

## Exploração Virtual de uma embarcação do sec. XV afundada na ria de Aveiro

João Manuel Tavares, Beatriz Sousa Santos, Joaquim Sousa Pinto

**Resumo** – Este artigo apresenta um protótipo de uma Aplicação que permite a visualização de dados correspondentes às cerâmicas encontradas numa embarcação do sec. XV afundado na ria de Aveiro.

Esta aplicação foi desenvolvida em VRML 2.0 e permite a exploração tridimensional da posição relativa das cerâmicas bem como o acesso a outra informação de cada peça.

**Abstract** – This paper present a prototype of an Application to visualize data from pottery found in a XVth century shipwreck in the Aveiro lagoon.

This application was developed in VRML 2.0 and allows the tridimensional exploration of the relative position of the different pottery pieces as well as the access to some other information concerning each piece of pottery.

### I. INTRODUÇÃO<sup>1</sup>

A análise dos resultados de pesquisas arqueológicas torna-se um processo penoso e lento devido à grande quantidade de informação a tratar. Por outro lado a informação recolhida, sem um tratamento especial, é inadequada para a apresentar a um curioso interessado mas sem conhecimentos das técnicas e métodos arqueológicos [1, 2].

Com o recurso a técnicas de visualização por computador é possível representar graficamente a informação de modo que o utilizador rapidamente a compreenda e possa utilizar. Um ambiente virtual a 3 dimensões, além de acomodar maiores volumes de informação que um a 2 dimensões, permite ao utilizador usar os seus conhecimentos inatos para se orientar, movimentar e interagir com o ambiente virtual tal como do mundo real se tratasse. Este tipo de ambiente permite ao utilizador navegar livremente, olhando os dados de diferentes pontos de vista transitando suavemente de vistas detalhadas de uma área para vistas mais gerais ou vice versa. O ambiente tridimensional é projectado no ecrã bidimensional e os movimentos bidimensionais do rato são mapeados em movimento tridimensional.

A especificação VRML (Virtual Reality Modeling Language) define um formato standard para a descrição de mundos virtuais interactivos. A informação relativa ao ambiente virtual está contida num ficheiro de texto o que permite a sua fácil e rápida divulgação pela Internet.

Este trabalho tem como pano de fundo a exploração arqueológica efectuada na Ria de Aveiro sobre os destroços de uma embarcação do século XV. Pretende-se recriar num ambiente virtual a 3 dimensões, recorrendo à especificação VRML, a exploração arqueológica subaquática levada a cabo pelos arqueólogos sendo a visualização dos dados referentes às cerâmicas o 1.º passo para atingir esse fim. O utilizador terá a oportunidade de visualizar a disposição espacial das peças cerâmicas e obter selectivamente, através do dispositivo apontador, mais informação sobre cada uma delas.

### II. MÉTODOS

#### A. Ferramentas

Recorreu-se a duas ferramentas para alcançar os objectivos: o Matlab [3] e o Blaxxun CC3D [4]. Este último é uma ferramenta de visualização de ambientes virtuais a 3 dimensões. O Matlab é usado para criar um gestor de informação contendo as coordenadas da localização das peças e realizar tarefas como a conversão da informação do gestor para um formato VRML. O Blaxxun CC3D, que faz de interface gráfico com o utilizador, é usado para converter para formato gráfico a informação contida num ficheiro com formato VRML.

#### B. Abordagem

Considerou-se a área explorada arqueologicamente representada por uma grelha horizontal dividida em quadrículas de 1 m<sup>2</sup> de área. Atribuíram-se os eixos da seguinte forma: o eixo xx' para as colunas, o eixo zz' para as linhas e o eixo yy' para a altura. Tomou-se para origem das coordenadas o vértice inferior esquerdo da grelha (ver figura 1).

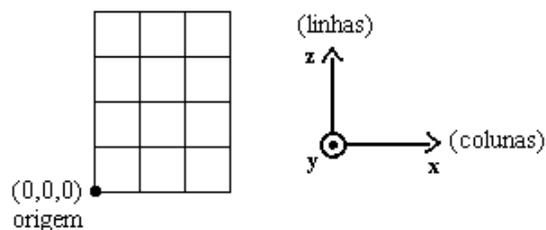


Figura 1 – Grelha e sistema de eixos associado.

<sup>1</sup> Trabalho desenvolvido no âmbito da disciplina de Visualização do Mestrado em Electrónica e Telecomunicações de 1997/98.

Cada quadrícula é identificada pelo n.º da linha (l = 1, 2, 3, ...) e n.º da coluna (c = 1, 2, 3, ...). A posição de cada

peça fica definida pela quadrícula e pela posição relativa da peça relativamente ao vértice inferior esquerdo da

$$x = (c - 1) + x_{rel}$$

$$y = y_{rel}$$

$$z = (l - 1) + z_{rel}$$

quadrícula segundo a seguinte relação:

A orientação de cada peça fica definida pela suas inclinações com o plano xoy e com o plano zoy.

### C. Gestor de informação

As peças recolhidas são em grande número e por isso, nada mais adequado que criar um gestor de informação para organizar a informação relativa a essas peças.

O gestor de informação deverá conter a informação necessária à caracterização das peças encontradas. Os campos usados foram os seguintes:

- Número da peça
- Tipo
- Data de recolha
- Descrição
- Quadrícula
- Posição relativa
- Orientação
- Informação (dimensões, estado de integridade, etc.)
- Fotografias

Recorreu-se ao Matlab para a sua implementação. Basicamente cada campo é representado por um *array* e cada peça por um único índice desse *array*. Com esta estrutura foi simples a criação das funções de inserir peças e de consulta que permitem respectivamente adicionar novos índices com informação relativa a novas peças e consultar a informação de peças já armazenadas.

### D. Modelação das peças tipo

As peças tipo são utilizadas nas vistas gerais da exploração 3D pelo que não é necessário muita precisão na sua representação não sendo também desejável uma precisão elevada devido a problemas de complexidade e consequentemente tempo de processamento. Dada a pouca complexidade exigida não se recorreu a nenhuma ferramenta específica para modelação das peças tipo. As suas formas aproximadamente de revolução facilitam a processo de modelação.

Os modelos dos objectos tridimensionais são aproximações poligonais sendo o n.º de polígonos usados determinante da precisão bem como da carga computacional associada ao "rendering".

Partiu-se de uma representação bidimensional da peça tendo sido usado um esboço feito à escala. O primeiro passo consistiu em determinar a localização espacial dos vértices que definem os polígonos. Para tal seccionou-se o esboço em várias secções horizontais (ver figura 2).

São sempre incluídas as secções base e topo. As secções foram escolhidas da seguinte forma: aproximou-se o contorno por segmentos de recta e seccionou-se nas zonas em que houve uma variação significativa na inclinação dos segmentos.

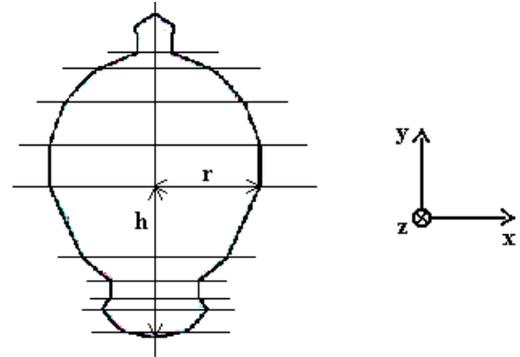


Figura 2 – Esboço de uma das peças tipo e sistema de eixos associado.

Posteriormente cada secção, que é uma circunferência, foi dividida em oito partes iguais do que resulta oito vértices igualmente espaçados ao longo da circunferência (ver figura 3).

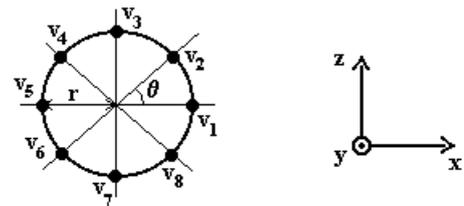


Figura 3 – Secção e sistema de eixos associado.

O centro da base da peça foi tomado como origem das coordenadas. Para facilitar adoptou-se um sistema de eixos idêntico ao utilizado na especificação VRML. O plano xoy representa o plano do papel (plano vertical) e o plano xoz representa um plano perpendicular a esse (plano horizontal). A posição de cada vértice fica definida pela altura da secção a que pertence, pelo raio dessa secção e pelo ângulo  $\theta$  segundo a relação:

$$x = r \cos \theta$$

$$y = h$$

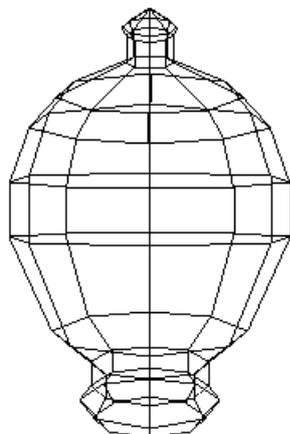
$$z = r \sin \theta$$

onde  $r$  é o raio da circunferência (secção) e é medido segundo a horizontal entre o contorno seccionado e a recta vertical que divide o esboço em duas partes simétricas;  $h$  é a altura e é medida segundo a vertical entre a base e a secção;  $\theta$  é o ângulo medido no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio e formado pela linha que une o vértice ao centro da circunferência e o eixo  $xx'$ .

Os polígonos são formados, neste caso, por 4 vértices, um par de uma secção com o par adjacente da secção superior de tal modo que existem 8 polígonos entre cada duas secções. A figura 4 mostra as ligações entre os vértices.

A ordem dos vértices seguida para definir os polígonos foi sempre seguindo o movimento contrário aos ponteiros do relógio. Esta técnica permite acelerar o “*culling*”.

Figura 4 – Modelo “*wireframe*” de uma peça tipo.



As coordenadas dos vértices e os polígonos foram definidas, em VRML 1.0. Utilizou-se esta especificação para manter a compatibilidade com certos *browsers* e uma vez que não é necessário interactividade com o utilizador. O formato utilizado foi o seguinte:

```
Coordinate3 {
  point [
    X1 Y1 Z1,
    X2 Y2 Z2,
    ...
    Xn Yn Zn ]
}
IndexedFaceSet {
  coordIndex [
    Vn,   Vn+1, Vn+9,  Vn+8,  -1,
    Vn+1, Vn+2, Vn+10, Vn+9,  -1,
    Vn+2, Vn+3, Vn+11, Vn+10, -1,
    ...
  ]
}
```

Para as peças que possuíam pegos a técnica descrita anteriormente não é muito adequada visto ser mais difícil a determinação dos vértices e ligação entre eles para formar os polígonos. Por isso aproximaram-se as pegos por vários cubos com comprimento, largura, altura e inclinação adequados.

Por fim a cor de barro dada às peças adicionou mais realismo à modelação.

### E. Construção do mundo virtual

Dado que as unidades em VRML são adimensionais estipulou-se a equivalência de 1 unidade VRML a 1 metro.

O utilizador é livre de navegar por um ambiente virtual 3D onde encontra as peças arqueológicas espalhadas conforme a sua localização e orientação no momento da sua descoberta e recolha. Dispõe de uma grelha horizontal dividida em quadrículas para referência e de um sistema

de eixos numerados que permitem localizar a sua posição. Os eixos podem ser mostrados ou escondidos mediante um botão de controlo.

Cada peça é representada pela correspondente peça tipo. As peças tipo (25 no total) foram modeladas à escala, em VRML, a partir de esboços, e usando um pequeno número de polígonos para reduzir a carga computacional. Quando o cursor do rato se encontra sobre a peça é mostrado num local predefinido do *browser* o número da peça seguido da sua descrição. No ambiente virtual a representação gráfica da peça tipo é uma âncora que permite efectuar a ligação a um ficheiro mediante a pressão do botão do rato quando o seu cursor se encontra sobre a peça. Pretende-se com este ficheiro criar uma página onde o utilizador pudesse aceder a uma representação tridimensional da peça em grande pormenor e também consultar informações variadas disponíveis sobre a peça.

Como já se disse a grelha serve para orientação. O n.º de linhas e de colunas da grelha dever ser tal que possa acomodar qualquer localização de uma peça. Uma consulta ao gestor de informação permite determinar essa informação. Foi criada uma função no Matlab que permite criar o ficheiro que modela a grelha em VRML 2.0. Essa função tem como parâmetros de entrada o n.º de linhas e o n.º de colunas da grelha.

O sistema de eixos permite a localização de uma posição. É formado por 3 linhas mutuamente perpendiculares entre si e que partem de um ponto comum que é a origem. As linhas representam os eixos x, y e z. Cada eixo está numerado de uma em uma unidade. Também se criou uma função do Matlab que permite construir o sistema de eixos, em VRML 2.0, dados as unidades máximas de cada um dos eixos.

Para posicionar e orientar cada peça utilizou-se, em VRML 2.0, o seguinte nó:

```
Anchor {
  url "<atalho para a página sobre a peça>"
  description "Peça nº<numero da peça>:
    descrição"
  children Transform {
    scale 0.01 0.01 0.01
    translation <pos.x> <pos.y> <pos.z>
    children Transform {
      rotation <orientação da peça>
      center <centro da peça tipo>
      children Inline {
        url "f<peça tipo>.wrl"
        bboxCenter <centro da peça
          tipo>
        bboxSize <dimensões da
          peça tipo>
      }
    }
  }
}
```

Por cada peça do gestor de informação é adicionado um nó com o formato descrito anteriormente (os símbolos ‘<

>' significam referência a uma variável cujo valor é encontrado no gestor de informação). Exceptua-se o 'centro da peça tipo' e 'dimensões da peça tipo'. Estas duas variáveis estão relacionadas com a modelação das peças tipo. Este processo é executado automaticamente por uma função do Matlab. Cada peça é representada graficamente pela correspondente peça tipo.

A especificação VRML 2.0 adiciona relativamente à especificação 1.0 um conjunto de novas funcionalidades para interacção com o utilizador. Essas novas funcionalidades são utilizadas para criar um botão de controlo que permite mostrar ou esconder o sistema de eixos mediante a pressão do botão do rato quando o seu cursor se encontra sobre o botão de controlo. O botão de controlo é um pequeno cubo animado por uma alternância de cor entre verde e vermelho sendo esta outra das funcionalidades permitidas pela especificação 2.0.

Também se utilizaram pontos de vista predefinidos para colocar o utilizador rapidamente em pontos de vista importantes do ambiente virtual.

### III. RESULTADOS

Com o propósito de teste criou-se um gestor de informação fictício com 50 peças. A informação relativa a essas peças foi gerada aleatoriamente através de uma função do Matlab.

Em primeiro lugar destacou-se a grande versatilidade do trabalho. As funções do Matlab em conjunto com o gestor de informação permitem efectuar alterações rápidas no mundo virtual.

A suavidade da navegação depende do n.º de peças representadas, da potência da máquina e do tamanho da janela do *browser*.

As peças tipo em conjunto com a grelha e o sistema de eixos criam um ambiente, que apesar de pouco realista, permite uma fácil imersão e navegação no ambiente.

As figuras 5 e 6 apresentam vistas do ambiente.

Figura 5 – 1.ª vista do ambiente virtual.

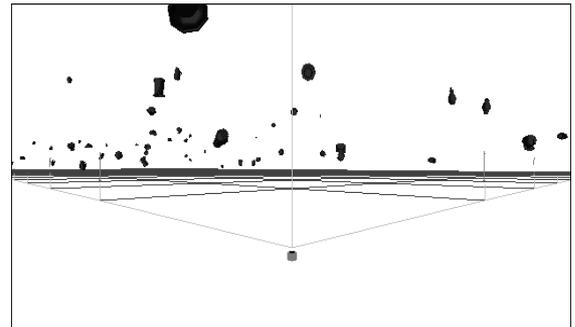
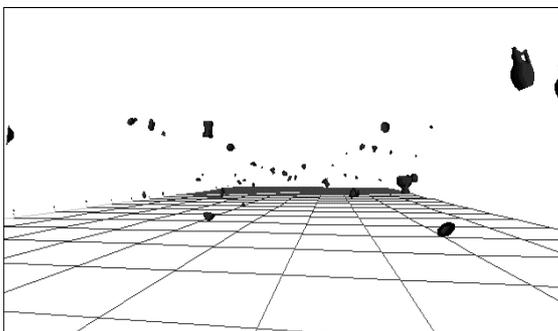


Figura 6 – 2.ª vista do ambiente virtual.

### IV. CONCLUSÕES

Este artigo apresentou o trabalho realizado no âmbito da disciplina de Visualização por Computador do curso de Mestrado em Electrónica e Telecomunicações da Universidade de Aveiro. Trata-se da aplicação de técnicas de visualização por computador no tratamento e apresentação da informação obtida numa exploração arqueológica.

Apresentaram-se os métodos que permitiram desenvolver o trabalho e em seguida os resultados obtidos. Os resultados obtidos devem ser encarados como ponto de partida para um trabalho futuro. Em primeiro lugar deveria ser desenvolvida uma base de dados robusta recorrendo, por exemplo, às facilidades do Microsoft Access. Em seguida seguir-se-ia a criação de páginas multimédia específicas para cada peça onde se pudesse examinar uma representação tridimensional da peça com grande detalhe bem como outra informação. Uma vez que o n.º de peças representadas é elevado o utilizador perde a noção das peças que já examinou. Por isso deveria ser marcado de alguma forma, por exemplo através de uma mudança de cor das peças tipo, as peças cujas páginas já foram consultadas. Por fim poder-se-ia aumentar o realismo do ambiente através da modelação do ambiente circundante, incluindo nomeadamente a reconstrução do "esqueleto" da embarcação, inclusão de animações e maior interacção com o utilizador.

### REFERÊNCIAS

- [1] Brown, J., R. Earnshaw, M. Jern, J. Vince, "Visualisation: Using Computer Graphics to Explore Data and Present Information", John Wiley, 1995.
- [2] Brodlie, K., L. Carpenter, R. Earnshaw, J. Gallop, R. Hubbard, A. Mumford, C. Osland, P. Quarendon, "Scientific Visualization: Techniques and Applications", Springer-Verlag, 1992.
- [3] Matlab 4.0, by MathWorks, Inc., 1984-1993.
- [4] Blaxxun CC3D 3.02, by Blaxxun Interactive, 1997.