FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Exploração Temporal de Ambientes Virtuais Culturais

Pedro Tavares Barata Bastos

MTM 2008

04(043)
ASp/EXP

U.PORTO MTM Mestrado em Tecnologia Multimédia

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado em Tecnologia Multimédia

Exploração Temporal de Ambientes Virtuais Culturais

Pedro Tavares Barata Bastos
Abril 2008

Agradecimentos

Em primeiro lugar quero referir o meu orientador de tese, o Prof. Doutor José Carlos Teixeira, por me ter recomendado o tema da tese e por estar sempre presente.

O director do mestrado, o Prof. Doutor Eurico Manuel Carrapatoso, é a segunda pessoa a quem desejo dar os meus agradecimentos, por todas as suas indicações e esclarecimento de dúvidas no ano lectivo do mestrado e no de tese.

Agradeço também ao Prof. Doutor Paulo Mendes, pelos preciosos ensinamentos práticos e teóricos na área da fotografia. Isto revelou-se imprescindível no meu entendimento da influência que uma boa fotografia pode causar num ambiente virtual.

Em semelhança agradeço ao meu grande amigo Marco Moura, pelos ensinamentos teóricos na área da fotografia e pelos mais práticos na área do tratamento digital de imagens.

Ao colega de profissão João Ramos, especialista em programação e sistemas de informação da empresa MediaPrimer, pelos ensinamentos acerca dos ambientes virtuais.

A todos os que pertenceram ao Gabinete de Candidatura à UNESCO e aos que pertencem, dou uma palavra de carinho. Em especial ao Arquitecto Paulo Barrelas, pelo nosso intercâmbio de conhecimentos na área da modelação, texturação e renderização 3D.

O meu sincero obrigado a todas as pessoas que realizaram a enorme quantidade de tutoriais que se encontram disponíveis na Internet. Foram precisas longas pesquisas cibernéticas para os descobrir. Não conheço estas pessoas pessoalmente, mas há certos americanos, ingleses e franceses que gostava de conhecer.

À minha família, meus pais e irmão por todo o apoio sempre prestado. Não são precisas grandes palavras para eles, pois sabem o que valem.

E por fim à melhor das pessoas, a minha linda namorada Denisa Daud Mateus.

Resumo

Os ambientes virtuais representam um meio muito eficaz na apresentação de conteúdos culturais e sociais, principalmente os que têm uma forte vertente arquitectónica. Tem crescido o interesse pelo desenvolvimento de ambientes virtuais que representem a história através da evolução temporal de determinados espaços que atraem o interesse generalizado do público, como espaços com interesse cultural e turístico. O público está mais exigente no que diz respeito à disponibilização de informação, o que é uma excelente oportunidade para novos desenvolvimentos.

Não só pelos aspectos arquitectónicos, mas também pelo enquadramento sociológico e pelo interesse histórico, um ambiente virtual relativo a um determinado espaço pode responder, com grandes vantagens, às exigências de uma análise temporal evolutiva, desde épocas remotas à actualidade. Para isso, é essencial a existência de um ambiente virtual de qualidade que permita a simulação virtual da evolução desse espaço físico ao longo do tempo e, por isso, ofereça ao utilizador novos significados e formas de conhecimento, permitindo uma exploração do conhecimento a níveis diferentes.

Uma das mais-valias deste trabalho é também a disponibilização de uma nova funcionalidade na área da arquitectura, da engenharia e construção, que tem a capacidade de mostrar um espaço que ainda não existe mas que se encontra já planeado.

A qualidade do ambiente virtual, que se traduz na espectacularidade das imagens que o utilizador pode manipular, contribui para a compreensão do aspecto final de uma criação tão importante como um espaço cultural. Esta é uma área onde a inovação tecnológica encontra um espaço privilegiado de actuação.

Abstract

Virtual environments are very efficient for representing cultural and social content, especially those having architectonic issues. For the past years there has been a growing interest in the development of virtual environments which have the capacity to represent history through time evolution, which in turn may interest greatly to the general public. This evolution often takes place in particular cultural and turistic places. This is a tremendous opportunity for new developments, as the public demands for more information nowdays.

Not only because of the architectonic aspects, but also due to the sociologic and historical ones, a virtual environment relative to a certain place can be a match for a time-based evolutionary analysis. For all this, it is essential to have extreme quality which will allow the simulation of these places as time goes by. This application will offer new means to understand the location's culture and will allow people to explore knowledge at many different levels.

One of the most important revelations of this work is to make available a new funccionality for the visualization, engineering and construction areas. This funccionality allows the user to travel through a physical space which doesn't exist yet.

The spectacularity of being able to see and interact with the future and to forsee the final aspect of an architectural, social and cultural place is with no doubt a technological innovation.

Índice

1. Introdução 1

1.1. Objectivos da exploração temporal de ambientes virtuais culturais 1

1.2. O problema virtual e o processo de reconstrução digital cultural 2

1.3. As equipas de desenvolvimento digital 3

1.4. Os limites do virtual e os eventuais obstáculos ao seu desenvolvimento 4

2. Tecnologias de suporte/elaboração 3D 6

2.1. Identificação de tecnologias para visualização gráfica interactiva 6

2.1.1. Autodesk Design Review 7

2.1.2. Shockwave 3D e Cult 3D 8

2.1.3. Quicktime VR 11

2.1.4. VRML e X3D – com referência ao software Flux Studio 11

2.1.5. Java e Java 3D – com referência ao software Wirefusion 13

2.1.6. Virtools – com referência ao Virtools Scripting Language 14

2.1.7. CityGML e XL3D 16

2.2. Síntese dos resultados da pesquisa efectuada 17

2.3. Identificação de outros projectos virtuais culturais 17

2.3.1 O projecto virtual Lisboa 3D 17

2.3.2. O projecto virtual Porto 3D 19

3. Metodologia do desenvolvimento virtual 21

3.1. Concepção da exploração temporal de ambientes virtuais culturais 21

3.2. Obtenção de fotos e tratamento digital 22

3.2.1. Manipulação da máquina fotográfica e das teorias da luz 23

3.2.2. Registo das fotografias e tratamento digital das imagens 25

3.2.3. A técnica da fotografia orientada à textura 26

3.3. A modelação, texturação, renderização e exportação 3D 28

3.3.1. Inclusão das fotografias no 3D para construção fotorrealista 29

3.3.2. Tratamento de polígonos e das coordenadas de texturas 30

3.3.3. Configuração da iluminação 31

3.3.4. Selecção e configuração do motor de renderização 33
3.4. A importação e construção da interactividade com Virtools 34
3.4.1. A utilização dos mapas de iluminação em ambientes Virtools 35
3.4.2. A construção de comportamentos e sua exportação em formato Web 36

4. Resultados do processo virtual 37
4.1. Início da pesquisa virtual e selecção do espaço cultural para construção 37
4.2. Construção virtual do Paço Real das Escolas da Universidade de Coimbra no século XXI, ano de 2008 37
4.3. Construção virtual do Paço Real das Escolas da Universidade de Coimbra no século XVI, ano de 1537 41
4.4. A experiência interactiva do Paço Real das Escolas 45

5. Problemas na realização do trabalho 47
5.1. Os diversos factores humanos relacionados com o trabalho virtual 47
5.1.1. Aprendizagem das tecnologias 47
5.1.2. O consumo de tempo 48
5.1.3. Desgaste mental e físico 48
5.1.4. A exigência de material 49
5.1.5. Burocracias e outros obstáculos 50

6. Conclusão 51

7. Referências bibliográficas 52
7.1. Lista de obras consultadas 52
7.2. Lista de pesquisas na Internet 53

1. Introdução

1.1. Objectivos da exploração temporal de ambientes virtuais culturais

A Exploração Temporal de Ambientes Virtuais Culturais resulta da crescente procura por formas de interacção digitais que permitam conhecer melhor o mundo, sem que ocorram os constrangimentos habituais que contribuem para uma experiência menos produtiva, como por exemplo a distância física entre os participantes e o espaço a explorar. Com este trabalho pretende-se uma abordagem profunda com um carácter experimental que vai muito além dos limites físicos, tentando abordar os limites do conhecimento e da imaginação, porque é isso que os ambientes virtuais permitem.

É nosso objectivo a construção de uma aplicação interactiva virtual que proporcione aprendizagens culturais e suporte tarefas diárias, como as de carácter social, bem como permita a ligação com outras temáticas, como saúde, cultura, conhecimento e entretenimento, e outras tecnologias, tais como bases de dados, sistemas de informação e sistemas de visualização. Esta interacção pressupõe um suporte digital que foi resolvido adequadamente através das soluções informáticas avançadas e da exaltação digital. De certo modo, já não se pensa na sociedade, no trabalho e no lazer sem incluir um computador, essa máquina que ocupa um lugar cada vez mais importante na nossa vida profissional, social e pessoal. O computador, seja ele grande ou pequeno, fixo ou portátil, tornou-se a ferramenta das ferramentas, um indispensável companheiro que quando aliado à famosa World Wide Web, nos permite estar em contacto com o resto do mundo.

É hoje normal a distribuição da informação pelos mais diversos media, sejam eles um computador, um telemóvel, uma televisão ou um outro aparelho de partilha de dados. Por isso, é também a altura propícia para criar uma ferramenta de visualização que possua as vantagens já referidas, com alguma inovação: um serviço amigável e invulgarmente familiar, o 3D. Dado que vivemos num ambiente tridimensional, tudo o que nos rodeia pode ser representado recorrendo a modelação geométrica. Assim, nada melhor que a utilização de ambientes 3D para poder explorar adequadamente os recursos das novas tecnologias. Os âmbitos de aplicabilidade destes ambientes são quase ilimitados. Existem, no entanto, aspectos sociais e culturais a ter em conta, aspectos de enriquecimento turístico e valorização económica, funcionalidades de registo e arquivo histórico, entre outros, que irão ser

especificados mais à frente. O importante é a aprendizagem que resulta do processo virtual, como Miro Kirov refere no livro de Jean-Marc Gauthier, "virtual spaces can enhance the way we see things and memorize valuable information on the reality of things" (Kirov, 2005).

1.2. O problema virtual e o processo de reconstrução digital cultural

A dificuldade de execução deste projecto surge num vasto "como" e num imediatamente grande "porquê". O "como" deste desenvolvimento está relacionado com a parte prática da construção e entrega de uma experiência virtual cultural, pois é preciso saber como construir os conteúdos digitais. O "porquê" do desenvolvimento é tratado numa fase mais conceptual, que por si só não é complicada e já foi introduzida no ponto anterior. Este é sem dúvida um daqueles temas que teoricamente parece muito acessível mas na prática implica uma enorme quantidade de trabalho e exige muita qualidade material para a execução do mesmo. Os constrangimentos relativos ao material serão apresentados no capítulo cinco.

Recordando o título, Exploração Temporal de Ambientes Virtuais Culturais e caracterizando individualmente as palavras que o compõem, elas não parecem suscitar grandes dúvidas. Ambientes Virtuais podem ser entendidos como construções tridimensionais realizadas em computador utilizando metodologias adequadas de modelação geométrica, capazes de serem exploradas interactivamente. Um ambiente virtual pode ser caracterizado como sendo um espaço 3D representado em computador, o que pode levantar a questão da utilização adequada da palavra "virtual" para representar de forma muito generalizada a informação presente num computador, o que pode ser incorrecto. Para não haver dúvidas, é aconselhável a utilização correcta das palavras "ambiente" e "virtual", as quais deverão ser utilizadas em conjunto quando nos queremos referir a um espaço digital 3D interactivo, em especial na referência inicial perante um ouvinte ou um leitor. Quando o leitor/ouvinte já se encontra enquadrado com a matéria que se está a desenvolver já será possível isolar a palavra "virtual" ou por ventura mudar o conjunto "ambiente virtual" por, por exemplo, "mundo virtual" ou "cenário virtual". O virtual por si só é uma matéria não física, é um conteúdo digital muito abrangente. Pode, por exemplo, ser o espaço de um disco rígido de um computador ou mesmo os conteúdos de uma página Web, que muitas vezes estão alojados num computador que está algures no Mundo.

Os ambientes virtuais a que nos vamos referir neste trabalho têm a particularidade de terem o seu foco em aspectos culturais. O facto de estarem focados em aspectos culturais significa que são representações de espaços de valor social e de riqueza histórica, a que estão associadas áreas de conhecimento,

Neste trabalho, o local que vamos usar como referência do trabalho é representativo da cultura Universitária, do Conhecimento e do intercâmbio de competências: Paço Real das Escolas da Universidade de Coimbra. Neste momento, a Universidade de Coimbra está a preparar a sua candidatura a Património Mundial da UNESCO. Por isso, tem um gabinete responsável pela preparação da candidatura que, para além da produção de diversos dossiers de informação e suportes de divulgação da informação, também desenvolve modelos e maquetes 3D de todo o espaço físico da Universidade. Uma candidatura desta magnitude pode catapultar a importância desta instituição para um nível muito alto, inclusivamente enaltecer a sua qualidade enquanto atracção turística. É de notar que Coimbra é uma cidade que mantém um número elevado de visitantes estrangeiros, com foco principal na Universidade de Coimbra. De facto, uma das mais importantes Bibliotecas Históricas a nível nacional e internacional encontra-se na Universidade de Coimbra, a Biblioteca Joanina, cuja construção data do ano de 1717.

Analisando o significado de uma Exploração Temporal, e o modo como pode estar ligada à exploração dos ambientes virtuais, pode-se dizer que a Exploração Temporal permite uma navegação que o utilizador gere em tempo real, não só no Ambiente Virtual mas também através dos tempos.

O factor inovador desta dissertação é a ligação da exploração temporal de um ambiente virtual aplicada a espaços com valor cultural. O objectivo é observar um espaço actual com valor cultural e entender a sua evolução ao longo do tempo, através de reconstruções virtuais adequadas. Um objectivo posterior será a análise das sensações que esta experiência pode proporcionar e dos benefícios que pode trazer.

1.3. As equipas de desenvolvimento digital

Um ambiente virtual interactivo pressupõe três grandes áreas distintas: a Modelação Geométrica 3D, a Fotografia e a programação de um motor interactivo para a exploração do

ambiente virtual. São necessárias fotografias para iniciar a modelação 3D e são necessários os modelos e texturas para que o motor 3D tenha algo para mostrar. Estas três áreas, apesar de serem distintas, estão intimamente ligadas, uma vez que cada uma delas necessita das outras duas para ser obtido o resultado final pretendido, que é uma aplicação virtual interactiva carregada de conteúdo digital. Dentro destas áreas ainda podem ocorrer mais divisões, consoante a exigência do projecto.

Para estes três grandes núcleos são necessários profissionais distintos: modelador 3D, fotógrafo e programador. Quando há prazos curtos a cumprir é necessário constituir equipas adequadas de profissionais dessas áreas para que a aplicação seja finalizada a tempo. Além deste aspecto, há que ter em conta a interacção constante que deve existir entre as três áreas: fotografia, design e programação. Os respectivos profissionais devem começar por ir os três ao local de investigação para, em equipa, poderem recolher informação e percepcionarem as melhores formas de ultrapassar determinados obstáculos que a área de reconstrução tem. Este último aspecto é muito importante, pois só no local se pode ter a verdadeira noção das coisas. Durante o desenvolvimento devem poder dialogar sempre que necessário, com vista a esclarecer as diversas dúvidas que vão surgindo. Estas dúvidas normalmente surgem sempre de modo linear, por outras palavras, se o fotógrafo sabe que o projecto inclui a reconstrução digital de cenários de interiores, então deve aplicar uma série de cuidados extra que são próprios da fotografia para interiores. Isto porque a fotografia em interiores é muito diferente da fotografia em exteriores, é necessário ter outros cuidados, ter outros conhecimentos. Por sua vez, o designer 3D também terá de recorrer a uma série de técnicas às quais não iria recorrer caso estivesse apenas a reconstruir um cenário exterior. E, para finalizar, também o programador terá de tomar em conta o desenvolvimento de conteúdos próprios de cenários de interiores.

1.4. Os limites do virtual e os eventuais obstáculos ao seu desenvolvimento

A construção de ambientes virtuais deve prever, para além da visita virtual temporal de espaços com valor cultural e educacional, uma possível ligação interactiva a bases de dados diversificadas, como relacionadas com assuntos sociais, questões de saúde ou outras áreas profissionais. São ferramentas com grandes possibilidades e com campos de aplicação muito importantes. Tal como se estuda a forma de interacção do Homem com um automóvel, também é necessário realizar uma série de testes a um ambiente virtual, de modo a validar

todas as formas de interacção com o ser humano, que é o nosso principal alvo, pois não se pode correr o risco de descontentamento com a visita virtual.

Tudo isto implica a utilização de uma série de métodos. Métodos de construção, de texturação, de iluminação, de animação e mesmo de análise. Os métodos de análise são importantes, uma vez que em 3D tudo deve ser analisado, para não correr o risco de uma dada construção ficar muito aquém do real. Isso é o que se deve procurar evitar a todo o custo, porque o utilizador que irá visitar um ambiente virtual não deve ficar desiludido com a sua visita. Efectivamente, para impedir que o visitante fique aborrecido ou incapaz de explorar o ambiente, terá que ser oferecida uma navegação dotada das mais completas possibilidades e acompanhada de elementos que permitam uma constante investigação com vista a um objectivo final. Mas, no nosso caso específico, o mais importante passa por oferecer uma transição eficaz entre as diferentes épocas, que é sem dúvida o mais complicado.

2. Tecnologias de suporte/elaboração 3D

2.1. Identificação de tecnologias para visualização gráfica interactiva

"Os ambientes virtuais estão cada vez mais a ser utilizados como suporte na divulgação de resultados científicos e de cultura patrimonial. Isto deve-se em grande parte ao enorme rigor que é transportado para os modelos virtuais e que permitem aos cientistas de outras áreas ter grande confiança nas simulações levadas a cabo em sistemas de ambientes virtuais." Retirado do URL: http://virtual.inesc.pt/8epcg/actas/c1/eav.html [Conferido em: Março de 2007]

Ao navegar-se num ambiente virtual 3D pressupõe-se que, para além de navegar numa determinada área espacial, estão disponíveis conjuntos alargados de possibilidades. É este um dos requisitos principais que deverá caracterizar a aplicação que irá carregar os modelos virtuais e apresentá-los de forma criativa ao utilizador. Esta deverá ser capaz de reproduzir com fidelidade mundos repletos de informação, paradigmas, chaves e soluções. Os mundos virtuais terão de ser minimamente convincentes para o utilizador e a tecnologia terá que ter em conta a pré-disposição da pessoa que irá utilizar este serviço. Por exemplo, ao analisarmos a pessoa que se predispõe a usar um computador para jogar um jogo, podemos observar um aumento da vontade de participação dessa pessoa, por vezes tornando-se mesmo um vício. Será possível utilizar os métodos de construção de mundos virtuais em contextos culturais e educativos que surtam o mesmo efeito atractivo num indivíduo? Creio que sim. É possível ir para além dos objectivos do puro entretenimento, como os jogos de guerra e combate.

Neste capítulo irão ser identificadas e analisadas algumas das mais interessantes tecnologias actualmente disponíveis, e que estão relacionadas com a visualização tridimensional interactiva e descobrir o que estas podem trazer de positivo ao nosso objectivo. Algumas delas são baseadas em linguagens de programação e outras recorrem a interfaces mais intuitivas. A análise está organizada por pontos de referência, pela seguinte ordem, Autodesk Design Review, Shockwave 3D e Cult 3D, Quicktime VR, VRML e X3D (referindo o software Flux Studio), Java e Java 3D (referindo o software Demicron Wirefusion), Virtools (referindo o Virtools Scripting Language), CityGML e XL3D.

Para se poder seleccionar as tecnologias mais adequadas ao objectivo desta tese, é necessário analisar o que está disponível no mercado em termos tecnológicos, tendo em conta que se pretende não apenas uma amostragem local de conteúdos, mas também, e se possível, o suporte para múltiplos utilizadores que se encontrem em locais distintos. Os parâmetros de análise das tecnologias, apresentadas nos parágrafos seguintes, baseiam-se ao entendimento imediato da utilidade e funcionalidade de cada uma das tecnologias, e não apenas à sua identificação e caracterização.

2.1.1. Autodesk Design Review

O software Design Review é um produto da empresa mundialmente conhecida Autodesk. Este produto permite visualizar "desenhos, mapas e modelos 3D na sua totalidade" e "não necessita do software original do projecto". Retirado do URL: http://www.micrograf.pt/viewers/dwfviewer [Conferido em: Março de 2007]. Mas, apesar de a Autodesk referir que este é um software de visualização que não necessita do software original editável do projecto, ele está limitado à leitura de ficheiros com o formato DWF (*Design Web Format*). Esta é uma limitação que se verifica na maioria das tecnologias em análise, pois cada uma tende a reconhecer apenas o seu próprio formato para ler e executar conteúdos. Porém, há tecnologias que permitem uma maior edição e maior flexibilidade.

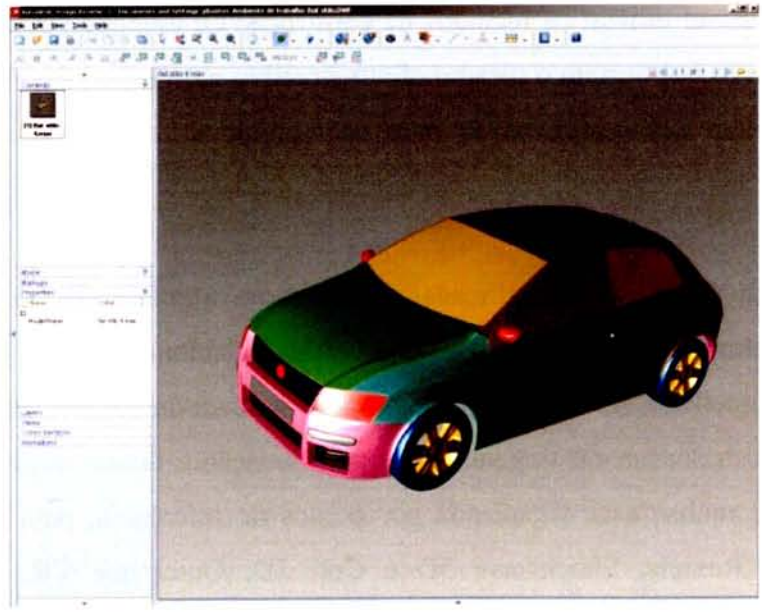

Figura 1 – Modelo 3D de um veículo representado em Autodesk Design Review

O software Design Review não é pago e pode ser usado de modo vitalício. Neste caso foi importado o modelo de um veículo em 3D, para testar as funcionalidades do software. Este modelo 3D de um veículo foi construído pelo autor.

Na figura 1 é possível visualizar a interface do Design Review. O modelo virtual que se encontra na área de visualização é o de um carro que foi exportado para o formato DWF. Desta forma, o leitor implementado no Design Review reconhece o ficheiro e mostra-o, permitindo realizar algumas funcionalidades principais tais como a rotação, a translação e a aproximação ao modelo. É igualmente possível analisar a hierarquia de componentes do carro, ou seja, o conjunto de partes que o compõem.

O Design Review é um produto de grande valor na visualização de componentes, no entanto, para visitas virtuais não é indicado, pois não possui ferramentas de navegação adequadas nem tão pouco permite a configuração e programação aprofundada das mesmas. Não foi concebido para suportar os protocolos de ligações em rede e não permite a partilha de conteúdos. É uma tecnologia centrada nas aplicações *Computer Aided Design* da Autodesk, portanto mais adequado à visualização para engenharia e mecânica.

2.1.2. Shockwave 3D e Cult 3D

O Shockwave 3D, URL: http://www.shockwave3d.com [Conferido em: Março de 2007], e o Cult 3D, URL: http://www.cycoresystems.com [Conferido em: Março de 2007], são tecnologias que podem ser abordadas em simultâneo, visto que são bastante semelhantes quanto à oferta de recursos. Ambas as aplicações permitem recorrer à programação para melhorar a experiência interactiva do utilizador. São tecnologias mais exigentes quanto às competências necessárias para as utilizar mas ambas fornecem Interfaces Gráficas com o Utilizador (*Graphical User Interfaces*), que facilitam a importação de ficheiros e a configuração e apresentação de conteúdos virtuais. Sempre que desejar, o produtor pode recorrer à programação de raiz ou então à edição de valores esporádicos nas linhas de código, mesmo durante a edição na interface. A linguagem de programação utilizada pelo Shockwave 3D é o Lingo, URL: http://inventors.about.com/library/inventors/bl_Lingo_programming.htm [Conferido em: Abril de 2007], e o programa geralmente mais utilizado para desenvolver os produtos interactivos é o Macromedia Director, embora actualmente seja mais adequado designar este software por Adobe Director, URL: http://www.adobe.com/products/director

[Conferido em: Abril de 2007], visto que a empresa Adobe, URL: http://www.adobe.com, [Conferido em: Abril de 2007], adquiriu a empresa Macromedia.

Já a produtora do software Cult 3D é a Cycore Systems, URL: http://www.cycoresystems.com [Conferido em: Março de 2007], uma empresa de menor relevo que a Adobe, que construiu o rival do Shockwave 3D, que designou por Cult 3D. Apesar de ser mais limitado, é um pouco mais acessível. No seu ambiente gráfico, é possível gerar aplicações de visualização 3D apenas com alguns cliques e arrastes do rato.

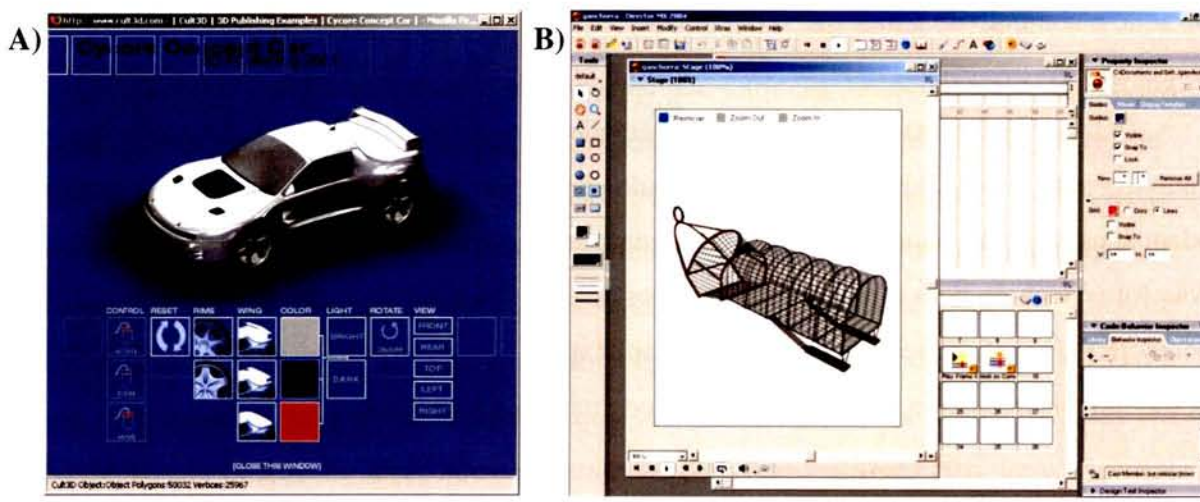

Figura 2 – Comparação entre Cult 3D e Shockwave 3D.

A imagem **A)** foi retirada do endereço http://www.cult3d.com, é um exemplo de uma aplicação interactiva construída com o Cult 3D. A imagem **B)** é um screenshot do Macromedia Director, usado pelo autor para construir uma ganchorra, um objecto das artes de pesca, depois exportado para Shockwave 3D. Este trabalho foi realizado no âmbito de um DVD interactivo construído pela MediaPrimer, Tecnologias e Sistemas de Informação, Lda.

Uma das grandes vantagens de ambos os produtos é a versatilidade, em especial do Shockwave 3D. Com o Shockwave 3D há o acesso a áreas específicas de edição, a área de tela, a área de biblioteca de conteúdos importados de outros programas e também uma linha temporal que permite organizar a sucessão dos acontecimentos e das animações. Existem ainda comportamentos que podem ser anexados a objectos, comportamentos esses que derivam da programação e estão acessíveis apenas com um clique e arraste do rato a partir da biblioteca de acções e comportamentos. Para a elaboração do modelo representado na figura

2B, pretendia-se um modelo interactivo que os utilizadores pudessem rodar, arrastar e aproximar no ecrã. O Shockwave 3D foi a solução mais adequada, até porque este modelo iria posteriormente ser inserido numa interface gráfica própria num DVD-ROM. Como nos podemos aperceber, o Shockwave 3D é ideal para a concepção de DVD's interactivos cujas funcionalidades 3D não sejam muito exigentes.

Infelizmente o Cult 3D não permite uma configuração tão vasta de interactividade quanto o Shockwave 3D, mas ainda assim, ganha algum terreno quanto à rapidez de desenvolvimento. Na figura 2 – A) é possível verificar os conteúdos desta peça interactiva, que inclui a manipulação dos componentes de um veículo. Foram incluídos menus que permitem alterar a cor do carro, alterar o design das jantes, inclusive retirar ou adicionar alguns extras à própria construção do veículo. Importa portanto realçar que em termos de rapidez de execução e entrega de conteúdos finalizados, o Cult 3D é uma das melhores soluções, pois já possui de origem uma série de comportamentos optimizados para a Internet. Contudo, também é significativo realçar as menores potencialidades de configuração face ao Shockwave 3D.

Ambos os softwares exportam directamente para um explorador da Web, como o Microsoft Internet Explorer ou o Mozilla Firefox, sendo que o Shockwave 3D tem a vantagem de gerar ficheiros executáveis directamente na máquina, ficando apenas um único ficheiro transportável. As duas tecnologias exigem a instalação prévia dos leitores digitais dos seus formatos, caso contrário o computador não irá reconhecer o formato digital.

Podemos concluir que o Shockwave 3D é mais adequado a visitas virtuais do que o Cult 3D, mesmo porque prova possuir um motor de renderização 3D mais completo e mais eficaz, que suporta o cálculo matemático imediato de uma vasta quantidade de polígonos e componentes de iluminação. Porém, ambas as tecnologias não suportam o cálculo de sombras, o que se revela uma grande falha para a recriação digital de ambientes virtuais realistas. As sombras são fundamentais para a atribuição de realismo e embora se possa recorrer a técnicas de simulação de sombras, estas nunca irão corresponder correctamente ao real nem tão pouco serão adaptáveis a diferentes circunstâncias de iluminação.

Para a realização deste trabalho, é necessário usar um motor tridimensional capaz de simular de modo eficaz o real e ainda assim ser capaz de manter bem definidos os limites de

processamento, ocupação de memória e espaço de armazenamento de informação, dado que as visitas em ambientes virtuais requerem muita informação geométrica e visual.

2.1.3. Quicktime VR

A tecnologia Quicktime VR, presente em maior detalhe no seguinte URL: http://www.apple.com/quicktime/technologies/qtvr, [Conferido em: Abril de 2007], provém da Apple, a empresa internacionalmente conhecida que constrói hardware e software. Os computadores da Apple, tal como outros, fazem uso de uma *Graphical User Interface*, Interface Gráfica para o Utilizador. Para além de construir computadores, a Apple também produz software, e o Quicktime, URL: http://www.apple.com/quicktime, [Conferido em: Abril de 2007] é um dos programas que consta na sua lista. Inicialmente, este programa permitia apenas executar multimédia, filmes e músicas. Mas o Quicktime evoluiu até à capacidade de produzir interactividade e é hoje o formato de eleição da Apple para executar multimédia.

O Quicktime VR é uma extensão do Quicktime com a qual podemos visualizar panoramas de 180º ou 360º, isto é, conjuntos de imagens colocadas lado a lado que perfazem um ambiente circular que rodeia o observador. Para além deste tipo de ambiente cilíndrico, há também a possibilidade de gerar ambientes cúbicos. Estes ambientes cúbicos são os mais completos e eficazes porque o utilizador pode observar o espaço em toda a volta, alterando a orientação da sua visão tal como as pessoas fazem com os olhos e o pescoço. Apesar de ser uma tecnologia de elevada capacidade de compressão, não permite verdadeiramente navegar num ambiente virtual, permite antes circular por entre um conjunto de fotografias montadas lado a lado, o que dá a ilusão de estar dentro de um ambiente. De facto, o observador está num ponto fixo a observar o que o rodeia e tem ao seu dispor apenas uma ligeira funcionalidade de aproximação. Esta funcionalidade simula o andar do personagem, mas não é mais do que um zoom. Esta tecnologia revela-se muito adequada apenas a demonstrações de objectos isolados e também de panorâmicas.

2.1.4. VRML e X3D – com referência ao software Flux Studio

O VRML (*Virtual Reality Mark-Up Language*), URL: http://www.w3.org/MarkUp/VRML, [Conferido em: Abril de 2007], é uma ferramenta que,

apesar de ter surgido em 1994, continua a ser muito utilizada e é, sem dúvida, muito positiva, tão positiva que foi recentemente reaproveitada para conceber o recente software Flux Studio URL: http://www.mediamachines.com, [Conferido em: Abril de 2007]. O Flux é um programa baseado em VRML que adiciona novas potencialidades caracterizadas por X3D (*Extensible 3D*) URL: http://www.web3d.org/x3d/specifications/x3d_specification.html, [Conferido em: Abril de 2007]. Na Figura 3 encontra-se uma imagem que mostra os controlos interactivos do VRML e as suas extensas capacidades enquanto ferramenta de visualização de conteúdos virtuais.

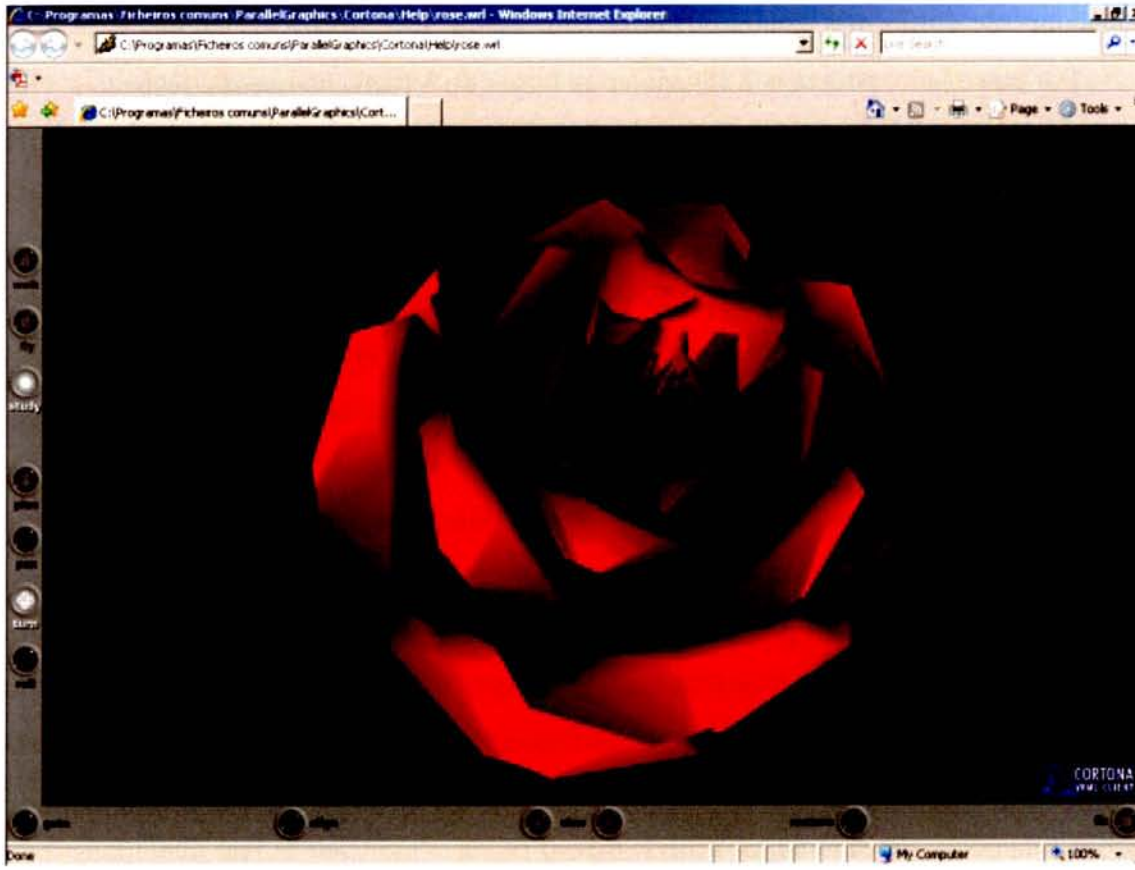

Figura 3 – Interface gráfica do VRML, retirada de: http://www.parallelgraphics.com/

Como podemos verificar pela Figura 3, o VRML já possui comandos de navegação muito adequados para uma visita virtual através da WebWeb. Pode-se percorrer o mundo virtual tal como uma pessoa anda na rua, ou até voar pelos cenários. É também capaz de carregar mundos virtuais extremamente complexos, com a grande vantagem de serem mundos mais fáceis de construir, isto porque há programas de edição tridimensional que adoptaram as normas VRML e desde cedo permitiam exportar para esse formato. Esta

tecnologia revela-se extremamente eficaz, suporta inclusivamente animação, a rosa que se pode observar na figura 3 está animada, é uma simulação digital do seu desabrochar. Porém, nem tudo são rosas com o VRML, pois é essencialmente na relação qualidade/rapidez do mundo virtual que o VRML pode efectivamente suscitar problemas. Em situações com ambientes virtuais muito vastos e complexos corre-se o risco do VRML não suportar os conteúdos adequadamente. Há duas características essenciais à navegação virtual, a rapidez e a qualidade. Mas ainda existem uma série de outras características que o VRML não contempla, como o suporte virtual para múltiplos visitantes, ou os mapas de iluminação, ou a iluminação dinâmica.

Por outro lado, poderá o X3D anular as falhas do VRML no que diz respeito a visitas virtuais de elevado realismo e com múltiplos utilizadores? As vantagens do X3D, URL: http://www.web3d.org/x3d/specifications/x3d_specification.html, [Conferido em: Abril de 2007], são as seguintes: "*open source*" – de livre acesso para desenvolvimento sem pagar direitos, "officially incorporated within the MPEG-4 multimedia standard" – inserido e compatível com a norma MPEG-4 multimédia, "XML support makes it easy to expose 3D data to Web Services and distributed applications" – significa que o X3D suporta XML, o formato hierárquico tão largamente distribuído pelo mundo, "compatible with the next generation of graphics files" – é compatível com a próxima geração de gráficos, por exemplo, os SVG (*Scalable Vector Graphics*), URL: http://www.w3.org/Graphics/SVG/, [Conferido em: Abril de 2007], que são gráficos representados por intermédio do XML, e por fim "3D objects can be manipulated in C or C++, as well as Java" – sendo esta a maior vantagem, pois permite o recurso à programação em duas das linguagens mais conhecidas e poderosas, o C e o Java. Chegamos então à conclusão que o X3D pode efectivamente ser uma solução à medida.

2.1.5. Java e Java 3D – com referência ao software Wirefusion

O Java, URL: http://java.sun.com/javase/, [Conferido em: Abril de 2007], é uma linguagem de programação. Foi seleccionada para análise devido às capacidades que já possui nativamente e também devido às recentes capacidades 3D. O Java evoluiu para o Java 3D, URL: http://www.java.sun.com/products/java-media/3D/, [Conferido em: Abril de 2007], e tem a vantagem de ser uma "linguagem orientada a objectos" (Coelho, 1999), o que lhe permite operar segundo uma herança de funções e métodos. O Java, para além de conseguir

ligar entre aplicações e gerar conteúdos próprios, também suporta a renderização de objectos a três dimensões. Existe uma interface denominada Demicron Wirefusion, URL: http://www.demicron.com, [Conferido em: Abril de 2007], que permite importar conteúdos 3D e trabalhá-los segundo as regras do Java. Mas é necessário saber muito da linguagem Java e aprender uma linguagem de programação pode ser tão difícil quanto aprender a língua materna de um povo. Isto porque o Java é largamente mais complexo que, por exemplo, o HTML (*Hyper-Text Mark-Up Language*), URL: http://www.w3.org/MarkUp, [Conferido em: Abril de 2007].

Um mundo 3D deve ser construído num programa específico de modelação, texturação, iluminação, animação e renderização 3D, que posteriormente trata e exporta os conteúdos de determinada forma e, numa fase final, a aplicação Java terá de reconhecer esse formato e mostrá-lo, estabelecendo depois as relações eficientes com os múltiplos utilizadores. É certo que o Java, enquanto linguagem que suporta a renderização 3D, também suporta a criação de formas e sólidos, mas esse método necessitaria de muito mais tempo, pois está cingido à amostragem de primitivas geométricas, cubos, cilindros, cones e outros. No entanto, a realidade é composta por formas complexas e envolve uma série de construções individuais que por sua vez estão subdivididas em outras. A solução mais produtiva passa por utilizar um programa de modelação 3D que exporte o conteúdo para o software Wirefusion, URL: http://www.demicron.com, [Conferido em: Abril de 2007], sendo que este permite configurar rapidamente um mundo virtual recorrendo a acções pré-definidas Java. O Wirefusion é uma solução construída por programadores para facilitar a vida dos designers. Uma vez construídos os modelos, podem ser importados para o programa e trabalhados em conjunto com outros condicionantes para produzir uma experiência virtual. Mas o Java e o Wirefusion ainda não se encontram muito desenvolvidos no âmbito dos ambientes virtuais, há muito por fazer, nomeadamente no que toca ao suporte para as diversas técnicas de construção 3D, como os mapas de iluminação que já falámos ou por outro lado as diversas texturas que são aplicadas aos objectos.

2.1.6. Virtools – com referência ao Virtools Scripting Language

O Virtools, URL: http://www.virtools.com, [Conferido em: Abril de 2007], é um programa com linhas gráficas complexas e diferentes do habitual. As suas possibilidades são infindáveis, basta consultar a página Web referente ao software no endereço

http://www.virtools.com e executar algumas das produções presentes na galeria. O Virtools está dotado de uma linguagem própria de programação, que é o VSL (*Virtools Scripting Language*) muito semelhante ao C++. Também contém nativamente uma biblioteca de comportamentos que podem ser combinados das mais diversas formas. Estes comportamentos são actualizados em cada nova versão do Virtools e são uma óptima tentativa de facilitar a vida dos mais audazes construtores de ambientes virtuais interactivos.

Para ajudar a compreender a importância dos comportamentos do Virtools, pode-se pegar num exemplo que considero muito adequado, que é a construção da interactividade de um elevador, que como se pode imaginar, não é assim tão fácil de concretizar. Há que pensar numa série de factores sequenciais, para além da modelação e texturação do ambiente claro está. Tudo começa com um simples chamar do elevador, através de um botão, que activa uma animação do elevador a descer e que uma vez concluída dará início a outra animação das portas a abrirem. De seguida pode-se pôr a hipótese de entrar no elevador e clicar no botão do andar para onde se deseja ir. Enfim, todo este mar de hipóteses é possível com o Virtools.

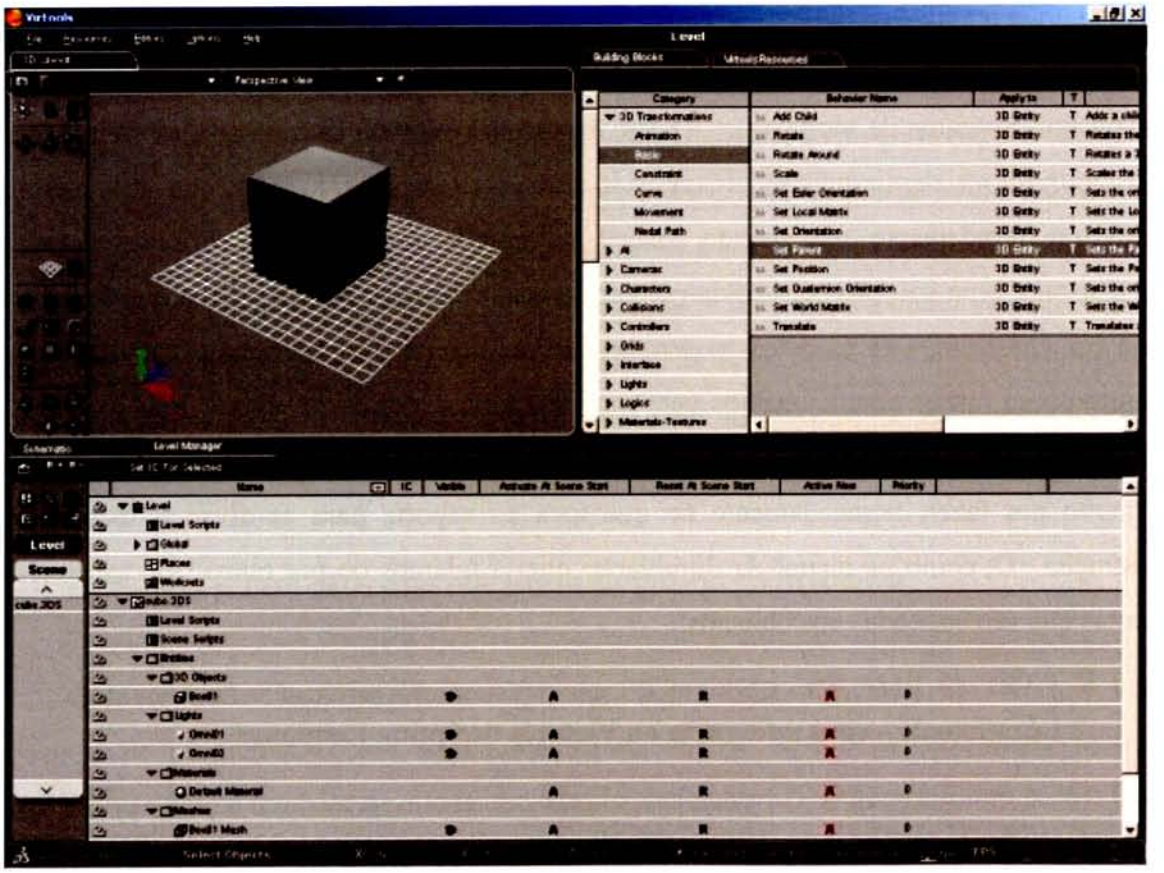

Figura 4 – Aspecto da interface gráfica do Virtools. Screenshot do programa.

A figura 4 ilustra o aspecto visual do Virtools, com uma interface preenchida, algo complexa e diferente daquilo a que um utilizador de Microsoft Windows esteja acostumado. Esta imagem foi obtida pelo autor, que adquiriu uma versão de experimentação do programa, que lhe foi disponibilizada juntamente com um livro educativo do programa.

No endereço Web, URL: http://www.virtools.com/solutions/products/virtools_4.asp, [Conferido em: Abril de 2007], pode-se identificar e caracterizar as cinco componentes chave presentes na versão quatro do software Virtools. Por um lado a interface gráfica é de facto sofisticada e complexa, por outro possui vastas bibliotecas de comportamentos para adicionar interactividade à construção, também comporta um motor de renderização em tempo-real, possui a linguagem VSL que gera funções em C++ sem ser necessário desenvolver código nativo e por fim comporta um SDK (*Software Development Kit*) que é o agregado total de funções do VSL disponível para criação de comportamentos personalizados. Com o Virtools também se podem produzir linhas de código mas existe uma interface auxiliar. Pagando um pouco mais à empresa do Virtools, pode-se ter uma biblioteca de física para simular interacções realistas, uma biblioteca de inteligência artificial para animar personagens e também um servidor para gerir múltiplos utilizadores. Estas características põem o Virtools na frente quanto ao domínio dos mundos virtuais interactivos.

2.1.7. CityGML e XL3D

A tecnologia denominada por CityGML, que se encontra disponível no URL: http://paginas.fe.up.pt/~aas/pub/PropDissertMestr/Prop_CITYGML_PPT.pdf, [Conferido em: Abril de 2007] e a tecnologia denominada por XL3D, disponível no URL: http://paginas.fe.up.pt/~aas/pub/PropDissertMestr/Prop_XL3D_All_PPT.pdf, [Conferido em: Abril de 2007] são normas que podem ser entendidas mais como uma novidade/referência do que como uma ferramenta de construção e apresentação de conteúdos virtuais interactivos, no entanto, possuem aspectos interessantes a abordar. O CityGML parece ser uma norma para gerar conteúdos 3D a partir de outros dados. Com o CityGML pretende-se reconstruir modelos urbanos, é o único objectivo. Realiza-se uma avaliação da adequação do modelo à representação do meio urbano concreto, definem-se as extensões necessárias, desenvolvem-se mecanismos para a conversão e obtêm-se informações geográficas através de instâncias XML. O XL3D serve para a modelação expedita de ambientes urbanos virtuais, ou seja, está na linha do CityGML pois utiliza sistemas geográficos para gerar o ambiente virtual. Contudo

estes ambientes carecem de informação e são normalmente muito fracos no detalhe. Se no futuro ocorrer uma tentativa no sentido de automatizar o processo de modelação por forma a melhorar a qualidade final do produto, então poderá ser algo muito positivo.

2.2. Síntese dos resultados da pesquisa efectuada

Após análise das tecnologias que permitem desenvolver e explorar ambientes virtuais, chegou-se à conclusão que as mais adequadas são o Shockwave 3D, o Java 3D e o Virtools, com especial destaque para as duas últimas. Estas duas últimas acabam por ser muito semelhantes quanto ao seu potencial. Como foi visto, o Java 3D possui boas capacidades de renderização, é uma tecnologia que tem a capacidade de gerar e suportar efeitos e mantém uma relação muito benéfica entre qualidade e extensão dos ficheiros. Mas um serviço suportado com Java requer uma reflexão profunda das bibliotecas da linguagem e isso torna-se muito extensivo, tão extensivo que não haveria tempo suficiente para uma só pessoa concretizar algo. Verifica-se que o Virtools, à semelhança do Java, possui todas as capacidades necessárias para a construção de uma visita virtual com boa qualidade gráfica e mantém os ficheiros muito acessíveis quanto ao seu tamanho em disco, suportando a exportação para ambiente local e ambiente Web. A interface do Virtools poupa imensa programação de raiz e permite importar mundos já construídos em outros programas de 3D, apesar do grafismo do programa ser diferente do habitual, este é sem dúvida o mais poderoso e o resultado final certamente será muito satisfatório, dadas as capacidades de suporte da linguagem de programação C++ do software Virtools.

2.3. Identificação de outros projectos virtuais culturais

2.3.1. O projecto virtual Lisboa 3D

Para além de ser a capital de Portugal e também a mais populosa cidade, Lisboa é também um ícone cultural. Lisboa merece ter, tal como o Porto e Coimbra, uma representação virtual que assenta nas novas tecnologias, uma representação através da Internet, um dos meios de comunicação mais utilizados nos nossos dias.

No exemplo virtual da cidade de Lisboa é utilizada a ferramenta de visualização TerraExplorer, disponível no URL: http://www.skylinesoft.com, [Conferido em: Maio de

2007], que foi desenvolvida pela empresa SkylineGlobe, URL: http://www.skylinesoft.com, [Conferido em: Maio de 2007]. No Website da SkylineGlobe pode-se descarregar o ficheiro de instalação da aplicação TerraExplorer, que funciona apenas no browser Internet Explorer. A SkylineGlobe foi fundada em 1997 e o objectivo desta empresa é realizar uma construção digital do planeta Terra. Esta reconstrução é realizada através da captação por satélite de imagens da superfície terrestre. São tiradas várias fotografias de grande resolução e depois são inseridas no software para que o utilizador possa interagir com a Terra através do rato, realizando diversos movimentos aéreos e modificando o seu ângulo de visão.

Tal como se pode verificar na figura abaixo, a figura 5, URL: http://www.3dlisboa.com/viewer/viewer.htm?l=pt, [Conferido em: Maio de 2007], a qualidade e exactidão dos modelos está longe de ser a melhor, pois não são muito detalhados, são apenas estruturas base. Para os objectivos a que se propõe o projecto penso que resulta bem. Se um dos objectivos é a visualização genérica de uma grande área, então penso que esse objectivo é bem conseguido. Porém se for feita uma aproximação poder-se-á ficar algo desiludido com a qualidade e detalhe.

Figura 5 – Interface da aplicação interactiva do projecto Lisboa 3D.

Para além de se utilizar o método fotográfico por satélite, é ainda necessário construir os modelos e as texturas de inúmeros edifícios e terrenos, para que depois se possam aplicar na superfície que já se encontra mapeada. Isto levanta algumas questões quanto à qualidade da aplicação final, nomeadamente no que diz respeito às inscrições que as imagens aplicadas na superfície já contêm, por exemplo sombras, distorções derivadas do formato arredondado do planeta e outros. Por vezes, ao navegar na aplicação, podemos descobrir artefactos que não têm qualquer sentido, mas se nos abstrairmos disso, a navegação torna-se positiva.

2.3.2. O projecto virtual Porto 3D

A cidade do Porto é pioneira no que toca à construção de uma aplicação virtual. O projecto 3D do Porto é focalizado, ao contrário do projecto de Lisboa, que é mais abrangente.

Figura 6 – Página principal do Website do Porto 3D, dirigido pela Associação Porto Digital.

Na figura 6, URL: http://www.portodigital.pt/3d/index.php, [Conferido em: Maio de 2007], pode-se observar a página principal do Website que foi construído como meio de divulgação do concurso para apresentação de modelos tridimensionais dos edifícios mais característicos da cidade do Porto. Foi também fundada uma associação para tratar do concurso, a APD, Associação Porto Digital. O concurso esteve aberto a qualquer pessoa que desejasse participar, a lista de concorrentes que formalizaram a sua inscrição definitiva e que foram aceites a concurso era composta por 60 concorrentes. Cada uma destas 60 pessoas podia escolher um de entre onze edifícios emblemáticos, e depois construiria dois modelos desse edifício, um detalhado e um outro menos detalhado, este último para incluir na Web.

Com este projecto a cidade do Porto ficaria com uma selecção de grande qualidade dos seus edifícios mais imponentes e também com a mesma selecção disponível na Internet com menor detalhe. Esta última fase do projecto ainda não foi implementada mas a APD já possui todos os edifícios. Claro está que este método de trabalho tem algumas implicações, por exemplo, o simples facto de serem várias pessoas a desenvolver os conteúdos 3D é algo problemático, pois cada um tem a sua própria metodologia de trabalho, o que depois no final se pode revelar negativo quando quisermos juntar tudo.

De qualquer modo este projecto tem ainda muito por onde evoluir e irá certamente demonstrar-se como uma excelente aplicação, penso que o objectivo principal dos dirigentes do projecto foi conseguido. Como participante que fui neste projecto posso dizer que fiquei contente com o desenvolvimento.

3. Metodologia do desenvolvimento virtual

3.1. Concepção da exploração temporal de ambientes virtuais culturais

O processo de desenvolvimento de um ambiente virtual resultante de uma reconstrução 3D inclui três fases: a fotografia, a construção 3D e a construção interactiva. Na minha opinião este é um processo linear, pois pretende-se atingir bons resultados dentro de um prazo adequado, caso não exista esta preocupação, então podemos ser mais flexíveis e não seguir esta sequência. Regra geral, deve ser um modelo de trabalho a seguir, pois parece-me ser o mais prático e organizado.

Um dos cuidados que devemos ter corresponde à nomenclatura que atribuímos aos objectos 3D e às texturas. É das fases mais importantes de todo o desenvolvimento, dado que vai influenciar os prazos de conclusão e todo o mecanismo organizacional do projecto desse momento em diante. A nomenclatura que foi especialmente desenvolvida para o protótipo desta tese cumpre um formato próprio, mas esse formato poderia ser outro. Não deverá haver problemas com outras nomenclaturas desde que estas façam sentido para o programador e se mantenham sempre idênticas ao longo de todo o desenvolvimento. Quando digo que uma nomenclatura deve fazer sentido quero dizer que deve ser lógica e abrangente, tal como a nomenclatura do protótipo desta tese, que funciona do seguinte modo:

Exemplo de objecto virtual	Descrição do objecto virtual
cm_parede_01_d	Casa Mateus Parede 1 Canal *Diffuse*
rpb_mesa_04_b	Restaurante do Pedro Bastos Mesa 4 Canal *Bump*
mr_degrau_097_s	Mansão da Rita Degrau 97 Canal *Specular*

Como podemos ver na tabela, a nomenclatura dos objectos segue uma estrutura que torna o trabalho de identificação e catalogação dos objectos muito mais simples e eficaz. O facto de não serem usados caracteres maiúsculos melhora imenso a visualização porque por vezes torna-se difícil identificar um objecto numa listagem de centenas. Também o facto de não usarmos espaços entre os caracteres e de nem usarmos acentuação ou caracteres portugueses, vai melhorar a performance do computador e é muito adequado a uma aplicação

que está a ser desenvolvida em programas de origem internacional. É por tudo isso e também para não confundir os programas de compilação de código que decidi adoptar o carácter de *underscore* (o underscore é a barra horizontal que está a substituir os espaços entre os caracteres). Outra das características fundamentais deste sistema é a numeração com zeros à esquerda, para indicar o número de vezes que os objectos existem. No exemplo "rpb_mesa_04_d", o número "04" indica-nos não apenas que aquela é a mesa número 4 mas também que no cenário podem existir entre uma a noventa e nove mesas. Se em vez de 04 tivéssemos 004, então poderiam haver entre 1 a 999 mesas. Em termos de construção 3D isto revela-se bastante útil e esta questão pode ainda tornar-se mais abrangente se adicionarmos os diversos materiais e texturas que estão associados aos objectos e os diversos tipos de objectos que se pode ter num cenário, porque pode haver mais que um tipo de mesa, mas isso é algo que não nos interessa neste momento.

3.2. Obtenção de fotos e tratamento digital

Como foi referido anteriormente, a obtenção fotográfica digital é a primeira fase a ter em conta. Como o nome indica, esta fase consiste na obtenção de fotografias no local de desenvolvimento. Porém, estas fotografias não podem ser obtidas de qualquer modo. De facto, há um processo cuidadoso a seguir, um processo não apenas cuidadoso, mas mesmo muito rigoroso e que consome muito tempo. Este consumo de tempo vai variar um pouco consoante a complexidade do espaço que se está a fotografar, caso seja um espaço interior apetrechado de mobílias e afins. O que normalmente acontece, no que toca ao desenvolvimento de ambientes virtuais, é que o consumo de tempo na fotografia se irá acentuar muito em espaços interiores e menos em exteriores. Uma das principais razões para isto é o factor iluminação. Uma máquina fotográfica não capta os objectos, não capta formas nem traços ou linhas, ela capta raios de luz, raios que reflectem nos objectos e que penetram a lente e passam pela abertura do diafragma, abertura essa que teremos que ser nós a definir. É aqui que a perícia e o devido manuseamento de uma máquina fotográfica contam imenso, pois é isso que vai ditar a qualidade das imagens que captamos, muitas vezes sob condições difíceis. Para uma reconstrução virtual, a luz é também quase tudo, sem luz não podemos observar o mundo que nos rodeia e no 3D passa-se o mesmo.

Feliz ou infelizmente, a complexidade natural é completamente transitável para o virtual, isto é, a iluminação que encontramos num ambiente real é aquela que teremos que

construir pormenorizadamente no virtual, não se podem inventar fontes de luz. Se um espaço interior é iluminado por uma janela através da qual os raios de Sol passam, e se o mesmo espaço é ainda iluminado, por exemplo, por um conjunto de luzes presentes no tecto, então isso significa que todas estas luzes terão que ser construídas e configuradas no virtual. De facto, não existe para este processo nenhum método de configuração pré-definida, aliás, esta é uma das normas mais importantes do 3D, pouco ou nada se encontra definido em qualquer altura do desenvolvimento 3D, não há *templates* ou casos típicos, caso contrário um dado projecto arquitectónico não poderia possuir todas as características que lhe atribuem aquela singularidade pela qual esse projecto é distinguido. A única coisa que temos como certa é que, quando iniciamos um projecto de 3D, a área de trabalho tridimensional se encontra vazia, e depois assumimos o papel de construtores virtuais, ou seja, partindo do zero, configuramos, edificamos e construímos tudo de modo linear.

3.2.1. Manipulação da máquina fotográfica e das teorias da luz

No virtual existe uma fase de construção que se designa por texturação, é nesta fase que os modelos tridimensionais dos objectos reais são preparados para receber informação de cor. Não podemos ter uma boa textura sem ter um bom meio de captura de imagem. E quanto melhor for a captação digital dessas imagens, melhor será a sua adaptação ao modelo virtual, a máquina fotográfica que utilizamos representa meio caminho andado para um bom, médio ou mau trabalho. Uma máquina que capture e registe a imagem a 3.1 megapixeis é bastante inferior a uma máquina que registe, por exemplo, 10 megapixeis. É com base neste princípio e em muitos outros que a captura de imagem funciona, ou seja, uma máquina fotográfica digital vai muito além dos pixeis que consegue debitar, mas a resolução é uma das características mais significativas, e que, obviamente pode variar consoante os objectivos do trabalho.

Ao contrário do que possamos pensar, a máquina fotográfica não está sozinha neste processo de captura e registo digital, há dois outros objectos importantes, são eles, um tripé e um computador portátil. O tripé é fundamental, na minha opinião, para condições de baixa luminosidade, como acontece em particular nos espaços interiores, e é também um elemento fundamental porque oferece uma maior estabilidade à câmara fotográfica. A estabilidade da máquina é muito importante porque toda a fotografia que ultrapasse meio segundo a um segundo de exposição, exige uma posição firme, isto é, a mão humana já não consegue

dominar firmemente quando a exposição à luz ultrapassa meio segundo. Esta é uma regra da fotografia profissional, mesmo para os mais destemidos. Tal como refere Tom Ang no seu livro Guias Essenciais da Fotografia, "Os tripés são fundamentais quando se fotografa em situações de pouca luz" (Ang, 2006). De facto, em espaços interiores acontece muito frequentemente a necessidade de uma exposição da máquina fotográfica à luz de entre 1 a 30 segundos, o que vai abolir completamente a possibilidade de agarrarmos a máquina fotográfica com as mãos. Mesmo tentando apoiar os cotovelos nalguma superfície, ou sentarmo-nos, a fotografia de longa exposição não vai funcionar uma vez que é impossível manter o corpo fixo tanto tempo. Tudo isso é evitado usando um tripé devidamente assente no chão ou em qualquer outra superfície sólida e que não sofra o mínimo movimento.

Ainda nesta linha de pensamento é muito importante também um computador portátil, pode parecer um exagero de máquinas mas não é. Na obtenção de fotografias em espaços interiores, a captura de luz que é executada pela máquina é um processo que muitas vezes falha, cujos resultados são na sua maior parte insuficientes, isto porque as condições de iluminação nunca são estáticas. Então, ao longo do dia, a iluminação e a produção de sombras vai-se alterando e os raios produzidos pelo Sol estão em constante alteração da direcção, o que afecta em grande escala o trabalho fotográfico. Assim sendo, o simples facto de podermos descarregar para um portátil as fotografias imediatamente após as captar, revela-se uma ajuda preciosa, e concede-nos uma tão mais larga percepção da qualidade da fotografia e de uma série de outros aspectos, como a posição e enquadramento. Podermos saber em poucos minutos o que acabámos de fazer, se está correcto ou incorrecto.

Verificou-se nos parágrafos anteriores que existem modos de manipulação de uma máquina fotográfica para que se obtenha texturas com informação de luz correcta, mas também a própria manipulação da luz no ambiente virtual é fulcral. As teorias da luz falam da intensidade, da energia, da reflexão da luz e de muitos outros aspectos. "In computer graphics we generally consider objects that reflect, transmit and emit light." (Watt e Watt, 1992). Efectivamente, num ambiente virtual, tudo são objectos, mesmo quando se tem uma entidade câmara, ou fonte de luz, estes são objectos. Há determinados motores de renderização que facilitam este entedimento através de ícones que ajudam a distinguir os vários tipos de luz, mas há outros motores gráficos que trabalham apenas por materiais, e isso é suficiente para simular qualquer tipo de luz. Um desses motores é o Maxwell Render, URL: http://www.maxwellrender.com, [Conferido em Março de 2008]. Este motor de renderização

trabalha com materiais para simular a luz. É possível associar ao modelo de uma lâmpada de 40W um material com propriedades de emissão de luz do valor correspondente aos 40W.

3.2.2. Registo das fotografias e tratamento digital das imagens

O registo das imagens permite-nos editá-las posteriormente em software adequado ao efeito. É necessário referir nesta altura que quanto melhor tiver sido a captura da imagem, menos trabalho se terá ter na fase de tratamento. Como se torna cada vez mais lógico, realizar as tarefas correctamente e de modo progressivo revela-se o método mais correcto de trabalhar no seio dos ambientes virtuais. Se uma dada fotografia possui elevada qualidade digital, e está devidamente centrada e enquadrada e inclusivamente corresponde aos valores de iluminação desejados, então muito trabalho de edição gráfica dessa imagem está poupado.

Um dos principais instrumentos a utilizar na edição da fotografia digital, é o ajuste e corte da imagem. Da fotografia iremos precisar apenas da informação de textura, a informação que corresponde ao objecto presente no 3D, portanto podemos excluir o resto utilizando cortes e ajustes na imagem. Com este processo poupamos imensos recursos à máquina que terá que mostrar a aplicação final, pois irá carregar texturas muito mais leves e optimizadas para o efeito. As fotografias que editamos necessitam estar no formato adequado ao programa de construção virtual, para que sejam importadas para o mesmo e inseridas nos objectos através das coordenadas de texturas, que iremos falar mais à frente.

Normalmente utiliza-se o formato JPEG (*Joint Photographs Experts Group*), URL: http://www.jpeg.org, [Conferido em: Maio de 2007] para as texturas que armazenam informação difusa, ou seja, informação de cor, a informação difusa corresponde ao canal de informação da cor, que pode ser RGB. Porém, um desenvolvimento 3D pode incluir vários canais de texturas, para que no final sejam todos complementados num resultado muito específico e optimizado. Um destes canais é o *Bump*, por outras palavras, o canal de relevo da textura, que controla os níveis de altura dos pixeis. Mas há outros como o *NormalMap* ou o *OcclusionMap*.

3.2.3. A técnica da fotografia orientada à textura

Um ambiente virtual realista vive da fotografia de alta definição. É o registo fotográfico profissional que vai permitir construir modelos virtuais que simulam fielmente a realidade de um dado local. Torna-se necessário obter imensas fotografias para depois as tratar digitalmente e implementá-las no 3D. Se apelarmos à nossa imaginação, conseguimos dividir a realidade que nos rodeia em pequenos pedaços de informação visual, naturalmente apelidados de texturas. Depois dessa colheita, pode-se realizar a construção dos modelos.

Na técnica da fotografia orientada à textura, vale a pena enaltecer o papel da máquina digital. Estamos concretamente a falar de uma máquina que tenha para cima de cinco megapixels, o que nos fornece uma resolução bastante favorável de mais de 2500 pixeis por 1500 pixeis. Esta resolução dá uma boa margem de manobra na pós-produção. Porém os megapixels não são tudo, a qualidade da lente da máquina é também muito importante para que registemos a fotografia com a melhor definição. Aliás, todas as características da máquina fotográfica digital devem ser semi profissionais a tender para o profissional avançado. Talvez apenas a capacidade de zoom seja um factor menos relevante, mas isso também depende do local a fotografar. A capacidade de armazenamento precisará ser grande, porque fotografias de alta definição ocupam muito espaço virtual. Actualmente, um cartão de armazenamento de quatro a oito gigabytes é o ideal, menos que isso pode comprometer o trabalho uma vez que pouco espaço de memória e a não existência de um portátil podem atrasar ou limitar a aquisição das fotos desejadas. Aplica-se muito tempo na configuração de uma fotografia e quando a informação a obter é muita, o aproveitamento do tempo torna-se um factor crítico. Em minha opinião, sempre que possível deve-se utilizar um computador portátil para visualizar as fotografias obtidas no local. Podemos também de imediato eliminar as fotografias que não desejamos. Claro que por vezes isso torna-se uma missão impossível, consoante o local, mas por exemplo na fotografia de interiores é bastante eficiente.

Nesta técnica da fotografia orientada à textura, uma vez obtidas as imagens, estas devem ser tratadas relativamente às medidas, orientação, distorção, perspectiva e escala. Depois será importada para o software 3D e usada como guia de fundo para iniciar a construção do modelo. Uma vez completo o modelo é aplicada directamente a imagem como uma textura, mas nos casos mais complexos a imagem deve ser novamente tratada para corresponder a 100% com o modelo. Para finalizar, as coordenadas de mapeamento do

modelo deverão ser editadas, começando por utilizar um mapeamento frontal da textura, ao que faltará apenas editar o mapeamento de profundidade. Este último pode ser corrigido integralmente à mão nos casos mais simples ou nos mais complicados terá que se tirar outra fotografia lateral para complementar a informação relativa ao objecto em questão.

É obrigatório ter sempre em consideração duas regras fundamentais, se quisermos obter as melhores fotografias. Se não considerarmos estas regras as fotografias não serão aproveitáveis para a fase de texturação, servirão apenas como fotografias de contextualização. As duas regras são a iluminação ambiente e a posição da máquina relativamente ao objecto.

Quanto à iluminação, é aquilo que nos permite observar os objectos. A escolha que fazemos da hora do dia e das condições climatéricas do mesmo irão reflectir-se na qualidade e utilidade das nossas fotografias. A iluminação ambiente é a porção de luz que é reflectida pelos objectos em todas as direcções. Num dia de sol verificamos que são produzidas sombras muito particulares nos objectos, porque o sol é uma fonte de luz pontual, que parte de um local exacto num determinado instante, o que produz uma iluminação muito definida, contrária ao que necessitamos. O clima ideal para obtermos uma informação coerente e homogénea nas nossas fotografias é um céu nublado, porque a luz do sol está por trás das nuvens e tem tendência a distribuir-se equitativamente por todo o céu, trespassando as nuvens de forma homogénea. Isto faz com que todos os objectos estejam iluminados da mesma forma, sem ocorrerem sombras. Obviamente os objectos não podem conter qualquer sombra ou estar molhados, a razão para isto é a que o motor gráfico 3D encarrega-se dinamicamente disso, calculando a posição do sol e suas respectivas sombras. O motor de 3D vai emitir raios a partir das fontes de luz que são definidas e irá calcular a colisão desses raios com a geometria construída. Este é um cálculo complexo mas que gera elevado realismo gráfico. Um caso muito prático surge quando precisamos simular as etapas do dia, durante a visita virtual, quando queremos simular o dia e a noite num mesmo local. Ora se tivéssemos texturas com informação da posição da sombra a experiência estaria comprometida.

A outra regra a ter em conta é a posição da máquina fotográfica relativamente aos objectos a fotografar. Basicamente a máquina vê o que os nossos olhos vêem. Utilizando como exemplo um cubo, se o observarmos a partir de um ângulo que não seja de 90° para uma das suas seis faces, então não estamos a obter informação útil para texturação. Ao início pode ser complicado entender este conceito mas é de facto muito simples. Toda a fotografia

cuja intenção é a posterior edição e aplicação de uma textura, deve obrigatoriamente cumprir um ângulo aproximado de 90° em relação à face do objecto que se está a fotografar, o eixo da lente da máquina ser perpendicular à face, para evitar que a fotografia fique distorcida e comprometa a informação. Ou seja, temos que fotografar os objectos de frente para estes. Tudo isto é possível no que toca a edifícios e estruturas compostas por linhas de construção simples, mas então como podemos texturar uma coluna, uma estátua ou qualquer objecto de difícil acesso e cuja estrutura modelar seja complexa? Nos casos dos objectos curvos e retorcidos são aplicadas outras técnicas, nos casos de objectos de difícil acesso, como uma janela que esteja muito alta, é necessário que se faça tudo para ir o mais perto possível do objecto, caso contrário não se consegue produzir uma texturação fiel. Podemos utilizar escadotes ou mesmo andaimes. Em último recurso podemos tentar desenhar uma textura, mas essa opção exige grandes meios técnicos e é muito mais demorada, aliás, esse processo poderia justificar o trabalho de mais um profissional, neste caso um texturador.

Nesta técnica temos um desenvolvimento mais rápido pois a textura está imediatamente pronta a ser colada ao objecto, sendo apenas necessário trabalhar os pormenores do mapeamento 3D referentes à profundidade do objecto. A técnica também ajuda a percepcionar os locais nos quais se pode recorrer a um baixo detalhe poligonal, produzindo maior fluidez de gráficos. É também produzida uma maior definição e um maior realismo dado que toda a informação da fotografia é aproveitada para texturar integralmente os objectos 3D, o que praticamente anula a técnica mosaísta, que é uma técnica que utiliza um fragmento de uma imagem e multiplica-o em todo o objecto, o que por vezes gera resultados insatisfatórios. Por outro lado esta técnica da fotografia orientada à textura exige um tratamento extenso e adequado das imagens num software de edição gráfica 2D bem como espaço disponível em disco para arquivar os ficheiros das imagens. Exige ainda uma grande capacidade de visualização e entendimento geométrico, bem como uma máquina digital e computador de alta qualidade.

3.3. A modelação, texturação, renderização e exportação 3D

Finalizada a fotografia, entramos no mundo da construção 3D. Este mundo, à semelhança do mundo da fotografia profissional, é muito vasto e complexo, há uma série de parâmetros e fases a ter em consideração aqui. Por isto mesmo é que tenho vindo a atribuir

tanta ênfase à linearidade que um projecto desta envergadura deve seguir, pois podemos poupar imenso tempo de construção e edição 3D com fotografias adequadas.

A modelação consiste, muito sucintamente, em definir pontos, linhas e polígonos, mediante as coordenadas espaciais que bem conhecemos, a abcissa, ordenada e cota. Na fase de texturação tratamos de atribuir aos polígonos informação de cor, através da colagem nos polígonos de uma fotografia devidamente tratada ou mesmo da pintura em tempo real. Na iluminação vamos definir as luzes que estão presentes na cena modelada, de três tipos, que teremos que posicionar e configurar correctamente. Já a animação é aquilo que nos vai aumentar ainda mais a sensação de realismo numa visita virtual, porque sabemos que o mundo não é absolutamente estático, existem mudanças constantes derivadas das mais variadas forças da natureza, como o vento, ou como as pessoas a andar. O vento que entra num quarto através de uma janela vai influenciar o movimento de, por exemplo, um cortinado, ou vai fazer voar os jornais que temos em cima de uma mesa, e é esse tipo de comportamento que definimos na fase de animação dos objectos. Por sua vez, a renderização é a obtenção final de uma ou mais imagens de grande qualidade do cenário. Estamos a falar de uma fase que representa o resultado final de todas as fases anteriores. Daqui pode resultar uma imagem estática ou um conjunto de imagens agregadas num filme, que gera uma animação. Por fim, temos a exportação dos conteúdos virtuais, fase essa que utilizamos apenas quando se pretende a construção de interactividade virtual com base noutras plataformas. Para resumir, por um lado podemos utilizar um programa de construção 3D para gerar os modelos, texturas, animação e iluminação. E por outro lado podemos utilizar um programa de construção de interactividade 3D, no qual iremos atribuir comportamentos a cada um dos conteúdos 3D importados previamente para esse software. Para isto é necessário ter em conta os parâmetros de exportação dos conteúdos virtuais para a plataforma interactiva.

3.3.1. Inclusão das fotografias no 3D para construção foto-realista

Depois de tratarmos as fotografias digitalmente, como referido no ponto 3.2.2, iremos incluir as mesmas no programa de edição 3D. Este processo exige que as fotografias cumpram os dois requisitos que já falámos anteriormente no ponto 3.2.3, parágrafo número quatro. Uma vez que as fotografias cumpram esses requisitos, estarão preparadas para serem inseridas no 3D. Neste processo de inserção da fotografia no 3D há que ter em conta a escala do objecto, podemos começar por modelar o objecto consoante a fotografia, aos poucos e

poucos, e depois quando o objecto estiver finalizado ajustamos a escala do mesmo, para coincidir com o resto dos objectos presentes no ambiente virtual.

Uma outra problemática associada à construção fotorrealista é o mapeamento das fotografias. Estamos concretamente a falar da identificação e colocação de cada polígono ou conjuntos de polígonos numa determinada zona da imagem que está atribuída a um objecto. Este é um trabalho por vezes bastante árduo, que mais uma vez varia muito consoante a complexidade do objecto em causa. Se tomarmos como exemplo uma cantaria, ou por outras palavras, um rebordo de uma janela ou porta, sabemos de antemão que a cantaria, por muito complexa e trabalhada que seja, irá ter a maior parte da sua constituição física voltada para fora da fachada ou parede em que se insere, o que resulta numa fotografia que contém muita informação. No entanto, se tentarmos identificar a informação de profundidade da cantaria, iremos verificar que essa informação não foi obtida, e como tal terá que ser compensada com a informação frontal da cantaria, o que na maior parte dos casos chega perfeitamente. Claro está que para casos mais complexos a solução passa por captar mais informação.

3.3.2. Tratamento de polígonos e das coordenadas de texturas

A definição de polígono é "figura plana limitada por segmentos de recta" (Costa e Melo, 1998). Deve-se ter atenção à quantidade de polígonos que se usa para simular um objecto. Ao imaginar uma mesa quadrada com quatro pernas, estaremos sensivelmente a falar de vinte e dois polígonos, dado que cada perna terá quatro e o tampo da mesa seis. Já iremos especificar mais à frente como são tratados os polígonos por um programa de 3D.

Já as coordenadas de texturas não são tão complexas de trabalhar, são sim muito extensivas. Apesar de existirem técnicas que facilitam algum trabalho, para certos casos terá sempre que haver uma compensação manual, um posicionamento de certos triângulos e quadrados que não ficaram exactamente naquele conjunto de pixeis da textura que tanto seria desejável. É nisto que se baseia a atribuição das coordenadas de texturas, é basicamente "pintar" um objecto. Este acto de "pintar" pode ser um acto artístico mas também real, de simulação fiel da realidade, que é o caso que interessa para este trabalho.

3.3.3. Configuração da iluminação

A configuração que fazemos da iluminação de um cenário virtual é o que vai permitir aos visitantes observar tudo aquilo que foi modelado e texturado. É então uma fase que deve seguir uma configuração extremamente cuidadosa e rigorosa, porque não é do nosso interesse falhar por defeito nem de todo por exagero. Com isto quero dizer que podemos e devemos tentar atribuir um pouco mais de iluminação do que o real atribui, mas sem cair no exagero da luminosidade descabida. Com a iluminação temos o poder de, obviamente, iluminar, ou seja, mostrar. Podemos evidenciar determinadas características, mesmo aquelas que na realidade se encontram menos destacadas. Contudo há sempre que ter em conta a simulação fiel da realidade, saber onde nasce o Sol naquele preciso local e onde se põe no final do dia, ou saber identificar todas as luzes artificiais de um local e utilizar os melhores parâmetros para as simular.

Existem três tipos de luzes, a direccional, correspondente ao Sol, a omni, correspondente a uma lâmpada que emite luz em todas as direcções, e a *spot*, correspondente a uma lanterna, que produz um foco, que tem uma direcção particular. Mas as luzes não são apenas isto, há que ter em conta as suas configurações, que implicam dezenas de parâmetros, como a sombra, a quantidade de emissão de raios de luz, o número de vezes que estes mesmos raios se reflectem na superfície, as possibilidades de atenuação da luz, de realização de uma penumbra, até mesmo a influência e relação que qualquer luz tem com qualquer dos objectos presentes no cenário. Todos esses parâmetros podem ser modificados tal como modificamos os niveladores de uma mesa de mistura, para que possamos atingir um resultado muito aproximado do real.

Tomando como exemplo um cenário exterior e um cenário interior. Os raios emitidos pelo Sol chegam à terra e, ao atingir as diversas superfícies e objectos, são reflectidos até perderem a totalidade da sua energia e deixarem de iluminar. Em cada reflexão que executam perdem energia, o que por sua vez influencia a luz que chega ao interior de uma sala. Se uma sala não estiver a ser influenciada por nenhuma outra fonte de luz a não ser o Sol, então a sala vai sofrer de menor intensidade luminosa que o exterior, porque os raios de Sol que entram na sala têm que passar pelo orifício da janela, o que faz com que sejam em menor quantidade do que no exterior, e a maior parte desses raios de luz já foi reflectida uma série de vezes, o que diminuiu a sua intensidade. Logo aqui surge uma problemática de iluminação que

abrange as três áreas, a fotografia, o 3D e a programação. Existem dois tipos de iluminação, mas existem três tipos diferentes de luz. Os tipos de iluminação são o natural e o artificial, no natural podemos identificar o Sol e no artificial podemos identificar, por exemplo, um candeeiro. O natural não tem intervenção do Homem e o artificial tem. Quanto aos tipos de luz, são três, a luz direccional, o foco e a omni. O termo direccional é o termo que se aplica aos raios de Sol. A luz direccional é portanto equivalente ao Sol, tem o propósito de simular a iluminação produzida pelo Sol e é baseada num vector que tem uma determinada direcção no espaço e cujos raios emitidos são sempre paralelos. A luz foco, tal como o nome indica, é aquela que simula a luz emitida por uma lanterna ou por qualquer tipo artificial de iluminação que gere um foco de luz. Por fim a luz omni é aquela que se propaga em todas as direcções, é a luz equivalente, se quisermos, à luz emitida por um candeeiro de tecto ou por uma lâmpada que não tem um suporte, que está quase suspensa no ar. O exemplo mais adequado é o da bola de cristal, que emite luz em todas as direcções.

Em interiores as dificuldades são maiores, porque existe um misto de luzes em jogo e o fotógrafo precisa alterar parâmetros na máquina, no tripé que suporta a máquina e nas luzes existentes, caso tenha acesso a elas. Por exemplo, se uma janela estiver aberta, da qual vem um grande foco de luz proveniente do Sol, e que está a afectar a fotografia, tem que se fechar as portadas. Ou quando se tem um candeeiro que produz sombras indesejadas, tem que se desligar. O fotógrafo tem impreterivelmente que saber conjugar as luzes que tem ao seu dispor, para obter o melhor resultado, o mais próximo do que se quer. Eventualmente, o fotógrafo pode levar consigo acessórios de iluminação para o auxiliar, mas essa hipótese é extremamente dispendiosa financeiramente. Mas tal como o fotógrafo, também o designer 3D, ou o programador, se deparam com dificuldades.

Mas há que ter um grande cuidado quando trabalhamos a iluminação, temos que saber moderar a configuração que fazemos das luzes para não atribuir muito poder a uma luz, porque de contrário ela irá representar um enorme incremento para o processamento da máquina. Teremos que utilizar termos médios, porque para soluções virtuais interactivas é preciso conseguirmos processar muita informação em tempo real, o que é um verdadeiro desafio. Para termos uma ideia de quanto exige a interactividade virtual a um computador, basta referir que o computador tem que estar a processar constantemente todas as fases que falamos anteriormente, o que resulta num grande esforço para representar a modelação, texturação, iluminação, animação e outros, tudo em tempo real. São pontos, polígonos,

coordenadas de texturas, animações, raios de luz, reflexões de luz e sombras, enfim uma série de objectos que estão a ser processadas ao mesmo tempo, é isto que causa a exigência de processamento gráfico que é própria de um motor 3D e que tem forçosamente que ser tomada em consideração nas fases prévias de concepção do projecto.

3.3.4. Selecção e configuração do motor de renderização

Estamos na fase da renderização, ou obtenção do resultado gráfico final de um cenário virtual, que tanto pode vir na forma de uma imagem singular como na forma de um conjunto de imagens que formam um filme. Mas esta fase de renderização não produz apenas imagens e filmes, a interactividade em tempo real corresponde também ela a um constante renderizar de conteúdos. Mas normalmente quando se fala em renderizar, fala-se da produção de um ou mais frames para o propósito de uma animação pré-definida ou uma imagem estática. Embora seja correcto dizer-se que um motor interactivo está constantemente a renderizar frames. A melhor forma de entendermos isto é usando um exemplo. Imaginando, numa visita virtual interctiva, que a letra "w" do teclado move a câmara de visualização do mundo virtual para a frente. Ora se clicarmos e mantermos premida a tecla "w" a câmara começará a deslocar-se no mundo virtual, no sentido para que esteja virada. Durante todo o tempo em que mantemos a tecla premida o processamento que a máquina executa é maior, porque há uma mostragem de vários frames, várias imagens, umas após as outras, pois a câmara desloca-se deixando para trás conteúdos e revelando novos conteúdos mais à frente. Quando deixamos de premir essa tecla a câmara pára, de percorrer o mundo virtual e o processamento do computador desce imenso, pois não ocorre qualquer movimento, o que faz com que o motor virtual possa dispensar o cálculo de mais imagens, pode restringir-se à mostragem de uma única imagem enquanto não cometermos outra acção que envolva a nossa câmara de visualização.

Há vários motores de renderização pelos quais podemos optar, visto que existem imensas normas desenvolvidas por grupos de investigação e por empresas que surgiram especialmente com esse objectivo. Os programas de 3D mais conhecidos e utilizados vêm já com alguns desses motores incluídos, mas há outros programas, mais ou menos conhecidos, mais ou menos eficientes, que podem ser adicionados ao nosso sistema de construção e renderização virtual. As diferenças entre estes motores gráficos ocorrem principalmente na forma como cada um deles trata a iluminação, na forma como são calculados os raios de luz provenientes das suas fontes. Não é muito significativo para o tema desta tese diferenciar as

capacidades destes motores ou escolher um em particular para esse efeito, é mais coerente definir qual o motor de interactividade usado, que é o Virtools, pois como já foi referido anteriormente, o Virtools é exclusivamente uma ferramenta que possibilita a interactividade.

3.4. A importação e construção da interactividade com Virtools

De todos os softwares apresentados anteriormente, o Virtools foi a tecnologia que decidi seleccionar para a interactividade virtual. Julgo que esta tecnologia, apoiada numa interface gráfica que é um tanto ou quanto diferente do habitual ambiente Windows, revela ser uma plataforma ideal para atribuição e exportação de interactividade. É um sistema preenchido de recursos poderosos e com uma grande facilidade de utilização, após uma fase inicial de habituação ao programa.

O Virtools é, sem sombra de dúvida, um software muito poderoso, que assenta na programação C++, através de uma linguagem própria denominada VSL, ou *Virtools Scripting Language*. Isto faz com que o Virtools adquira uma enorme proporção e capacidade de disponibilização de conteúdos, pois permite o acesso às linhas de código que estão constantemente a ser geradas pelo software em paralelo com os blocos pré definidos de código. Estes blocos oferecem a máxima potencialidade sem grande esforço. De facto, é a junção de uma série de painéis extremamente úteis que faz do Virtools um software de interactividade 3D muito poderoso e versátil. Ao início pode tornar-se complicado dominar as funcionalidades do programa e também de cada vez que se inicia um novo desenvolvimento, mas com o tempo o utilizador apercebe-se das formas de o manusear. O curioso é que cada projecto pode ser muito diferente do anterior, e então iremos recorrer a funções que até ao momento não tínhamos utilizado.

Cada desenvolvimento Virtools é um desenvolvimento Virtools, isto é, raramente poderá ser reaproveitado qualquer tipo de código ou objecto quando pretendemos construir algo novo. É recomendado definir novas estratégias para cada novo cenário e novas possibilidades. Os comportamentos por sua vez podem ser reutilizados, sendo apenas que terão de ser redefinidos para os objectos de um novo projecto.

3.4.1. A utilização dos mapas de iluminação em ambientes Virtools

Os mapas de iluminação constituem uma das técnicas mais valiosas no que diz respeito à relação rapidez/qualidade da aplicação interactiva virtual. Se, por exemplo, um dos nossos objectivos passa por incluir o nosso mundo virtual na Internet, por exemplo com o Virtools, então é altamente recomendado que a aplicação seja rápida a carregar os conteúdos e que ainda assim possua uma qualidade aceitável. Uma das formas de o conseguir é através destes mapas, que no fundo são texturas em formato TGA (*Truevision Targa Graphics*), geradas pelos programas de edição 3D e posteriormente exportadas para os programas de interactividade, como o Virtools. Estas texturas possuem grande qualidade e são geradas seguindo uma série de passos, passos estes que diferem consoante os diferentes programas de 3D, mas que no fim de contas se baseiam à mesma teoria, que é a obtenção da informação da luz e registo numa imagem TGA que é posteriormente aplicada a um objecto através de um canal diferente daqueles que o objecto já tenha activos. Isto permite que a iluminação do cenário virtual não necessite ser calculada em tempo real, pois esse cálculo já vai impresso em texturas que são previamente carregadas para os diferentes objectos. Há então uma enorme poupança de trabalho, no entanto há algumas desvantagens, como por exemplo a fraca dinamização da luz. A luz passa a estar previamente calculada, o que vai limitar o potencial do nosso cenário, se por exemplo quisermos simular o Sol e as diferentes fases do dia. Mas quando esse não é um dos nossos objectivos, esta hipótese de uso dos mapas de luz é uma excelente alternativa.

Um *Lightmap*, como o nome indica, é um mapa de luz, isto é, uma imagem que guarda a informação da luz num momento temporal, "which is faster than requiring the graphics hardware to do lighting calculation for that surface on the fly" (Watt e Watt, 1992). O que significa que se torna mais rápido para a máquina processar um mapa de luz do que processar luz dinâmica.

Este processo dos mapas de luz remete-nos para os vídeo jogos, o que já seria de prever, porque os jogos são ambientes virtuais nos quais também existem objectivos e metas a atingir, sendo que numa visualização 3D cultural os objectivos são mais sérios e de real interesse para o conhecimento e a aprendizagem. Na perspectiva desta dissertação não é esse o caso, mas há sem dúvida uma relação até certo ponto. Conclui-se que os mapas de

iluminação são bastante vantajosos, em especial para a Web ou qualquer outro suporte com menores taxas de transferência de dados.

3.4.2. A construção de comportamentos e sua exportação em formato Web

Os comportamentos vão dar a vida e o movimento que ainda falta atribuir a estes mundos virtuais. Tudo o que foi construído e estipulado até ao momento trata apenas da simulação 3D de um ambiente, da mostragem do ambiente. Mas há que fornecer ao utilizador os meios para navegar, para percorrer, para investigar. Mas não só, há também que dar mais vida ao ambiente, através da animação de conteúdos. É para isso que existem os comportamentos embutidos no programa Virtools e para mais coisas ainda. Com os comportamentos, que por vezes são bastante complexos, podemos gerar menus 2D, animação de objectos, caminhos que podem ser percorridos com o premir de uma tecla ou conjuntos de teclas, rotações personalizadas de câmara e até saltos que o utilizador pode controlar na perfeição, para subir a locais mais altos. Para tudo isso é necessário saber um pouco mais de uma temática muito abrangente, a programação.

Na programação temos que ir juntando pedaços de código, cada um com a sua função, que no final iremos juntar todos num resultado. Há linhas de código específicas para os polígonos, para as texturas, para a iluminação, para tudo o que possamos imaginar, e de tempos a tempos saem novas versões actualizadas destas bibliotecas que nos ajudam a alargar os horizontes e que permitem produzir um melhor resultado.

4. Resultados do processo virtual

4.1. Início da pesquisa virtual e selecção do espaço cultural para construção

O livro "A Morada da Sabedoria", do Prof. Doutor António Filipe Pimentel, condensa um estudo acerca da evolução histórica e arquitectónica do Paço Real das Escolas da Universidade de Coimbra. O trabalho, para além de ser uma reflexão histórica e cultural, apresenta imagens que permitem entender o Paço Real no passado. Foi a partir destas imagens que obtive informação pertinente, nomeadamente para a construção do modelo virtual do Paço Real em 1537, período Manuelino para o qual se aponta a existência de um recinto Muçulmano de grande evidência no local, sendo que actualmente ainda se mantêm visíveis alguns dos principais alicerces arquitectónicos, que hoje fazem parte do Paço Real das Escolas e que podemos identificar no local. Este local possui uma grande importância no seio da Universidade de Coimbra, é lá que estão localizados os edifícios mais importantes e emblemáticos de uma Universidade que está entre as mais antigas da Europa. Pode-se destacar a Torre da Universidade, a Via Latina, o colégio de São Pedro, a capela de São Miguel e também a famosa Sala dos Capelos, na qual são defendidas as teses de Doutoramento levadas a cabo na Universidade.

Neste capítulo iremos pôr em prática a teoria discutida até ao momento, nomeadamente com a apresentação de duas construções virtuais interactivas referentes a duas épocas distintas. São desenvolvidas apenas duas épocas devido ao constrangimento do tempo, pois para o desenvolvimento virtual, é necessário recolher muito material e construir todos os modelos e texturas, passando um a um pelos passos que já abordámos na metodologia do desenvolvimento virtual. O primeiro modelo virtual construído corresponde à época actual, ao ano de entrega e defesa deste trabalho, 2008. A segunda época é a do ano de 1537, altura em que estaria presente no local um recinto Muçulmano de grande evidência.

4.2. Construção virtual do Paço Real das Escolas da Universidade de Coimbra no século XXI, ano de 2008

Na figura da página seguinte, a figura 7, tem-se uma visão geral do Paço Real das Escolas. Pode-se visualizar os seus limites, que incluem não apenas o terreiro rectangular mas também as construções em redor. As edificações em volta do Paço são importantes, cada uma

tem a sua própria história e a partir da imagem pode-se atribuir especial realce à Torre da Universidade, uma construção alta e esguia com quatro mostradores de relógio no topo em cada uma das suas 4 faces. Temos também a muito importante Biblioteca Joanina, uma construção sólida em forma de paralelepípedo bastante curto em comprimento, na figura é o edifício mais chegado à ponta esquerda do Paço, com 6 grandes janelas na sua fachada voltada para o rio Mondego. Também a Via Latina, a capela de São Miguel e o Colégio de São Pedro são edifícios que merecem atenção e que juntos contribuem para montar esta importante forma em U que o Paço Real possui. Na ponta do Paço que é oposta à Torre, a vista para o rio e para o outro lado da cidade é deslumbrante. Também aí, sensivelmente ao centro, encontra-se a estátua de D. João III (1502-1557), outrora Rei de Portugal, que viveu na época da reconstrução passada desta dissertação, o ano de 1537, que veremos no ponto 4.3.

Figura 7 – Vista aérea do Paço Real das Escolas. Imagem obtida pelo fotógrafo Filipe Jorge e digitalizada do livro Coimbra Vista do Céu, no Gabinete de Candidatura à UNESCO.

A construção virtual da versão actual do Paço foi um processo longo que começou com o meu colega de gabinete, Jonatan Pedrosa, que durante cerca de 6 meses desenvolveu esse trabalho na empresa MediaPrimer, no âmbito do projecto de Candidatura da Universidade de Coimbra a Património Mundial. Esta construção foi melhorada por mim numa fase posterior. Para além de ter realizado melhorias nos modelos e texturas do Paço Real, necessitei também adaptar os conteúdos por forma a realizar a transição para a plataforma Virtools, a tecnologia seleccionada para apresentar os conteúdos virtuais de forma interactiva.

O método de navegação construído no Virtools foi o mais simples possível, dada a escassez de tempo para desenvolver um protótipo cuja navegação fosse mais completa e realista. Com a navegação desenvolvida o utilizador pode apenas deslocar-se para a frente, para trás e para os lados sem quaisquer fronteiras, podendo literalmente voar pelo cenário virtual, através de 4 teclas escolhidas no teclado para o efeito. Pode também, com o rato, rodar a câmara de visualização de acordo com o ecrã bidimensional do monitor, para que seja possível direccionar o seu ângulo de visão. Esta navegação permite executar tarefas que em condições normais não seriam possíveis, voar não é uma das nossas características e embora isso seja interessante, implica uma preparação mais cuidadosa do cenário, para evitar que o utilizador se desloque até se aperceber que o cenário virtual tem limites. Há uma série de questões que se poderiam aqui apontar, tanto ao nível das funcionalidades a implementar como ao nível do tempo e trabalho que isso implicaria. Um exemplo disto é a diferença entre ambiente exterior e ambiente submerso, que pode resultar numa simulação em que o utilizador conseguiria nadar num rio e explorar os conteúdos nele submersos.

Porém, no caso do ambiente virtual do Paço das Escolas do ano de 2008, não se tem que efectuar uma transição desse tipo, a proposta complementa uma transição temporal, mantendo as condições de navegação normais. Contudo é importante deixar claro que um ambiente virtual pode conter qualquer tipo de transição, o que depende exclusivamente das características e necessidades do local que se está virtualmente a explorar.

O ambiente referente ao ano de 2008 é de longe mais complexo que o do ano de 1537, existem uma série de construções distintas com materiais e texturas diferentes entre si. Há exactamente 471 objectos virtuais e mais de 150 imagens de texturas no Paço Real, excluindo

a Biblioteca Joanina e as Escadas de Minerva. Na figura da página seguinte, a figura 8, pode-se visualizar o Paço em 3D sem a Biblioteca Joanina e sem as Escadas de Minerva.

Figura 8 – Vista 3D aérea do Paço Real das Escolas, versão actual de 2008.

Figura 9 – Vista 3D aérea do Paço Real das Escolas, versão actual de 2008.

Os modelos virtuais da Biblioteca Joanina e Escadas de Minerva foram também desenvolvidos, numa fase inicial, pelo meu anterior colega de gabinete, Jonatan Pedrosa, que desenvolveu a estrutura base destes modelos para a MediaPrimer. Numa fase posterior vim também a pegar no seu trabalho, tendo realizado a melhoria dos modelos a vários níveis, tais como a georeferenciação, o detalhe poligonal, a metodologia de desenvolvimento própria de interactividade, a construção de mapas de coordenadas, a obtenção fotográfica das texturas e sua colocação no 3D por intermédio das coordenadas de mapeamento.

4.3. Construção virtual do Paço Real das Escolas da Universidade de Coimbra no século XVI, ano de 1537

Neste momento tenta-se caracterizar os primórdios do período Manuelino, nomeadamente o século XVI. Interessa comprovar um provável aspecto físico de um espaço numa determinada época. Como resultado de uma aproximação teórica quanto a uma época passada esteticamente interessante, foi apontado pelo Prof. Doutor Pimentel o ano de 1537. Porque a informação necessária para construir um ambiente virtual desta época é algo escassa, a qualidade do preenchimento deste ambiente virtual que retrata o ano de 1537 está bastante limitada. De facto, foi apenas possível construir uma visualização básica do local, o desenvolvimento de texturas não existiu, pois teria de haver uma pesquisa maior e muito mais tempo de identificação desses materiais.

Na figura da página seguinte, a figura 11, tem-se um desenho que ajuda a ter uma ideia do aspecto do recinto muçulmano no século XVI, onde agora está o Paço. Este desenho foi construído pelo Prof. Doutor José Luís Madeira para inclusão na obra "A Morada da Sabedoria".

Figura 11 – Desenho perspectivado do recinto muçulmano.

O desenho que se pode visualizar em cima serve como complemento visual não apenas à história que rodeia este recinto muçulmano mas também e em especial para a construção virtual do desenho. Este desenho é uma das três referências visuais que foram utilizadas para construir o modelo virtual do recinto. As duas outras referências encontram-se na página seguinte. Uma delas é a planta arquitectónica do recinto, também esta retirada do livro "A Morada da Sabedoria". A última é um desenho à mão da autoria do Prof. Doutor Pimentel.

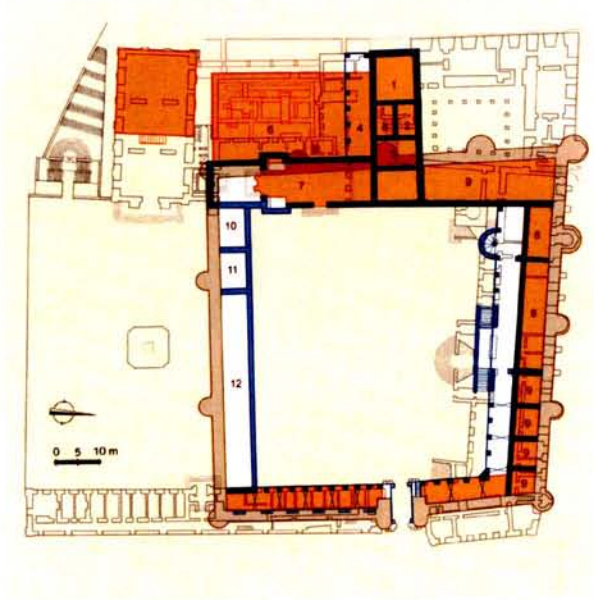

Figura 12 – Planta arquitectónica do recinto muçulmano sobreposta com a planta actual do Paço das Escolas.

A planta que se pode visualizar na figura acima, a figura 12, é uma das melhores referências que se pode desejar para a construção 3D. Melhor que essa imagem só mesmo o formato vectorial da mesma. Mas do modo como está, em imagem, já é uma grande ajuda. A partir desta planta foi possível definir toda a estrutura do recinto, construir os seus alicerces. Quanto à altura das fachadas e valor das diferentes cotas, foi realizada uma aproximação à altura das fachadas do modelo actual, pois não existem dados concretos quanto a isso, sabe-se apenas que os pilares da estrutura estão sensivelmente como estavam há 471 anos atrás.

Uma planta com o detalhe da figura 12 pode inclusivamente ajudar na construção dos interiores tridimensionais de um edifício. Mas para uma construção absolutamente fiel são necessárias referências de todos os pisos, melhor ainda seria obter referências de todas as fachadas, saber as diferentes cotas e localizações exactas das aberturas e janelas. Porém isso implica uma pesquisa e construção 2D muito organizada antes de se prosseguir para o 3D.

Por sua vez, a figura 13, em baixo, é uma referência diferente, cujo valor assenta na cultura e conhecimento, pode-se obter informação de valor histórico a partir desta imagem. A figura 13 é um desenho realizado pelo Prof. Doutor Pimentel que serve como uma mais-valia para a construção do modelo virtual do recinto muçulmano.

Figura 13 – Desenho ilustrando a composição do recinto no século XVI.

O desenho simula uma vista de topo do terreno da zona alta de Coimbra no qual se encontrava o recinto muçulmano. A forma de ferradura que aquela zona possuía na época de 1537 e que até certo ponto ainda possui é uma das primeiras ilações que se pode obter ao analisar a figura 13. Na ponta superior da ferradura estava o recinto e logo ao lado esquerdo, na forma circular aí desenhada, estaria localizado o castelo medieval de Coimbra, em tempos do Rei D. Sancho II, onde hoje se encontra a praça do Rei D. Dinis. Este castelo acabaria por ficar em ruínas deixando apenas alguns vestígios, que actualmente escavações arqueológicas na praça do Rei D. Dinis estão a tentar revelar, no âmbito da Candidatura da Universidade a Património Mundial. Por sua vez o recinto muçulmano localizado na ponta superior da ferradura viria a dar origem ao actual Paço das Escolas.

De seguida podem-se visualizar duas imagens renderizadas directamente no software Autodesk 3D Studio Max, que de certo irão ajudar o leitor a obter uma noção mais acertada de como a construção virtual atribui um aspecto mais realista a um espaço, ainda que este espaço tendo muito pouca informação, nada comparável à informação disponível para construir o modelo actual do Paço Real das Escolas.

Figura 14 – Vista 3D aérea do Paço Real das Escolas, versão da época de 1537.

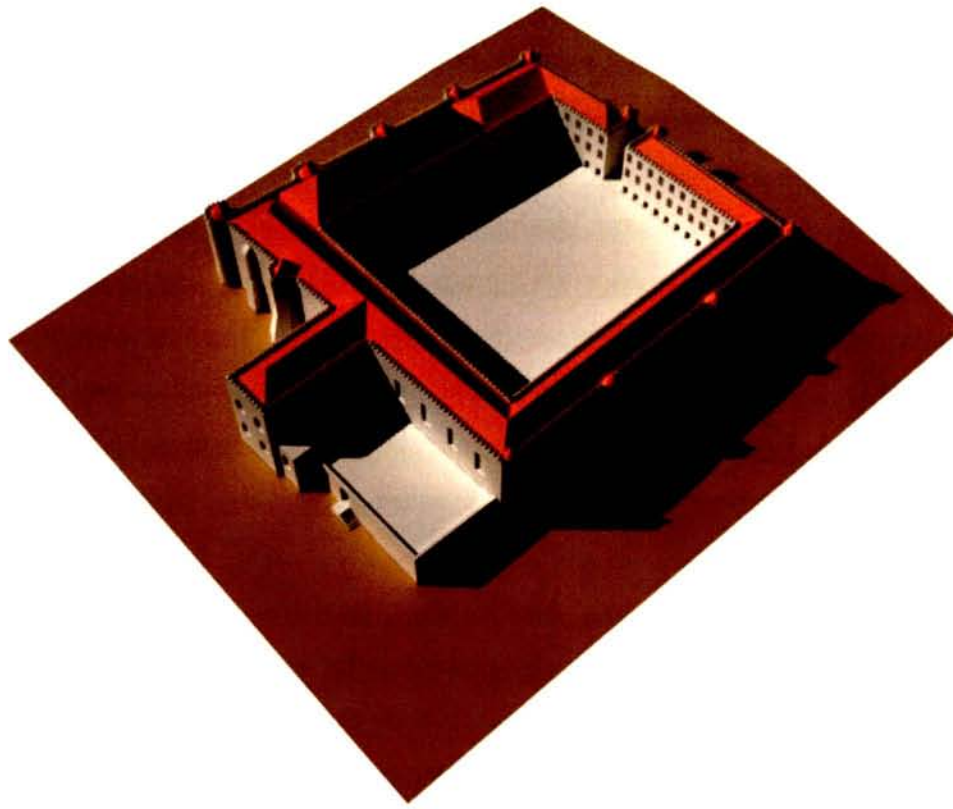

Figura 15 – Vista 3D aérea do Paço Real das Escolas, versão da época de 1537.

4.4. A experiência interactiva do Paço Real das Escolas

A experiência interactiva foi realizada recorrendo ao software Virtools, já estudado no capítulo do Estado da Arte. A transição da ferramenta de modelação e texturação para este software, o Virtools, é uma transição muito optimizada, os programas funcionam correctamente juntos. A ferramenta de construção 3D é o Autodesk 3D Studio Max, este software possui uma longa carreira no mundo da construção virtual, está actualmente na versão 10, o que lhe permite suportar diversos formatos e técnicas optimizadas para a interactividade e animação.

No CD-ROM em anexo a este desenvolvimento estão disponíveis os ficheiros digitais necessários para visualizar e interagir com os modelos virtuais. Estes ficheiros implementados com a tecnologia Virtools possuem muitas vantagens, mas todo o desenvolvimento possui também uma grande desvantagem, a de ser um processo linear.

Porém este importante factor da linearidade acontece com qualquer software deste tipo, pois construir um ambiente virtual muito detalhado que seja navegável em tempo real é um processo com requisitos muito específicos e um desses requisitos é precisamente a divisão hierárquica dos acontecimentos, das diversas fases de construção. Em primeiro lugar está sempre a modelação e a texturação, de seguida tem-se a animação e iluminação e só quando se está certo de que estes estão concluídos é que se deve passar à interactividade, isto porque é um desenvolvimento diferente, que envolve outras técnicas e que exige que se tenha previamente concluído o ambiente virtual, pois não faz nenhum sentido estar constantemente a melhorar ambientes virtuais e a refazer a sua interactividade. A interactividade não é algo que se reaproveite facilmente, e os próprios modelos e texturas também não. Como a maioria das áreas informáticas, esta área é muito vasta. O ideal passa sempre por se definir ao início com toda a certeza os objectivos e as qualidades que determinado ambiente virtual irá conter, para que profissionais possam modelar e texturar tendo em vista aquele objectivo. Poderão portanto preparar os modelos e texturas para aquele fim, aquela finalidade específica.

5. Problemas na realização do trabalho

5.1. Os diversos factores humanos relacionados com o trabalho virtual

O trabalho de reconstrução virtual implica uma série de factores humanos, tal como qualquer outro trabalho, mas no trabalho de desenvolvimento de ambientes virtuais existe um maior contacto com as pessoas e com uma grande variedade de material, de recursos, de conteúdos e de aprendizagens. Iremos ver algumas particularidades, como a aprendizagem das tecnologias, o consumo de tempo, o investimento financeiro, o desgaste mental e físico, a exigência de material e também as burocracias.

5.1.1. Aprendizagem das tecnologias

A aprendizagem das tecnologias passa por saber conceptualizar, fotografar, tratar imagens, modelar, texturar, iluminar, animar, renderizar, programar e saber exportar conteúdos. E, finalmente, saber resolver os problemas associados a tudo isso. Por exemplo, na modelação e texturação de objectos devemos ter atenção aos *smoothing groups* e à quantidade de polígonos. Os *smoothing groups* são níveis de suavidade que podemos definir para cada polígono ou conjunto de polígonos, é algo que é muito útil para simular objectos complexos utilizando formas mais simples, objectos que normalmente exigiriam muitos polígonos para que sejam correctamente simulados no mundo virtual. Também devemos guardar todos os ficheiros editáveis e executar constantes *backups*, especialmente dos modelos e texturas, para salvaguardar o nosso trabalho. Há também que construir os vários mapas correspondentes a todos os canais das texturas, ou pelo menos dos canais que necessitemos. Há que corrigir os objectos espelhados ou invertidos porque esses implicam uma reflexão das suas coordenadas, o que vai implicar com o sistema de eixos e isso pode gerar diferenças grandes quando trocamos de aplicações. Devemos utilizar um formato de directorias adequado no software 3D trabalhar sempre tendo em conta a escala dos objectos e as medidas escolhidas. Teremos que desenvolver as texturas com o escalamento correspondente à realidade e manter a sua resolução como potências de dois, pois é assim que a placa gráfica irá melhor responder ao seu carregamento virtual.

5.1.2. O consumo de tempo

Como já vimos, o trabalho de desenvolvimento de ambientes virtuais pode e deve ser faseado, o que indica que para cada momento da sua execução, é necessário que tenhamos as competências adequadas, que diferem muito de momento para momento. O facto de termos que adquirir essas competências faz com que tenhamos que aplicar muito tempo a aprendê-las, e é aí que muitas vezes surge algum desespero, porque teremos que coadunar o tempo de aprendizagem com o tempo de execução. É importante notar que estamos a discutir programas de design 3D, que são bastante mais complexos que programas de design 2D, sem margem de dúvida.

Na fotografia perde-se imenso tempo na preparação e é muitas vezes necessário arranjar mais meios para colocar a máquina de determinada maneira, por exemplo quando queremos obter uma fotografia de um rodapé de uma sala. É preciso termos também em conta que todo o material que utilizamos é muito caro e convém ter os cuidados mínimos no seu manuseamento, não é muito agradável que a máquina caia no chão durante uma das acrobacias que se fazem para captar determinadas fotografias. Depois temos que ter em conta os diversos locais onde se trabalha e as deslocações que se precisa fazer. As fotografias são obtidas no local que pretendemos reconstruir virtualmente, mas o trabalho de edição e tratamento das imagens e construção dos modelos 3D é realizado no nosso local de trabalho, na empresa ou instituição onde trabalhamos, ou em casa. Sem dúvida que este simples factor das distâncias sugere um bom planeamento antecipado das coisas, até porque muito do hardware com que se trabalha pertence a outros, o que implica termos um certo cuidado.

5.1.3. Desgaste mental e físico

Esta é sem dúvida uma secção muito importante. Como pode um profissional de 3D explicar o seu trabalho em poucas palavras? Sinceramente penso ser muito difícil responder com poucas palavras. As pessoas normalmente aguardam uma resposta curta e quase automática, porém considero a profissão um ofício muito recente, algo a que as pessoas ainda não estão muito habituadas.

Transportar tripé, portátil e máquina fotográfica para obter as fotografias demora imenso tempo e o tempo passa a correr, é uma constante corrida contra o relógio. Tratar as

imagens digitalmente e incluir no 3D. Construir os modelos, texturas, animação, iluminação. Executar todo o processo de verificação e finalmente construir a interactividade. Para não falar que é uma área em constante desenvolvimento, em que se obtêm novos conhecimentos a cada dia que passa e que a competição é muito elevada, em especial no estrangeiro. Mas a área do 3D encontra-se na vanguarda das tecnologias, e isso é relevante e compensa.

5.1.4. A exigência de material

O material de que dispomos para executar o nosso trabalho representa, a meu ver, metade dos requisitos para realizar correctamente um projecto. A outra metade tem a ver com as competências pessoais e a vontade de trabalhar inerente a cada um. Em minha opinião, a concretização 100% de um projecto passa pela divisão de 50% para o material e 50% para o conhecimento. Quanto ao material, esse terá que ser indubitavelmente bom, na área da visualização gráfica não se poderia esperar menos. No computador em que trabalhamos, os componentes que mais importa considerar são praticamente todos, o processador, a memória, o disco rígido, a placa gráfica, o monitor.

O processador de um computador é importantíssimo para a velocidade de renderização de uma imagem. É precisamente devido à necessidade de arquitectos e designers que os construtores de processadores investiram imenso no desenvolvimento dos *multicore*, ou processadores com mais do que um núcleo. Este factor tem um impacto directo na performance do programa 3D, pois o programa vai utilizar a totalidade dos processadores para produzir uma imagem, o que resulta num maior número de "baldes" de renderização, ou em inglês *buckets*. São estes *buckets* que desenham uma imagem, são quadrados de pequenas dimensões que vão desenhando a imagem.

Por sua vez a memória "é importante porque é o componente do PC que retêm toda a informação necessária para que o processo de renderização tenha efeito. Daí que quanto mais RAM, maiores podem ser as cenas e mais texturas com maior resolução podem ser suportadas. Alguns motores de render como o V-Ray já usam um processo em que muitas das coisas, como por exemplo o uso de milhares de árvores, podem ser carregados directamente do disco duro, em vez de usar a RAM mas o processo é mais lento. Carregar informação da RAM é muito mais rápido do que do disco duro e as grandes empresas usam máquinas com 16 Gb de RAM" citado por Paulo Barrelas, Arquitecto, em Dezembro de 2007. As palavras

do Paulo não deixam margem para muitas dúvidas, a memória é o que permite o armazenamento dos conteúdos que o processador está a calcular, e quanto maior a capacidade de memória do computador, mais qualidade pode ter o nosso projecto. Como exemplo desses projectos temos os filmes de animação 3D.

5.1.5. Burocracias e outros obstáculos

Na prática do 3D é necessário obter autorizações para poder aceder aos locais de trabalho. Por sua vez o material que se utiliza não é apenas um investimento bastante dispendioso financeiramente, é acima de tudo uma responsabilidade permanente para quem o usa. Tive a oportunidade de trabalhar e aprender com o Prof. Doutor Paulo Mendes, que para além de possuir muito bom material, possui também o conhecimento e a paixão pela arte da fotografia. Com um tripé que atinge dois metros e vinte de altura, uma máquina fotográfica profissional com duas objectivas extra para anexar à máquina fotográfica, uma grande angular e outra com maior capacidade de zoom, com material acessório ao tripé e ainda um portátil, tudo produtos das mais emblemáticas marcas mundiais. De facto, o material nunca é demais quando se quer levar o trabalho a sério e entregar um produto com qualidade. Foi esta a fase da minha vida profissional em que pude abrir mais os olhos para a ideologia do bom utensílio, da boa ferramenta, porque tendo a vontade e ambição de aprender a manusear a ferramenta, obteremos os resultados pretendidos.

Claro que por vezes ocorrem dificuldades, mas estas são já dificuldades mais associadas ao acesso e ao planeamento do que ao material. Normalmente, uma vez eliminadas as dificuldades relativas ao material, ficam apenas as dificuldades associadas aos acessos, pois para obter uma única fotografia ou para conseguir planear um conjunto de fotografias podemos necessitar de uma pré-configuração de entre 15 a 30 minutos. Mesmo no final de um dia de trabalho que julgamos ter sido muito produtivo, podemos vir a aproveitar apenas 10% a 20% das fotografias captadas, isto em locais muito complicados de simular, em circunstâncias realmente muito dificultadas.

6. Conclusão

A utilização de ambientes virtuais para prever o aspecto de um determinado local em diferentes épocas fornece uma série de oportunidades, de entre as quais se destaca a comparação de características que vão sendo alteradas com o passar dos séculos.

É igualmente importante a visualização virtual antecipada de estruturas que se encontram ainda em fase de planeamento para um determinado local. Devemos ter em conta que a produção deste trabalho virtual, que no fundo podemos entender como um serviço cultural, social e histórico, assenta numa série de regras. Estas regras albergam, essencialmente, as condições humanas e materiais necessárias para realizar esses conteúdos.

Também devemos considerar que, neste desenvolvimento, não recorremos a outras capacidades e conhecimentos, tais como o estudo pormenorizado arqueológico do local em causa, o que é indispensável numa exploração do passado. Mas ficámos com a ideia de que existe muito a desenvolver nestes ambientes e que as possibilidades são imensas.

Do protótipo apresentado, pode-se concluir que resta ainda muito trabalho a fazer, mas também é de realçar que a intenção nunca foi completar algo, mas sim procurar passar uma mensagem muito clara, que é o enorme potencial que uma aplicação virtual possui. O material desenvolvido e apresentado transparece alguma qualidade, mas essa qualidade pode ser muito aumentada, com tempo e condições para construir.

O resultado desejado não foi totalmente atingido, a construção de um único ambiente virtual que permitisse carregar mais que um modelo e explorar a evolução temporal. Com o trabalho prático de tese verificou-se que seria necessária mais investigação para tornar isso possível. A modelação e texturação dos espaços é por si só um desafio, especialmente quando se trata de ambientes complexos como é o caso abordado neste desenvolvimento, o Paço Real das Escolas, composto por uma série de edifícios de diferentes estilos. Por outro lado, a interactividade é outro mundo, um outro desafio que necessita de investigação e prática.

Apesar destas dificuldades, foi possível ao autor desenvolver os dois ambientes interactivos do Paço Real das Escolas em separado, o que permite ao utilizador obter uma noção aproximada dos resultados que se pretendiam atingir com este trabalho de tese.

7. Referências bibliográficas

7.1. Lista de obras consultadas

Costa, Joaquim Almeida; Melo, A. Sampaio
Dicionário da Língua Portuguesa
Porto Editora, 5ª Edição, 1998

Rodrigues, Maria João; Sousa, Pedro Fialho; Bonifácio, Horácio Manuel
Vocabulário Técnico e Crítico de Arquitectura (4ª Edição)
Edições Quimera, 2005 (1ª Edição – 1990)

Pimentel, António Filipe
A Morada da Sabedoria:
O Paço real de Coimbra, das origens ao estabelecimento da Universidade
Edições Almedina, 2006

Jorge, Filipe; Bandeirinha, José António
Coimbra Vista do Céu
Edições Argumentum, 2003

Ang, Tom
Guias Essenciais da Fotografia
Editora Civilização, 2006

Coelho, Pedro
Programação em Java 2
FCA – Editora de Informática, Lda. (3ª Edição, 1999)

Hees, H.
3D Computer Graphics
Pedia Press, 2006

Watt, Alan; Watt, Mark
Advanced Animation and Rendering Techniques, Theory and Practice
ACM Press, 1992

Krauth, Franz
Virtools Fundamentals
Axis 3D Technology Inc, 2007

Gauthier, Jean-Marc
Building Interactive worlds in 3D: Pre-visualization for films, games and the Web
Elsevier – Focal Press, 2005

7.2. Lista de pesquisas na Internet

McCarthy, Christopher; Callele, David
Virtools Dev User Guide – Copyright Virtools SA, 2001
URL: http://Web.ncyu.edu.tw/~tclu/courses/DigitalGameDesign/Virtools_User_Guide.pdf
[Conferido em: Dezembro de 2007 a Março de 2008]

Teixeira, José Carlos; Bernardes, Paulo; Diogo, António José; Silva, António; Soares, Laurentina; Rodrigues, Rui Sérgio
A Cultura e Ciência na Era dos Ambientes Virtuais
URL: http://virtual.inesc.pt/8epcg/actas/c1/eav.html
[Conferido em: Março de 2007]

Autodesk DWF Viewer 7
URL: http://www.micrograf.pt/viewers/dwfviewer
[Conferido em: Março de 2007]

Shockwave 3D
URL 1: http://www.shockwave3d.com
URL 2: http://www.adobe.com/products/shockwaveplayer/
[Conferido em: Março de 2007]

Cult 3D

URL 1: http://www.cycoresystems.com

URL 2: http://www.cult3d.com/gallery/gallery.php

[Conferido em: Março de 2007]

Lingo Programming Language

URL: http://inventors.about.com/library/inventors/bl_Lingo_programming.htm

[Conferido em Abril de 2007]

Adobe

URL: http://www.adobe.com

[Conferido em: Abril de 2007]

Adobe Director

URL: http://www.adobe.com/products/director

[Conferido em Abril de 2007]

Quicktime VR

URL: http://www.apple.com/quicktime/technologies/qtvr

[Conferido em: Abril de 2007]

VRML – Virtual Reality Modeling Language

URL 1: http://www.w3.org/MarkUp/VRML

URL 2: http://www.parallelgraphics.com/products/showroom/screensaver-collection/rose/

[Conferido em: Abril de 2007]

X3D – Extensible 3D

URL: http://www.Web3d.org/x3d/specifications/x3d_specification.html

[Conferido em: Abril de 2007]

SVG – Scalable Vector Graphics

URL: http://www.w3.org/Graphics/SVG/

[Conferido em: Abril de 2007]

Flux Studio
URL: http://www.mediamachines.com
[Conferido em: Abril de 2007]

Java/Java 3D
URL 1: http://www.java.sun.com/products/java-media/3D/
URL 2: http://java.sun.com/javase/
[Conferido em: Abril de 2007]

Demicron Wirefusion
URL: http://www.demicron.com
[Conferido em: Abril de 2007]

Virtools
URL 1: http://www.virtools.com
URL 2: http://www.virtools.com/solutions/index.asp
URL 3: http://www.virtools.com/solutions/products/virtools_4.asp
[Conferido em: Abril de 2007]

CityGML – Exchange and Storage of Virtual 3D City Models
URL 1: http://www.citygml.org
URL 2: http://paginas.fe.up.pt/~aas/pub/PropDissertMestr/Prop_CITYGML_PPT.pdf
[Conferido em: Abril de 2007]

XL3D – Modelação Expedita de Ambientes Urbanos Virtuais
URL: http://paginas.fe.up.pt/~aas/pub/PropDissertMestr/Prop_XL3D_All_PPT.pdf
[Conferido em: Abril de 2007]

Terra Explorer
URL: http://www.skylinesoft.com/corporate/technology/technology_terraexplorer.asp
[Conferido em: Maio de 2007]

Skyline Globe

URL: http://www.skylinesoft.com

[Conferido em: Maio de 2007]

Projecto Lisboa 3D

URL 1: http://www.lisboa3d.com

URL 2: http://www.skylinesoft.com

URL 3: http://www.3dlisboa.com/viewer/viewer.htm?l=pt

[Conferido em: Maio de 2007]

Projecto Porto 3D

URL: http://www.portodigital.pt/3d/index.php

[Conferido em: Maio de 2007]

Maxwell Render

URL: http://www.maxwellrender.com

[Conferido em Março de 2008]

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto PORTUGAL
www.fe.up.pt

FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO
BIBLIOTECA
0000098446