
O restauro da cerâmica de Torre de Palma em realidade virtual e aumentada

MAIA LANGLEY¹
HELENA RUA²

R E S U M O

O estudo apresentado corresponde a um projecto de utilização de ferramentas de modelação analítica como forma de ultrapassar as limitações da representação de dados bidimensionais (2D) para a reconstrução tridimensional (3D) virtual de elementos cerâmicos obtidos em escavações arqueológicas. O trabalho baseia-se na utilização de dados — desenhos, em suporte milimétrico, do perfil de elementos cerâmicos —, do espólio em melhor estado de conservação, de modo a reproduzir o original. Este procedimento, bastante acessível a qualquer utilizador de computação gráfica, tem vindo a ser usado como meio de divulgação de peças de colecção nos (chamados) museus virtuais. Trata-se de uma forma muito visual e acessível de disseminar valores culturais. No entanto, podem ambicionar-se outras utilizações, bem mais interessantes do que a simples manipulação de imagens, para os dados assim obtidos. O uso de modelos tridimensionais possibilita a medição, catalogação e comparação automática entre classes de modelos, de modo a determinar características e desvios que possam ter ocorrido no fabrico de objectos cerâmicos. A intenção é obter valores que permitam vir a ser implementados automaticamente, quer em termos de reconstrução quer de catalogação, a todo e qualquer vestígio, independentemente da dimensão do fragmento. Apesar do estudo conducente a esta comunicação ainda estar numa fase bastante embrionária, os resultados obtidos das primeiras visualizações são muito adequados à divulgação e discussão públicas, como queremos demonstrar.

A B S T R A C T

The application of analytical modelling tools to overcome the limitations of 2D representation of data for 3D virtual reconstruction of ceramic vessel fragments, which were recovered during archaeological excavations, is discussed here. This work is based on the use of data — millimetre scale drawings of the objects' profiles — on the best preserved pieces so as to reproduce the original for applications in virtual programs. This procedure can easily be followed by anyone familiar with computer graphics and it has come into use as a means of displaying items from collections in (so-called) virtual museums to a wider public audience. This is a highly visual and accessible way of publicizing cultural assets and making these cultural materials more visually available to a wider audience. But, it is possible to apply

this technology in a more interesting and technologically beneficial way than just the mere manipulation of images. The use of three-dimensional models allows measuring, cataloguing and automatic comparing of classes of models so as to establish characteristics and to prevent mistakes that may have occurred during the production of ceramic pieces. The purpose is to find values that could be implemented automatically, either in terms of reconstruction or of cataloguing, in every single fragment, regardless of its size, typology or chronological period. Even though the study, that was the impetus for this paper, is still in its very nascent stages, the results obtained from the first visualizations were good enough to report and discuss and to share with our colleagues.

Introdução

Em arqueologia, a cerâmica tem vindo a ser objecto de estudo desde há décadas. Basicamente, porque são elementos que permitem a datação, fundamental em épocas e locais onde a escassez de informação complementar (moedas) é dominante; e porque, correspondendo às embalagens da época, conhecer o seu fabrico é revelador da indústria que lhe está associada, bem como da amplitude do comércio efectuado na região.

A quantidade de espólio desta natureza que se obtém durante uma campanha arqueológica não é compatível com o seu tratamento, ou seja, lavagem, identificação do corte de onde foram removidos, identificação e colagem dos encaixes da mesma peça, registo e estudo. Tudo procedimentos manuais que contribuem para a lentidão do processo de análise e, consequentemente, para o aumento do acervo dos depósitos dos museus.

A ideia de automatizar esta sequência, ainda em fase experimental e de que se apresentam alguns resultados, foi implementada a alguns exemplares provenientes da estação arqueológica de Torre de Palma, em Monforte, da responsabilidade da arqueóloga Dr.^a Maia Langley.

Processo de modelação

A execução dos modelos teve como base os elementos fornecidos a 2D (Fig. 1), correspondentes a desenhos convertidos ao formato digital (scanner 2D), mas efectuados segundo os procedimentos, equipamentos e suportes tradicionais em trabalhos arqueológicos (Arcelin & Rigoir, 1979; Feugère, Foy & Vallauri, 1982; Castro & Sebastian, 2003, pp. 545–560; Calado, 2009).

A primeira fase do trabalho correspondeu à conversão vectorial desses elementos, tendo sido efectuada em AutoCAD (Autodesk, 2008). Para o efeito, utilizaram-se diferentes *layers* para cada um dos constituintes, i.e. perfil, asa, secção, etc., de modo a garantir a independência de cada um destes elementos. Em seguida, efectuou-se a importação dessas entidades gráficas em 3ds Max (Autodesk, 2008), por corresponder a um programa com melhor desempenho em termos de texturização e visualização de modelos. A linha do perfil foi rodada em torno de um eixo vertical (comando *Lathe*) e o número de faces ajustadas à representação do objecto (Fig. 2).

Para a textura, foram utilizadas fotografias das cerâmicas, igualmente da responsabilidade da equipa da Dr.^a Maia Langley (Fig. 3), o que permitiu atribuir a cada modelo as respectivas características.

Apesar de, presentemente, existirem formas alternativas de aquisição de dados, automáticas, que têm vindo a ser implementadas ao estudo da cerâmica que, para além de corresponderem a

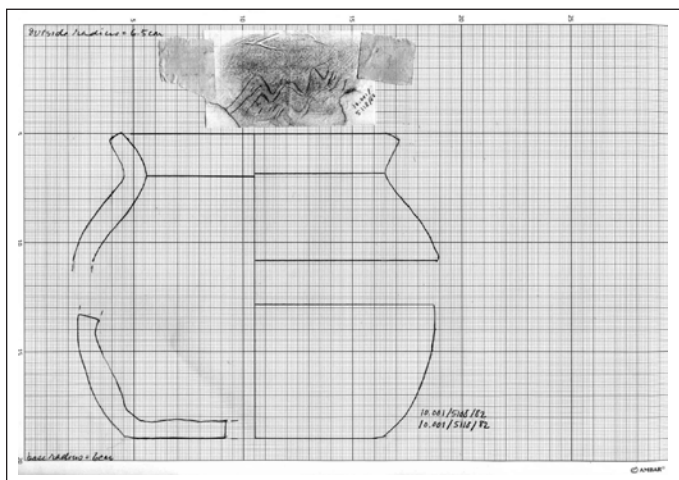


Fig. 1 Exemplo de registo do espólio arqueológico de Torre de Palma.

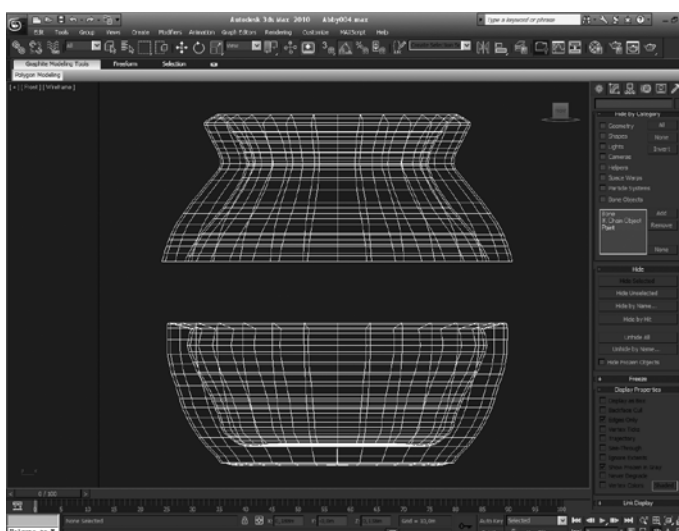


Fig. 2 Geração do modelo 3D.



Fig. 3 Exemplo de texturização de modelo 3D.

equipamentos cada vez mais acessíveis e com a vantagem de fornecerem dados digitais, rigorosos, no formato mais adequado à sua manipulação em meio informático, foi um recurso momentaneamente não utilizado, em consequência do modo como os dados foram fornecidos.

Efectivamente, a *scannerização* tridimensional permite detectar e registar qualquer variação da superfície do espólio, por muito imperceptível que seja à visão humana e qualquer que seja a dimensão do objecto. Com a vantagem de poder adequar a resolução a qualquer especificidade (Mara & *alii*, 2005, 2007).

Por sua vez, a correcção da aquisição de dados irá permitir obter valores mais precisos relativamente aos atributos da forma da peça original, tais como determinação do raio de curvaturas (Karasić & *alii*, 2005), esgrafitos, texturizações, o que se repercutirá na qualidade do modelo final. No extremo, poderá pensar-se num processo que permita ainda a integração de outras características e atributos associados, tais como cor e constituição da massa, cozimento, estado de conservação, etc.

De certa maneira, pode considerar-se que a utilização de um *software* vectorial de modelação gráfica permitiu superar as limitações impostas pelos desenhos do espólio. A edição de pontos/nós e linhas/segmentos (e superfícies/faces) possibilita a introdução de ajustes na figura, propor-

cionando a adequação do modelo à realidade. Com a vantagem de poder inserir, ainda, as referências relativas aos esgrafitos decorativos e às ‘marcas de fabrico’, o que pode ser conseguido de duas maneiras: por alteração do posicionamento de vértices de forma a imitar os sulcos da textura; ou por conformização de uma imagem sobre a superfície do modelo. Porém, toda e qualquer personalização tendo como base o utilizador têm como principal inconveniente o aumento do tempo necessário à sua reprodução.

Deste modo, foi possível obter um número representativo de modelos do espólio da *villa* romana de Torre de Palma [em anexo].

Desenvolvimentos

Em consequência deste primeiro desenvolvimento, constatou-se a utilidade desta ferramenta em permitir reconstruir os objectos de acordo com os princípios do restauro científico (ICOMOS, 1965, 1999), i.e. diferenciando os troços da anastilose (Fig. 4).

Mas, tratando-se de modelos virtuais, também podem ser integralmente visualizados, como se estivessem intactos, sem que isso provoque qualquer dano ao material.

O rigor do traçado inicial da linha de perfil que gera o modelo, irá condicionar a reprodução final, aspecto especialmente crítico quando se objectiva usar estes elementos para proceder à catalogação sistemática e quando se dispõem apenas de troços muito incompletos de uma peça (Kampel & alii, 2006, 2007, pp. 740–747).

Como é sabido, o estudo da tipologia das peças, i.e. da configuração física do modelo (geometria e decorações associada à análise química das pastas — composição e propriedades — e, eventualmente, uma estimativa de tempos de cozedura) é um estudo recorrente, que tem ocupado especialistas, quer nos aspectos relativos à classificação, quer na estimação de zonas produtivas e áreas de influência, que ultrapassam a actual realidade administrativa (Cardoso, 1978, pp. 63–78, 1986, pp. 153–173; Roselló, 1996; Cauliez, Delaunay & Duplan, 2001; AA.VV, 2008). A dificuldade na catalogação de espólio desta natureza reside, principalmente, nas pequenas variações e irregularidades detectadas em peças da mesma tipologia, que podem ser propositadas ou ocasionais, em consequência do modo como essas actividades de produção se efectuavam, nomeadamente equipamentos e processos de fabrico utilizados. Trata-se de um estudo complexo, que requer aos especialistas conhecimentos profundos desta matéria para poderem, com segurança, associar elementos cerâmicos às respectivas categorias.

A vantagem na utilização do formato digital (2D-perfis e 3D-modelos), reside na facilidade em poder associar informação e construir matrizes de análise tipológica, actualizáveis e organizadas segundo bases de dados relacionais, que proporcionam pesquisas por diferentes campos temáticos independentemente da hierarquia de cada constituinte. Se a esses dados for ainda acrescentada informação sobre o sítio onde ocorrem, é possível compreender, de forma dinâmica, qual o



Fig. 4 Modelo 3D.

seu impacto a nível regional (os Sistema de Informação Geográfica são extraordinariamente adequados aos estudos de âmbito arqueológico).

A catalogação de cerâmica em meio informático, permite organizar a actual classificação temática de forma flexível de modo a associar e a criar novas subfamílias em conformidade com os pareceres dos especialistas, inquirir uma grande quantidade de dados de forma rápida e selectiva, e efectuar estudos comparativos qualquer que seja o campo de investigação. Após esta implementação, poderá ponderar-se, ainda, um procedimento que permita automatizar a classificação de espólio, especialmente interessante para as peças pequenas de qualidade notável.

Uma vez que ainda não se dispõe do número mínimo de exemplares para um estudo de índole estatística, optou-se por utilizar os modelos disponíveis noutros tipos de experimentações, para além da sistematização de tipologias. Assim, recorrendo a um programa de utilização gratuita, o *freeware* (ARToolKit, 2007), a uma câmara (*webcam*) e a um alvo, foi possível ‘utilizar’ os objectos como parte integrante do mundo real. Efectivamente, dispor dos modelos destes exemplares proporcionou experimentações no âmbito da computação gráfica, em ambiente imersivo, tais como o da Realidade Aumentada (Fig. 5) que combina, num mesmo cenário, o espaço existente com o virtual.

Apesar de estes primeiros testes serem relativamente simples e pouco ambiciosos, permitiram uma primeira interacção com os objectos e compreender noções de capacidade e de peso que tão naturalmente atribuímos aos instrumentos comuns. As limitações do programa, que obriga à criação de um alvo/base para a utilização de cada objecto ou grupo de objectos e a inexistência de barreiras superficiais que dêem consistência aos volumes (caixas de colisão), são ainda obstáculos à disponibilização de vários elementos cerâmicos na mesma cena. No entanto, a experimentação obriga a ponderar aspectos do quotidiano relacionados quer com a utilização quer com a arrumação e armazenamento desses objectos que, de outro modo, passam despercebidos.

A utilização de ambientes híbridos para recriação de cenários arqueológicos tem vindo a ser experimentada em aplicações mais abrangentes, no âmbito da reconstrução de sítios (Benko & alii, 2004, 2005), como forma de ultrapassar os inconvenientes causados pelas particularidades do tra-

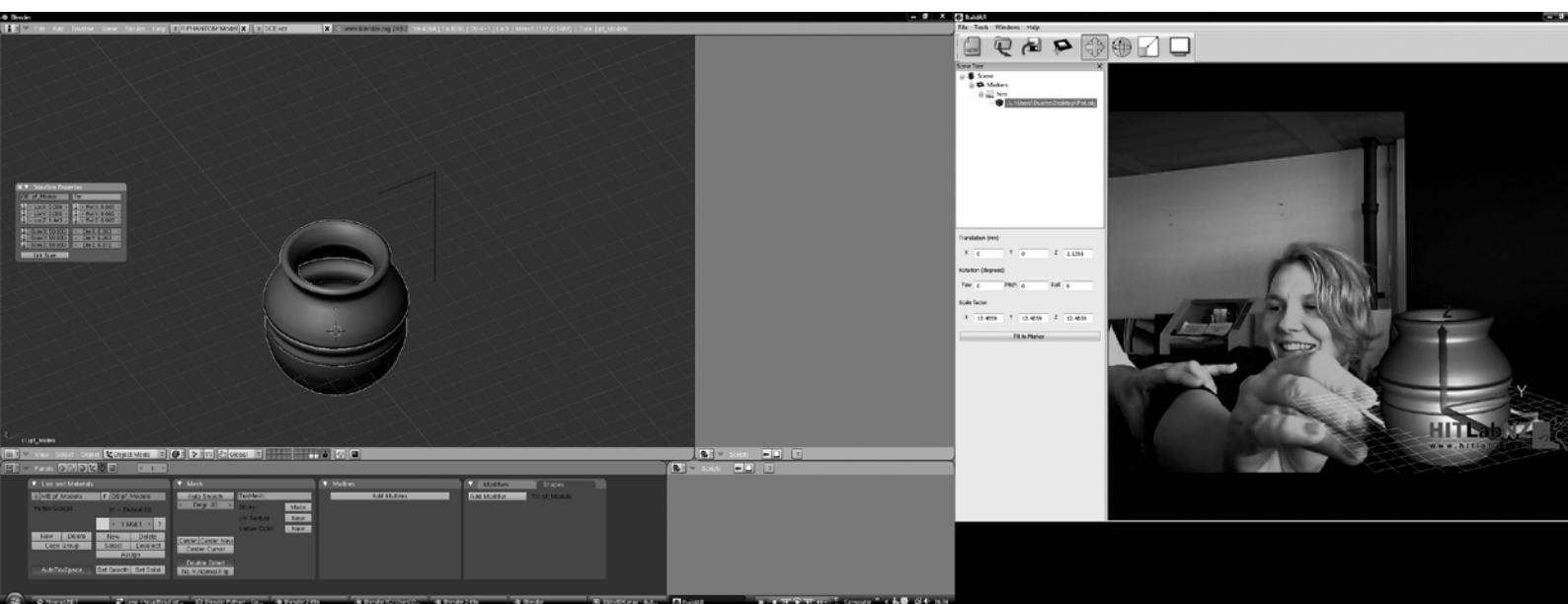


Fig. 5 Modelo 3D em Realidade Aumentada – RA.

balho de campo, normalmente num tempo muito curto e em sítios distantes, que a escavação se encarrega de destruir paulatinamente. Refazer as estruturas em ambiente virtual obriga ao registo sistemático e minucioso de todo e qualquer objecto, constituindo assim mais um complemento dos tradicionais. Proporcionar a visualização em laboratório permite, ao arqueólogo, a consulta dinâmica do local sem ter de se deslocar ao sítio.

O principal inconveniente associado a este tipo de reprodução de dados diz respeito à necessária dependência tecnológica para poder aceder aos objectos. Por outro lado, a ambição humana de que a cópia assemelhe a realidade implica um custo acrescido em termos de capacidade informática, a superar com a evolução do equipamento. E uma desadequada resolução de imagem pode resultar em aplicações ainda pouco atractivas e, consequentemente, pouco motivadoras ao utilizador comum.

Conclusões

Um óbvio benefício da aplicação deste trabalho é, sem dúvida, a divulgação cultural dos elementos cerâmicos que podem ser disponibilizados remotamente, associados ao seu contexto (< <http://portanta.com/> >). O mesmo se verificando com a utilização de modelos de reconstrução virtual, quer dos objectos quer do espaço em que se integram, como um meio de explicar os hábitos e costumes das pessoas que os usaram, com a vantagem de poderem ser visualizados de diversos pontos de vista

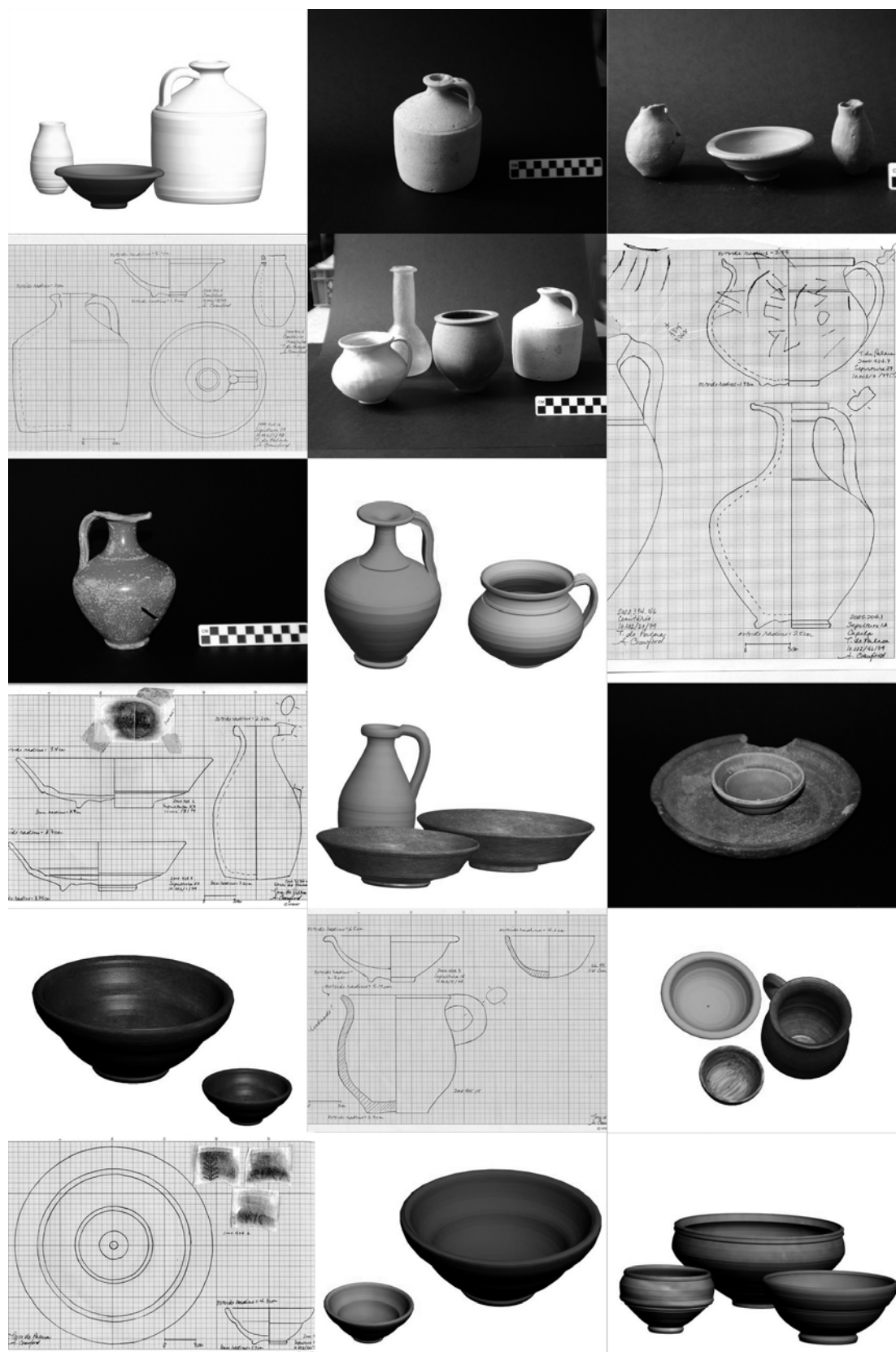
Aos especialistas, o meio informático é extraordinariamente adequado à manipulação, ‘em simultâneo’, de uma grande quantidade de dados e, assim, muito indicado na aplicação a ordenações dinâmicas de espólio, em constante necessidade de actualização, de acordo com as campanhas arqueológicas efectuadas.

A reprodução dos objectos em meio informático proporciona, ainda, a rápida visualização e ‘reconstrução’, permitindo a consulta aos dados sem danos para o original, contribuindo, deste modo, para a preservação do acervo arqueológico. Do mesmo modo, a ‘fabricação’ do modelo, evidenciando, em maior ou menor grau, a diferenciação entre existente e proposto, constitui uma base que pode ser utilizada quer na divulgação cultural quer em trabalhos de índole científica, tais como o estabelecimento de regras a implementar no restauro de objectos.

O uso de ambientes imersivos de Realidade Aumentada, ainda numa fase muito experimental e, p.i., de aplicação restrita, constitui um processo reconstrutivo potencialmente adequado ao estudo ergonómico dos objectos e do equipamento utilizado na sua produção.

Agradecimentos

Um particular reconhecimento ao Dr. Luís Raposo, Director do Museu Nacional de Arqueologia, ao Doutor Rui Boaventura e à Dr.^a Abby Crawford, pela cedência graciosa dos dados referentes aos elementos cerâmicos ainda em estudo.



Anexo 1



Anexo 1

NOTAS

- ¹ Investigadora FCT, Lisboa
maialangley@gmail.com
- ² ICIST – Grupo 6 – Arquitectura
DECivil-IST, UT Lisboa
hrua@civil.ist.utl.pt

BIBLIOGRAFIA

- ARCELIN, Patrice; RIGOR, Yves (1979) - *Normalisation du dessin en céramologie. Résultats de la table-ronde de Montpellier réunie le 7 avril 1976*. Numéro Spécial. Lambesc: Association pour la Diffusion de l'Archéologie Méridionale.
- BENKO, Hrvoje; ISHAK, Edward W.; FEINER, Steven (2004) - Collaborative mixed reality visualization of an archaeological excavation. In *Proceedings IEEE and ACM ISMAR 2004, Arlington, VA, November 2-5*, pp. 132-140.
- BENKO, Hrvoje; ISHAK, Edward W.; FEINER, Steven (2005) - Cross-dimensional gestural interaction techniques for hybrid immersive environments. In *Proceedings of IEEE Virtual Reality (VR 2005). Bonn, Germany, March 12-16, 2005*. New York, NY: Institute of Electrical & Electronics Engineers, pp. 209-216.
- BERNAL CASASOLA, Dario; RIBERA I LACOMBA, Albert, eds. (2008) - *Cerámicas hispanorromanas: un estado de la cuestión*. Cádiz: Universidad.
- CALADO, Manuel (2009) - *Técnicas de documentação gráfica em arqueologia normas de desenho arqueológico. Preparação dos originais para publicação com Adobe Illustrator* <<http://desenhoarqueo.blogspot.com>> (consultado em 06/01/2010).
- CARDOSO, Guilherme (1978) - Ânforas romanas no Museu do Mar (Cascais). *Conimbriga*. Coimbra. 17, pp. 63-78.
- CARDOSO, Guilherme (1986) - Fornos de ânforas romanas na bacia do rio Sado: Pinheiro, Abul e Bugio. *Conimbriga*. Coimbra. 25, pp. 153-173.
- CASTRO, Ana Sampaio e; SEBASTIAN, Luís (2003) - A componente de desenho cerâmico na intervenção arqueológica no Mosteiro de S. João de Tarouca. *Revista Portuguesa de Arqueologia*. Lisboa. 6:2, pp. 545-560.
- CAULIEZ, Jessie; DELAUNAY, Gaëlle; DUPLAN, Véronique (2001-2002) - Nomenclature et méthode de description pour l'étude des céramiques de la fin du Néolithique en Provence. *Préhistoire Anthropologie Méditerranéennes*. Aix-en-Provence. 10-11, pp. 61-81.
- FEUGÈRE, Michel; FOY, Danièle; VALLAURI, Lucy (1982) - *Normalisation du dessin en archéologie: le mobilier non-céramique (métal, verre, os, bois, terre cuite). Méthodes et Techniques*. Lambesc: Association pour la Diffusion de l'Archéologie Méridionale.
- ICOMOS - *Carta Internacional Sobre a Conservação e o Restauro dos Monumentos e dos Sítios, Carta de Veneza - 1965; Carta do ICOMOS da Austrália Para a Conservação dos Sítios com Significado Cultural, 'Australia ICOMOS Burra Charter, 1999'*.
- KAMPEL, Martin; MARA, Hubert; SABLATNIG, Robert (2006) - Automated investigation of archaeological vessels. In LUISE, Marco, ed. - *Proceedings of the 14th European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2006), Florence, Italy, September 4-8, 2006*.
- KAMPEL, Martin; SABLATNIG, Robert (2007) - Rule based system for archaeological pottery classification. *Pattern Recognition Letters*. New York, NY. 28:6, pp. 740-747.
- KARASIK, Avshalom; MARA, Hubert; SABLATNIG, Robert; SHARON, Ilan; SMILANSKY, Uzy (2005) - Measuring deformations of wheel-produced ceramics using high resolution 3D reconstructions. In *Proceedings of Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Conference (CAA)*. Tomar, Portugal.
- MARA, Hubert; SABLATNIG, Robert (2005) - 3D-vision applied in archaeology. *Forum Archaeologiae - Zeitschrift für klassische Archäologie* 34/III/2005 <<http://farch.net>> (consultado em 24/09/2009).
- MARA, Hubert; KAMPEL, Martin; NICCOLUCCI, Franco; SABLATNIG, Robert (2007) - Ancient coins & ceramics - 3d and 2d documentation for preservation and retrieval of lost heritage. In *Proceedings of the 2nd ISPRS International Workshop 3D-ARCH 2007: "3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures" ETH Zurich, Switzerland, 12-13 July 2007*. 36:5/W47.
- MARTÍNEZ ROSELLÓ, María (1996) - Aportació metodològica a l'estudi de les ceràmiques ibèriques a mà. *Quaderns de Prehistòria i Arqueologia de Castelló*. Castelló. 17, pp. 309-320.
- Autodesk® - AutoCAD® 2008 tutorials; AutoCAD Building Your World Guide; AutoCAD / AutoCAD LT® Getting Started Guide; AutoCAD Customization Guide; AutoCAD Network Administration Guide; AutoCAD ActiveX® and VBA Developer's Guide; AutoCAD User's Guide.
- Autodesk® - 3ds Max® 2008 documentation.
- ARToolKit-2.72. (2007) - 1-bin-win32, <<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>> (consultado em 16/10/2009).
- BuildAR 1.1 (C) 2008 NIT Lab NZ - <<http://www.hitlabnz.org/wiki/BuildAR>> (consultado em 16/10/2009).

