de Processamento Gráfico (GPU) de um dado computador, havendo a necessidade de, para ser visualizado num *browser*, ser necessária a instalação de um *plugin* [Gonçalves05].

Devido aos avanços nas características atuais dos *browsers* é agora possível integrarem *WebGL* [KhronosGroup13], uma API de baixo nível em *Javascript*, que acede diretamente à capacidade gráfica da GPU em que o *browser* está a correr. Uma vez que o *WebGL* é baseado em padrões web, não necessita de nenhum *plugin* específico para apresentar estes resultados. Tem ainda as vantagens de ser totalmente interativo, funcionar num qualquer computador pessoal e, estima-se que brevemente estará disponível em praticamente todos os dispositivos móveis proeminentes.

Nessa sequência, o *Three.js* [MrDoob13], desenvolvido por *MrDoob*, é um motor 3D extremamente leve com um baixo nível de complexidade. Permite ainda todas as tecnologias supra mencionadas e criar um modelo tridimensional interativo de uma casa romana que pode ser navegada livremente num *browser*. A página com o modelo final da casa do *Medianum Absidado* está disponível em:

<http://cesarferreira.com/work/medianum/>



Figura 4: Resultado final do exterior da casa

## 6. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo primordial a criação de um modelo tridimensional da *Casa do Medianum Absidado*, incluindo réplicas virtuais de artefactos usados na época em questão, e permite realizar uma visita virtual interativa *online*. Esse processo foi implementado através de modelação manual utilizando um *software* de código aberto e uma câmara de profundidade móvel de baixo custo. Ao invés de outras alternativas apresentadas, esta solução é agnóstica ao sistema operativo, não necessita de *plugins* adicionais para a visualização num *browser* e não apresenta custos excessivos.

## 7. TRABALHO FUTURO

Apesar da alternativa sugerida apresentar diversas vantagens em termos de custo, realismo dos modelos obtidos e disseminação de herança cultural, é ainda necessário otimizar a aquisição de objetos, permitindo a captação de cores e texturas. Poderá ainda considerar-se a aplicação desta metodologia a outras estruturas que permitirá não só aperfeiçoar técnicas, como incluir métodos de modelação procedimental.

## 8. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi parcialmente suportado pelo governo português, através da Fundação para a Ciência e a Tecnologia – FCT e a União Europeia (COMPETE, FEDER) através do projeto PTDC/EIA-EIA/114868/2009 (FCOMP-01-0124-FEDER-015075) intitulado “ERAS - Reconstrução Virtual Expedita de Sítios de Herança Cultural”.

## 9. REFERÊNCIAS

- [Bernandes03] Bernandes, Paulo and Martins, Manuela "Computação Gráfica e Arqueologia Urbana O caso de Bracara Augusta", 12º Encontro Português de Computação Gráfica Outubro 2003.
- [Correia11] V. H. "A Arquitectura Doméstica de Conimbriga e as Estruturas Económicas e Sociais da Cidade Romana", PhD Thesis, Universidade de Coimbra. 2011.
- [DeltaSphere00] DeltaSphere Technology from 3rdTech, Inc.. "Capturing Crime Scenes in 3D and Color", 2000, <http://www.deltasphere.com/>
- [Gonçalves03] A. Gonçalves and A. Mendes, "The re-birth of a Roman Forum - The Case Study of the Flavian Forum of Conimbriga", in Proc. of Enter the Past: The E-way into the Four Dimensions of Cultural Heritage – Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, Wien (Austria), April 2003.
- [Gonçalves05] A. Gonçalves, F. Silva and A. Mendes, "An Approach to (Virtually) Recreate Historical Findings", in Proc. of the 10<sup>th</sup> International Congress "Cultural Heritage and New Technologies", Wien (Austria), Novembro 2005.

- [Guidi05] G. Guidi, B. Frischer, M. Simone, A. Cioci, A. Spinetti, et al. "Virtualizing ancient Rome: 3D acquisition and modeling of a large plaster-of-Paris model of imperial Rome", Proc. SPIE 5665, Videometrics VIII, 119 (Fevereiro 28, 2005).
- [Henry10] Henry, P., Krainin, M., Herbst, E., Ren, X., & Fox, D. (2010, December). RGB-D mapping: Using depth cameras for dense 3D modeling of indoor environments. In *the 12th International Symposium on Experimental Robotics (ISER)* (Vol. 20, pp. 22-25).
- [KhronosGroup13] KhronosGroup. "WebGL, OpenGL ES 2.0 for the Web", julho 2013, <http://www.khronos.org/>
- [Man07] Man, A. D., & Soares, A. M. M. (2007). A datação pelo radiocarbono de contextos pós-romanos de Conimbriga. *Revista portuguesa de arqueologia*, 10(2), 285-294.
- [Marcos00] Marcos, Adérito [et al.] - Virtual tour to Bracara Augusta. "Computer Graphic TOPICS". ISSN 0936-2770. Vol. 12, Nº 5 (2000), p. 9-10
- [MrDoob13] MrDoob. "JavaScript 3D library using WebGL", Julho 2013, <https://github.com/mrdoob/three.js/>
- [Microsoft11] Microsoft. "Kinect for Windows", Julho 2011, <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/>
- [NextEngine] NextEngine. "3D Scanner HD", <http://www.nextengine.com/>
- [Pheatt12] Pheatt, C., & McMullen, J. (2012). Programming for the Xbox Kinect™ sensor: tutorial presentation. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 27(5), 140-141.
- [PrimeSense13] PrimeSense, Julho 2013, <http://www.primesense.com/>
- [Ruivo06] Ruivo, J. (2006). "Conjunto monetário tardo-romano da casa do mediano absidado (Conimbriga)", Conimbriga. - ISSN 0084-9189. - Vol. XLV (2006), p. 301-309.
- [Silva04] F. Silva, D. Rodrigues and A. Gonçalves "House of the Skeletons – A Virtual Way", in Proc. of the CAA2004 – Beyond the artifact - Digital interpretation of the past, Prato (Italy), Abril 2004.
- [Zhu07] Zhu, J., Humphreys, G., Koller, D., Steuart, S., & Wang, R. (2007, August). Fast omnidirectional 3D scene acquisition with an array of stereo cameras. In *3-D Digital Imaging and Modeling, 2007. 3DIM'07. Sixth International Conference on* (pp. 217-224). IEEE.