

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO



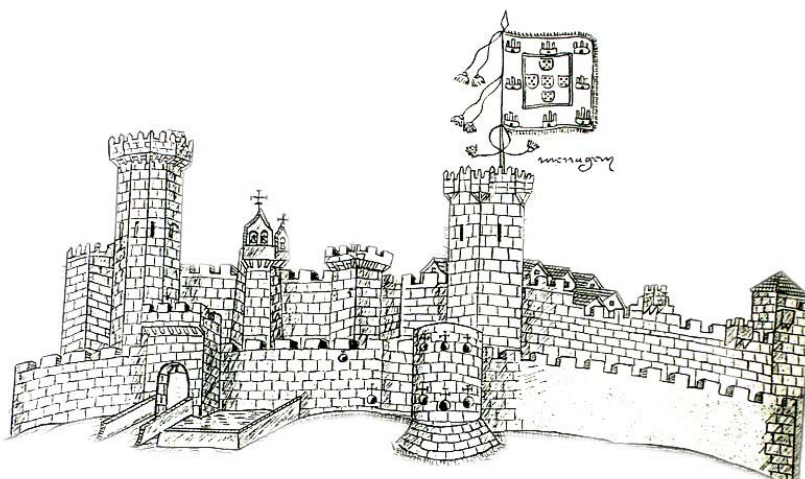
Tecnologia 3D aplicada à recuperação virtual de património histórico

Castelo de Freixo de Espada à Cinta

Miguel Ângelo Alves Gata

Licenciado em Ensino de Educação Visual e Tecnológica pela
Escola Superior de Educação de Bragança

*Dissertação submetida para obtenção do
grau de Mestre em
Tecnologia Multimédia*



Duarte D'armas - 1507

Dissertação realizada sob a orientação do
Professor Doutor Eurico Carrapatoso

Bragança, Julho de 2007

3D MODELLING – A Reencounter of the Lost Past

Shape and tridimensional space modelling, an emerging technology, has been used for the creation of futuristic animation and images, that allow people to have a detailed idea of what the creator wants to show. For years there has been an attempt to create two different kinds of work: on one hand, object images or animations still in project, and on the other hand, the same images or animations but about objects and characters from our imagination, that not exist in the real world. Meanwhile the extreme use of the internet and mainly the use of the graphic capacity of current *software* and *hardware*, have become potential factors of this technology. The most important manufacturers of graphic material have been coming up with the incorporation of more sophisticated characteristics thus trying to reach details that seem even more real. As in everything else, today's technology is the result of yesterday's systems and it will affect tomorrow's.

This thesis presents a way of showing to those who are interested how to virtually recover lost historical heritage by using 3D modelling technology to relive ancient times and situations that will not ever happen again. What this model brings is a new approach to passed situations by the use of the referred technology. Usually these resources are applied on what is to be created. The application, which has multimedia components such as image, animation, audio and interaction with the user, aims to help the process that leads to knowledge and learning of concepts. Taking advantage of the domestic banalization of DVDs, this project has been adapted from a multimedia PC application into a DVD player content, in order to reach a much larger public. Having the present application as a case study, the present project intends to show that 3D modelling is of the areas with quite a promising potential future as well as one that demands creativity from its followers. Everytime 3D modelling is chosen as a way that links two interdisciplinary areas that are so distinctive, such as History and IT, the results can be astonishing.

Modelação 3D – Reencontrar o passado perdido.

A modelação de formas e espaços tridimensionais, tem tido como principal campo de utilização a criação de imagens e animações, que permitem a todos ter uma ideia detalhada daquilo que o seu criador pretende mostrar. Neste campo tem-se ao longo dos tempos investido em produzir dois tipos de trabalhos: por um lado formar imagens ou animações de objectos em fase de projecto; por outro criar essas mesmas imagens ou animações acerca de objectos e personagens do nosso imaginário, que jamais existiram no mundo real.

A explosão do uso da Internet e sobretudo as capacidades gráficas do *hardware* e *software* de que hoje dispomos tem-se revelado factores potenciadores desta tecnologia. Os principais fabricantes de material gráfico têm respondido com a incorporação de características cada vez mais sofisticadas, convergindo no sentido de alcançar detalhes cada vez mais aproximados à realidade. A tecnologia utilizada actualmente é, como acontece em tudo, fruto da evolução de sistemas anteriores e dela dependerão os sistemas do amanhã.

Nesta tese é apontado um caminho que visa mostrar a todos que se interessem pelo tema como se pode recuperar virtualmente património histórico perdido recorrendo a tecnologia de modelação 3D para reviver tempos antigos e situações que não mais se repetirão. O que este modelo traz de novo é a aplicação da referida tecnologia a situações passadas e a sua publicação em formato de DVD-Video. A aplicação, com uma componente multimédia que passa pela imagem, animação, áudio e interacção com o utilizador, pretende facilitar o processo que leva ao conhecimento e à aprendizagem dos conteúdos trabalhados. Aproveitando a banalização doméstica de leitores de DVD todo o trabalho foi adaptado para o formato multimédia deste sistema físico, pretendendo-se assim atingir um público alargado com esta aplicação.

Tendo como caso de estudo a construção de um protótipo, pretende o presente trabalho mostrar que a modelação 3D é uma áreas com enormes potencialidades e uma das que mais criatividade exige aos seus seguidores. Assim, e sempre que a modelação 3D for escolhida como o meio que liga interdisciplinarmente duas áreas tão distintas como a História e a Informática, podem-se alcançar resultados surpreendentes.

Agradecimentos

Agradeço ao meu orientador, Eurico Carrapatoso, pela disponibilidade sempre demonstrada, pela grande utilidade das suas sugestões, revisões e críticas ao presente trabalho, e pelas condições de trabalho que me proporcionou ao utilizar os recursos da web para comunicarmos.

À Cláudia pela enorme ajuda no incentivo, confiança, apoio, amizade e amor.

Aos meus familiares e amigos, nomeadamente os meus Pais e Tios, pela paciência, apoio e compreensão que sempre demonstraram.

Ao amigo Jorge Cardoso Duarte pela amizade, colaboração e orientação na componente histórica deste mestrado.

À amiga Helena Calado pela amizade, colaboração e incentivo nos momentos mais difíceis da redacção da tese.

Ao amigo Vítor Branco, que sempre me incentivou e ajudou ao longo de todo o Curso de Mestrado, pela força e suporte moral que me transmitiu e levou a chegar até aqui.

Índice

1. Introdução.....	pág. 4
1.1 Motivações.....	pág. 6
1.2 Objectivos.....	pág. 6
1.3 Estrutura da Dissertação.....	pág. 8
2. A Reconstrução Histórica.....	pág. 9
2.1 Metodologia de Investigação.....	pág. 11
2.2 Metodologia da Investigação Histórica.....	pág. 12
3. Tecnologias Gráficas de Apoio.....	pág. 17
3.1 Estado da Arte.....	pág. 17
3.2 Breve Abordagem à Evolução do <i>Software</i> e <i>Hardware</i> Actuais.....	pág. 21
3.3 Interacção	pág. 29
3.4 Produtos de Integração do 3D Virtual.....	pág. 33
4. Um Caso de Estudo.....	pág. 40
4.1 Contexto do Castelo de Freixo de Espada à Cinta.....	pág. 40
4.2 Situação Social da Época.....	pág. 45
4.3 Envolvência Geográfica.....	pág. 47
4.4 Análise do Património Actual.....	pág. 51
5. A Aplicação.....	pág. 56
5.1 Especificação.....	pág. 57
5.2 Componente Multimédia.....	pág. 58
5.3 Construção.....	pág. 67
5.4 Usabilidade.....	pág. 81
5.4.1 Questionário e Resultados Obtidos.....	pág. 82
5.4.2 Conclusões.....	pág. 87
6. Conclusões e Trabalho Futuro.....	pág. 89
Bibliografia e Referências <i>On-line</i>	pág. 93

Lista de Figuras e Tabelas

Figura 1.1 – Whirlwind I.....	pág. 4
Figura 1.2 – Toy Story (1995).....	pág. 7
Figura 3.1 – <i>Autodesk 3D Studio modeling environment</i>	pág. 18
Figura 3.2 – <i>Maya 5 modeling environment</i>	pág. 19
Figura 3.3 – <i>Eovia Carrara 4 Pro modeling environment</i>	pág. 19
Figura 3.4 – Processadores <i>Intel e AMD</i>	pág. 20
Figura 3.5 – Placas Gráficas <i>ATI e NVidia</i>	pág. 20
Figura 3.6 - <i>Intersection Boolean operation</i>	pág. 22
Figura 3.7 – <i>Spline editing</i>	pág. 22
Figura 3.8 – <i>Radiosity effect</i>	pág. 25
Figura 3.9 - <i>Link para as salas de modelação Carrara 4 Pro</i>	pág. 27
Figura 3.10 – Exemplo de uma interface com excesso de controlos.....	pág. 30
Figura 3.11 – Exemplo de como se pode simplificar uma interface.....	pág. 30
Figura 3.12 – Controlos de objectos: posição, tamanho e rotação.....	pág. 31
Figura 3.13 – Controlos de câmara por eixos e rotação <i>dolly</i>	pág. 31
Figura 3.14 – Ambiente de trabalho <i>Adobe Premiere Pro</i>	pág. 32
Figura 3.15 – Ambiente de trabalho <i>DVD-Lab Pro</i>	pág.33
Figura 3.16 – <i>Housesteads Roman Fort Virtual Reality Tour</i>	pág. 34
Figura 3.17 – <i>Eiffel Tower virtual tour – 3D Cult plug-in</i>	pág. 35
Figura 3.18 – <i>Virtual Solar System com plug-in ViscapSVR</i>	pág. 35
Figura 3.19 – <i>(Turkey) City of Kusadasi 3D virtual tour</i>	pág. 36
Figura 3.20 – Bracara Augusta - termas romanas.....	pág. 38
Figura 3.21 – Bracara Augusta - cidade e casa das carvalheiras.....	pág. 38
Figura 3.22 – Bracara Augusta - muralha da cidade.....	pág. 38
Figura 3.23 – Mosteiro de Sta. Clara-a-Velha – chafariz.....	pág. 39
Figura 3.24 - Mosteiro de Sta. Clara-a-Velha – campanário.....	pág. 39
Figura 3.25 – Mosteiro de Sta. Clara-a-Velha – nave central da igreja.....	pág. 39
Figura 3.26 - Mosteiro de Sta. Clara-a-Velha – casa do chafariz.....	pág. 39
Figura 4.1 – Torre do Galo.....	pág. 41

Figura 4.2 – Acesso ao interior da torre.....	pág. 41
Figura 4.3 – Escada interior em espiral.....	pág. 42
Figura 4.4 – Cachorros do tipo borgonhês.....	pág. 42
Figura 4.5 – Vista do alto da Torre do Galo.....	pág. 42
Figura 4.6 – Representação do castelo por Duarte D’Armas (vista sul-norte).....	pág. 43
Figura 4.7 – Representação do castelo por Duarte D’Armas (vista norte-sul).....	pág. 44
Figura 4.8 – Representação da planta do castelo por Duarte D’Armas.....	pág. 44
Figura 4.9 – Mapa da localização da vila de Freixo de Espada à Cinta.....	pág. 47
Figura 4.10 – Planta que serviu de base à maquete 3D.....	pág. 53
Figura 5.1 – Estrutura de navegação a desenvolver (proj. 1).....	pág. 60
Figura 5.2 – Estrutura de navegação a desenvolver (proj. 2).....	pág. 61
Figura 5.3 – Estruturas fundamentais da navegação hipermédia.....	pág. 65
Figura 5.4 – Heptágono irregular.....	pág. 68
Figura 5.5 – Heptágono irregular em perspectiva.....	pág. 68
Figura 5.6 – Corpo da torre ajustado em altura.....	pág. 69
Figura 5.7 – Modelo 3D da Torre do Galo.....	pág. 70
Figura 5.8 – Foto da Torre do Galo.....	pág. 70
Figura 5.9 – Textura de xisto.....	pág. 70
Figura 5.10 – Textura de granito.....	pág. 70
Figura 5.11 – Componente da muralha.....	pág. 72
Figura 5.12 – Estrutura do muro.....	pág. 72
Figura 5.13 – Alinhamento dos componentes da muralha.....	pág. 73
Figura 5.14 – Representação dos telhados.....	pág. 73
Figura 5.15 – Castelo no ambiente de modelação.....	pág. 74
Figura 5.16 – Resultado do processo de render ao castelo.....	pág. 74
Figura 5.17 – Castelo modelado em 3D e inserido em ambiente virtual.....	pág. 75
Figura 5.18 – Elementos gráficos humanos.....	pág. 77
Figura 5.19 – Fotografia actual no local do castelo.....	pág. 78
Figura 5.20 – Fotomontagem do protótipo 3D em ambiente realista.....	pág. 78
Figura 5.21 – Esquema de navegação para o protótipo em DVD.....	pág. 79
Figura 5.22 – Aspecto do menu principal do protótipo.....	pág. 80
Tabela I – Características da tecnologia DVD.....	pág. 67

Capítulo 1

1. Introdução

O recurso às tecnologias de modelação 3D está presente em diversas áreas: podemos descobrir a sua aplicação tanto nos mais recentes jogos para telemóveis como nos mais avançados sistemas de aeronáutica. A integração destas tecnologias na indústria cinematográfica levou a novos caminhos no desenvolvimento da sétima arte, assim como as suas aplicações na área da medicina facilitaram sobremaneira o trabalho de diagnóstico e intervenção médica a desenvolver nos pacientes.

Entre os historiadores da computação gráfica parece haver consenso, uma vez que reconhecem o *Whirlwind I*, mais conhecido por *hurricane* (furacão), como o primeiro computador com recursos gráficos para visualização de dados numéricos.



Figura 1.1 – Whirlwind I

Este equipamento foi desenvolvido no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), em 1950, com finalidades não só académicas mas possivelmente também militares, uma vez que o comando de defesa aérea dos Estados Unidos da América pretendia usar esta tecnologia para um sistema de monitorização e controlo de voos.

Em 1962 surgiu uma das mais importantes publicações nesta área, a tese do Dr. Ivan Sutherland (*Sketchpad - A Man-Machine Graphical Communication System*), que

propunha uma forma de interacção muito semelhante ao que hoje chamamos interfaces *Window Icon Menu Pointer* (WIMP).

Após alguns anos de investigação e desenvolvimento, a *General Motors* desenvolveu o precursor dos primeiros programas de *Computer Aided Design* (CAD), exemplo este seguido por outras empresas americanas da época, tanto que no final dos anos 60 já praticamente toda a indústria automobilística e aeroespacial utilizava *software CAD*.

A modelação 3D tem como base os primeiros princípios do CAD; no entanto existiram dois factores preponderantes para o desenvolvimento desta tecnologia tal como hoje se entende. Em primeiro lugar, o desenvolvimento da tecnologia de circuitos integrados durante a década de 70, que permitiu a redução de preços e a consequente vulgarização das máquinas. Em segundo lugar, o fim da ideia de que os fabricantes de computadores deveriam fornecer apenas a máquina e o sistema operativo e que os utilizadores teriam de escrever os seus próprios programas e aplicações.

As vantagens que as tecnologias de modelação 3D podem oferecer são: uma maior similitude com o mundo real; uma maior adaptação a novas interfaces; uma dimensão adicional; e uma boa combinação com as novas tecnologias de ecrãs.

Foi neste contexto que considerámos interessante associar estes factores num enquadramento pouco habitual como é o caso da reconstrução histórica de monumentos que se foram degradando ou desaparecendo ao longo dos séculos. Neste campo parece ser muito pouco o trabalho desenvolvido e generosas as potencialidades das ferramentas disponíveis.

Ao focar o 3D está-se consequentemente a falar de ambientes tridimensionais. Este tipo de ambientes é um cenário dinâmico ou não, armazenado no computador e exibido em tempo real, através de técnicas de computação gráfica. Acreditamos que pode ser viável através destes recursos elaborar conteúdos multimédia que pudessem eventualmente ser interessantes num contexto de promoção turística, histórica e tecnológica.

1.1 Motivações

Com a constante evolução das tecnologias para *Computer-Generated Imagery* (CGI) existe a possibilidade de aplicar estas ferramentas na elaboração de conteúdos multimédia, nomeadamente na recuperação em formato digital de algum património já desaparecido e que as gerações actuais desconhecem. Todos nós nos deparamos em diversos locais com elementos históricos e artísticos que o tempo degradou, levando-nos a imaginar como estes seriam quando enquadrados nos seus momentos áureos.

Poderá a tecnologia de modelação 3D ser uma ferramenta privilegiada no auxílio à recuperação virtual desses contextos de outrora?

Com o intuito de tentar responder à questão, seria interessante desenvolver uma aplicação construída com a tecnologia actual, que genericamente todos pudessem manusear e do qual pudessem usufruir no conforto dos seus lares, proporcionando desta forma uma viagem no tempo e a possibilidade de devolver à memória colectiva um passado extinto, através da construção 3D de objectos e ambientes que já não fazem parte das nossas vidas.

No caso de estudo concreto deste trabalho, a recuperação virtual do Castelo de Freixo de Espada à Cinta, parte-se do que resta de um antigo castelo extinto e de uma torre com dois muros de suporte, mais 3 desenhos da época e algumas descrições escritas, realiza-se alguma investigação e são apresentadas propostas de viabilidade turística e comercial das quais se concluiu que havia interesse especial em aplicar as ferramentas de modelação 3D na reconstrução do referido monumento.

1.2 Objectivos

Os principais objectivos delineados para este trabalho incluíam a utilização de tecnologia 3D para a modelação de objectos dos quais restam apenas registos gráficos em 2D, o estudo de um modelo de construção gráfica, avaliando o seu comportamento na execução das tarefas pretendidas, assim como o estudo das aplicações multimédia que melhor respondam às necessidades apresentadas pela divulgação do material em 3D. Seguiu-se a implementação de um protótipo com base nas tecnologias descritas, e finalmente a avaliação de impacto deste projecto junto do público-alvo.

Este trabalho pode enquadrar-se num projecto de maior âmbito que é a promoção do património histórico e cultural através do recurso às novas tecnologias.

A proposta aqui apresentada pode contribuir em duas vertentes para este desiderato. Primeiro enquanto material tecnológico de apoio à divulgação e uso das tecnologias gráficas, segundo como contributo histórico no estudo, promoção e conhecimento de antigas fortalezas medievais.

Se por um lado é de realçar as tecnologias de modelação e construção 3D que cada vez mais estão a ser utilizadas desde Toy Story (1995), que foi a primeira produção cinematográfica integralmente gerada por computador, por outro é extremamente importante estar consciente de que através do constante avanço tecnológico o presente trabalho ficará para sempre inacabado mas deixará às gerações actuais e vindouras um registo digital que será uma porta aberta e um contributo para futuras criações nesta área.



Figura 1.2 – Toy Story (1995)

1.3 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação compreende na sua totalidade seis capítulos.

O primeiro capítulo, como não poderia deixar de ser, é essencialmente de carácter introdutório.

No segundo capítulo apresentamos a metodologia da investigação e abordamos a vertente histórica que serviu como base à definição das linhas principais da criação dos objectos representados, bem como à consequente criação de conteúdos e sua apresentação.

No terceiro capítulo versamos uma análise das tecnologias gráficas de apoio utilizadas na computação gráfica, quer relativamente aos ambientes tridimensionais e virtuais, quer na edição de materiais gráficos ao nível das imagens obtidas.

Ao caso de estudo é dada toda a atenção ao longo do quarto capítulo, para que se perceba o contexto concreto no qual as tecnologias 3D foram aplicadas.

Ao longo do capítulo imediato é abordada a especificidade do trabalho e explanada a forma como se estruturou o projecto, bem como a implementação desse mesmo projecto ao nível do desenvolvimento e do suporte de divulgação e è ainda feita uma abordagem à problemática da usabilidade seguida dos respectivos testes, que visam levar o produto multimédia ao encontro do utilizador. Os resultados e reacções obtidas e quais os caminhos a seguir com o intuito de melhorar esses mesmos resultados são também aqui apresentados.

Finalmente, no sexto capítulo, é feita a avaliação de todo este trabalho, bem como são apresentados alguns indicadores evolutivos face às produções actuais.

Capítulo 2

2. A Reconstrução Histórica

Para iniciar este capítulo que enquadrará historicamente o nosso caso de estudo e a sua prévia investigação, começemos por afirmar que a investigação científica, neste caso histórica, que outrora era um simples complemento do ensino superior, surge nos nossos dias com uma autonomia de tal forma alargada que obrigatoriamente transcende os limites de qualquer Universidade. Por isso cada vez mais se fala em “*Investigação Transdisciplinar*” e na “*Democraticidade da Informação*”.

Parece lógico que se percorrermos cada uma das etapas fundamentais de uma qualquer investigação científica, desde a primeira sugestão ou simples formulação de hipótese, até à última fase ou elaboração da síntese, verificamos que por detrás daquilo que vamos encontrar existiu uma grande variedade de investigadores que pela sua curiosidade, forte poder de imaginação e, não raras vezes, forte persistência contribuem sempre com algo de positivo para o alcance do resultado final.

Assim, cremos que cada investigação, longe de ser obra de um só indivíduo, pressupõe nos diferentes momentos da sua elaboração uma conjugação de esforços e uma continuidade de estudos, ou seja, é uma obra colectiva e de interesse colectivo – feita por muitos e dela todos devem beneficiar.

Mas, por outro lado, para que todos possam usufruir dos resultados finais de determinada investigação é necessário dá-la a conhecer pelos mais variados meios de comunicação ou de informação, em suma, popularizar a informação. Como o conseguimos?

Se pensarmos que as tecnologias da informação e das comunicações são já parte integrante do nosso quotidiano, que qualquer organização pública ou privada dispõe actualmente de toda um conjunto de instrumentos para comunicações pessoais ou de trabalho, para o processamento de textos e de informação sistematizada, para o acesso a bases de dados e à informação distribuída nas redes electrónicas digitais, ou que os computadores individuais, a Internet e a multimédia se estão a tornar omnipresentes e que já fazem parte da vida pessoal de milhões de cidadãos em todo o mundo, então esta “*Democratização*” torna-se um problema muito fácil de resolver.

Podemos ainda afirmar que este trabalho respeitou desde o início estas duas vertentes acima citadas. É uma investigação transdisciplinar porque utiliza estudos e conhecimentos quer de Informática quer de História, que se complementam, e está projectada para que chegue também ao conhecimento do maior número de pessoas possível, pois o suporte para o qual foi idealizada é compatível com a tecnologia existente na actualidade, daí falarmos na sua democraticidade.

No que concerne à investigação histórica, assinalemos que como qualquer outra forma de investigação, pressupõe um certo e determinado número de regras e etapas.

A História vista como ciência é acima de tudo uma tentativa de conhecimento completo do passado humano, baseada em documentos e provas concretas.

Por outro lado, e em segundo lugar, a História é uma ciência viva e como tal em desenvolvimento contínuo, buscando sem cessar apoios para a reconstrução do passado em várias outras ciências e disciplinas, entre as quais a Antropologia, a Economia, a Geografia, a Demografia e, cada vez mais, a Informática.

2.1 Metodologia de Investigação

A metodologia de investigação utilizada para realizar este trabalho baseou-se numa série de etapas que foram seguidas e nos levaram a alcançar os objectivos propostos.

Em primeiro lugar houve que formular uma questão baseada num dado problema ou objectivo a atingir. Por sugestão de um amigo, foi colocada a questão se haveria ou não possibilidade de reconstrução do maior legado que a incúria humana retirou à vila de Freixo de Espada à Cinta, ou seja, o castelo medieval do qual hoje resta apenas uma torre sineira que subsistiu para essa mesma função.

Daqui surgiu a primeira grande questão do presente trabalho de tese, isto é, de que forma poderia a tecnologia multimédia colaborar num processo de recuperação virtual e devolver às gerações actuais a possibilidade de conhecer o extinto monumento. Para envolvermos os diversos meios que a tecnologia actual disponibiliza teríamos que criar um produto onde a imagem, o áudio, o vídeo e a interactividade estivessem presentes. Teríamos ainda que escolher um suporte que englobasse todas estas variáveis e que as compatibilizasse de forma fiável e acessível.

O passo seguinte era saber com que material de apoio e com que apoios institucionais poderíamos contar para levar a cabo este trabalho. Um primeiro contacto realizado no início de 2005 junto das entidades administrativas do concelho mostrou haver receptividade por parte das mesmas para considerar este projecto como de elevado interesse público no âmbito cultural e turístico do concelho. Tivemos assim todo o apoio no que respeita à parte logística, o que facilitou a recolha de material gráfico e escrito relativo ao castelo em causa, bem como interesse na possibilidade de futura publicação do trabalho.

Com a colaboração sempre presente do Técnico Superior de História da autarquia, Dr. Jorge Duarte, foi constituído um dossier do qual ressaltam 4 motivos gráficos representativos do castelo e alguns textos que suportam pormenores da construção e remodelação da obra que pretendíamos representar.

Mediante os dados recolhidos percebemos rapidamente que a investigação teria que ser dividida em duas componentes: a investigação histórica, que ficaria responsável por toda a componente de descrição pormenorizada de cada elemento a representar e, por outro lado, a investigação multimédia, que seria responsável pelo enquadramento tecnológico deste projecto.

Para estabelecer a ligação do presente com o passado e com a componente tecnológica houve que fazer um levantamento fotográfico através do qual de uma forma transversal se percorrem ambas as vertentes da investigação. Foram recolhidos registos fotográficos simples e panorâmicos, bem como fotografias aéreas. Foram ainda pesquisados os arquivos municipais de onde se retiraram informações úteis, como a carta militar da zona e a planta da vila.

Existia escassa literatura sobre o tema do extinto castelo, mas dentro do que foi possível conseguiu elaborar-se um pequeno *portfolio* de materiais que foram muito úteis na investigação para este trabalho.

Depois de reunido todo este material foi a vez de iniciar a investigação histórica que apresentamos de seguida que definiu as linhas que enquadraram e definiram o aspecto físico da obra que a tecnologia trabalhou mais tarde num processo de 3D.

2.2 Metodologia de Investigação Histórica

Para realizar a investigação histórica propriamente dita houve necessidade de se optar por uma metodologia que assegurasse a correcta execução dos objectivos traçados. Esta metodologia, proveniente de diversos ambientes académicos, foi adaptada ao nosso caso de estudo e está dividida em cinco pontos de referência:

- 1- Escolha do tema;
- 2- Formulação da tese;
- 3- Recolha da matéria-prima (técnicas e métodos de investigação);
- 4- Levantamento e ordenação das várias hipóteses (resposta às questões formuladas em tese);
- 5- Conclusão final.

No ponto um, a escolha do tema, houve a necessidade inicial de após dias de alguma ansiedade, definir a estratégia para desenvolver a nossa pesquisa: temos o dever de conseguir assegurar um elevado grau de interesse relativamente ao tema a investigar, que nos motive, inclusivamente nos momentos mais difíceis.

Tendo como suporte alguns estudos metodológicos das Universidades de Maryland e Ohio [<http://liblearn.osu.edu/tutor/history/>; 2005], verificámos que a metodologia de investigação histórica se assemelha estruturalmente a outras metodologias, por exemplo o primeiro passo será sempre a escolha de um tema que

sendo do interesse do investigador facilita o processo de investigação e produz por si só uma motivação de trabalho que ajudará ao resultado final.

Podendo surgir de um interesse particular ou profissional, o assunto de uma qualquer pesquisa é acima de tudo algo que para quem investiga necessita de uma melhor definição, de uma outra forma de abordagem ou de uma maior precisão, isto é, o desenvolvimento de um tema que na óptica do investigador exige um maior aprofundamento ou a dilatação do nosso conhecimento.

Temos ainda que levantar hipóteses e arranjar respostas que satisfaçam não só a nossa própria curiosidade, mas também a daqueles que se interessam pelo tema. Por conseguinte temos de encontrar um traço dominante e fundamental que nos transporte a conclusões finais válidas.

Ora, delimitado o campo e escolhido o assunto, qualquer investigador deve transformar as hipóteses que se lhe deparam numa questão de pesquisa, facto que envolve obrigatoriamente dificuldades teóricas ou práticas, para as quais vai buscar soluções.

Fundamentalmente, nesta primeira etapa, o investigador deve tentar responder a duas questões que se vão tornar o fio condutor de toda a investigação:

- O que fazer?
- Por que fazer?

O investigador tem, antes de mais, a obrigação de pôr em evidência as principais tendências e abordagens anteriores feitas ao assunto, assim como de destacar a relevância de se estudar o tema proposto e argumentar sobre as vantagens ou desvantagens que as novas soluções encontradas trazem para a sociedade.

Quanto ao segundo ponto, a formulação da tese, parece plausível que para desenvolver qualquer trabalho temos de recolher e tratar o maior número de dados que conseguirmos agregar.

Esta fase pressupõe uma recolha muito abrangente das fontes de informação, caso de documentos impressos e/ou depositados em arquivos, leitura atenta de autores que tenham referido e investigado factos ou acontecimentos que se relacionem com o assunto a investigar, consultas a bibliotecas públicas ou privadas, a bases de dados, na *web*, em arquivos históricos, públicos, municipais e acima de todos estes no próprio terreno, porque muitas vezes só conseguimos sentir o pulsar das situações se as vislumbrarmos através da penumbra que muitas vezes as obscurece. Contudo, deve-se

ter sempre o cuidado de separar o essencial do acessório a fim de evitar falsas pistas e desperdício de tempo.

Não obstante, pudemos iniciar o trabalho por uma exploração exaustiva da bibliografia especializada sobre o assunto que vamos desenvolver, e depois de a ordenar, empreendemos a investigação nos arquivos, conjuntamente com a leitura dos documentos impressos, sabendo que o apoio bibliográfico é indispensável para a condução de qualquer pesquisa.

Se no decurso do trabalho houver um problema que não consigamos resolver, quer por falta de documentação ou de estudos especializados sobre a matéria, temos a obrigação de indicar esta lacuna.

De qualquer maneira, o investigador trabalha sempre a partir de hipóteses. Quando estas se verificam, os próprios documentos que manuseamos apresentam a sua confirmação e demonstração irrefutáveis, ou seja, à medida que o trabalho de investigação vai decorrendo a hipótese apresentada inicialmente vai ganhando feições de uma certeza indiscutível.

Contudo não devemos “*trabalhar*” a documentação para que ela coincida com a hipótese inicial. Se qualquer documento invalidar a nossa hipótese, não podemos hesitar em a abandonar e substituir por outra que nos seja sugerida pela documentação.

De facto, um dos objectivos fundamentais que ao longo deste trabalho perseguimos, e que cremos foi alcançado, foi conciliar as exigências da metodologia por nós seguida com a espontaneidade e a liberdade de acção e conjuntamente a harmonização do tema com as condições e recursos físicos e materiais do meio que nos envolvia.

Desta forma é fundamental deixar aqui bem demarcadas as duas dimensões em que este projecto se foi desenvolvendo – a teórica e a prática.

Durante a primeira fase, para nós muito exaustiva e morosa, tivemos de planificar todo o trabalho a desenvolver seguidamente, para que o resultado final fosse positivo. Foi o levantamento de hipóteses para a resolução dos vários problemas que se nos depararam, a distribuição temporal das tarefas, a inventariação e catalogação de todos os meios de trabalho, a organização da bibliografia, o estudo dos programas informáticos que melhor se adaptassem ao sistema por nós idealizado, ou ainda a discussão das melhores formas de apresentação final do trabalho.

Como resultado da concretização destas tarefas, a dimensão prática ficou muito mais facilitada, o que com o tratamento adequado dos dados adquiridos conduziu à materialização final do nosso projecto.

Para auxiliar todo o processo podemos recorrer a palavras-chave (*keywords*). Estas apresentam-se como um precioso utensílio de trabalho em qualquer tipo de investigação, não só porque nos permitem organizar a investigação por *sub-temas*, o que contribui para uma melhor apreciação global, como permitem a investigação meta-linguística nos motores de busca de bibliotecas e na *web*.

Para o levantamento e ordenação das várias hipóteses preparámos qualquer uma delas baseados em recolha documental e estamos assim, por conseguinte, a fazer uma análise crítica do existente. “*Daí que a hipótese seja um enunciado das relações entre duas ou mais variáveis que orientam e balizam o investigador na condução do seu trabalho* [Caeiro; 1996].

Desta forma executámos continuamente uma reformulação dos problemas ou das várias hipóteses que se nos depararam. Este exercício exige a observação, a dúvida e muitas vezes uma atitude inventiva por parte do investigador. Por esta razão a aceitação ou rejeição de uma qualquer hipótese contribuiu decisivamente para atingir os objectivos propostos. Contudo, não podemos deixar de chamar à atenção que qualquer hipótese proposta pelo investigador tem sempre de ser passível de verificação, isto é, tem de ser testável.

Deste modo qualquer hipótese é uma poderosa ferramenta para o avanço do conhecimento uma vez que, embora formulada pelo homem e por isso passível de erro, pode ser testada e mostrada como provavelmente correcta ou incorrecta.

As respostas encontradas, que sirvam de suporte ou de resposta à tese inicialmente apresentada, podem mediante tratamento adequado servir como conclusão final ou então como novas teses para formulação de novas hipóteses. Ao terminar, já a redacção da conclusão final deverá resumir os aspectos resultantes de toda a formulação e desenvolvimento da questão.

Cada vez mais o multimédia e o 3D assumem um papel decisivo nesta complexa teia que caracteriza a sociedade humana no início deste novo milénio. São uma tecnologia e uma ferramenta que acreditamos estarem ainda no começo da exploração das suas potencialidades e que paulatinamente vão quebrando fronteiras e distâncias.

A utilização das novas tecnologias na recriação de um passado mais ou menos longínquo, ou na reconstrução virtual do património desaparecido, pode e deve

obrigatoriamente alterar a forma como se encara a utilidade dessas tecnologias ao serviço do conhecimento, nomeadamente em locais nos quais se quer preservar as relações históricas entre as pessoas e o meio. Assim esta investigação baseada no tipo de suporte proposto contribuiu para o aumento da percepção da cultura e se for fortemente dinamizada pode ter um enorme potencial reprodutivo a curto e médio prazo.

À medida que vão evoluindo os intercâmbios culturais entre instituições ou países a informação sobre um qualquer património pode transitar com ampla divulgação através destas novas tecnologias, processo este que trará inquestionavelmente benefícios para a salvaguarda e protecção da memória colectiva.

Capítulo 3

3. Tecnologias Gráficas de Apoio

Para produzir um trabalho no qual se aplica tecnologia 3D na recuperação virtual de património histórico temos de pensar antecipadamente nos aspectos de *hardware* e *software* de que dispomos nos dias de hoje. Das características de ambos os elementos referidos, associadas à nossa capacidade de os aproveitar tecnologicamente, dependerá o resultado a alcançar neste projecto.

Sabemos que as capacidades tecnológicas dos componentes de *hardware* de um computador estão relacionadas com o seu desempenho na execução de funções; contudo, na execução de tarefas gráficas um dos elementos físicos mais preponderantes é a placa gráfica do computador, não descurando obviamente as capacidades do processador e a quantidade de memória disponível, mas sobretudo importa a placa gráfica, que se apresenta aqui como o meio de comunicação entre o processador e o monitor.

Já no campo do *software* é importante destacar os programas de modelação que melhor atingem os objectivos traçados para o projecto. Nem sempre o melhor programa é o mais simples de utilizar e nem sempre é aquele que melhor se adapta aos nossos fins, daí a importância de conhecer e explorar de antemão aquilo que o mercado tem para nos oferecer: experimentar, analisar, testar, concluir.

3.1 Estado da Arte

No panorama actual da modelação 3D, tal como acontece com outras tecnologias, o constante desenvolvimento e evolução obrigam a permanentes redefinições do estado da arte. Falar no estado actual das ferramentas de modelação é falar também dos sucessivos e constantes aperfeiçoamentos que o *hardware* e *software* impõem reciprocamente. Aquilo de que dispomos hoje é reflexo das evoluções que as tecnologias têm sofrido ao longo do tempo.

As principais empresas competem entre si para apresentarem as melhores prestações a nível gráfico, pela melhor usabilidade, por esta ou aquela funcionalidade que leve os clientes a optarem pelos seus produtos, e para isso oferecem cada vez mais e melhor. A década de 90 foi sem dúvida frutuosa no que toca à expansão do 3D que se

tornou acessível ao público em geral: a *Autodesk* lançou aquele que foi e continua a ser uma das referências neste âmbito, o *3D Studio*, cujo ambiente de trabalho é apresentado na figura 3.1. Nele um peixe encontra-se em ambiente tridimensional e percebem-se as suas características físicas devido à malha de modelação que foi criada para representar o seu corpo.

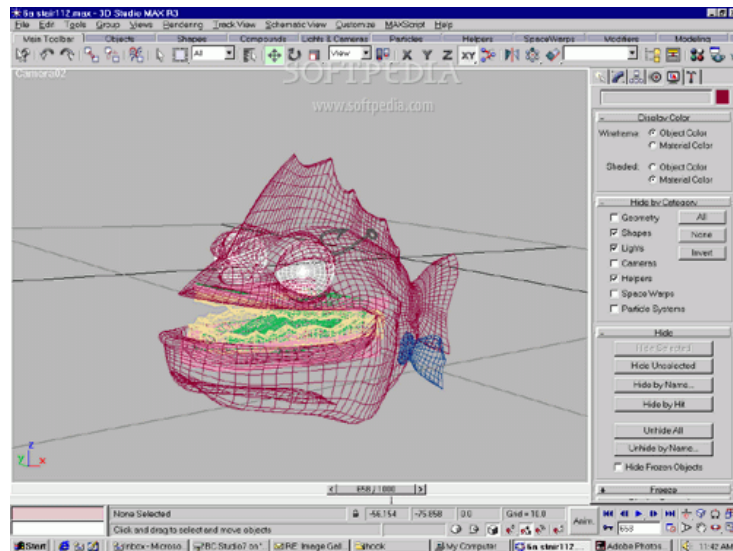


Figura 3.1 – Autodesk 3D Studio modeling environment

Este ambiente de modelação da *Autodesk* tem um interface muito semelhante à utilizada há 10 anos atrás, porém as suas características e funções têm vindo a conhecer um crescimento bastante elevado. Mas essa falta de aperfeiçoamento gráfico da interface dificulta o aproximar de novos utilizadores ao produto que é visto um pouco como “*for experts only*”. De referir também o preço da licença de utilização da versão 8 em 3 de Outubro de 2006: 4 250€

Depois de dobrado o milénio o *Autodesk 3D Studio* encontrou finalmente rivais à sua altura nas produções e animações tridimensionais, nomeadamente o *Maya*, utilizado entre outros pela *Pixar*. Na figura 3.2 podemos observar o ambiente *Maya* no qual se percebe alguma preocupação com a usabilidade do próprio *software*, assim como um menor enchimento da área de trabalho com uma panóplia de comandos que podem perfeitamente ficar embutidos para maior organização e simplicidade da interface. De referir o preço da licença de utilização do Alias Maya que quando foi lançado atingiu os 15 000€ teve depois uma quebra para os 7 000€ e situa-se agora num escalão que procura novos mercados mais concorrenciais com o preço em 3 de Outubro de 2006 abaixo dos 2 000€

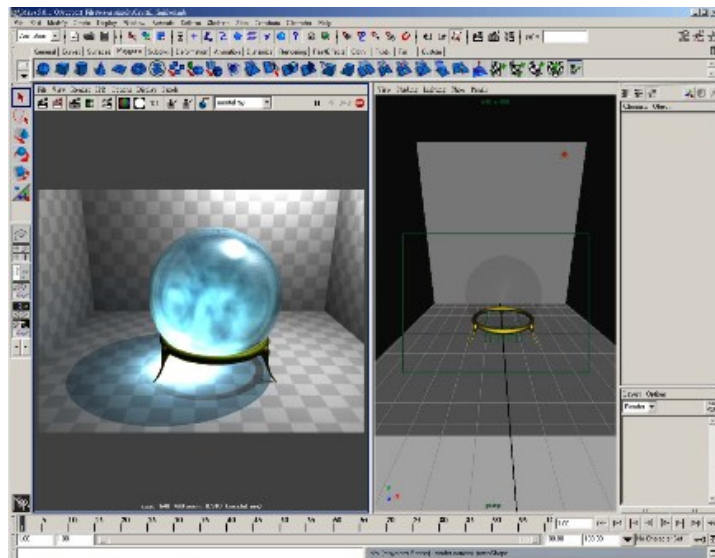


Figura 3.2 – Maya 5 modeling environment

Mas nem só de *softwares* de topo vive a modelação 3D. Outras empresas da área tendem a responder positivamente às necessidades de trabalho dos menos afortunados e lançaram também os seus “cavalos de batalha” como é o caso do *Carrara 4 Pro* da *Eovia* que mais à frente abordaremos com mais detalhe, pelo facto deste ter sido eleito para os trabalhos realizados neste projecto. O ambiente é extremamente agradável e simples de utilizar como podemos verificar na figura 3.3, o que permite poupar tempo de aprendizagem. Para além disso ainda é proposto por um valor bastante aceitável: 200€na versão utilizada.

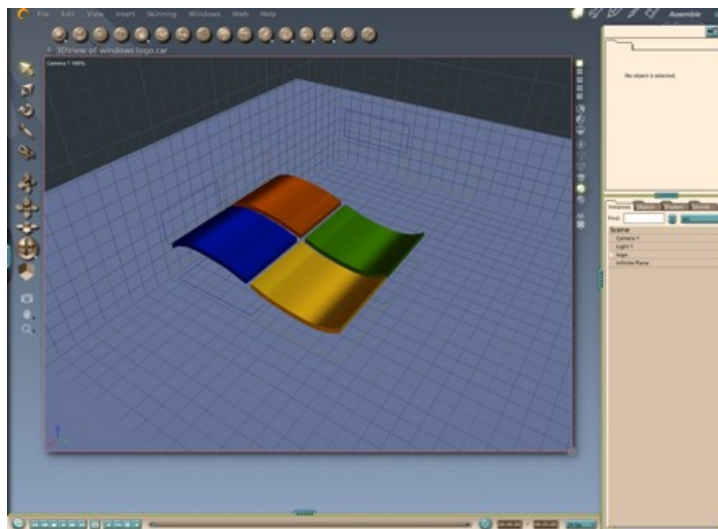


Figura 3.3 – Eovia Carrara 4 Pro modeling environment

Ao nível do *hardware* que processa as imagens temos vindo a assistir ao crescimento da rapidez dos novos processadores da *Intel* e *AMD* que podemos observar na figura 3.4 e que podem ser adquiridos por preços entre os 50€ de um AMD Sempron 2800+ e os 850€ de um Intel Core2Quad.



Figura 3.4 – Processadores Intel e AMD

Já as placas gráficas são produzidas maioritariamente com chips da *nVIDIA* ou *ATI*, apresentadas na figura 3.5, e as suas características podem variar de acordo com o preço, que pode ir de 50€ a bem mais de 500€ por uma placa de topo.



Figura 3.5 – Placas Gráficas ATI e NVidia

Actualmente, cada vez menos se necessita de material dispendioso e de muita experiência para se tornar num modelador 3D que trabalhe razoavelmente bem; no entanto deve-se procurar aquilo que melhor se adapta às suas necessidades tanto a nível de *hardware* como de *software*. Todas estas tecnologias de modelação 3D desenvolvem-se a uma velocidade difícil de acompanhar, mesmo por aqueles profissionais que diariamente lidam com ela. Isto quer dizer que a evolução é constante e que os resultados que se pretendem atingir com os trabalhos elaborados neste campo parecem justificar os meios exigidos pelo modelador.

3.2 Breve Abordagem à Evolução do *Software* e *Hardware* Actuais

Ao proceder à investigação e análise de ferramentas multimédia para satisfazer as necessidades do projecto planeado foi dada importância à procura de um *software* que fosse ao encontro dos objectivos específicos do trabalho de reconstrução de um castelo em 3D, visto ser esse um dos principais objectivos do trabalho. Por um lado pretendia-se encontrar um *software* de topo que não limitasse as capacidades criativas e que fosse ao mesmo tempo utilizável a um ritmo de construção aceitável para desenvolver o produto nos prazos delineados; por outro era de todo vital que a interface de utilização fosse capaz de facilitar uma aprendizagem por intuição sem obrigar o utilizador a mergulhar em centenas de páginas que alguns tutoriais obrigam a percorrer para que se consigam alcançar por vezes pequenos objectivos.

As propostas em cima da mesa colocaram em análise diversos *softwares* que proporcionavam variadas características apelativas mas, a pensar em quem está a dar agora os primeiros passos neste campo, foi dada primazia na escolha a factores como a facilidade de utilização e de alcance dos objectivos a que nos propusemos, a um motor de renderização fiável, rápido e com formatos de exportação compatíveis com diversos outros *softwares* que pudessem auxiliar aqui ou ali no desenvolvimento do produto, assim como à possibilidade de concentração de múltiplas tarefas nas salas de modelação que facilitassem o trabalho do utilizador.

Como já foi referido anteriormente existe uma grande variedade de *softwares* 3D disponíveis no mercado, podendo estes ser caracterizados pela forma utilizada para gerar as geometrias, que estão relacionadas com o núcleo do *software* encarregue de converter os comandos em imagens que representam as figuras modeladas. Este núcleo pode ser de três tipos: modelador de sólidos, modelador de superfícies ou modelador híbrido.

O modelador de sólidos gera objectos tridimensionais, com centro de gravidade e volume. Para modelar é capaz de recorrer a operações do tipo booleanas (soma, intersecção e subtracção de formas geométricas), as quais são desaconselhadas para modelar formas complexas, embora sejam normalmente *softwares* de baixo custo [Bedworth, 1991]. Um exemplo de uma operação com uma intersecção booleana está na figura 3.6 onde se observa o resultado da subtracção do cubo a uma esfera que gerou o objecto que observamos no lado direito da figura.

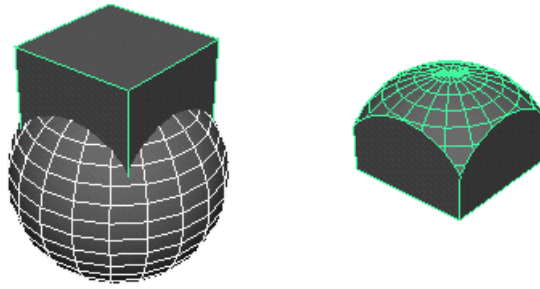


Figura 3.6 - Intersection Boolean operation

O modelador de superfícies recorre a formulações matemáticas complexas, conhecidas como funções *spline*, e desta forma permite modelar formas geométricas complexas, as quais são a sua principal característica [Chang, 1998]. Como podemos observar na figura 3.7, as superfícies geradas podem ser editadas em cada ponto recorrendo a vectores, predefinidos ou não, que devido à inexistência de espessura permitem alterar as formas finais da figura.

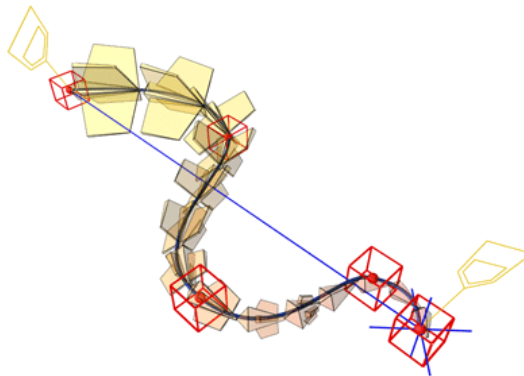


Figura 3.7 – Spline editing

Da junção do modelador de sólidos e de superfícies nasce o modelador híbrido, isto é, um modelador que para a construção de objectos simples, como por exemplo um cubo, recorre obviamente a um modelador de sólidos e para executar por exemplo uma superfície terrestre montanhosa e rugosa, recorre ao modelador de superfícies.

Foram realizados testes aos principais *softwares* de modelação 3D como o *Autodesk 3D Studio Max*, o *Alias Maya* e o *Eovia Carrara 4 Pro*, testes esses que pretendiam verificar em qual dos três programas da indústria 3D acessíveis no momento mais facilmente se criariam figuras geométricas básicas, se obteria uma boa organização

espacial, facilidade de aplicação de materiais e rápida renderização para um utilizador comum.

Após a realização experimental de algumas tarefas os testes revelaram que aparentemente o *Eovia Carrara 4 Pro* seria a escolha “mais amigável” para um contacto com este tipo de produtos que não trouxesse problemas de adaptação ao utilizador, para além de ser uma boa opção para o trabalho monoposto a realizar. Ao iniciar este *software* houve um pormenor que chamou de imediato a atenção: como imagem de boas-vindas à aplicação, esta brinda-nos com um guerreiro medieval modelado em 3D (relacionado com o tema do trabalho). Depois foi o interface “limpo” que tranquiliza de imediato o utilizador e lhe indica estar perante um programa de fácil utilização, ao contrário dos *softwares* da *Autodesk* e da *Alias* que de imediato apresentam uma panóplia de comandos, informações e variáveis visíveis que levam o utilizador a pensar que se trata de um programa apenas para profissionais. Note-se que aqui convém deixar desde já um esclarecimento que faz a diferenciação entre o trabalho realizado para esta dissertação e as grandes produções industriais na área do 3D, e essa diferença está precisamente no facto deste ser um trabalho de investigação em que a produção está a cargo de uma só pessoa. Compreende-se e aceita-se contudo que em equipas vastas e experientes como as que laboram nas grandes produtoras mundiais, seja preferível trabalhar com o *Alias Maya* ou o *3D Studio Max*. Contudo no contexto pessoal, e a um nível de iniciação, a opção *Eovia Carrara* parece mais adequada pelos factores já atrás citados.

Para além de analisar o ambiente 3D, na investigação para o trabalho foram tidos em conta outros factores como por exemplo a navegação. Aqui temos outro dos pontos que se devem ter em consideração: há que atender a que o ambiente de trabalho é inicialmente visto em perspectiva cónica através da lente de uma câmara previamente instalada e mais uma vez a opção por botões desdobráveis parece ser uma boa escolha na transição entre a perspectiva de visualização ortogonal e a cónica. Durante a navegação podemos ainda alternar entre o 2D e o 3D, bem como recorrer à sempre útil ferramenta de aproximação/afastamento (zoom).

Outro dos factores analisados foi a interface do programa e neste campo o trabalho realizado pelos seus criadores deixou ao utilizador a facilidade de personalizar o ambiente de acordo com a sua forma de trabalhar, podendo ainda optar por visualizar os objectos de múltiplas formas, desde apenas o contorno, passando pelo esquema de rede até ao aspecto final.

Por fim há que fazer uma referência ao sistema de iluminação bastante completo, contemplando diversos ajustes finos e efeitos de luz como brilho de estrela e simulação de refração solar.

Neste campo da investigação multimédia não há como experimentar o máximo de aplicações para termos uma ideia minimamente consistente daquilo em que cada uma pode contribuir para alcançar os resultados estabelecidos.

Fazer pequenas experiências dentro dos ambientes do 3D e ler alguns artigos em publicações da especialidade tanto na imprensa escrita como *on-line* podem ser grandes contributos para obter dicas preciosas que facilitem os trabalhos futuros.

Desde sempre o que envolve a modelação e o 3D são essencialmente duas variáveis que fazem parte da mesma equação, isto é o binómio *hardware/software*. Ambos são dependentes, interligam-se e influenciam sobremaneira toda a questão do 3D.

Em relação ao *software* será importante assinalar o marco que permitiu ao utilizador de computadores pessoais começar a modelar e a animar as suas primeiras peças em 3D. Estávamos em 1989 e a *Autodesk* lançou então o *3D Studio* que permitiu a par com as vendas exponenciais de PCs, mergulhar muitos curiosos na primeira experiência caseira de construção e modelação em 3D.

O *3D Studio* tem-se afirmado ao longo das sucessivas versões como o braço direito de criadores de videojogos, mas também tem sido uma ferramenta indispensável na área da produção cinematográfica ou de apresentações de projectos de arquitectura.

Muitas das mais apreciadas características desta ferramenta passam por oferecer por exemplo uma luz ambiente mais realista que penetra nos objectos reagindo à sua superfície (*shaders*), a possibilidade de simular objectos que se inserem em ambientes que respeitam as leis de Newton (*dynamical simulation*), simuladores de partículas que geram efeitos como o fogo, água corrente, nuvens, nevoeiro ou neve (*particle system*).

Permite também recriar vários reflexos da luz que incide nos objectos de uma determinada cena (*radiosity*) como a apresentada na figura 3.8 e ainda oferece um interface personalizável que possibilita ao utilizador interagir com o sistema de uma forma que a *Autodesk* classifica de intuitiva.

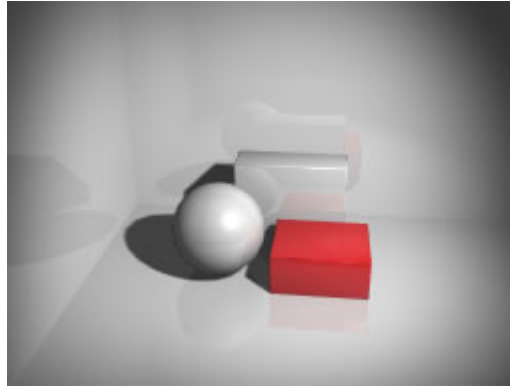


Figura 3.8 – Radiosity effect

Hoje a *Autodesk* disponibiliza o *3D Studio Max 9*, que nas diversas evoluções se tem revelado a ferramenta líder no mercado mundial da computação gráfica. O *3D Studio* possui agora ferramentas para executar trabalhos para estúdios de efeitos visuais, cinema, jogos e publicidade. À medida que novas versões são lançadas no mercado a preocupação principal na concepção destes produtos tem sido alcançar novos padrões de estabilidade de funcionamento e simultaneamente aperfeiçoar as ferramentas disponibilizadas ao cliente. Dentro do *3D Studio* encontramos actualmente uma sala de modelação de personagens, que permite fazer cortes nos objectos com um tempo de mapeamento substancialmente reduzido, é possível guardar, carregar e reutilizar animações noutros objectos *3D Studio*, bem como criar cenas em tempo real e visualizá-las tal como serão vistas na recente xbox 360. Atente-se ainda na ferramenta de *skin* que foi apurada associando os vértices aos *bones* (estrutura que serve de esqueleto a formas tridimensionais) impedindo dobras incorrectas. Possui também uma ferramenta integrada para a criação de pelos e cabelos realistas de forma fácil e, principalmente, artística. O utilizador pode “pentear” literalmente os cabelos no personagem usando a ferramenta *Stylish*. Para terminar as inovações chegamos às roupas ou qualquer tipo de tecido que podem ser simulados realisticamente dentro do próprio *3D Studio*. Os artistas podem definir as propriedades dos tecidos baseados em definições reais. Na biblioteca de definições já existem configurações para tecidos como: algodão, seda, lã, etc.

Para percebermos melhor qual a filosofia das editoras de *software* atendamos ao slogan da *Autodesk*: “*what is real?*”.

O grande rival do *3D Studio* da *Autodesk* tem sido o *Maya*, um *software* desenvolvido pela *Alias* que tem sido preferencialmente escolhido na maior parte das últimas grandes produções de Hollywood. Os estúdios da *Walt Disney Pictures* têm sido

um dos principais clientes desta ferramenta que através da *Pixar* têm elevado o realismo e a participação da informática num campo antes dominado pela fita magnética.

O *Maya*, que hoje podemos utilizar na versão 8, teve origem no cruzamento de três gigantes da concepção de *software* para modelação 3D, a *Wavefront*, a *Thompson Digital Images* e a *Alias*. Ao “*Alias Sketch*”, desenvolvido para Macintosh, foram adicionadas novas e variadas ferramentas sob o nome de código *Maya*, cujo primeiro trabalho foi a boca do personagem *Aladdin* da *Disney*.

Após várias negociações foi acordado incluir o código de programação da *Wavefront* no *Maya*.

Em 1998 a *Alias/Wavefront* decidiram descontinuar todos os produtos lançados até então e apostar apenas e tudo no desenvolvimento do *Maya*, sendo que foi este o ano do lançamento da 1ª versão.

Hoje a *Alias* assim como o seu porta-estandarte *Maya* foram absorvidos comercialmente pela *Autodesk* que desta forma mantém o domínio do sector profissional da criação 3D.

Os grandes atributos desta ferramenta são a possibilidade de converter livremente objectos de diferentes formas geométricas, simular diversos tipos de partículas como acontece com o *3D Studio*, utiliza ainda um simulador de movimentos humanos sem esquecer o detalhe do balancear dos tecidos das roupas que esse mesmo modelo utiliza. Ferramentas de pintura 2D incorporadas dentro de um ambiente 3D são também uma das potencialidades, sendo que outras, como a colocação de pelos, cabelos ou objectos que se deformam sobre pressão e reagem à gravidade, são comuns às referências do sector do *software* para 3D.

O terceiro *software* escolhido para ser referenciado no actual estado da arte foi o *Carrara 4 Pro* da *Eovia*, um *software* vencedor de diversos concursos internacionais pelos mais variados motivos e daí o interesse em destacar as suas potencialidades. Neste campo, o *Carrara*, do qual a *Eovia* lançou muito recentemente no mercado a versão 5, apresenta uma extraordinária facilidade de utilização ao nível da interface que permite a este menos conhecido instrumento de modelação 3D uma versatilidade e rentabilidade apreciáveis e aplaudidas pelos conhecedores do mundo do 3D. De volta ao ambiente *Carrara*, este divide-se em cinco salas de trabalho entre as quais se alterna com um simples clique. Ao iniciar o *software* começamos por ser recebidos na sala de construção (*assemble room*) onde facilmente percebemos qual o acompanhamento

faseado pelo qual o processo criativo irá passar como podemos observar na figura 3.9.



Figura 3.9

Link para as salas de modelação

Carrara 4 Pro: Assemble, Modeling, Storyboard, Texture e Render

Nesta sala inicial não há barras mas apenas botões para escolher quer as primitivas (que se desdobram no mesmo botão, simplificando o ambiente de trabalho), quer depois, na vertical, todos os comandos de deslocamento das câmaras que no fundo nos permitem trabalhar em qualquer ponto espacial do ambiente 3D. Passando para a segunda sala, que é a sala de modelação, podemos criar e converter figuras desenhadas à mão em 2D para 3D, que automaticamente se colocam na sala de construção prontas para serem enquadradas no conjunto final de objectos. Já na terceira sala, podemos observar o histórico do processo criativo (*storyboard*), para deste modo percebermos e alterarmos cada passo dado no desenvolvimento do trabalho, deixando ao *software* o trabalho de automaticamente recompilar as informações dadas, gerando novos objectos. Na quarta sala temos ao nosso dispor todas as ferramentas destinadas exclusivamente à aplicação e manipulação de texturas que serão renderizadas na última sala destinada precisamente a esta tarefa.

Um senão a apontar a este *software* está precisamente na última sala, onde o processo de *render* (processo final que permite a transformação da modelação numa imagem fotográfica ou vídeo animado) de uma imagem se processa a bom ritmo e com a qualidade desejada, não acontecendo o mesmo quando se trata de animações e consequente deslocamento de câmaras, o que torna o *software* pouco útil nesta tarefa devido ao tempo que dispende na sua realização, pelo menos no uso doméstico; muito provavelmente o caso mudará de figura se recorrermos a máquinas de grandes estúdios cinematográficos.

Para além de oferecer a grande parte das possibilidades que detectámos nos *softwares* anteriores, o *Eovia Carrara 4 Pro* é compatível com as referências do sector do tratamento da imagem, desde importações e exportações de e para o *3D Studio* (o que não se verifica inversamente). Como veremos mais à frente parece ser um *software* feito para simplificar e facilitar a vida ao utilizador. Se a isto associarmos uma imagem de abertura de interface de cariz histórico, ou a quantidade desse tipo de objectos que

proliferam na Internet, logo vamos perceber porquê a empatia que se gerou na escolha desta ferramenta para alcançar os objectivos a que para este trabalho nos propusemos.

Para utilizar estes programas ao melhor nível necessitamos de um conjunto de componentes onde se destacam três elementos computacionais, sendo assim necessário um bom processador, a maior quantidade de memória possível e uma boa placa gráfica.

Quanto a processadores a Intel e a AMD repartem a liderança na tecnologia de ponta destes componentes: a Intel dispõe de processadores *Pentium* cuja velocidade do relógio se situa nos 3.73GHz para um *Pentium 4 Extreme Edition* com *Hyper-Threading Technology* e a AMD nos 2.80GHz para um *AMD Athlon 64bits FX-57* mas que por outros factores que não vale a pena aqui esmiuçar está ao nível do primeiro.

Em relação às placas gráficas a nVidia dispõe de um modelo topo de gama, a *Gforce 7800*, totalmente preparada para a nova geração de realismo cinemático e que nos parece uma das melhores escolhas para os inúmeros *renders* de que um trabalho de 3D necessita. Esta placa está também preparada para realçar realisticamente todos os aspectos de translucidez que objectos expostos a fontes de luz apresentam, bem como os variados efeitos luminosos que intervêm numa cena e até entre os diversos objectos presentes. As transparências foram bastante optimizadas e o efeito provocado por aqueles pequenos quadrados que deformam a imagem, o *aliasing*, já não é perceptível como seria através de um *render* tradicional.

Por outro lado a ATI está na linha da frente com a *Radeon X1800*, último produto de grande qualidade gráfica, como o comprovam as suas especificações técnicas que contemplam uma lista de inovações desde as capacidades de *anti-aliasing* até à possibilidade de conexão a sistemas de televisão de alta definição (HDTV).

Para concluir este capítulo parece ser útil fazer um último parêntese para orientar o utilizador no momento da escolha da melhor dupla de ataque ao 3D. Se por um lado os processadores da Intel são muito fiáveis e aguentam um intervalo de variação de temperaturas maior, por outro são muito mais dispendiosos na hora da compra do que os rivais da AMD, que por muito menor preço oferecem a mesma ou até melhor desempenho gráfico. Quanto às placas gráficas a superior capacidade da ATI ao nível do 3D é prejudicada por uma factura mais alta a pagar na hora da aquisição em relação à nVidia que por um preço um pouco abaixo até pode ser a melhor escolha em alguns jogos que recorrem ao 3D.

A escolha de um sistema 3D como forma de dar a conhecer uma construção real ou imaginária, é um dos passos necessários para conseguir imagens de um determinado

objecto, aproveitando o facto das infinitas possibilidades do espaço tridimensional. Uma outra possibilidade são os ambientes imersivos, aqueles em que o utilizador se sente como que elemento humano num espaço tridimensional virtual, mas esta solução, no nosso caso, foi colocada de parte devido às dificuldades para financiar a concretização dos elementos necessários para a realização de testes, muito embora a modelação possa vir a ser aproveitada nesse sentido se no futuro esse caminho for facilitado.

3.3 Interacção

O ambiente tridimensional é um palco guardado no computador e apresentado em tempo real ao utilizador através de um motor de computação gráfica. Na interacção virtual não imersiva, o utilizador é alguém que observa e interage com um cenário tridimensional através do ecrã de um computador [Pinho, 1997]. Hoje sabemos que é possível interagir com cenários tridimensionais através de diversos dispositivos do nosso quotidiano, desde telemóveis a ecrãs de televisão, etc..

A primeira tecnologia gráfica que serviu de apoio a este trabalho foi a ferramenta de modelação 3D *Eovia Carrara 4 Pro*. Este é um sistema que funciona numa lógica de interacção homem/máquina num ambiente tridimensional que contém comandos com os quais interagimos através do rato, teclado ou outro dispositivo, de forma a seleccionar ou editar as propriedades dos objectos criados e também alterar parâmetros como a posição ou o ângulo de visão do observador.

O tipo de manipulação dos objectos dentro destes ambientes pode ser de dois tipos: directa ou indirecta. Directa se o utilizador manipular directamente sobre a projecção do objecto no ecrã; indirecta se o fizer através de comandos intermediários colocados ao lado do palco como acontece com o *Eovia Carrara*. A grande vantagem desta opção é o facto do utilizador estar já bastante adaptado a estes controlos, o que facilita sobremaneira a aprendizagem do uso da interface.

Dentro da manipulação de objectos, esta pode ser feita com controlos comuns ou por meio de controlos específicos para o 3D. Deve haver o cuidado de escolher um *software* que compreenda e apresente correctamente qual a melhor opção para um determinado comando, isto é, se num dado caso específico é mais ou menos viável optar por comandos do tipo *slider*, botão, menu ou outros.

Quer na escolha do melhor *software* de apoio, ou na elaboração do menu de um determinado ambiente, o criador deve evitar “poluir” visualmente as interfaces com

informação repetitiva e optar sempre pela que faculte uma utilização final mais simples, visualmente limpa, intuitiva e prática. Para percebermos melhor esta problemática atentemos nas figuras 3.10 a 3.13 para percebermos as diferenças entre uma interface com excesso de comandos e a forma como esta pode ser simplificada.

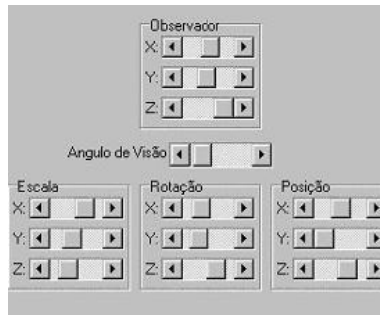


Figura 3.10 – Exemplo de uma interface com excesso de controlos

De modo a resolver o problema de excesso de controlos podemos recorrer a *radio-buttons* (botões de selecção de opções) que libertam um único sistema de ajustes para 4 opções diferenciadas.

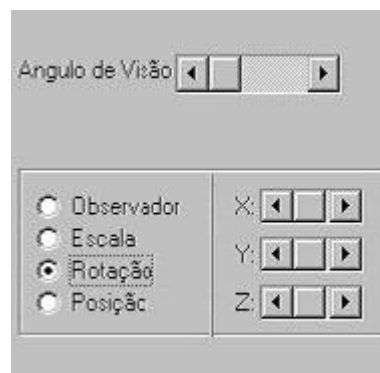


Figura 3.11 – Exemplo de como se pode simplificar uma interface

Após se ter percebido a importância da simplificação de comandos, surge a oportunidade de se poder recorrer a controlos específicos para o 3D, os chamados comandos tridimensionais. Estes comandos são objectos que quando interagimos com eles nos permitem um controlo intuitivo, fácil e preciso sobre o objecto seleccionado.

Para a manipulação de objectos, e a título exemplificativo, o *Eovia Carrara 4 Pro* optou por 3 botões que movem, dimensionam e rodam os objectos, e por 4 botões que fazem variar a câmara que visiona os objectos. Dentro da variação da câmara, 3 botões ficam responsáveis pelo deslocamento ao longo dos eixos de acção espacial e um outro botão pelo sistema de rotação da câmara, denominado *dolly*, como podemos ver nas figuras seguintes.



Figura 3.12 – Controlos de objectos: posição, tamanho e rotação



Figura 3.13 – Controlos de câmara por eixos e rotação *dolly*

Foi a partir destas facilidades todas que o *software Carrara* venceu barreiras junto dos consumidores destes produtos e cativou, levando mais longe o conceito de como é fácil e rápido modelar.

No momento de preparar imagens para as texturas o utilizador necessita de um programa de aperfeiçoamento fotográfico para corrigir e readaptar fotos. Neste caso a regra é quantos mais ajustes uma aplicação fornecer, melhor. Embora a referência seja o *Adobe Photoshop*, outros há que servem as necessidades dos artistas da imagem, como o *Corel Photo-Paint* ou o *JASC Paintshop Pro*. Neste trabalho recorreu-se aos dois primeiros referenciados atrás.

De forma a suprir lacunas e a evitar contratempos na animação de um vídeo, o *Adobe Premiere* foi a escolha para dar uma ajuda no momento da animação. Fê-lo a três níveis: ao nível da sequencialização de imagens, ao nível das transições entre imagens e ao nível da banda sonora que foi aplicada.

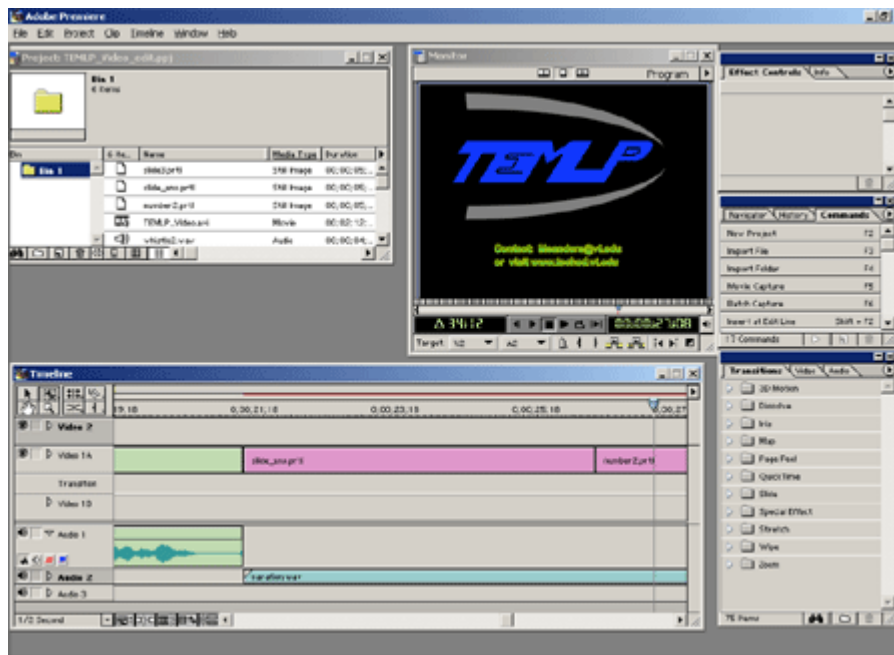


Figura 3.14 – Ambiente de trabalho Adobe Premiere Pro

De facto, o Adobe Premiere não pode ser considerada uma ferramenta fácil e intuitiva, tal como percebemos pela apresentação da interface na figura 3.14. A própria Adobe reconhece ser recomendada para profissionais a partir do momento em que pensou no utilizador doméstico e lançou no mercado uma versão “light”, mais amigável ao nível da interface, com o Premiere Elements. O recurso a esta tecnologia de apoio revelou-se necessária como meio de profissionalizar as animações e de lhe dar um toque mais realista enquanto vídeo de apresentação do trabalho de modelação 3D.

A escolha de uma aplicação pode ser justificada pela anterior experiência que o utilizador tenha com um qualquer tipo de editor de vídeo que lhe garanta resultados satisfatórios.

Por fim, depois de todo o trabalho elaborado e depois de obtidas as imagens, vídeos e som, é necessário recorrer a um dos inúmeros criadores de conteúdos para DVD existentes no mercado, já que o projecto passa pela criação de um menu que permita a navegação a partir do comando de um leitor de DVD e que fosse visualizável num qualquer televisor. Neste caso concreto a escolha recaiu sobre a aplicação *DVD Lab Pro*, cujo ambiente de trabalho podemos observar na figura 3.15, e que se mostrou um dos editores que mais rápida e eficazmente se adaptam à concretização do nosso trabalho, devido em primeiro lugar à sua especificidade como criador exclusivo de conteúdos em DVD, desde a introdução de menus, som, legendas, etc. Em segundo lugar devido à possibilidade de fazer todos os testes e experiências antes da gravação do

DVD e por último devido à enorme compatibilidade de formatos que oferece ao utilizador, desde o próprio DVD (ficheiros VTS) até aos formatos Mpeg para serem utilizados em outros fins que por ventura venham a ser definidos em projectos futuros.



Figura 3.15 – Ambiente de trabalho *DVD-Lab Pro*

3.4 Produtos de Integração do 3D Virtual

Actualmente, a integração de produtos 3D relacionados com a divulgação, promoção e preservação de património histórico passa sobretudo pelas visitas virtuais *on-line* a monumentos, exposições ou locais que existiram no passado.

Devido às vantagens de carregamento rápido que os conteúdos da *web* exigem, a linguagem de modelação de realidade virtual (VRML), apesar do longo percurso que tem no mercado, continua a ser uma solução bastante recorrente. Embora as qualidades gráficas sejam o seu ponto fraco, sempre são compensadas com a velocidade de apresentação e interactividade no manuseamento da perspectiva dentro do 3D.

O VRML 2.0 permite interagir com a imagem a diversos níveis, desde efeitos de aproximação e afastamento da lente em função da distância aos objectos, até rotações integrais ou mesmo deslocamentos para posições específicas do espaço 3D.

Podemos encontrar este tipo de integração de produtos 3D em visitas virtuais no *site* que a BBC disponibiliza, onde podemos realizar por exemplo uma visita virtual a “*Housesteads Roman Fort*” como ilustra a figura 3.16.



Figura 3.16 – Housesteads Roman Fort Virtual Reality Tour

Como se pode verificar, comparativamente a sistemas de construção 3D mais avançados, é na qualidade gráfica que este sistema peca; porém como já foi referido anteriormente é devido à sua capacidade de gerar pequenos ficheiros que podem ser carregados rapidamente *on-line* e à possibilidade de navegação total dentro do ambiente que o VRML ainda continua a ser solução para grande parte dos conteúdos da *web* de realidade virtual.

Outra das aplicações que se podem encontrar *on-line* e na qual se podem manipular objectos em 3D é aquela na qual o processador de imagens em tempo real *Cult 3D* nos permite manusear a título exemplificativo a Torre Eiffel, como mostra a figura 3.17. Neste projecto são dadas ao utilizador três opções de exploração. A primeira na qual se pode navegar em ambiente virtual VRML semelhante ao apresentado atrás no forte romano de *Housesteads* mas recorrendo a um *plug-in* diferente e que apresenta como ponto menos positivo a falta de *zoom* dos objectos, deixando apenas a navegação vertical e horizontal associada à possibilidade de fazer rotações. Surge depois uma segunda opção que contempla a navegação em formato Quicktime VR, disponível através do *plug-in* da *Apple*, um sistema que facilita a navegação e interacção total com os objectos através do rato e de *hotspots* (zonas de

hiperligação) respectivamente. Temos ainda a terceira e última opção a qual, para os entusiastas da matéria, permite fazer o *download* dos modelos em 3D para o uso pessoal que cada utilizador entender.

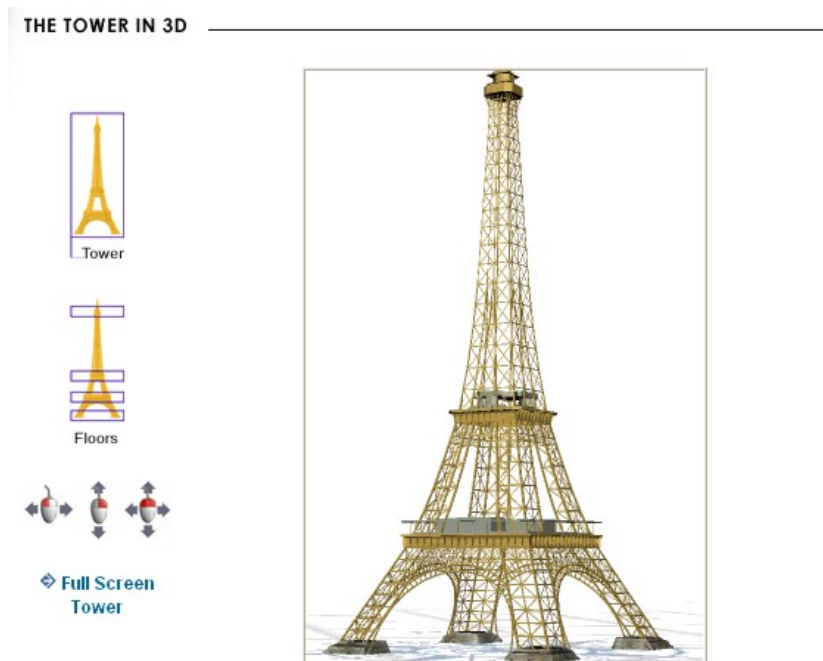


Figura 3.17 – *Eiffel Tower virtual tour – 3D Cult plug-in*

Outra das possibilidades de representação de objectos 3D passa pelo *plug-in Viscap SVR* que permite também uma boa navegação com apenas 3 comandos, um de deslocamento horizontal/vertical, outro de rotação horizontal e *zoom in/out* e outro de rotação vertical. A figura 3.18 mostra o *Virtual Solar System* da *National Geographic* que é uma das aplicações que recorre a esta tecnologia. Como se percebe pela descrição parece não se justificar a separação do botão de rotação em dois, um dos quais tem incorporado o comando de zoom.



Figura 3.18 – *Virtual Solar System com plug-in ViscapSVR National Geographic*

Outra alternativa que recentemente tem vindo a ser cada vez mais utilizada para dar a conhecer conteúdos 3D muito semelhantes aos proporcionados pelo *QuickTime VR* da *Apple* é conceber uma aplicação em linguagem *Java* e visualizável através do *plug-in* da *Microsoft Java Virtual Machine* ou da máquina virtual de *Java* da *Sun Microsystems*, como podemos observar no exemplo da figura 3.19. Este tipo de visualização é orientada quer pelo rato, quer pelos comandos que proporcionam o mesmo controlo às pessoas menos habituadas com a navegação por rato. Contudo, após accionar o movimento numa determinada direcção só é possível parar de forma a contemplar a imagem clicando com o rato sobre a mesma, o que para quem gosta de utilizar os comandos disponíveis no canto inferior direito faz sentir a falta de um comando de paragem.



Figura 3.19 – (Turkey) City of Kusadasi 3D virtual tour

Mesmo sabendo que o propósito inicial do nosso trabalho tinha semelhanças com os exemplos atrás analisados ao nível da promoção histórico-cultural, a diferença está no modo como se pretende chegar ao público, não através da Internet mas sim de um suporte físico como um DVD multimédia construído com base numa modelação 3D.

Actualmente, como forma de apoio a este tipo de projectos, a União Europeia, através dos seus quadros comunitários de apoio, nomeadamente o Interreg III – C (programa regional de desenvolvimento sustentado assente em parcerias que partilham conhecimentos e experiências no sentido de desenvolver e responder a novas soluções

económicas, sociais e desafios ambientais) do qual faz parte o programa para assistência e gestão urbana sustentável (Pagus), cujos objectivos passam por conseguir promover a reabilitação dos centros históricos, valorizando o património arquitectónico, melhorando as condições de vida das populações residentes nesses centros e garantindo deste modo a vitalidade que muitas vezes desaparece com o abandono por falta de qualidade de vida.

Investindo nas novas tecnologias, no multimédia e no 3D, podemos dar um contributo para valorizar, dar a conhecer e perpetuar a memória colectiva de um povo que tem o dever de conhecer a sua história e dela tirar ensinamentos que lhe permitam evoluir.

A antiga cidade de Braga, Bracara Augusta, que podemos contemplar nas figuras 3.20, 3.21 e 3.22, é um exemplo de recuperação virtual em 3D semelhante ao que se pretendia realizar neste trabalho, uma vez que apenas difere na apresentação final dos conteúdos. Enquanto o projecto desenvolvido pelo Centro de Computação Gráfica (CCG) foi publicado em CD-ROM interactivo para visualização num PC, o projecto de recuperação virtual do Castelo de Freixo de Espada à Cinta quer-se preparado não só para PC, como também para os vulgares leitores de DVD de sala de modo a poder ser usufruído diante da televisão, no conforto do sofá.

Neste projecto de Bracara Augusta, os técnicos do Centro de Computação Gráfica partiram da criação em 3D de um modelo da cidade para realizarem todo o aproveitamento desejado do conteúdo que tinham de criar. Deram especial atenção, como comprovámos no *site* da Universidade do Minho com quem o CCG mantém parceria, a três locais da cidade originária da actual Braga, as Termas Romanas, a Casa das Carvalheiras e a muralha de Bracara Augusta, sendo que para as três situações foi gerado um pequeno vídeo disponibilizado em formato *avi* e colocado para *download* promocional *on-line*. Porém numa análise mais cuidada fica a impressão de terem modelado uma espécie de *Disneyland* bracarense devido à falta de realismo, por exemplo das pedras das muralhas que parecem feitas em cimento ou da homogeneidade das construções que sabemos não seriam tão homogéneas como as imagens nos querem fazer parecer.

Uma das muitas vantagens do 3D é mesmo a possibilidade de exportar os elementos para um grande número de formatos, como aplicações *web VRML*, imagens estáticas e/ou animadas, aplicações para dispositivos móveis ou simplesmente vídeos

como o realizado para o exemplo citado anteriormente e do qual podemos observar os pormenores visíveis nas figuras 3.20 e 3.21.



Figura 3.20 – Bracara Augusta - termas romanas



Figura 3.21 – Bracara Augusta - cidade e Casa das Carvalheiras



Figura 3.22 – Bracara Augusta - muralha da cidade

Para além deste projecto também um outro no domínio do património cultural e arquitectónico, em alguns casos degradado, noutros mesmo desaparecido, permite a recuperação histórica com a ajuda das novas tecnologias, da interactividade e do multimédia. Trata-se do Mosteiro de Santa Clara-a-Velha em Coimbra, o qual está disponível *on-line* em formato de aplicação VRML como podemos observar nas figuras 3.23 a 3.26.



Figura 3.23 – chafariz

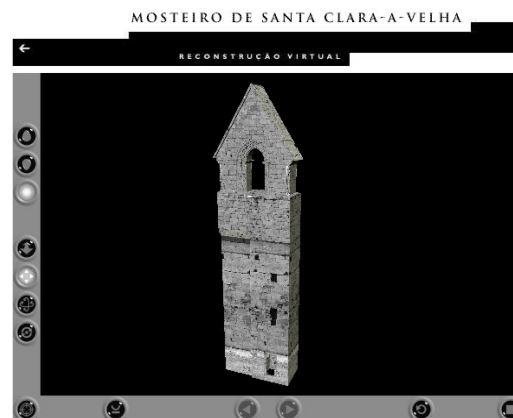


Figura 3.24 - campanário

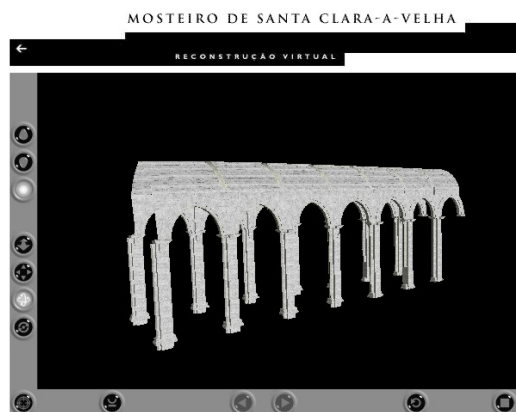


Figura 3.25 – nave central da igreja



Figura 3.26 - casa do chafariz

Uma das vantagens do 3D virtual é também podermos usufruir de um espaço virtual ilimitado, onde os objectos criados podem ser manipulados e investigados sob condições controladas e sem interferir com o trabalho de campo. Com este tipo de obra virtual podemos reutilizar os espaços obtidos a partir do 3D ao serviço da comunidade ou de outro qualquer propósito de índole pessoal, profissional ou até cultural.

Mesmo sabendo que, por princípio, a forma de divulgação dos conteúdos varia de acordo com os objectivos estabelecidos no projecto, um outro método de apresentação que tem potencial para se tornar muito popular passa pela utilização do leitor de DVD e das suas possibilidades de interacção e navegação que este permite.

Capítulo 4

4. Um caso de estudo

A partir do desenvolvimento exponencial quer do *hardware* quer do *software*, torna-se possível dar a conhecer questões do passado que ajudam a compreender na actualidade o ambiente e o *modus vivendus* dos nossos antepassados.

A escolha de um caso de estudo no qual pudéssemos aplicar as técnicas 3D disponíveis hoje em dia passou pela recuperação de elementos históricos já desaparecidos ou dos quais restem hoje poucos vestígios. A escolha recaiu no caso específico no extinto castelo de Freixo de Espada à Cinta. Nesta localidade raiana resta hoje, devido à incúria, uma torre singular pela sua geometria (heptagonal) e um pedaço de muralha do grandioso castelo medieval que ali ao longo dos tempos foi sendo erguido.

Actualmente, poucas pessoas têm um conhecimento aproximado daquilo que outrora ocupou o espaço envolvente ao actual cemitério municipal; daí a ideia de preservar dando a conhecer uma das mais belas praças militares, que funcionou durante séculos nesta localidade transmontana.

4.1 Contexto do Castelo de Freixo de Espada à Cinta

No que diz respeito ao caso de estudo do castelo de Freixo de Espada à Cinta partimos da existente Torre do Galo (monumento nacional), toda em granito, facetada e heptagonal, que é hoje em dia um único e impressionante testemunho do extinto castelo medieval, como demonstra a figura 4.1. Esta torre foi mandada erguer por D. Fernando I cerca de 1376, uma vez que por ordem expressa deste monarca, nas terras onde não havia paços régios para instalação dos reis quando as visitassem, foram mandados construir os “*apartamentos de alcácere*” que em Freixo deram origem a esta torre e ao seu belo salão ogival, servindo durante séculos de residência ao alcaide ou ao governador do castelo [Viterbo, 1798].



Figura 4.1 – Torre do Galo

O acesso ao seu eirado faz-se por uma estreita escada exterior (figura 4.2) de pedra que, atingida uma primeira plataforma, introduz o visitante no chamado “*apartamento de alcácere*”.



Figura 4.2 – Acesso ao interior da torre



Figura 4.3 – Escada interior em espiral

Daí para cima a subida é bastante íngreme por uma escada em espiral apertada e muito acentuada como podemos observar na figura 4.3, até à segunda plataforma onde alcançamos um segundo balcão ao nível do relógio e dos sinos, assente em cachorros do tipo borgonhês apresentados na figura 4.4.



Figura 4.4 – Cachorros do tipo borgonhês

Aqui chegados revela-se uma bela panorâmica da vila e das suas cercanias. É sem qualquer sombra de dúvida um excelente posto de vigia como se vê na figura 4.5.



Figura 4.5 – Vista do alto da Torre do Galo

Foi precisamente a partir do espaço físico que esta torre ocupa que a investigação foi idealizada. Assim como referido atrás na abordagem à metodologia da investigação histórica, esta ciência, baseada em documentos e provas concretas, coloca primeiramente a tarefa de reunir toda a documentação que conseguíssemos encontrar e que ao extinto castelo de Freixo de Espada à Cinta dissesse respeito. Desta forma, foram minuciosamente consultados os desenhos e plantas das figuras 4.6, 4.7 e 4.8 [Duarte D'Armas, 1507], a planta e a respectiva legenda realizadas pelo engenheiro do exército português, Tozé Monteiro de Carvalho, sem data, mas presumivelmente dos inícios do século XIX, a descrição de D. Manuel Gonzalez Simancas [Simancas, 1572] e a descrição de Freixo de Espada à Cinta do padre Geraldês, da Congregação do Oratório de Nossa Senhora do Vilar, conjuntamente com as referências do Padre Lourenço Feijó Cordeiro [Cordeiro, 1758].

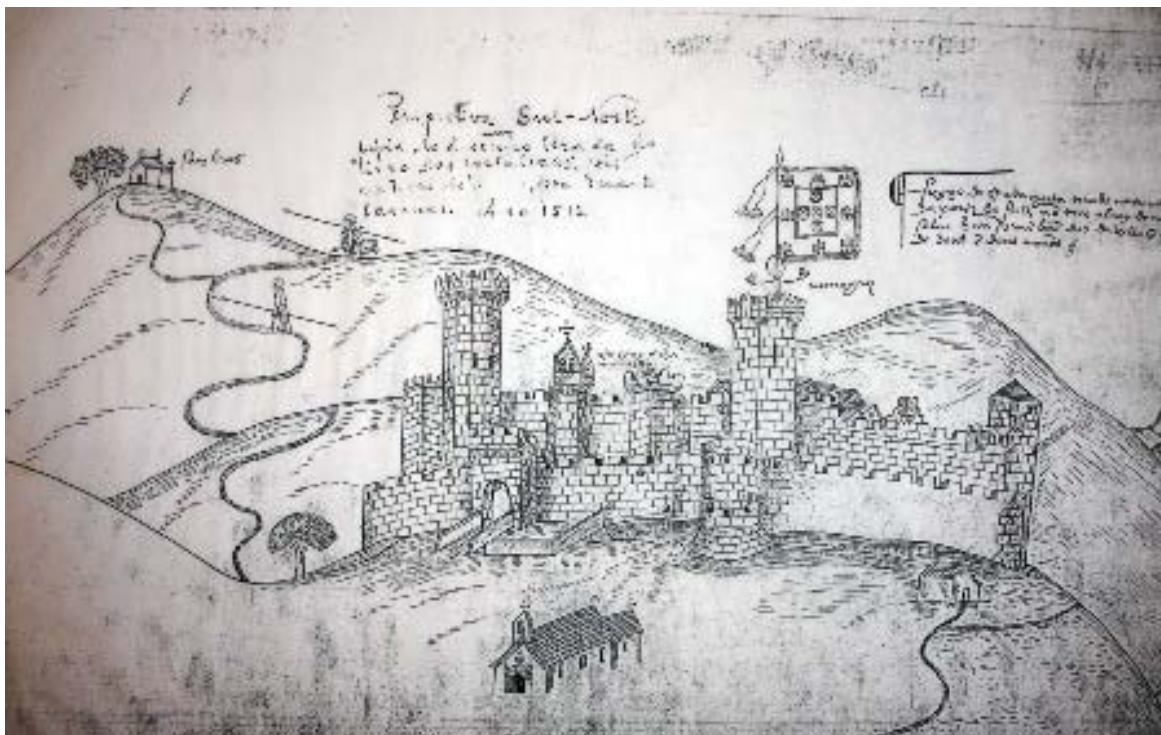


Figura 4.6 – Representação do castelo por Duarte D'Armas (vista sul-norte)

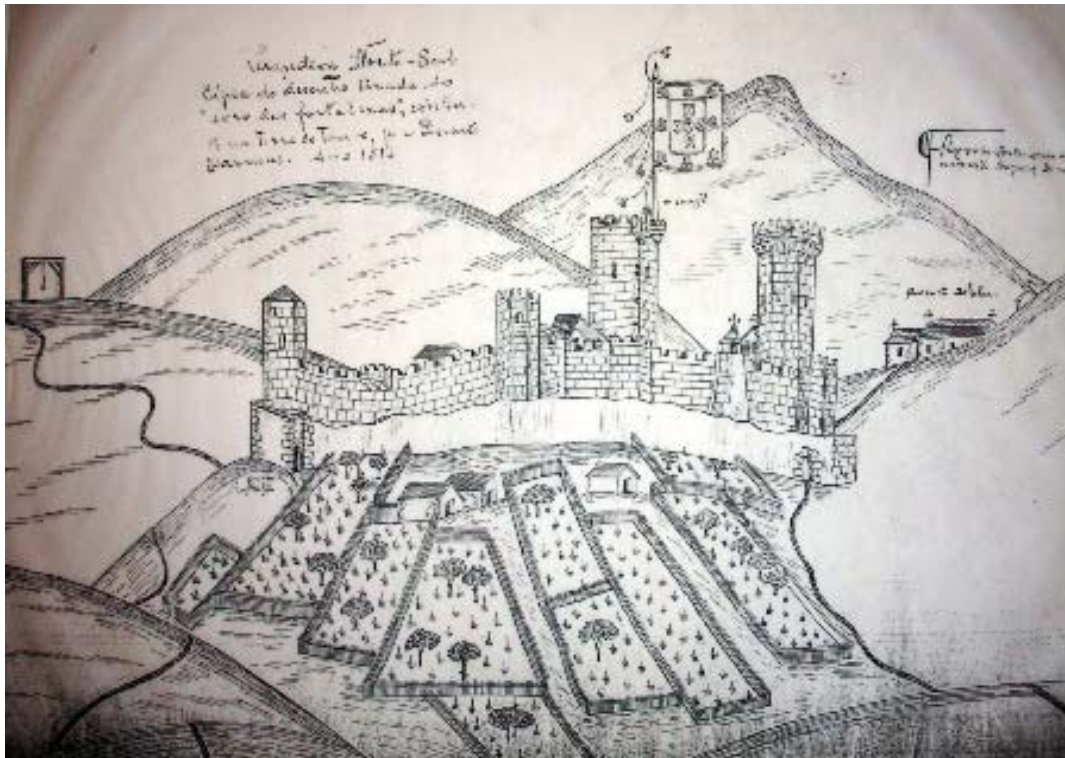


Figura 4.7 – Representação do Castelo por Duarte D'Armas (vista norte-sul)

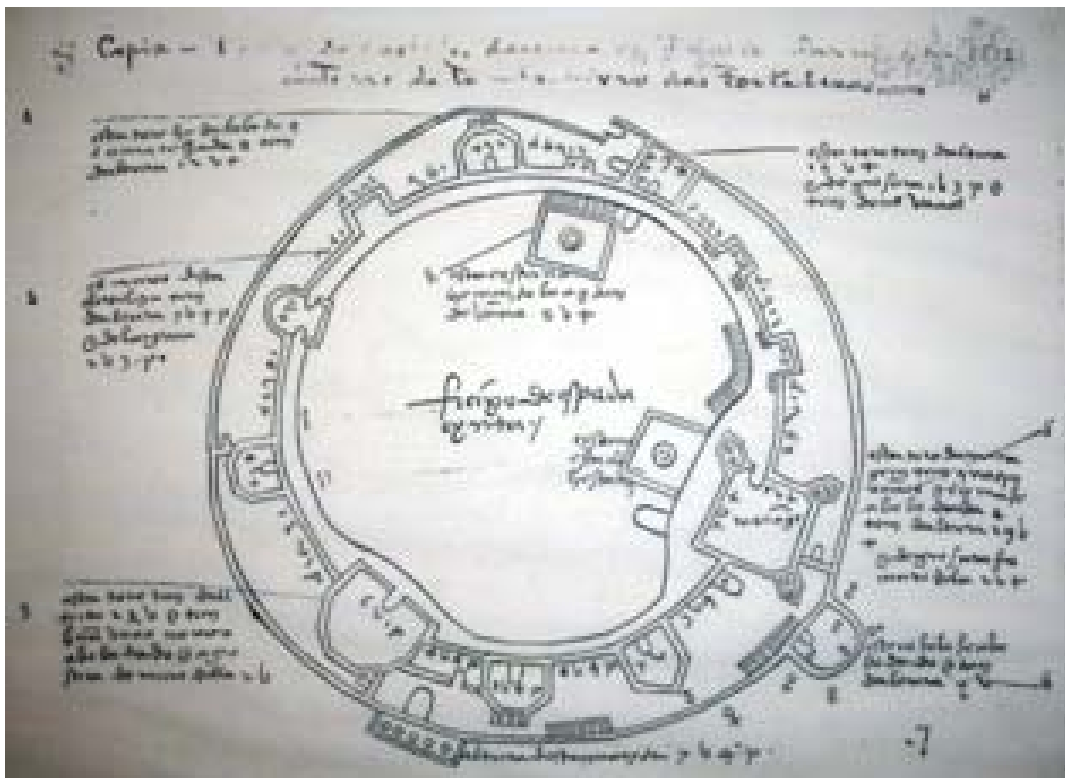


Figura 4.8 – Representação da planta do castelo por Duarte D'Armas

4.2 Situação Social da Época

Para melhor assimilarmos o significado da implantação de um castelo nesta vila, temos de ter sempre presente que a Europa foi assolada durante a Idade Média por três flagelos constantes: a peste, a fome e a guerra. Foi então nesta amálgama de vivências, de avanços e recuos, praticamente de uma situação de governo anárquico na terra de ninguém, que se projectou o balão de ensaio para a formação do nosso País. Esta vila e concelho testemunham uma das mais velhas histórias de todo o distrito de Bragança, que comemorou no ano de 2005 a bonita idade de 850 anos.

Salientemos então que Alexandre Herculano afirma ser este castelo “...*pelo menos do tempo dos árabes, para se defenderem dos cristãos das Astúrias...*”, admitindo por conseguinte a hipótese de ser muito anterior, talvez ainda do tempo dos romanos. Sabemos por variadíssimos estudos de arquitectura militar e de arqueologia que grande parte dos castelos medievais foram efectivamente um aproveitamento das ruínas de fortificações romanas e que em função da sua importância estratégica, e logo após o chamado “*repovoamento*” de Afonso III de Leão (séc. IX), passaram a assinalar os lugares onde se concentrava a autoridade dos senhores condais, representantes do poder régio. Por conseguinte, muitos destes castelos destinavam-se a assegurar a autoridade dos condes sobre os cavaleiros-vilãos locais, com quem nem sempre mantinham as melhores relações.

Quando a monarquia se consolidou, todos os castelos vieram a transformar-se em sedes de guarnições militares que asseguravam o exercício da autoridade régia sobre um território nem sempre muito pacífico, como teatro que era de luta e resistência às autoridades que o rei ia enviando para toda a parte. É por isso que nestes castelos a torre de menagem se elevava, quase sempre, de maneira tão altiva acima do conjunto das muralhas. Era o símbolo da «homenagem» ao rei, como o seu próprio nome indica. Marcava a autoridade do representante do soberano, normalmente o alcaide, e lembrava portanto o senhorio da coroa ou o senhor a quem era preciso prestar juramento de fidelidade. Por isso é que em qualquer modelo arquitectónico podemos verificar que a “*Torre de Menagem*” sobressai acima das muralhas e está rodeada pela alcáçova [Mattoso, 1989].

Nestas remotas épocas várias povoações ou vilas amuralhadas da fronteira com a meseta castelhana estavam numa situação de quase completa ou mesmo total independência. O seu território não pertencia nem aos soberanos cristãos nem aos

muçulmanos. Organizavam a sua própria defesa, negociavam eventualmente a sua posição com cada um dos soberanos das duas religiões e viviam principalmente da pecuária e da pilhagem em território vizinho, fosse ele cristão ou muçulmano.

Sempre na defesa e organizando expedições de ataque na Primavera ou no Verão, eram governadas por grupos desses tais cavaleiros-vilãos, muitas vezes aparentados entre si. A antiga igualdade que reinava entre os cavaleiros-vilãos tem a sua expressão arquitectónica na ausência de uma torre central e de alcáçova, assim como no traçado das muralhas que protegiam o casario. Se alguma torre emerge do conjunto do castelo, está geralmente adossada à muralha, e manifesta antes a sua função de comando militar do que a de símbolo da autoridade [Mattoso, 1989]. Tanto pelas plantas como pelas descrições a que tivemos acesso, presumimos que era precisamente esta a situação que em Freixo era patenteada.

Por uma questão de segurança e de afirmação de posse da terra conquistada, para que nestes territórios se fixassem homens que defendessem com afeição e bravura as suas terras, tornava-se urgente oferecer-lhes várias regalias e privilégios. Os reis cristãos concederam-lhes então as chamadas cartas de foral, que lhes garantiam o respeito por uma certa autonomia mediante a aceitação de um representante da sua autoridade e o pagamento de certos impostos.

Os lotes de terras eram emparcelados e transformados em propriedades agrícolas mais ou menos produtivas e quase auto-suficientes, ao mesmo tempo que se ia organizando e estabelecendo uma população que acabou por desenvolver mecanismos de autodefesa, não só militar mas também jurídica e política [Duarte, 2003]. Todas estas terras acasteladas eram locais de ataque e/ou de defesa em tempo de guerra, quando para o espírito medieval a cidade dos homens se identificava com a cidade de Deus. Mas foram sobretudo o foco criador de novas povoações, funcionando acima de tudo como porto de abrigo dos seus habitantes quando a tempestade de uma nova guerra ou invasão se aproximava.

4.3 Envolvência Geográfica

Freixo de Espada à Cinta está inserida na província de Trás-os-Montes e Alto Douro, distrito e bispado de Bragança, e desde a Idade Média faz parte do arcebispado de Braga. Tem por orago S. Miguel Arcanjo, adoptando os seus habitantes como santa padroeira Nossa Senhora dos Montes Ermos, a quem são dedicadas as festas e romaria que decorrem habitualmente durante a segunda semana do mês de Agosto. Corresponde a uma área aproximada de 290,36 Km², situando-se a 41° 6' de latitude Norte e 2° 20' de longitude a Este do meridiano de Lisboa. Fica a cerca de 180 km a N.E. da cidade do Porto, a 400 km a N.E. de Lisboa e 100 km a S. de Bragança, a uma altitude média de 471 m. Atente-se ao mapa da figura 4.9. Os limites administrativos do concelho são:

- Norte; o concelho de Mogadouro;
- Oeste; o concelho de Torre de Moncorvo;
- Este; Espanha (província de Salamanca);
- Sul; o concelho de Figueira de Castelo Rodrigo (distrito da Guarda).



Figura 4.9 – Mapa da localização da vila de Freixo de Espada à Cinta

A cerca de 4 km da vila passa o rio Douro, demarcando neste concelho a fronteira entre Portugal e Espanha, e “foi durante oito séculos um dos escudos mais

seguros (e politicamente menos dispendiosos) que Portugal possuiu na sua longa linha de contacto com a nação vizinha...” [Sant’ Anna Dionísio, 1995]

É uma terra que se desenvolveu desde o início da nacionalidade, uma vez que o seu primeiro foral lhe foi outorgado por D. Afonso Henriques entre 1155/57, ascendendo à categoria de vila a partir de 1240 [Duarte, 2003].

No início do século XVI era uma poderosa praça de guerra cercada de muros e dotada de três torres mestras, das quais actualmente só resta uma, facetada e heptagonal, exemplar único na Península Ibérica: a denominada Torre do Galo ou do Relógio.

A origem da vila de Freixo de Espada à Cinta perde-se nas brumas dos tempos estando a sua fundação e toponímia encobertas pela neblina que sempre envolvem as lendas. Todavia vários historiadores afirmam que os Nabassos, povo ibérico pré-romano mencionado por Ptolomeu, habitavam toda esta zona da Península, pressupondo-se assim a existência desta povoação anteriormente à fundação do Reino de Portugal.

Ao longo dos séculos esta terra sofreu as sucessivas ocupações de povos vindos de outras paragens: Romanos, Suevos, Visigodos e Árabes.

Contudo a primeira notícia credível e a primeira vez que aparece o nome “*Freixo*” é na outorga do seu primeiro foral designando-a somente por “*Fresno*”, “*Freixyo*” e “*Freyxeno*” que são traduções vulgaríssimas ditadas pela linguagem popular da palavra latina “*Fraxinus*”, aparecendo acrescentada “*Frexeno de Espada Cinta*” muito mais tarde nas Inquirições de D. Afonso III (1258) [Duarte, 2003].

Ao longo dos séculos esta vila e concelho foram testemunhas de muitos acontecimentos históricos que aqui ocorreram, como por exemplo, a guerra que D. Afonso II sustentou com suas irmãs, protegidas de Afonso IX de Leão, e como consequência foi esta terra tomada e saqueada em 1211 pelas forças leonesas. Mais tarde, em 1236 no reinado de D. Sancho II, veio pôr-lhe cerco o Infante D. Afonso, filho de Fernando III de Castela, mas desta vez os habitantes de Freixo defenderam-se com grande valentia conseguindo romper o cerco e vendo-se os castelhanos obrigados a levantar armas e bater em retirada. Como recompensa de tal feito o monarca português concedeu-lhe a categoria de vila.

Pouco depois, a 27 de Março de 1248, D. Afonso III confirmou o foral outorgado pelo nosso primeiro monarca e todos os privilégios da vila, concedendo-lhe ele próprio um novo diploma foralengo em 20 de Janeiro de 1273.

O concelho de Freixo, entendendo que a realização de uma feira ajudaria a um maior povoamento e como consequência a ter mais homens para a sua defesa, pediu a D. Dinis que lhe outorgasse carta de feira, o que foi concedido a 9 de Março de 1307, autorizando a sua realização “*oito dias andados de cada mês*” com a duração de um dia. Salientemos que esta vila tinha voto em cortes, com assento no banco nº 10 [Sousa, 1990].

Continuando o seu desenvolvimento como burgo, em 1342 os seus habitantes pedem a D. Afonso IV que lhes fosse concedido o uso da Terça da Igreja a fim de concluírem as muralhas da vila, ao que o rei respondeu afirmativamente. Ainda com estes meios se começou a construir a actual Igreja Matriz, cuja edificação só ficou concluída em pleno reinado de D. João IV.

D. Afonso V manteve a Terça no concelho, mas doou todos os outros direitos reais a Vasco Fernandes Sampaio, primeiro donatário desta vila, permanecendo em poder desta família durante séculos, até que a lei de 19 de Julho de 1790 acabou com as donatarias.

D. Manuel outorga foral novo a Freixo em 1 de Outubro de 1512.

Em 1896 o concelho de Freixo de Espada-à-Cinta é suprimido e anexado a Torre de Moncorvo, mas a sua população, denotando mais uma vez uma resistência e capacidade de luta fora do comum, conseguiu a 13 de Janeiro de 1898 restaurar o foro municipal.

Ao elaborar este estudo, e como se trata de um castelo que se situava numa zona de fronteira, não podemos deixar de chamar à atenção para o facto de que a fronteira hispano-portuguesa foi desde os primeiros tempos medievais uma fronteira de colonização e de pilhagem, daí as agressões recíprocas dos que viveram de um e do outro lado serem frequentes e habituais. Esta vila sofreu sempre e durante séculos a denominada guerra de fronteira, nomeadamente entre 1580 e 1640. As pilhagens e destruição das aldeias de Lagoaça e Fornos em 1644 são disso exemplo.

Desta forma, as regiões de fronteira, os territórios situados nas imediatas cercanias da raia hispano-portuguesa, nas quais o subdesenvolvimento é o elemento principal das respectivas condições socioeconómicas, desempenham um claro papel de “*periferia*”, relativamente à qual o centro da região obtém recursos económicos e humanos com que fazer frente aos problemas.

Em linhas gerais [Cortés, 1990] podemos caracterizar as terras de fronteira da seguinte forma:

- 1- As densidades populacionais são fracas e além disso tendem a reduzir-se com a perda de importância destes postos fronteiriços;
- 2- A agricultura é a actividade económica primordial das pessoas que vivem na fronteira;
- 3- Mantém-se a utilização com a dedicação à pecuária de boa parte da terra, o que pode ser interpretado como manifestação da permanência de uma sociedade tradicional, carente de perspectivas de expansão;
- 4- Os mercadores, e com eles as actividades mercantis fundamentais, não parecem constituir um grupo socio-económico significativo e de especial relevo;
- 5- Tudo conduz a uma burguesia fraca, pelo que a fronteira carece de elementos dinâmicos que, pelo menos, suscitem a possibilidade de desenvolvimento.

Duarte D'Armas, artista e topógrafo da corte de D. Manuel I, encarregado por este monarca de percorrer toda a fronteira do país com a finalidade de fazer o inventário das fortalezas e do seu estado, deixou para a posteridade um excelente estudo de todas elas, entre as quais figura a fortaleza de Freixo de Espada à Cinta, tendo agressões guerreiras, o desleixo e a inconsciência dos homens conseguido reduzir o imponente castelo à torre heptagonal (chamada Torre do Galo, em virtude de ter no seu campanário os sinos da vila), e a alguns ténues e dispersos troços de muralha.

É então tendo como base a planta do castelo desenhada por Duarte D'Armas em 1507 e mais tarde analisada e comentada por D. Manuel Gonzalez Simancas em *Plazas de Guerra e Castillos Medievales de la Frontera de Portugal*, que vamos começar a nossa investigação. Salientemos como facto deveras importante que na folha 113 desta mesma obra, o insigne graduado e perito militar espanhol frisa que as torres e cubelos do castelo de Freixo de Espada à Cinta eram iguais às do castelo de Bragança, tendo-lhe servido possivelmente de modelo, visto que a construção deste é muito posterior. Como não existe em português a descrição deste castelo, usaremos o original castelhano, traduzindo-o, mas usando o idioma original sempre que as circunstâncias o exigirem. Desta forma começa D. Gonzalez Simancas por afirmar que, pelo desenho do castelo efectuado por Duarte D'Armas, lhe parecia não estar situado dentro do recinto da vila, antes pelo contrário, foi a vila que se desenvolveu à volta do local ocupado pelo castelo.

4.4 Análise do Património Actual

Iniciando uma análise das torres que nos permita retirar dados valiosos para a reconstrução virtual, D. Gonzalez Simancas descreve as torres designando-as por flanqueantes, reconhece que são efectivamente dois os redutos: *mayor cubo* (perímetro) y *fortaleza*. Um deles, o de planta quadrada é sem qualquer espécie de dúvida a Torre de Menagem, facto que se prova por ostentar o estandarte real das quinas, como era usual na época. Quanto à segunda, chamando-a de prismático octogonal, afirma que poderia servir para aposento do alcaide e de armazém para as armas e outros apetrechos úteis à vida militar. Contudo, acreditamos que o erro apresentado por este nomeado estudioso das fortificações militares ocorreu porque efectivamente o desenhador português apresenta esta torre do castelo como tendo oito lados, facto que na realidade não se verifica uma vez que esta torre é na realidade um heptágono. Continuando a análise, crê que esta torre levantava a sua imponente massa num ângulo SE. da muralha, e que as escalonadas seteiras que se abrem nas suas grossas paredes são não só para iluminação interior da escadaria que conduz ao eirado cimeiro, mas também e ao mesmo tempo para vigiar todo o terreno sobranceiro.

Note-se que na sua descrição da planta o desenhador português apresenta estas mesmas torres da seguinte maneira: *esta torre damenagem tem quatro vaãos e em cyma he abobadada e tem daltura 19 varas e de grosura ho muro 2 varas*. Como 1 vara equivale a 1,10 m, podemos então concluir que esta Torre de Menagem teria cerca de 20,9 m de altura e os seus muros 2,20 m de espessura. Quanto à segunda torre, aquela ainda hoje existente, diz-nos que: *esta torre tem daltura 22 varas e tem vaão no meo abobadado e a grosura do muro della 2 varas*. Assim sendo esta torre tem 24,2 m de altura e os seus muros 2,20 m de espessura.

Temos ainda a descrição de uma terceira torre de: *planta decágona ú ochavada*, que pela sua elevação e defesa era considerada quase tão importante como a de Menagem. Pelo desenho mostra um perfil elegantíssimo, com duas balaustradas, uma mais baixa, pouco acima das ameias e outra mais alta quase ao cimo da torre, estando ambas dispostas para proporcionarem tiros em todas as direcções, notando-se nas suas extremidades as respectivas ranhuras horizontais que serviam para o efeito. Duarte D'Armas informa-nos que: *esta torre tem daltura 15 varas e de grosura 1 vara e 3 palmos e tem dous vaãos*. Logo teria 16,50 m de altura e cerca de 1,60 m de grossura de parede.

D. Gonzalez Simancas afirma ainda a determinado passo que, na cintura de torres do castelo de Freixo de Espada à Cinta, estas foram levantadas à distância mais correcta e muito bem distribuídas, especificamente onde se encontrava o portão principal, prova acima de tudo de que o principal objectivo das torres não era só a defesa do recinto amuralhado, mas sim uma missão muito mais importante, a de duplicar o poder ofensivo nos pontos mais débeis e de prolongar durante muito mais tempo a defesa do próprio castelo, porque podiam agir independentemente umas das outras. Desta forma crê que os dois torreões que estão na parte central da frente SO., entre as torres maiores, eram os que flanqueavam e defendiam a entrada para o castelo, o que se deduz pela sua proximidade e pelo cuidado posto na multiplicação dos elementos altos para melhor vigiar o terreno circundante.

Continuando a sua análise à planta apresentada pelo desenhador português, conclui que das sete torres apresentadas três seriam de planta quadrangular, duas octogonais, mas cuja tipologia era de construção diferente, uma tronco-piramidal, obra única na arquitectura militar ibérica, e, por último, uma tronco-cónica, também de arquitectura muito rara, só comparável a duas outras, uma existente no castelo de Maus, outra em Chateau-Caillard, cuja obra foi dirigida em finais do século XII por Ricardo Coração de Leão. Exceptuando uma das torres quadradas, todas as outras teriam matacões (parapeito saliente das torres ou das muralhas, assente em mísulas ou modilhões, com aberturas para o lançamento vertical de projecteis).

Passando para a análise das guaritas, estas estariam distribuídas pelos vários ângulos da cintura da muralha e tinham como finalidade mais importante assegurar a vigilância das vertentes mais baixas ou com o declive mais acentuado.

Finalmente conclui que o arquitecto militar que dirigiu estas construções considerou que a defesa das partes mais baixas não estava suficientemente assegurada em todo o perímetro do castelo, por o solo não ser rochoso e daí portanto ser muito fácil provocar uma derrocada escavando o terreno por baixo da muralha. Para isso dispôs muito acertadamente a distribuição dos matacões no alto dos adarves que estavam virados para NO e SE.

Na nossa investigação analisámos também a *Planta da Praça de Freixo de EspadaCinta* desenhada pelo *Ajudante Ingenheiro Tozé Monteiro de Carvalho* como documenta a figura 4.10.



Figura 4.10 – Planta que serviu de base à maqueta 3D
(autor: *Tozé Monteiro de Carvalho*)

Verificamos algumas alterações nas muralhas da cintura exterior do castelo e uma vez que a legenda inclusa nos indica para a letra *C – Torres e Muralhas q. estão por acabar*, concluímos que muito provavelmente em finais do século XVIII ou inícios do século XIX, este castelo foi palco de obras importantes de consolidação e benfeitorias.

Outro pormenor importante é a localização do *Armazém da Pólvora*, no exterior do recinto fortificado, construção que não aparece nos desenhos iniciais de Duarte D’Armas.

Comparando as plantas destes dois desenhadores, um dos pormenores que mais chama a atenção é sem qualquer sombra de dúvida a planta da Torre do Galo que Tozé Monteiro de Carvalho fielmente representa com os seus sete lados. Outro facto importante de que nos damos conta ao visualizar esta planta é que este castelo tinha 4 torres heptagonais, duas torres quadradas, uma circular e uma com cinco lados. É então

aliando as informações fornecidas por estas três individualidades que, através dos actuais meios multimédia, tentaremos mostrar um caminho que recorrendo ao 3D como um dos pilares tecnológicos permitiria reconstruir virtualmente esta fortaleza, outrora quiçá a mais bela vigia raiana do Douro.

Em jeito de conclusão não poderíamos fechar este ponto da dissertação sem deixarmos uma breve explicação sobre as causas e razões para o desmantelamento total deste magnífico monumento. Como acima foi referido toda a zona de fronteira, especialmente aquela que se situava quase em terra de ninguém, como esta de Freixo de Espada à Cinta, estava sujeita a uma pressão militar originada pela movimentação dos exércitos de ambos os lados. Claro que, como ainda hoje sucede, qualquer movimento ou ocupação militar de uma determinada zona leva a que os soldados cometam os mais bizarros excessos. Os roubos, os assassinatos, as violações e as usurpações de propriedades são actividades correntes. E assim nas terras de fronteira *além das destruições, mortes e ruínas directamente ligadas à guerra, estaciona um exército indisciplinado, integrado por soldados estrangeiros, muitas vezes desertores do exército inimigo cujos oficiais usam em proveito pessoal o poder que o seu cargo lhes confere, amedrontando e oprimindo a população civil* [Cortés, 1990].

Também sabemos que o relacionamento entre as populações civis e a guarnição militar de um qualquer castelo raramente era o mais pacífico uma vez que *a população da vila concorria para a defesa das muralhas, mas não servia senão em caso de ataque, ao contrário da guarnição, cujo serviço era permanente, e as relações entre os dois grupos poucas vezes eram boas. Nas povoações ocupadas recentemente compreende-se que parte da população fosse inimiga, mas nas outras havia frequentes reacções contra exigências excessivas das guarnições. Os tumultos obrigavam esta, não raramente, a refugiar-se no castelo afim de se defender. Exactamente para estes casos (de traição da vila contra o castelo) existia a porta da traição, que abria para a campanha e por onde a guarnição mantinha comunicações e podia ser socorrida ou retirada,* [Serrão, 1992].

Desta pequena resenha se conclui que não era fácil a vida nestas regiões de fronteira e que as pilhagens cometidas pelos exércitos em ambos os lados da fronteira tinham como consequência uma provocação acirrada de revolta nas populações que as habitavam. Parece-nos este exemplo claro para compreendermos a revolta, a raiva e os sacrifícios a que estas populações raianas estavam sujeitas, e provavelmente daí a opção tomada pelos seus moradores que, entre terem um castelo, que no fundo funcionava como autêntico convite à ocupação da terra por forças militares e com todas as

consequências inerentes, ou não terem nenhum, escolheram a segunda e à medida que o tempo foi passando foram destruindo eles próprios as muralhas, aproveitando o material daqui proveniente para edificação de novas casas ou muros de propriedades.

Contudo é de crer que o dismantelamento final ocorreu entre 1836 e o ano seguinte, uma vez que nestes anos foram publicadas as leis de proibição de dar sepultura aos falecidos dentro das igrejas.

No que concerne esta vila, ao ser determinado que não mais se podia enterrar nas igrejas, escolheu-se para cemitério a área ocupada pelo castelo, dismantelando-se por conseguinte as casernas interiores, as cisternas e a pequena capela aí existente, para que o campo santo ficasse mais amplo. Ora aberto este precedente, todas as restantes construções, que seriam consideradas unanimemente pela população como perfeitamente desnecessárias, foram uma após outra sendo destruídas e o castelo dismantelado pedra por pedra.

Restou, quiçá por ser a sineira e a mais alta, esta magnífica torre heptagonal, única em todo o território da Comunidade Europeia. Será ela agora que nos servirá de guia para a concretização deste projecto.

Após ter executado o estudo de recolha de medições e fotografias na actual torre concluí-se daí as proporções e medições efectivas que representam os valores utilizados para a construção virtual em 3D.

O momento histórico escolhido para a representação em 3D foi, como não poderia deixar de ser, o momento em que o castelo ostentava a sua forma mais oponente, início do século XIX aquando dos seus tempos áureos e antes da sua extinção.

Capítulo 5

5. A Aplicação

Uma das formas de preservar a memória de um povo passa pela elaboração de registos gráficos que deixem às gerações vindouras a possibilidade de conhecer melhor períodos da sua história. Dada a expansão das excelentes capacidades gráficas que já estão ao dispor dos utilizadores comuns nos seus computadores pessoais, o que era impensável fazer-se há uns anos atrás e frustraria qualquer criativo na área do 3D, é hoje realizável através de uma oferta cada vez maior de soluções que vieram para ficar e para dar a conhecer de uma forma diferente quase tudo o que a imaginação permita aos criadores e utilizadores de produtos 3D.

Para conseguir demonstrar através deste trabalho que o 3D pode constituir uma alternativa viável para explorar o nosso passado extinto, foi planeado um projecto que desta forma pudesse recuperar pelo menos virtualmente essa memória, partindo do pressuposto de que pode ser aperfeiçoada com o surgir de cada nova tecnologia, e que nos poderá levar a um passado que una uma família, uma comunidade ou um país.

Deste modo foi possível agrupar os elementos recolhidos ao longo da investigação histórica e multimédia, subdividindo-os em grupos de acordo com o seu suporte ou formato.

Como já foi referido atrás o nosso caso de estudo visa a recuperação virtual de um castelo já extinto, factor esse que ao nível da componente histórica obrigou o investigador a planificar o seu trabalho de acordo com os dados obtidos: era necessário começar o trabalho da forma mais segura possível, isto é, conceber em 3D o pouco que desse antigo castelo chegou aos nossos dias. Seria então este o ponto de partida.

A recolha de dados no local foi fundamental, assim como as medições, as fotos e a organização das peças que constituíram o primeiro objecto a ser representado e que foram analisadas de forma a dar início ao trabalho de modelação.

5.1 Especificação

Desde os tempos mais remotos, o Homem tem sentido a necessidade de exprimir o seu estado emocional, intelectual e físico, deixando essas emoções gravadas para a posteridade sob as mais diversas formas de arte. Por conseguinte qualquer género de arte, como forma de expressão superior, guarda para a História o espírito da época em que é utilizada e difundida, integrando-se como elemento cultural de um imaginário colectivo que funciona como a cola que mantém unidos a personalidade, o intelecto e a espiritualidade do Homem ao longo de milénios. Desta forma, a arquitectura, como arte colectiva, desempenha nesta transmissão um papel de primeiríssimo plano, traduzindo a pedra como matéria prima de excelência, trabalhada ou não, uma mensagem de rara beleza e elevação de espírito, sem a qual os grandes esforços colectivos seriam impossíveis e ininteligíveis. Assim, se não podemos dialogar com uma obra de arte, podemos pelo menos tentar reagir e entendê-la.

Como referimos atrás, surgiu-nos a ideia de representar o castelo de Freixo de Espada à Cinta na sua máxima amplitude. As muralhas, torres, cubelos, portas, alojamento para as guarnições, a pequena capela ou a cisterna da água. Fazemo-lo não só no pressuposto de moldar um projecto entre duas disciplinas que nada têm de semelhante uma com a outra, a Informática (tecnologias multimédia) e a História, mas também para representar de uma forma o mais real possível o que seria Freixo de Espada à Cinta se nos nossos dias ainda possuísse este magnífico castelo.

Não podemos contudo deixar de referir todas as dificuldades inerentes a esta tarefa, não só pela sua complexidade, mas também devido à pouca documentação acessível, porque, contrariando a tendência descentralizadora, os Arquivos Nacionais foram concentrados em Lisboa, facto que dificulta e muito a investigação e o estudo de quem executa estes trabalhos nos confins da província, quem, sem qualquer apoio material e institucional, vai tentando desenvolver uma investigação baseada em documentação original.

Assim sendo resta-nos lamentar o facto e afirmar que a nível histórico as fontes por nós utilizadas foram apenas as possíveis, uma vez que muito material foi já devorado pela incúria dos homens e pela acção devastadora do tempo. E este não perdoa...

Este trabalho terá então como resultado final, por um lado a tentativa de refazer o mais fielmente possível aquilo que até nós chegou de um passado longínquo e, por

outro, um desprezioso contributo para demonstrar que duas vertentes tão díspares do conhecimento científico, quando interligadas e comungando o mesmo objectivo, podem proporcionar uma aproximação muito real ao nosso já extinto património. Oxalá seja semente e frutifique noutros trabalhos mais ou menos semelhantes para bem do nosso património cultural, uma vez que neste projecto foi colocado todo o empenho e esforço, adivinhando-se de antemão que estará sempre sujeito a todo o género de críticas e grande número de correcções, sempre bem-vindas. Mas é esta grande vontade de fazer coisas novas que nos anima, sabendo contudo das dificuldades ou de falhas e lacunas que eventualmente possam advir, mas o primeiro passo é sempre o mais importante.

5.2 Componente Multimédia

Respeitando o objectivo inicial do trabalho, todo o projecto foi baseado na modelação em ambiente 3D de cada um dos elementos que compunham o referido monumento, formando um todo que permite perceber a constituição global do castelo de forma a poder fazer chegar ao público a oportunidade de desfrutar do resultado desse produto.

Se cada peça for modelada e colocada no espaço tridimensional como se de um puzzle se tratasse, podemos, após a aplicação das texturas realistas, baseadas em fotos, conseguir obter imagens virtuais de toda a paisagem e proceder à sua exportação enquanto animação. Será a esta animação que por meio de um sistema físico como o DVD se poderão associar imagem, som, a própria animação e interacção de menus, criando deste modo um produto multimédia direccionado para um determinado público-alvo na vertente turística e cultural.

É no projecto inicial que os elementos multimédia como o texto, gráficos, imagens, vídeos, áudio e animação são imaginados para englobarem o produto final.

O texto apresenta-se aqui como um meio dominante no que concerne à apresentação da informação. No domínio textual, deve-se ter em atenção a mensagem que pretendemos transmitir, uma vez que esta poderá definir o grau de aprofundamento teórico que desejamos ver no trabalho.

Quanto aos gráficos e imagens serão elementos fulcrais dos quais dependerão o impacto visual que o projecto virá a causar, na medida em que o próprio 3D é uma das

componentes do multimédia que está explicitamente ligado ao sentido visual e à sensação de 3ª dimensão que a noção de profundidade nos dá dentro da perspectiva óptica.

Sendo o *software* 3D de modelação uma ferramenta que permite trabalhar desde a simples criação de sólidos geométricos (primitivas) até à produção de uma ou várias imagens que podem gerar animações ou vídeos, pretendia-se com este trabalho realizar uma construção em ambiente 3D que representasse o mais fielmente possível o castelo medieval de Freixo de Espada à Cinta como caso de estudo e no qual se experimentaria a possibilidade de aplicação das técnicas 3D.

Iniciando o trabalho com a representação em ambiente 3D dos elementos que restaram do extinto castelo e tendo como ponto de partida a torre actual, todo o processo se desenvolveu passando pelas fases de avaliação, medição e representação a partir dos dados recolhidos durante a investigação histórica de forma a aplicar esses mesmos dados na modelação e construção 3D.

O objectivo que se pretendia atingir com a modelação era a obtenção de múltiplas imagens e animações em vídeo que mostrassem o referido castelo no auge da sua imponência e esplendor. Essas imagens podem ser obtidas a partir de uma objectiva de câmara virtual que o próprio *software* integra e exportadas para diversos formatos suportados por várias aplicações multimédia que deles façam uso.

Nestes *softwares* a animação não é mais do que a produção de uma sequência de imagens do ambiente tridimensional observadas pela lente de uma câmara virtual e pela trajectória que esta descreve em relação ao objecto representado. A estas sequências de imagens também se dá o nome de sequências de vídeo sintetizado.

Ao procurar obter imagens e vídeos através de um programa de modelação 3D, pretendia-se com o resultado final incluir no projecto multimédia estes dois tipos de *media*, em que as imagens se apresentam como um *media* estático e o vídeo como um *media* dinâmico, aos quais se pode associar o áudio enquanto *media* dinâmico e o texto enquanto *media* estático [Chapman, 2000]. Este autor classifica de multimédia o produto resultante da junção dos anteriores elementos devido precisamente à combinação destes dois tipos de *media* que é controlada por computador, sendo a informação passível de ser representada, armazenada, transmitida e processada sob a forma digital.

Entendendo a História como um dos pilares que suportam o que vai ser representado em 3D e olhando para o multimédia como uma tecnologia interdisciplinar,

orientada para as aplicações, que capitaliza na natureza sensorial dos seres humanos e na capacidade de armazenamento, manipulação e transmissão de informação não numérica dos computadores, tais como vídeo, gráficos e áudio, complementada com informação numérica e textual [Minoli & Keinath, 1994], podemos perceber o âmbito dos meios envolvidos neste trabalho.

A partir deste momento passa a ser primordial pensar o que fazer com os *media* gerados, como podem ser integrados e se há ou não possibilidade de facultar ao utilizador final algum tipo de interacção ao nível da interface.

Foi então pensada a estrutura de navegação e a colocação dos *media* gerados através do estudo de dois projectos viáveis para a concretização do protótipo como podemos observar nas figuras 5.1 e 5.2.



Figura 5.1 – Estrutura de navegação a desenvolver (projecto 1)



Figura 5.2 –Estrutura de navegação a desenvolver (projecto 2)

Entre as duas propostas pareceu-nos que a primeira ganhava alguma vantagem ao permitir o recurso a uma imagem 16:9, mais adequada aos ecrãs que têm tido maior procura por parte dos consumidores.

Em relação à forma como podemos integrar os diferentes *media*, esta pressupõe que a sua apresentação seja efectuada através de um interface que abarque os diferentes *media* e manipulada por um programa ou aplicação. Por exemplo a televisão é um suporte que abrange os vários *media* e um leitor de DVD um suporte que descodifica a informação e a envia para o ecrã do televisor, o mesmo se passa com um computador.

Em relação ao elemento interactividade, segundo a maior parte dos autores analisados, esta não é considerada imprescindível para fazer com que uma aplicação seja classificada de multimédia; contudo é um factor que aparece muitas vezes associado ao termo multimédia e seria interessante ver como poderia ser incluída no presente trabalho. Se consideramos a interactividade como a característica dos sistemas multimédia que permite ao utilizador final controlar como e quando os elementos da informação são apresentados, e dispendo de alguns elementos que são parte integrante do projecto como o filme, a realização 3D, a cronologia histórica, as fotos e os créditos, podemos alcançar um produto que faculte ao utilizador a possibilidade de controlo de como e quando podem aceder aos conteúdos disponibilizados.

Desta forma ficam definidas as duas principais fases pelas quais passa o trabalho de fazer chegar um produto multimédia baseado no 3D ao seu público: num primeiro

momento há que transformar os dados da investigação em objectos modelados num ambiente 3D, enquanto num segundo momento há que pensar a publicação do resultado obtido no processo 3D num suporte multimédia versátil que permita usufruir dos conteúdos por parte do utilizador final.

Na criação de uma aplicação multimédia, esta deve construir um espaço de informação funcional, concebido de modo a reduzir a sobrecarga cognitiva imposta ao utilizador, isto é, deve estar pensada para que a assimilação da informação contida se processe do modo mais natural possível [Gonzalez, 2000]. Quando o utilizador recebe um suporte multimédia que lhe apresente um dado ponto de vista tridimensional de uma realidade que desconhece, este fica com expectativas e naturalmente sente curiosidade em descobrir o que o produto tem para lhe mostrar, daí justificar-se como primeiro item da navegação o vídeo ou a animação que vá de encontro ao que o utilizador espera e o faça questionar a forma pela qual se pode construir um modelo de um castelo, resposta esta que se encontra no item seguinte, a realização 3D. Assim, supostamente, está criado algum interesse no assunto que pode ser aprofundado com mais alguns elementos históricos que uma cronologia pode ajudar a satisfazer, nomeadamente a sua contextualização temporal que não poderá ser descurada. Como complemento pode ser adicionada uma galeria fotográfica sobre o assunto, mapas para orientação e finalmente os créditos do autor.

No fundo esta é a linha de orientação que justifica a ordenação da componente interactiva do trabalho, tratando-se de um modelo baseado nas necessidades e expectativas do utilizador, voltado para a facilidade perceptiva e de utilização.

Neste desenvolvimento de aplicações multimédia, como já referimos atrás, as duas principais fases de elaboração de produtos passam pelo recurso a programas que permitam editar e processar os *media* individualmente, designadas ferramentas de autoria de conteúdos, e por uma fase posterior em que se recorre a programas que efectivam a congregação desses *media* e se designam ferramentas de autoria multimédia.

No caso concreto do presente projecto programou-se trabalhar num ambiente de modelação que englobasse ao nível da autoria de conteúdos a criação 3D através do Eovia Carrara 4 Pro, aos quais se adicionariam texturas provenientes de imagens recolhidas através de fotografias realizadas no local do objecto investigado, produzindo deste modo imagens renderizadas que, numa sequência preestabelecida, dariam origem ao vídeo que seria incorporado juntamente com o áudio (banda sonora) proveniente de

fontes de música medieval, bem como a criação de um complemento textual que seria trabalhado em conjunto com todos os outros elementos dentro de uma aplicação de autoria multimédia como o *DVD Lab Pro* que vai gerar toda a informação a transcrever para um suporte físico que albergue todos os conteúdos criados nas ferramentas de autoria de conteúdos.

Uma vez que estamos perante criações digitais fica sempre em aberto a possibilidade de publicação *on-line* que se espera se venha a concretizar num projecto futuro.

Quando inicialmente se pensou realizar um projecto deste tipo aquilo que qualquer metodologia aconselha é fazer uma investigação no âmbito dos produtos do género já realizados. No campo do 3D enquanto elemento recuperador de elementos históricos verificámos a sua utilização nas produções cinematográficas no campo dos efeitos especiais quando se pretendem apresentar elementos históricos em filmes que representam uma época antiga. Já no contexto nacional surgiu um projecto semelhante no decurso da fase de investigação deste trabalho: o Município de Chaves está a preparar um projecto para dar a conhecer, através das novas tecnologias, um património que não é visível aos flavienses, nomeadamente a Muralha da Restauração, elemento este construído a partir de uma maquete digital que desvenda a origem e o desenvolvimento urbanístico a partir do referido monumento. Esta iniciativa é financiada pelo Programa de Assistência e Gestão Urbana Sustentável da União Europeia que visa o apoio científico para recriar vestígios históricos.

Ao investir tempo e trabalho numa representação digital, o que irá valorizar a escolha é o facto de estarmos perante um sistema baseado na codificação de bits, o que é uma vantagem ao nível da manipulação tanto por *software* como por *hardware*. Em relação ao armazenamento de informação o formato digital permite armazenar os dados em suportes tão variados como o disco rígido, cartões de memória para dispositivos móveis, CD, ou DVD, que se podem visualizar em computadores, telemóveis, sistemas de vídeo, leitores de DVD e televisores das nossas casas. Temos também a possibilidade de disponibilizar os conteúdos quer *off-line* quer *on-line* o que pode ser uma mais valia para a divulgação dos mesmos. A opção de publicação do presente projecto em formato de DVD prendeu-se com as facilidades que o sistema tem implícitas no campo da interacção com o utilizador, o seu fácil manuseamento e os baixos custos de produção.

A gestão de um projecto multimédia envolve a inter-relação entre três factores: tempo, tarefas e recursos [Strauss, 1997]. O primeiro estabelece um prazo temporal para

a realização do projecto, estando dependente de recursos humanos e materiais. Para este trabalho foi definido um prazo inicial de um ano. Sendo aparentemente um prazo razoável, verificou-se na prática alguma dificuldade em cumpri-lo devido a factores externos e à falta de dedicação a tempo inteiro ao mesmo. O factor tarefa define basicamente as características que a aplicação a desenvolver contemplará para que se perceba a dimensão e complexidade da tarefa. Este ponto está relacionado com o projecto e com ele traça o caminho que leva à concretização do mesmo, isto é, à recuperação virtual através do 3D. O terceiro e último factor são os recursos e foi neste factor que sentimos grande parte das dificuldades do trabalho. Os recursos envolvem meios financeiros que como é natural são sempre escassos, envolvem meios humanos e, ao estarmos perante a criação de produtos multimédia, tratar os diversos *media* exige quase sempre a partilha de tarefas por uma equipa de profissionais em que cada um trata de uma parte do trabalho especificamente a favor de um objectivo final. Na área da modelação 3D as criações individuais resumem-se à modelação de objectos e à obtenção de imagens a partir das mesmas deixando o trabalho de animação e de renderização mais aprofundadas para equipas profissionais.

Já vimos como foi pensada a fase inicial do trabalho no que respeita à investigação histórica, análise dos dados e planeamento de concepção multimédia. É então chegado o momento de definir as linhas orientadoras ao nível do design, no qual se incluem os esquemas de navegação e conteúdos de modo a ser concebido um protótipo que assegure passar à fase de testes do produto.

Uma vez que com o método de modelação 3D é possível obter um sem número de soluções de visualização do objecto modelado (castelo), podemos seleccionar as imagens e vídeos que melhor se adaptem aos interesses do projecto. Será com base nos resultados destas imagens que se exportarão os elementos em formatos de imagem e animação que o protótipo vai receber. É com a obtenção destes elementos que termina a fase de modelação e se passa ao planeamento da aplicação da qual resultará o dito protótipo experimental.

A definição da estrutura da aplicação multimédia tem também que ser planeada quer no que toca ao design, quer ao processo de navegação pelos conteúdos publicados. A navegação não é mais do que a definição de percursos que podem ser seguidos pelo utilizador para ao aceder à informação, ou seja é neste sistema, chamado mapa de navegação, que se estabelecem as hiperligações (*links*) entre as várias unidades do

conteúdo. Estes mapas são definidos de acordo com o tipo e forma que se entenda mais adequados ao público-alvo para facilitar a utilização e apreensão global.

O objectivo da planificação dos conteúdos através de um mapa de navegação permite criar um índice gráfico da interface interactiva e as hiperligações entre conteúdos, para além de ilustrar o que acontece mediante as interações que o utilizador impõe à aplicação. Estão definidas quatro estruturas fundamentais na navegação hipermédia: linear, hierárquica, não linear e composta [Vaughan, 1996], como ilustra a figura 5.3.

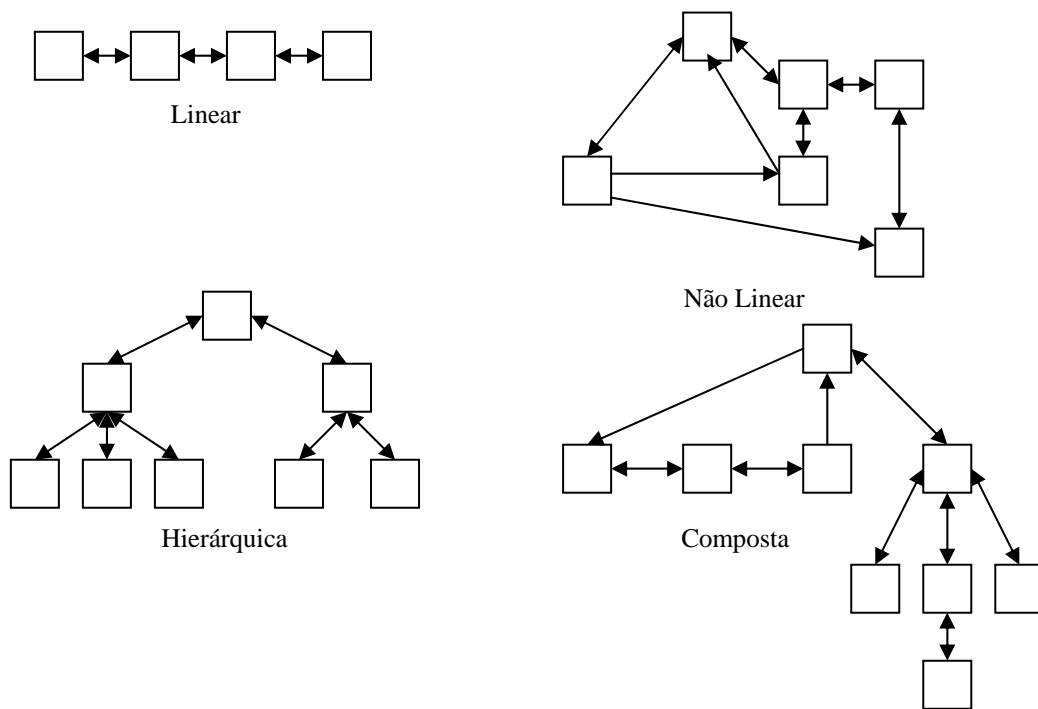


Figura 5.3 – Estruturas fundamentais da navegação hipermédia

Se entendermos a usabilidade ligada à facilidade de utilização e à simplicidade concluímos que o modelo linear apresenta vantagens devido à sequencialidade que assenta perfeitamente sobre o presente trabalho que está pensado organizacionalmente em cinco itens para divulgar o conteúdo, não apresentando sub-temas que os desmultipliquem. Contudo cada projecto justificará o recurso a um modelo próprio e a uma determinada estrutura sendo que as do tipo composto são as mais frequentes devido a permitirem múltiplas ligações entre os temas e sub-temas incluídos.

Quanto ao design é sabido que a maior parte das ferramentas de autoria multimédia contemplam a criação de botões (*hotspots*) os quais através de um dispositivo apontador como o rato ou um telecomando permitem a sua selecção e correspondente apresentação de conteúdos.

Já a pensar em toda a publicação do conteúdo multimédia produzido há que definir uma última ferramenta de autoria multimédia, como o *DVD Lab Pro*, que permita obter um disco DVD de modo a divulgar e eventualmente comercializar o conteúdo, uma vez que dispõe de boa capacidade de armazenamento para este tipo de trabalho e suporta os diversos *media*, para além de permitir introduzir o factor interactividade desejável em produtos deste género.

Este tipo de suporte óptico, originalmente designado por *Digital Video Disc*, hoje *Digital Versatile Disc*, é uma evolução da tecnologia *Compact Disc* (CD) e teve origem em 1994 resultado da fusão entre o *Super Disc* (SD) e o multimédia CD (MMCD), aparecendo no mercado em 1996, e sob a forma de discos ópticos de 12cm com capacidade para 4,7 Gbytes. Hoje em dia o DVD é um dos principais formatos na divulgação de produtos multimédia. São factores como a inclusão do vídeo, do áudio digital ou da interactividade, que fazem do DVD um dos suportes de comercialização de conteúdos como filmes, jogos e aplicações multimédia como a que tínhamos em vista para o presente trabalho.

As especificações da tecnologia DVD são ratificadas pelo DVD Forum, uma organização com 120 membros surgida em 1997. Esta tecnologia veio aumentar a capacidade de armazenamento dos discos devido a factores que podem ser vistos na Tabela I.

Tabela I - Características da tecnologia DVD

Características do DVD	Valores
Lados	1 ou 2
Camadas	1 ou 2
Capacidade	4,7 Gbytes a 17 Gbytes
Afastamento das pistas da espiral	0,74 μm
Comprimento mínimo dos orifícios	0,4 μm
Comprimento de onda do <i>laser</i>	650 μm (<i>laser</i> vermelho)
Abertura numérica das lentes	0,6
Velocidade linear nominal	3,49 m/s (CLV e CAV)
Modulação	8 para 16
Códigos de protecção de erros	RSPC (<i>Reed Solomon Product Code</i>)

Este formato de publicação foi pensado para utilização em leitores de DVD ligados a um aparelho de televisão ou monitor e apesar, dos diversos formatos existentes, estes são legíveis pelos leitores desde que o decodificador os suporte e se incluam na região geográfica para a qual o DVD foi produzido.

A partir deste momento fica definida a especificidade do trabalho na qual assentou a metodologia seguida na sua construção que veremos no capítulo seguinte.

5.3 Construção

Como não poderia deixar de ser, o trabalho construtivo teve início na sala de modelação do *software* 3D escolhido para o efeito, o Eovia Carrara 4 Pro.

Nesta sala de modelação surge a primeira questão: é sabido que o nível de realismo é um dos principais factores exigidos quer aos modeladores quer ao próprio *software* em si, porém não deve ser levado a um extremo tal que condicione todo o restante trabalho ao nível da rentabilidade temporal. É necessário encontrar um ponto de equilíbrio entre a qualidade gráfica e a tarefa a desenvolver, sem esquecer as limitações que o próprio computador poderia colocar ao processar um número elevado de objectos. Assim surgiram três possibilidades para abordar o lançamento da primeira pedra do castelo. Uma das possibilidades que foram testadas foi a construção bloco a bloco, como um puzzle, sabendo que o bloco de granito seria o componente básico que serve

de origem a toda a construção da parede exterior, solução que depressa se revelou bastante impraticável uma vez que para além de se ter que optar por blocos iguais de forma a evitar a personalização infinita de cada pedra, daí resultaria também um elevadíssimo número de objectos que iriam complicar o processamento final. Outra opção poderia ter sido a de criar um prisma com a forma do objecto e nele aplicar as texturas, o que seria rápido e prático mas deixaria a desejar em qualidade final devido à baixa mobilidade das peças e à impossibilidade de se aceder ao seu interior. Então restava a abordagem de levantar cada parede individualmente e entre todas jogar com os ângulos internos para fazer os acertos finais, sendo que as texturas poderiam ser aplicadas de forma independente em cada face do polígono.

A forma do polígono respeita a forma da torre do galo, sendo um heptágono irregular e cada um dos sete lados foi ajustado na sala de modelação e orientado no ambiente final de modo a obter o resultado desejado como podemos observar nas figuras 5.4 e 5.5.

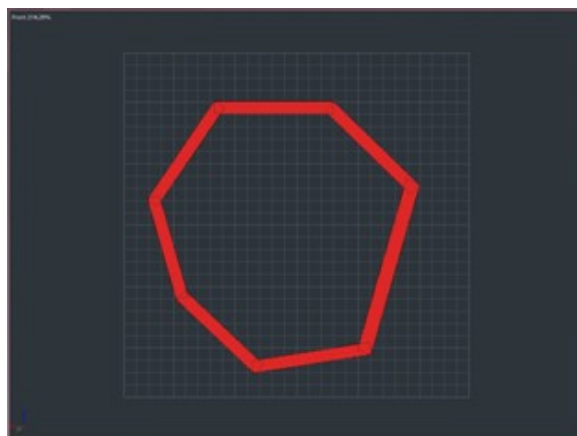


Figura 5.4 – Heptágono irregular

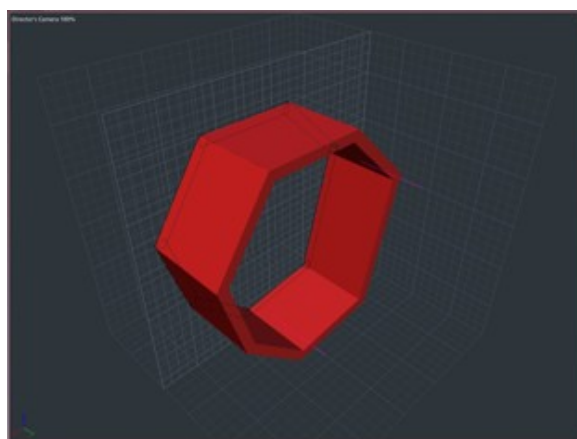


Figura 5.5 – Heptágono em perspectiva

Enquanto na sala de modelação o utilizador define o tamanho e posição de cada uma das faces, ao mesmo tempo na sala principal o objecto ganha forma e é alterado em tempo real de acordo com o que é executado na sala de modelação.

Após este passo inicial, é necessário definir a altura da torre através da ferramenta de tamanho disponível na sala de organização dos objectos.

Em qualquer ambiente de modelação 3D podemos encontrar a função de múltiplas câmaras, as quais podem ser seleccionadas e ajustadas pelo utilizador permitindo-lhe ver os objectos na perspectiva que ele entender ser mais útil para si.

A partir deste momento está definido um objecto de referência para todo o restante trabalho de modelação. Assim, e representando um objecto que felizmente sobrou do extinto castelo de uma forma muito aproximada à realidade, obtemos uma boa base para a tarefa de dedução espacial dos restantes objectos a recriar a partir das representações gráficas de Duarte D'Armas e Tozé Monteiro de Carvalho.

Enquanto na sala de modelação é criada a forma do corpo da torre, na sala principal esta aparece simultaneamente para ser enquadrada com os restantes elementos.

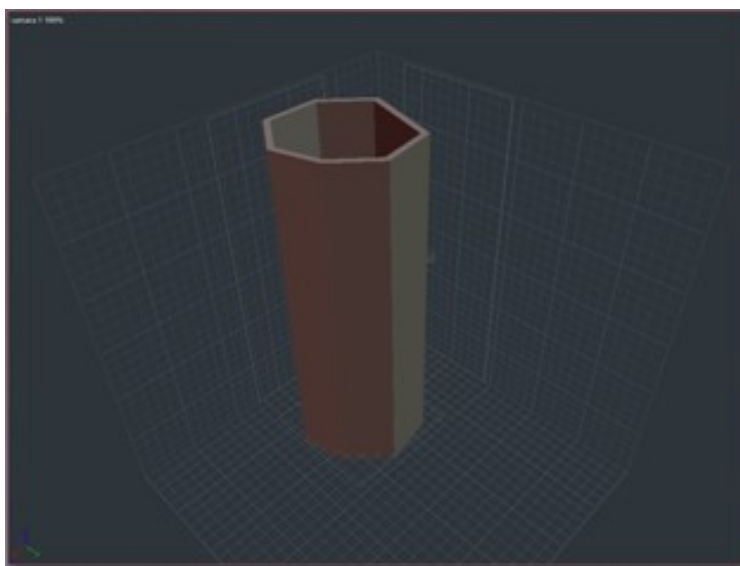


Figura 5.6 – Corpo da torre ajustado em altura

Todo o processo de recriação desses elementos foi baseado no princípio da semelhança com os dados obtidos através dos estudos de investigação histórica e por observação directa no local.

Através dos registos fotográficos foi possível recriar de uma forma bastante aproximada a Torre do Galo como observamos na figura 5.7 e que podemos comparar com a fotografia da figura 5.8.

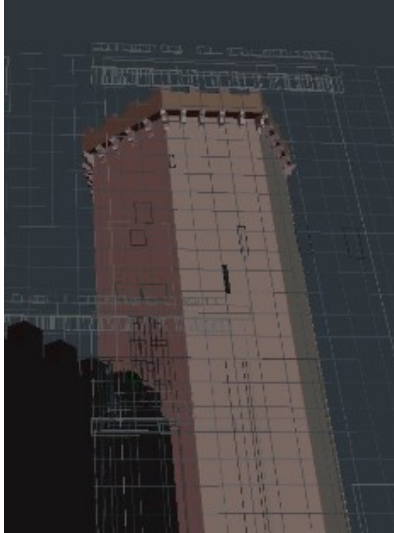


Figura 5.7 – Modelo 3D da Torre do Galo

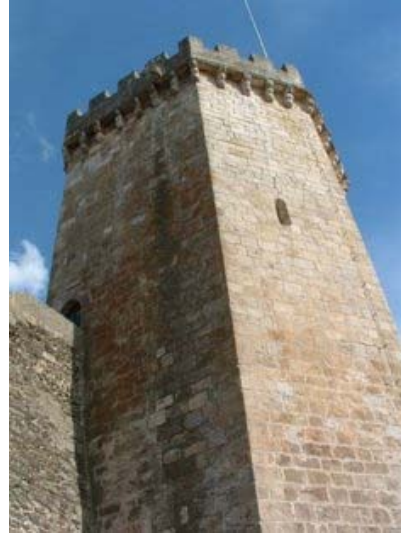


Figura 5.8 – Foto da Torre do Galo

Após o processo de modelação de cada componente do castelo é necessário aplicar as texturas a cada objecto criado. Nesta fase há que ter em atenção os dois tipos de materiais principais existentes no castelo, pedras de xisto e blocos de granito, utilizados respectivamente nas paredes interiores e muros exteriores do castelo como podemos constatar nas figuras 5.9 e 5.10 que serviram de amostra à texturização das peças modeladas.



Figura 5.9 – Textura de xisto



Figura 5.10 – Textura de granito

Uma vez que na aplicação de texturas são suportados diversos formatos de imagens, entre eles o *jpeg*, esse factor muito facilitou a sua aplicação a partir das fotos.

Torna-se pertinente fazer agora uma ressalva em relação ao tamanho das imagens. Para que a carga de processamento seja o mais baixa possível é bastante importante encontrar o equilíbrio entre as qualidades gráficas e o espaço em disco que será proporcional ao processamento da imagem, inclusivamente pode ser necessário recortar a foto para realçar determinados pormenores e tratar elementos como a iluminação, contraste e brilho de cada uma. Aqui recomenda-se um programa de edição de imagem e efectuar todas as afinações que se verifiquem ser necessárias para o melhor resultado gráfico.

Contudo, felizmente, ainda é possível fazer afinações no próprio *software* 3D, ao nível das opções de texturas. Uma das possibilidades mais úteis para a afinação do aspecto gráfico é a ferramenta *Tile* (ajuste da largura e comprimento do padrão da textura) e *Seamlessly* (que atenua a passagem entre os padrões vizinhos que cobrem a superfície texturada).

Um dos problemas graves que podem surgir ao aplicar as texturas é o da acentuação notória dos padrões que se repetem visivelmente ao olharmos para uma parede depois de fazermos o *render* da imagem (processo pelo qual é gerada uma imagem realista a partir daquilo que foi modelado previamente). Neste caso uma das soluções passa por recortar previamente a foto de forma a eliminar os elementos menos regulares e depois jogar bem com a ferramenta *Tile* e *Seamlessly* podendo até ser necessário a recolha de nova amostra para a textura, como muitas vezes se verificou.

Para além das diversas torres que tiveram que ser modeladas individualmente por motivos de forma e características físicas, havia que recriar duas muralhas que cinturam o cume do monte onde assenta o castelo. A primeira, interior, mais antiga, mais alta, em xisto, com protecção e ameias, permitia devido à sua largura que homens a percorressem e se movimentassem em cima dela. A segunda, exterior, mais recente, mais baixa, em granito e com ameias servia apenas de protecção, criando um fosso entre as duas muralhas, fatal para uma invasão do inimigo. A modelação por blocos destes elementos foi colocada de parte devido ao elevado número de elementos; a solução que nos pareceu mais viável foi a de modelar por peças representativas dos módulos das paredes (ver figura 5.11) porque sendo estas curtas e altas, se poderia aplicá-lo consecutivamente de forma a recriar a cintura da muralha através de um ligeiro ajuste angular de cada componente.

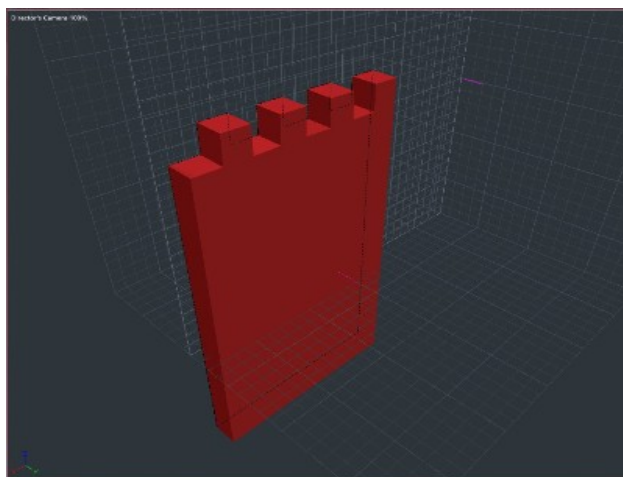


Figura 5.11 – Componente da muralha

Note-se que na modelação deste elemento foi tido em conta o facto de ter de fazer a ligação com o seu clone, daí o pormenor das ameias de um lado elevadas e do outro com intervalo.

A estrutura do muro foi depois conseguida com a adição de duas primitivas (cubos) que fizeram de face interior do muro e de plataforma superior como representado na figura 5.12.

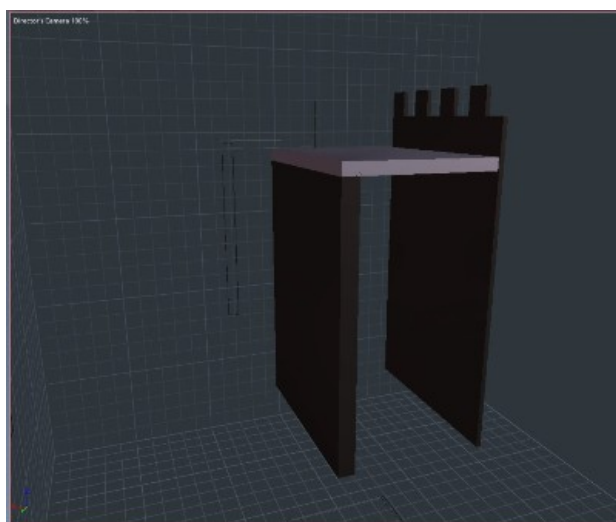


Figura 5.12 – Estrutura do muro

Foi através da clonagem deste grupo de três elementos que foi gerado o muro interior bem como o exterior que apenas inclui a componente da muralha da figura 5.12. Para se conseguir o aspecto arredondado que as muralhas em curva conferem ao recinto interior houve que intersectar cada elemento da estrutura fazendo um ângulo de

intersecção correspondente à curvatura que se pretendia para aquele ponto da muralha como podemos verificar na figura 5.13.

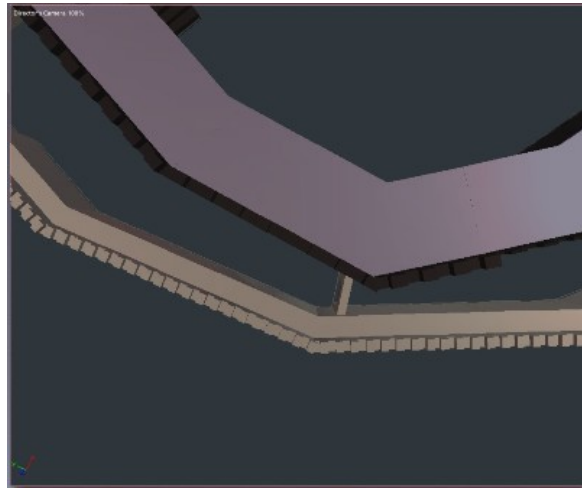


Figura 5.13 – Alinhamento dos componentes da muralha

Outros elementos, como as casas interiores e a capela central, foram modelados de forma independente e o problema da colocação de telhado foi resolvido de forma distinta nos dois devido ao diferente escoamento de águas que apresentavam. Enquanto a capela tinha um telhado de quatro águas, as casas tinham apenas de uma. Neste sentido, foi mais simples modelar o telhado da capela a partir de uma primitiva (pirâmide) enquanto o telhado das casas foi construído recorrendo à modelação de uma superfície ondulada para deste modo obter o efeito desejado para as telhas (figura 5.14).

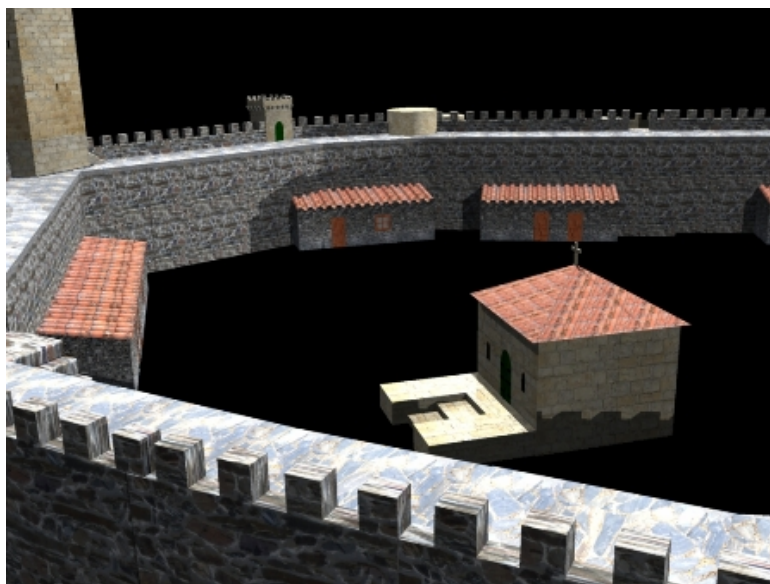


Figura 5.14 – Representação dos telhados

Torre após torre, muralha após muralha, o castelo foi ganhando forma no ambiente 3D onde se organizam os elementos modelados como mostra a figura 5.15.

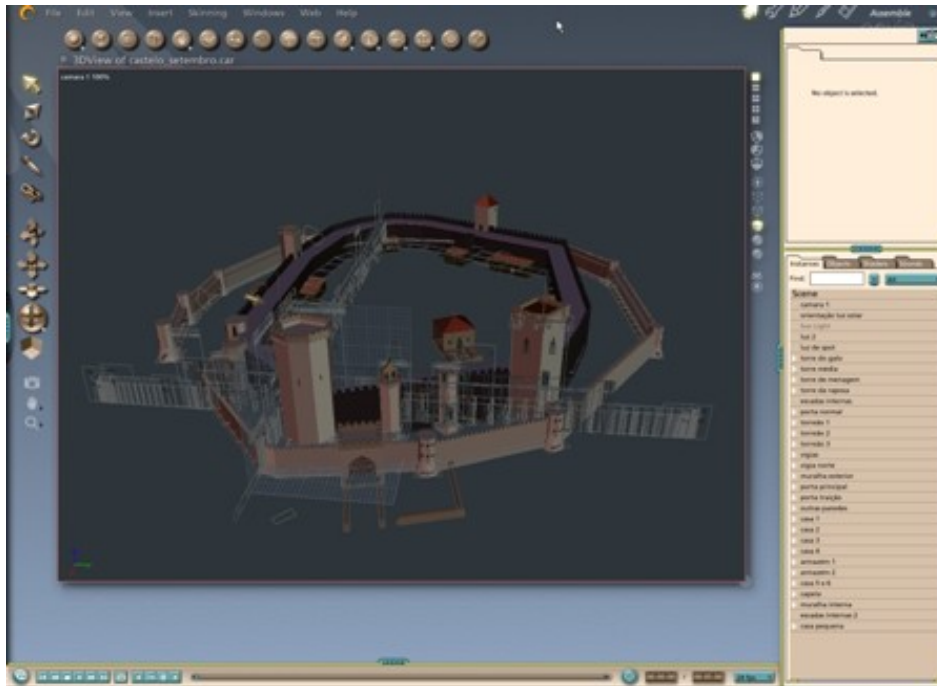


Figura 5.15 – Castelo no ambiente de modelação

A criação dos restantes elementos em 3D foi conseguida a partir do processo de modelação 3D começando de objectos criados na sala de modelação ou de primitivas que depois de texturadas resultaram no conjunto do castelo que observamos na figura 5.16.

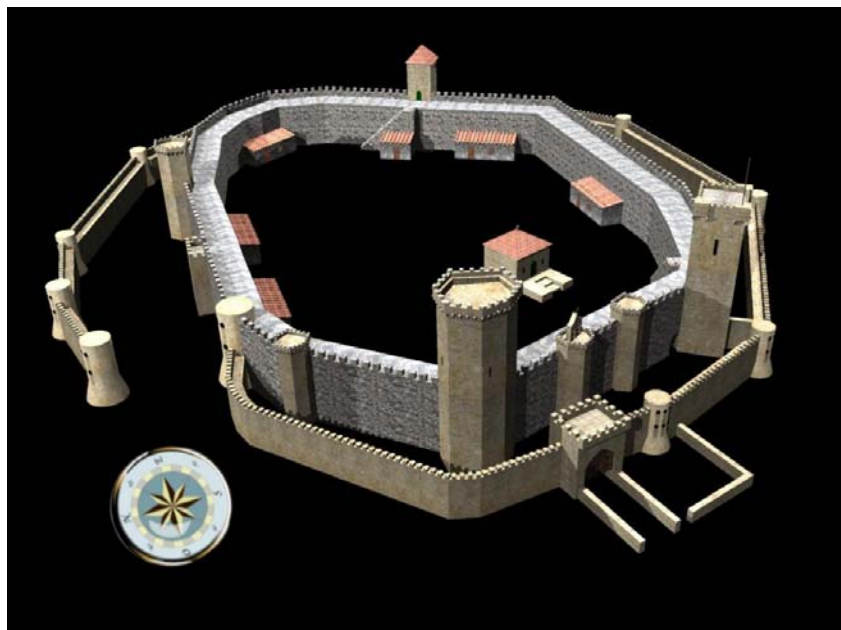


Figura 5.16 – Resultado final da modelação do castelo

Após a modelação dos elementos 3D que representam o castelo pudemos também modelar o ambiente envolvente, já que alguns *softwares* como o Eovia Carrara 4 Pro dispõem de um grande número de céus (*sky*) e de superfícies terrestres (*landscapes*) que podem ser combinados entre si e realizados ajustes que reformulem as suas características de série.

Recorrendo a um mapa militar da zona envolvente, não esquecendo que estamos a representar uma zona montanhosa típica de Trás-os-Montes e que o nosso castelo se encontra no cimo de uma encosta que ladeia a vila rodeada por montanhas, partiu-se deste mapa para a representação do ambiente no qual se inseriu o castelo.



Figura 5.17 – Castelo modelado em 3D e inserido em ambiente virtual

A tarefa inversa, face à junção dos elementos com o ambiente, pode também ser realizada sem perder benefícios para o trabalho, isto é, é possível começar-se pela modelação do ambiente e só depois passar aos objectos; porém o tempo dispendido no *render* de cada um é imediatamente alargado. Foi também considerada a hipótese de ir inserindo as peças que haviam sido modeladas previamente e guardadas no computador; contudo iria ser difícil trabalhar os ajustes e nivelamento entre as diversas componentes que tivessem que intersectar a superfície terrestre.

Existem na *web* uma série de recursos que gratuitamente podem ser descarregados para enriquecerem o trabalho final e foi isso que foi feito no caso da

carroça, espadas e barris que encontramos na praça interior do castelo. Já a árvore representada no exterior do castelo pretende simular o freixo que originou a lenda do nome de Freixo de Espada à Cinta e pode ser encontrada como modelo no próprio *software*. Estes elementos naturais de vegetação são também passíveis de serem editados ao nível das ramificações e folhagem que pretendemos representar; daí ter-se conseguido uma aproximação da árvore ao freixo. As casas servem apenas como elemento decorativo sendo que apenas as exteriores ao castelo foram baseadas em modelos pré-fabricados existentes na *web*.

Para inserir a componente humana no trabalho faltava colocar população, mas esta teria que ser representativa da época do castelo, tais como guerreiros, princesas e plebeus. A modelação humana ficará certamente para outro nível de evolução do trabalho uma vez que figuras da época só foi possível encontrá-las na *web* em formato de imagem.

Sendo assim só restava a opção de as aplicar depois de executado o processo de *render* de cada imagem extraída do modelador, bem como a aplicação da bandeira nacional da época.

Ao desenvolver os diversos conteúdos multimédia para aplicação no protótipo experimental, o recurso ao 3D foi um método que resultou bem para a função a que estava destinado: modelar o castelo que já não pode ser contemplado no local. Com esta tarefa obtivemos as imagens mas o vídeo demoraria uma eternidade a produzir devido ao elevado tempo dispendido pelas máquinas que fazem o *render* de centenas de objectos, mais o ambiente e todos os factores envolventes.

Nesta fase, designada de ciclo alfa, o trabalho de autoria de conteúdos ganha o primeiro elemento proveniente da modelação, as imagens. Foi partindo destas imagens que se pensou a adaptação das mesmas num sistema de vídeo através da edição em *software* específico como o Adobe Premiere Pro.

Antes das imagens passarem para a edição vídeo, foram reajustadas com *software* de edição de imagem como o Adobe Photoshop CS e o Corel Photo-Paint 12. Inseriram-se ainda imagens de personagens vestidos com ornamentos semelhantes aos da época, como por exemplo guardas, população e princesa, contribuindo deste modo para uma melhor ambiência do conjunto gráfico.



Figura 5.18 – Elementos gráficos humanos

A obtenção do vídeo a partir de um conjunto de imagens foi projectada em sistema PAL 4:3 e áudio a 48 kHz (16 bit) para melhor adaptação aos sistemas de televisão e monitores existentes actualmente. Recorrendo a elementos como deslocamento da imagem no ecrã e aproximação/afastamento (*zoom in/out*), foi gerada uma sequência de imagens que representa a componente vídeo do trabalho, à qual se aplicaram diversos efeitos, transições e outros elementos que envolvem o trabalho de edição.

Exportado o vídeo, num processo mais célere do que o *software* 3D o faria com o processo de *render*, é chegado o momento de reunir os elementos. A elaboração de uma cronologia foi realizada a partir do vídeo para se alcançar um resultado mais dinâmico e foi, tal como no filme, introduzido o factor áudio a partir de sons que nos transportassem para a época que representamos.

O áudio no desenvolvimento multimédia apresenta-se como um elemento que reforça a componente visual ao estimular o sentido auditivo do utilizador.

Para aproveitar as potencialidades da ferramenta sem prejuízo para a componente qualitativa do áudio, optou-se pelo formato de compressão mp3, tanto para a vertente áudio do conteúdo dos videogramas como para o acompanhamento dos menus interactivos do DVD final.

Uma das questões que se colocaram ao longo do desenvolvimento do trabalho foi se haveria possibilidade de simular virtualmente o castelo no ambiente actual. Sabíamos que para isso necessitaríamos de uma imagem do ambiente actual na qual se

pudesse inserir através de fotomontagem elementos resultantes da modelação 3D. Como resultado desse trabalho foi criada uma imagem, toda ela trabalhada num editor de fotografia, e colocada como um recompensa no último fotograma do menu “fotos” do protótipo final. Pretende-se levar o público a perceber como seria o ambiente actual com a restauração virtual no espaço físico da actualidade como mostram as duas fotos das figuras 5.19 (ambiente actual) e 5.20 (fotomontagem em ambiente realista).



Figura 5.19 – Fotografia actual no local do castelo



Figura 5.20 – Fotomontagem do protótipo 3D em ambiente realista

Partindo dos diversos conteúdos gerados é chegada a fase da autoria multimédia, fase em que se conjugam todos os conteúdos que constituem a aplicação num sistema que proporcione a infra-estrutura necessária para a organização e exibição dos mesmos.

A escolha da ferramenta para a realização do trabalho foi efectuada após alguns testes de experimentação realizados a algumas das opções do mercado. Uma que se destacou pela simplicidade de utilização e diversidade de recursos foi o *DVD Lab Pro*, no qual todo o conteúdo acabou por ser montado.

Esta ferramenta permite facilmente montar um projecto constituído por diversos elementos multimédia através de um esquema gráfico que simplifica o processo de alojamento dos conteúdos, tal como é apresentado na figura 5.21.

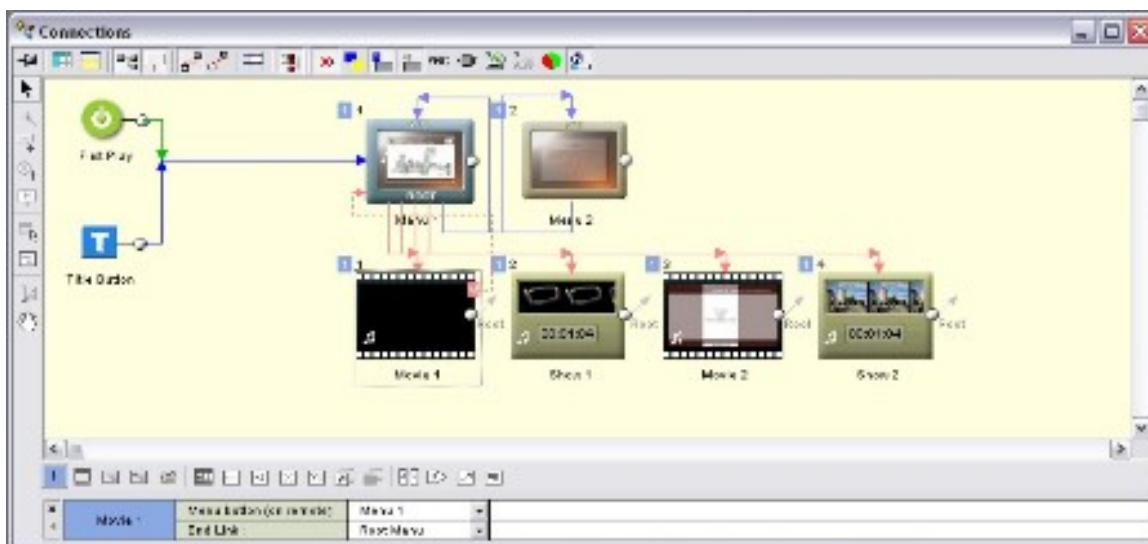


Figura 5.21 – Esquema de navegação para o protótipo em DVD

Para cada um dos componentes realizados o próprio *software* permite efectuar os ajustes ao nível da interactividade, ligações entre menus e adição de áudio durante a exibição dos menus e *slide-show*.

No final o *software* coordena a compilação e realiza a gravação dos dados num DVD passível de ser visualizado em qualquer sistema como uma televisão/leitor de DVD ou computador pessoal.

Qualquer pessoa sabe à partida que ao introduzir um disco DVD no respectivo leitor, este vai apresentar um menu ao telespectador que agirá sobre ele geralmente através de um telecomando ou outro elemento apontador.

Os telecomandos actuais permitem navegar na horizontal e vertical de acordo com os menus apresentados no ecrã. Uma estrutura de navegação em linha como a apresentada na figura 5.22 pode simplificar o processo de navegação entre os conteúdos.



Figura 5.22 – Aspecto do menu principal do protótipo

Abordando as opções de menu, comecemos por fazer referência à opção *Filme* que permite fazer reproduzir o vídeo baseado nas imagens 3D do castelo. Na opção *Realização 3D* podemos observar as fases da evolução da construção do protótipo 3D. Já na opção *Cronologia* dispomos de um pequeno vídeo com as datas marcantes na história do castelo; na secção das *Fotos* podemos observar registos fotográficos do espaço actual ao qual se adicionou uma fotomontagem de um fotograma onde se pode vislumbrar o que se observaria actualmente caso o castelo ainda existisse. Por último ao seleccionar o item *Créditos* obtemos alguma informação sobre o contexto do projecto, autor e colaboradores.

5.4 Usabilidade

Quando falamos de usabilidade estamos a falar de uma característica daquilo que é utilizável, funcional e agradável, tendo em conta as necessidades do utilizador e o contexto em que este está inserido.

O guru da usabilidade, como é classificado Jakob Nielsen pelo *The New York Times*, entende que o mais importante não é aquilo que nós achamos sobre o nosso produto mas sim aquilo que os utilizadores pensam dele. Por isso é de todo conveniente a realização de testes de usabilidade que permitam o reajustamento dos produtos em relação aos seus futuros utilizadores, ou no mínimo deixar apontadores para esses melhoramentos, como aconteceu neste trabalho.

A usabilidade de um produto passa muitas vezes pela redefinição e reajustamento de estratégias mediante um protótipo que é testado por pessoas, e das quais se obtém o *feedback* necessário para novas correcções e novos testes a realizar.

Para que um produto multimédia, como uma apresentação vídeo realizada a partir de 3D, possa chegar ao utilizador final sob uma forma simples e fácil de explorar, há que antes realizar alguns estudos e reflectir sobre a melhor forma desse mesmo conteúdo ser apresentado. Espera-se então do utilizador/avaliador uma visão crítica que ajude a melhorar o produto final.

Para percebermos melhor o papel da usabilidade em determinada área damos o exemplo de algumas tarefas do nosso dia-a-dia que ajudam a entender a problemática da usabilidade. Quantos de nós já se depararam com dificuldades em sintonizar um canal na nova televisão lá de casa? Isto pode não ser um problema do utilizador mas sim de uma má organização das funções do televisor. Ou teve dificuldade em perceber como funciona uma determinada torneira numa casa de banho pública? Talvez o novo design tenha sido levado tão à frente que prejudicou a facilidade de utilização desse objecto.

Algumas vezes a culpa da difícil adaptação e compreensão dos sistemas pode não ser de quem utiliza. Antes de mais para evitar tais situações o criador de cada produto deve-se concentrar naquilo que poderá eventualmente ser o mais difícil: ser óbvio. Se não for óbvio, há provavelmente um problema de concepção.

Quem se dedica a conceber produtos multimédia tem antes de mais que perceber o que o seu público-alvo deseja. Actualmente qualquer conteúdo, *on-line* ou *off-line*, deve apresentar-se concebido e organizado de forma a não fazer sentir ao utilizador que está a perder o seu precioso tempo, deve dar-lhe o que ele pretende e fazê-lo da forma

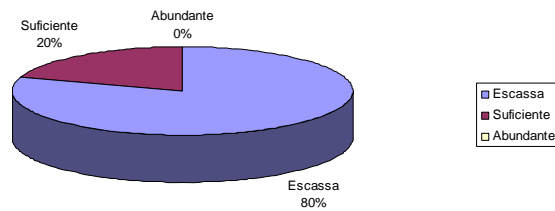
mais simples e intuitiva possível. Daí que ao conceber por exemplo um menu de DVD que pretende dar a conhecer um determinado produto, o utilizador saiba de antemão que se lhe é oferecido algo em formato de DVD-Video isso significa que está perante um filme e é de todo lógico dar-lhe como primeira opção do menu do DVD acesso ao vídeo do referido objecto ou produto, o que no nosso caso é a representação 3D do castelo medieval que existiu numa dada época e local. Os restantes elementos como o processo de construção, a cronologia, as fotos e os créditos devem aparecer de uma forma que corresponda ao nível de relevância estimada para o utilizador, para assim satisfazer as expectativas deste aquando do contacto com o conteúdo multimédia. No fundo é ir ao encontro do que está estabelecido como regra. Pode-se sempre inovar mas sem com isso quebrar as ligações de expectativa do utilizador final perante uma nova abordagem já que se não for correctamente planeada pode originar conflito entre o produto e o seu utilizador. Por tudo isto, compreender a usabilidade é um factor determinante para o sucesso ou insucesso de um trabalho.

5.4.1 Questionário e resultados obtidos

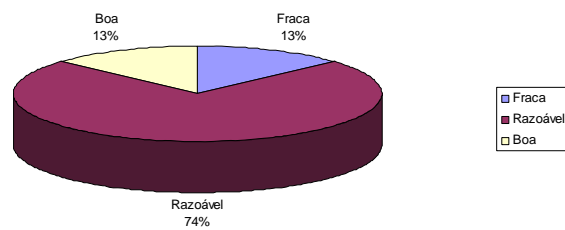
De modo a perceber a reacção do público às capacidades do 3D como meio de representação virtual de um passado perdido foram colocadas várias questões validadas pelo Dr. Jorge Duarte Cardoso, licenciado em História, com pós-graduação em Direcção de Centros de Arquivos e Documentação e pós graduação em Estudos Ibero-Americanos, de modo a garantir e perceber o *feedback* acerca de diversos factores envolventes ao trabalho na sua componente histórica e multimédia.

Partindo de uma amostra de 15 inquiridos de entre os potenciais apreciadores deste tipo de conteúdos e utilizadores de sistemas de suporte multimédia, respeitando um critério social aleatório e com uma faixa etária entre os 22 e os 55 anos, foi dada a possibilidade de utilizar o protótipo, de o explorar foi testar o registo das suas conclusões num inquérito realizado. Passemos à apresentação e análise dos dados obtidos com os testes de usabilidade:

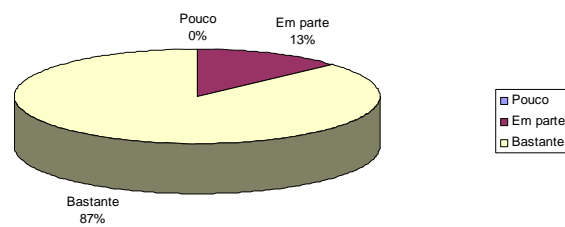
1. Como entende quantitativamente a informação disponível sobre o castelo de Freixo de Espada à Cinta?



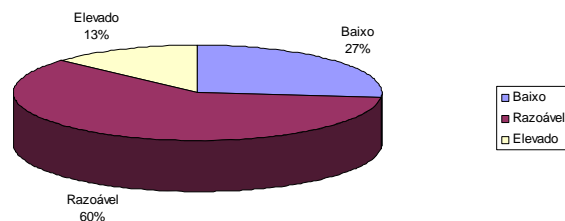
2. Como entende qualitativamente a informação disponível sobre o castelo de Freixo de Espada à Cinta?



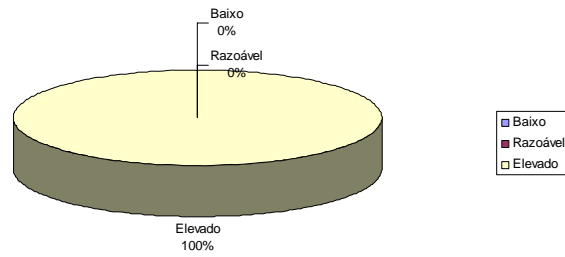
3. Em que medida poderá o 3D contribuir, enquanto ferramenta gráfica, para recuperar virtualmente o Castelo de Freixo de Espada à Cinta?



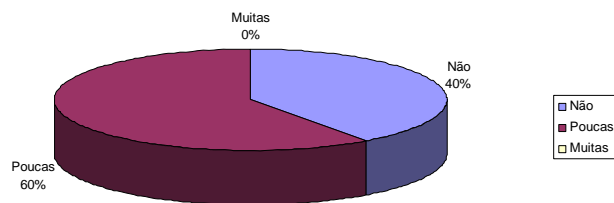
4. Como classifica o seu grau de conhecimento sobre a vertente histórica do Castelo de Freixo de Espada à Cinta?



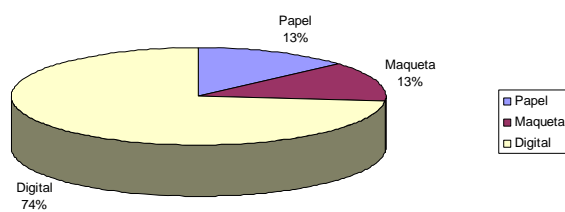
5. Qual o grau de interesse que representa um projecto de recuperação virtual e digital de monumentos antigos para uma comunidade?



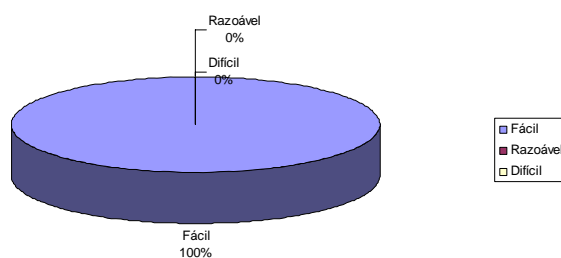
6. Tem conhecimento de aplicações existentes no mercado sobre a recuperação virtual a partir do 3D no que respeita a elementos históricos?



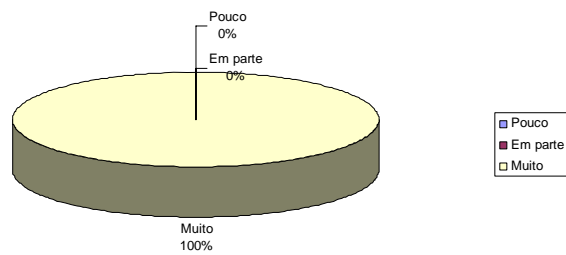
7. Na sua opinião, qual será o melhor meio para divulgação do trabalho de recuperação de um castelo?



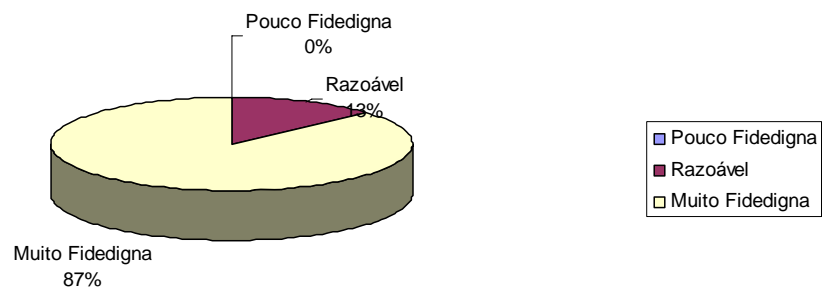
8. Como classifica o manuseamento e acesso aos conteúdos disponibilizados no protótipo?



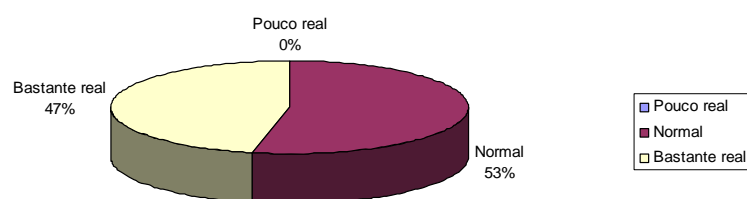
9. Acha o 3D um elemento motivador para a divulgação e promoção do património histórico?



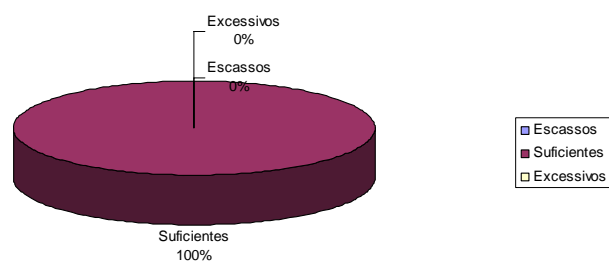
10. Como classifica a interpretação gráfica do castelo disponível no protótipo?



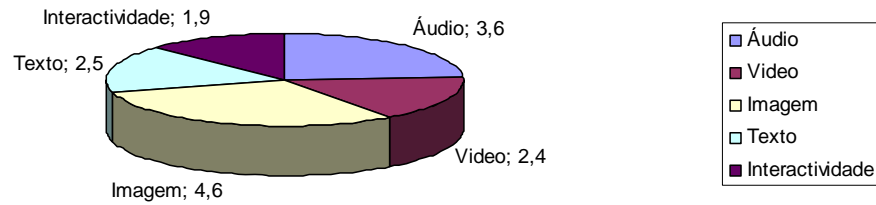
11. Como considera o grau de realismo atingido com a representação virtual do castelo?



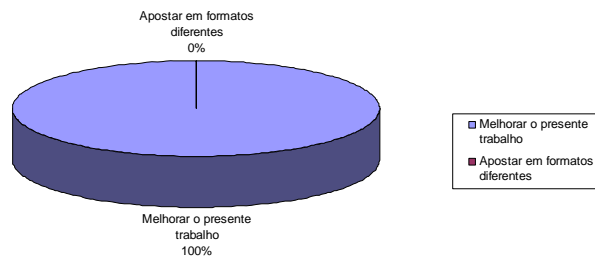
12. Como classifica os conteúdos disponíveis na aplicação?



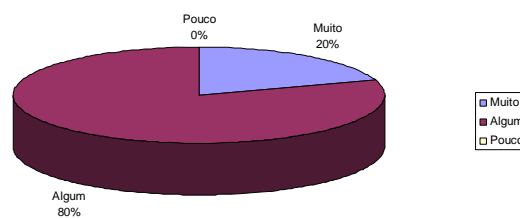
13. Classifique de 1 a 5 (sendo 1 o mais fraco e 5 o melhor) os elementos multimédia explorados no trabalho.



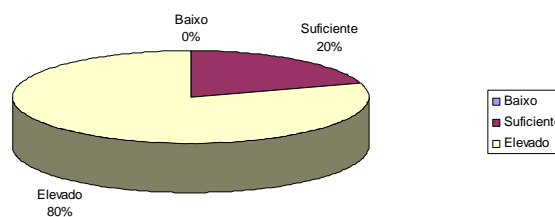
14. Acha que se deveria apostar na melhoria do presente trabalho ou seria melhor apostar em formatos diferentes?



15. Acha que o 3D ainda tem um longo caminho a percorrer enquanto ferramenta de eleição para executar este tipo de trabalhos?



16. Como considera o nível de viabilidade turística, económica e cultural do investimento neste tipo de aplicações?



5.4.2 Conclusões

Após a contabilização e análise dos dados recolhidos nos inquéritos, conclui-se que a maior parte dos inquiridos entende que a informação disponível sobre o castelo é escassa, o que foi também verificado durante a pesquisa e condicionou a transposição dos elementos recolhidos para o 3D, valendo que essa escassa informação tem uma qualidade que os inquiridos classificaram de razoável.

Pensam os inquiridos que o 3D, enquanto ferramenta gráfica, poderá contribuir para recuperar virtualmente o castelo de Freixo de Espada à Cinta, o que nos leva a crer que o faria eventualmente com outros elementos ou em outras situações em que se aborde a problemática da recuperação virtual de centros históricos.

Alguns municípios têm recorrido a apoio financeiro para a concretização deste tipo de projectos, bastando para isso que apresentem candidatura ao programa INTERREG III - C lançado pela Comissão Europeia e concretizado em parceria com a região de Umbria (Itália), Macedónia Este e Thraki (Grécia), Andaluzia e Galiza (Espanha) e Malta, que pretende contribuir para o desenvolvimento sustentável de centros históricos, através da realização de estudos e acções de renovação urbana, de mobilidade de pessoas e mercadorias e de sistemas de informação. Os projectos a decorrer no nosso país abrangem na região norte de Portugal as cidades de Chaves, Guimarães, Santo Tirso e Ponte de Lima.

Verificou-se ao analisar as respostas aos inquéritos que, após o contacto com o protótipo, os utilizadores consideram este tipo de projectos de elevado interesse para as comunidades em que estão inseridos, apesar dos mesmos ainda serem escassos.

A maioria dos utilizadores que tiveram a oportunidade de testar o protótipo acharam extremamente fácil o manuseamento do DVD e os acessos aos conteúdos, fruto talvez da estrutura simples adoptada para expor cada um dos itens abordados. Por outro lado, o 3D é visto como um factor muito motivador na divulgação e promoção do património histórico, o que revela ser um sinal positivo no que respeita à imagem desta ferramenta junto do público.

Para ser possível representar um objecto tridimensionalmente a partir de um conjunto de desenhos em perspectiva, é necessário ter alguns conhecimentos de geometria descritiva e de perspectiva ortogonal e cónica, mas o factor mais importante será, porventura, a capacidade de abstracção espacial necessária ao processo de

conversão do 2D para o 3D: desta premissa depende a interpretação gráfica aplicada na construção do modelo em 3D. Neste ponto a grande parte dos inquiridos entendem que a representação foi realizada muito fidedignamente embora quanto ao grau de realismo se dividam entre o normal e o bastante real. Esta apreciação poderá dever-se ao facto das texturas não estarem demasiadamente pormenorizadas ou talvez ao modelador de paisagens ser um pouco limitado na representação de pormenores do terreno.

Ao nível dos conteúdos disponíveis na aplicação, estes são vistos pelos utilizadores como suficientes para o trabalho; todavia a interactividade e a animação vídeo deixam algo a desejar. Talvez fosse previsível o resultado alcançado por estes elementos devido, por um lado, ao abandono do processo de criação de vídeo embebido no *software* 3D por motivo do excessivo tempo de *render* utilizado pelo programa, e por outro lado à dificuldade de interacção do utilizador com o objecto castelo, ficando-se pela interactividade na navegação entre conteúdos o que é um factor limitativo.

Por fim, os utilizadores perceberam que a aposta no presente trabalho deve manter-se no sentido de melhorar principalmente os pontos onde as dificuldades foram mais sentidas: o vídeo e a interactividade. Foi ainda concluído que o 3D tem ainda algum caminho a percorrer como ferramenta de construção virtual no sentido de cada vez mais se aproximar da realidade.

Capítulo 6

6. Conclusão e Trabalho Futuro

Com o presente trabalho tentou-se perceber de que forma poderia o 3D contribuir para a tarefa de modelação e recuperação de estruturas arquitectónicas da nossa história. É sabido que muitas dessas estruturas já desapareceram nos tempos e que a sua recuperação física é extremamente difícil senão impossível. Através do recurso às tecnologias multimédia poderíamos devolver virtualmente esses espaços que a maioria das populações desconhece.

Desenvolvemos um projecto multimédia em duas fases: primeiro a concepção das estruturas em 3D (no nosso caso um castelo medieval) e, posteriormente, a criação de um suporte multimédia que permitisse o acesso ao material desenvolvido na primeira fase. Foi planeado, concebido, produzido e testado um conteúdo multimédia considerado pelos utilizadores como uma aposta de futuro na recuperação virtual de elementos históricos.

Ao longo do presente trabalho os processos traçados foram sendo readaptados mediante as dificuldades verificadas, procurando ir ao encontro das soluções desejadas, de modo a não existir um desvio estrutural, bem como que o normal desenrolar do projecto não fosse comprometido.

A importância da escolha de um bom *software* de apoio passa também pela criteriosa verificação de factores como a facilidade de utilização, bom desempenho gráfico e compatibilidade com os diversos formatos de *media*.

Do resultado de todo este processo de modelação, edição e publicação de conteúdos multimédia a partir do 3D, podemos afirmar que o caminho tem alguns obstáculos, porém é perfeitamente possível aplicar as técnicas de modelação bastando para isso ter alguns cuidados na planificação, execução e publicação do projecto.

Esta planificação deve ter em conta factores essenciais como o tempo, as tarefas a desenvolver e os recursos humanos e materiais disponíveis.

Por seu lado, durante a execução de um projecto destes há que atender ao tratamento dos diversos elementos multimédia que dele fazem parte. Será talvez preferível separar e tratar os diferentes elementos multimédia de forma a melhor os preparar para a compilação final.

O vídeo é um elemento que requer muito trabalho por parte do editor. A criação de um vídeo está dependente do resultado de uma sequência de imagens que no caso das construções virtuais em 3D dependem bastante da capacidade de *render* que o *software* e o *hardware* conseguem atingir. Por isso é importante realizar múltiplos testes para verificar as capacidades reais das nossas ferramentas de modelação 3D.

Quanto ao áudio, este já requer menos capacidades, bastando dispor da qualidade sonora para o efeito desejado. Esta qualidade está relacionada com o débito que será desejável manter num patamar mínimo de 192 Kb/s para o formato de compressão mp3. O restante trabalho foi executado através da edição do áudio dentro do *software* a que recorremos, o Adobe Premiere Pro.

A imagem é outro dos elementos de grande importância no trabalho. A pensar na crescente popularização dos monitores que conseguem cada vez maiores e melhores resoluções, as imagens podem e devem ser trabalhadas com boa qualidade, até porque no nosso caso o suporte de DVD oferece espaço suficiente para essa mesma integração. Outros cuidados seriam desejáveis no caso da publicação *on-line* do trabalho.

A vertente artística das imagens, a composição, as técnicas de fotografia também poderão ajudar a enriquecer o trabalho. Desta forma a edição em *software* como o Adobe Photoshop CS ou o Corel Photo-Paint 12 foram bastante úteis para concretizar a imagem do trabalho final.

Toda a informação textual merece um tratamento próprio e deve ser adequada às vertentes áudio, vídeo e gráfica do projecto. Este tratamento passa não só pela correcta escolha do conteúdo da escrita em termos qualitativos e quantitativos, mas também pela forma como a informação vai ser disponibilizada, o tamanho da letra, o jogo das cores e os tempos que o utilizador necessitará para apreender todos os conteúdos.

Por fim a interactividade: o certo é que cada vez mais se verifica a sua existência e os seus níveis estão mais explorados e presentes nas novas aplicações. É possível e desejável actualmente criar interactividade neste tipo de conteúdos, porém levar a interactividade para dentro do objecto modelado implicaria aproximar o conteúdo de um jogo acção-reacção entre o utilizador e o modelo, o que seria interessante mas não foi esse o pressuposto inicial na planificação deste trabalho.

O 3D apresenta-se cada vez mais potente para desempenhar tarefas de auxílio humano, histórico e criativo, cujas características podem ser aproveitadas em benefício do conhecimento e da ciência.

Parece então estarmos perante uma ferramenta que pode auxiliar bastante o trabalho de recuperação histórica e pode ser um caminho de baixo custo para se desfrutar de algo maior que são os resultados das criações.

Apresentando vantagens ao nível da cada vez maior aproximação destes sistemas com o mundo real e de adaptação a novas interfaces (ex.: telemóveis e sistemas de navegação), a dimensão adicional que proporciona pode ser explorada por vídeos e imagens levando ao encontro dos utilizadores mais e melhor informação.

Graças ao desenvolvimento deste tipo de projectos foi possível disponibilizar à comunidade local de Freixo de Espada à Cinta o acesso a imagens virtualmente concebidas em 3D que lhes mostraram qual era a aparência do seu castelo medieval e até deram uma ideia daquilo que se poderia observar se o mesmo existisse hoje naquele local.

No que toca ao trabalho futuro e com o constante aperfeiçoamento tecnológico, é uma questão de tempo até se atingirem novos e emocionantes níveis de realismo gráfico e facilidades de modelação 3D.

Em desenvolvimentos futuros do presente trabalho, seria importante começar por se garantir cada vez mais eficazes e rápidos níveis de animação dentro do *software* 3D com a rapidez de processamento aceitável para que, num clip animado de 5 minutos, as 7500 imagens processadas (25 por segundo) não decepcionem o criador ao nível do tempo dispendido com o processo de *render*. Verificou-se que em alguns casos facilmente se despendia demasiado tempo (10 a 120 segundos) por cada imagem obtida.

Seria também desejável que no futuro fosse possível que o utilizador final pudesse, através do comando do leitor de DVD ou outro elemento apontador, manipular no ecrã do televisor os objectos modelados, em termos de escala e rotação dos objectos 3D. Desse modo seria uma interacção permanente e prenderia muito mais a atenção do utilizador.

Embora com o presente trabalho se tivesse o objectivo de mostrar que a modelação 3D poderia ser uma boa ferramenta para recriar o castelo medieval de Freixo de Espada à Cinta, a interacção entre o utilizador e os conteúdos poderia também incluir, em trabalhos futuros, o factor lúdico de modo a ser mais atractivo para o público e proporcionar também alguns momentos de lazer.

As potencialidades de aproveitamento dos conteúdos gerados através da modelação 3D são tão variadas que foi impossível ao longo da realização do mesmo não imaginar, entre outras coisas, a criação de um jogo de computador a partir do espaço

modelado, a criação de um roteiro turístico para aplicações em telemóvel, GPS ou *smartphone*, ou até mesmo num projecto mais ambicioso de realidade virtual imersiva através da qual os utilizadores poderiam “mergulhar” no ambiente da época recorrendo a *hardware* específico para o efeito.

Uma referência final para a vertente educativa que estes produtos podem vir a assumir junto das comunidades escolares, servindo de instrumento de trabalho na investigação e de suporte motivador que faça despontar o interesse pelo âmbito não só do multimédia, do 3D e da informática mas também da história, arqueologia e de muitas outras áreas juntos dos jovens da comunidade local a que o objecto modelado diz respeito e não só.

Esperamos que com este trabalho se apontem alguns caminhos e se percebam algumas das dificuldades, tarefas de planeamento e formas de concepção desta área do 3D virada para a recuperação do passado histórico e envolvendo o multimédia como solução na divulgação deste tipo de conteúdos.

Com a crescente evolução das capacidades de *software* e *hardware* esta é uma aposta que pode e deve ser feita para que cada vez mais as pessoas desfrutem desta ferramenta que é o 3D e que cada vez mais faz parte do nosso quotidiano.

Bibliografia

ANDREETTO M., Brusco N., Cortelazzo G., “Automatic 3D modeling of textured cultural heritage objects”, Universidade de Padova, (2003).

ARNOLD David, “Computer Graphics and Archaeology: Realism and Symbiosis”, Salt Lake City, EUA, (Maio 2000).

BAUMBERG A., “Blending images for texturing 3D models”, *13th British Machine Vision Conference*, Cardiff, (2002).

BEDWORTH, D. D.; HENDERSON, M. R.; WOLPE, P. M., *Computer – Integrated Design and Manufacturing*. New York, (1991).

BERNARDINI Fausto, Rushmeier Holly, “Documentation, Discovery, Communication: Can 3D Technology Help the Art Historians”, Salt Lake City, EUA, (Maio 2000).

CHANG, T. C.; WYSK, R. A.; WANG, H. P., *Computer-Aided Manufacturing*. Prentice Hall. New Jersey, (1998).

CHAPMAN, N. CHAPMAN, J., *Digital Multimedia*, John Wiley and Sons, (2000).

CORTÉS-CORTÉS, F., “Guerra e Pressão Militar nas Terras de Fronteira (1640-1668)”; *Livros Horizonte*, Lisboa, (1990).

D’ARMAS, Duarte, “Livro das Fortalezas do Reino de Portugal”; A.N.T.T, Lisboa, (1507).

DIONISIO S., “Guia de Portugal”, vol.V [Trás os Montes e Alto Douro; II- Lamego, Bragança e Miranda]; 3ª ed.; Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, (Julho de 1995).

DUARTE, J. C., “Freixo de Espada à Cinta, Entre as Lendas e a História, [1155/57] – 1512”; Câmara Municipal de Freixo de Espada à Cinta, (2003).

ELLIOTT C., “Composing Reactive Animations, “ *Dr. Dobb's J.*, (July 1998).

FELLNER D.W, Havemann S., Müller G., “Modeling of and navigation in complex 3D documents”, *Computer & Graphics*, (1998).

FLUCKIGER, F., *Understanding Networked Multimedia*, Prentice Hall, (1995).

GAIANI M., “Translating the Architecture of the Real Into the Virtual”, Faculdade de Arquitectura de Ferrara, Itália, (1999).

GONZALEZ, R., “Disciplining Multimédia”, *IEEE Multimédia*, (2000).

HAKIM, S. F., Beraldin, J.-A., Lapointe, J.-F., “Towards Automatic Modeling of Monuments and Towers”, Padova, Itália, (2002).

- HERCULANO, A., “Revista Panorama”, Vol. VIII, Lisboa, s/d.
- MARCOS, A., Bernardes P., Fontes, L., “Multimedia Kiosks and the Ancient Times: an Archaeological Reconstruction and History of Braga's Cathedral”, *in* Computer graphics TOPICS, (1999).
- MATTOSO, J., “Castelos de Portugal – A Memória de Pedra”, Ed. Correios e Telecomunicações de Portugal, Lisboa, (1989).
- MINOLI, D. & KEINATH, R., Distributed Multimedia Through Broadband Communications Services. Norwood, MA: Artech House, (1994).
- NIKHILESH H., “3-Dimensional Documentation of Complex Heritage Structures”, Research Paper, 4/11 Kartar Mansion, Tribhuvan Road, Bombay 400 004, India, 1999.
- PERES, D., “História de Portugal”, Portucalense Editora, Vol. VI, Barcelos, pags. 61-62.
- PINHO, M. S. “Interacção em Ambientes Tridimensionais”, (1997).
- PINTADO, F. A., O Castelo de Freixo de Espada à Cinta – Notas para o seu estudo – Câmara Municipal de Freixo de Espada à Cinta, (1992).
- QUINTERO M. S., NEUKERMANS H., BALEN K. V., JANSEN M., “Accuracy in affordable technology for three-dimensional documentation and representation of built heritage”, Dundee, Scotland, (Setembro 1999).
- RIBEIRO, N., Multimédia e Tecnologias Interactivas – FCA, (2004).
- SERRÃO, J., “Dicionário da História de Portugal” in art. “Castelos”, Livraria Figueirinhas, Lisboa, (1992).
- SIMS Dave, “Archaeological Models: Pretty Pictures or Research Tools?”, IEEE Computer Graphics and Applications, Vol. 17, Num. 1, pp. 13-15, (1997).
- SOLOMON Anne, “Visualising African prehistory”, Salt Lake City, USA, (Maio 2000).
- SOUSA, A., “As Cortes Medievais Portuguesas (1385-1490)”; Instituto Nacional de Investigação Científica, Porto, (1990).
- STRAUSS, R., Managing Multimedia Projects, Focal Press, (1997).
- TABORDA, J. A. R., Monografia de Freixo de Espada à Cinta – Editorial Negócios, (2004).
- TRINGHAM R., “Virtually Real, Real and Surreal Places in the Past”, Salt Lake City, EUA, (Maio 2000).
- VAUGHAN, T., Multimedia Making It Work, Osborne McGraw-Hill, (1996).

VETTORE A., Guarnieri A., Pontin M., Beraldin J. A., “Digital 3D reconstruction of scrovegni chapel with multiple techniques”, Istambul, Turquia, (2004).

VITERBO F. J., “Elucidário das Palavras, Termos e Frases, Que Em Portugal Antigamente se Usarão, e Que Hoje Regularmente se Ignorão”; Tomo II, Lisboa, (1798).

WIEDEMANN J., Digital Beauties – 2D and 3D CG Digital Models – Tashen, (2004).

ZHENG J. Y., ZHANG Z. L., “Virtual Recovery of Excavated Relics”, IEEE Computer Graphics and Applications, pp. 6-11, (Maio/Junho 1999).

Referências *on-line*:

- [http://experts.about.com/e/m/ma/Maya_\(software\).htm](http://experts.about.com/e/m/ma/Maya_(software).htm); acesso em 25 Março 2005
- http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac_2006/111.pdf; acesso em 7 Setembro 2005
- <http://ieeexplore.ieee.org>; acesso em 12 Junho 2006
- <http://liblearn.osu.edu/tutor/history/>; acesso em 3 Julho 2005
- <http://sta-clara-a-velha.ccg.pt>; acesso em 6 Outubro 2005
- <http://www.3dcities.com.pt/PT/default.htm>; acesso em 1 Novembro 2006
- <http://www.3dfunchal.com>; acesso em 3 Janeiro 2006
- <http://www.3dlinks.com>; acesso em 21 Janeiro 2006
- http://www.3dzine.org/Brasilia3D_Projeto.html; acesso em 29 Janeiro 2005
- <http://www.adobe.com>; acesso em 4 Abril 2006
- http://www.arsvirtual.com/p_latinoamericano/visitas.jsp; acesso em 25 Julho 2005
- <http://www.autodesk.com/alias>; acesso em 2 Outubro 2006
- <http://www.ati.com>; acesso em 19 Novembro 2005
- http://www.bbc.co.uk/history/ancient/romans/launch_vr_housesteads.shtml; acesso em 11 Março 2005
- <http://www.cult3d.com>; acesso em 23 Junho 2006
- <http://www.eovia.com>; acesso em 14 Dezembro 2006
- <http://www.kusadasi.com/3dvirtualtour.htm>; acesso em 18 Fevereiro 2005
- <http://www.mediachance.com>; acesso em 22 Maio 2006
- <http://www.nationalgeographic.com/solarsystem/splash.html>; acesso em 26 Agosto 2005
- <http://www.nvidia.com>; acesso em 28 Setembro 2005
- http://www.tour-eiffel.fr/teiffel/uk/ludique/visite/cult/index_tour.html; acesso em 6 Abril 2005
- <http://www.turbosquid.com>; acesso em 20 Outubro 2006
- http://www.uaum.uminho.pt/estrutura/inf_realidaV.htm; acesso em 17 Março 2006
- <http://www.umuc.edu>; acesso em 12 Dezembro 2005

