



**Framework para o Desenvolvimento e Integração de Aplicações
de Realidade Virtual, Realidade Aumentada e Multimédia**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Carlos Manuel Monteiro Mendonça

MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA



UNIVERSIDADE da MADEIRA

A Nossa Universidade

www.uma.pt

Novembro | 2010

UMa

Fra

Universidade da Madeira
Centro de Competências em Ciências Exactas e da Engenharia

**Framework para o Desenvolvimento e Integração de Aplicações de
Realidade Virtual, Realidade Aumentada e Multimédia**

Carlos Mendonça

Novembro 2010

Universidade da Madeira
Centro de Competências em Ciências Exactas e da Engenharia

**Framework para o Desenvolvimento e Integração de Aplicações de Realidade
Virtual, Realidade Aumentada e Multimédia**

Carlos Mendonça

Relatório de Projecto Final de Curso

Orientador: Prof. Dr. Paulo Nazareno Maia Sampaio

Novembro 2010

Abstract

Virtual environments have been increasingly used in many different areas, whether in medicine, engineering or even in therapeutic areas.

Due to its emerging use was established in partnership with the Whale Museum, through various meetings, it would be feasible to modeling virtual scenarios, where they develop animations, with the intent to represent the life cycle of sperm whales. This choice was made in order to involve various topics related to sperm whales, since the migration, the problems associated with waste on the seabed, etc.

Then was build a framework for incorporating these animations (videos) and carrying out activities using different types of Medias, Virtual Reality and Augmented Reality, making these activities more interactive, exciting and attractive. In carrying out these steps for the project was decided to use the tool 3ds Max for modeling the objects that would compose the virtual scenarios, as well as its animation. For the implementation of the Framework it was decided to use Adobe Flash, it's a tool that allows the incorporation of different types of Medias, Virtual Reality, Augmented Reality and allows the construction of a simple and attractive interface.

This Framework was developed so that in future it could be possible to be changed, ie to be able to make the incorporation of other types of content or the edition of the actual content.

Keywords

3D

Virtual Reality

Framework

Virtual Sets

Modeling Techniques

Augmented Reality

Multimedia

Resumo

Os ambientes virtuais têm sido cada vez mais utilizados nas mais diferentes áreas, quer na medicina, engenharia civil ou até mesmo em áreas terapêuticas.

Devido à sua emergente utilização foi estabelecido em parceria com o Museu da Baleia, através de várias reuniões, que seria viável a modelação de cenários virtuais, onde se desenvolvessem animações, com o intuito de que representassem o ciclo de vida das baleias cachalotes. Esta escolha foi efectuada de forma a envolver várias temáticas relacionadas com as baleias cachalotes, desde a migração, os problemas relacionados com o lixo no fundo do mar, etc.

De seguida, foi construída uma *Framework* para incorporação destas animações (vídeos) e realização de actividades utilizando diferentes tipos de médias, Realidade Virtual e Realidade Aumentada, tornando desta forma as actividades mais interactivas, estimulantes e atractivas.

Para a execução destas etapas do projecto foi decidido utilizar a ferramenta 3ds Max para a modelação dos objectos que iriam compor os cenários virtuais, bem como a sua animação. Para a implementação da *Framework* foi decidido utilizar o Adobe Flash visto ser uma ferramenta que permite a incorporação de diferentes tipos de médias, de Realidade Virtual, Realidade Aumentada e possibilita a construção de uma interface simples e atractiva.

Esta *Framework* foi desenvolvida para que no futuro seja possível ser modificada, isto é, para que seja capaz de efectuar a incorporação de outros tipos de conteúdos, assim como a edição dos que já estão implementados.

Palavras-Chave

3D

Framework

Cenários Virtuais

Técnicas de Modelação

Realidade Aumentada

Realidade Virtual

Multimédia

Agradecimentos

Este espaço foi reservado para um agradecimento a todas as pessoas e instituições que contribuíram para que esta dissertação se pudesse realizar.

Inicialmente gostaria de agradecer ao meu orientador, o Prof. Doutor Paulo Sampaio pela forma como me orientou. Tenho a realçar o seu empenho, dedicação, as suas recomendações, conselhos e a sua total disponibilidade para me auxiliar sempre que solicitado.

Seguidamente gostaria de agradecer ao Museu da Baleia pela pessoa da professora Sílvia Carreira, pela sua total colaboração, disponibilidade, empenho e a participação no vídeo 3D. Na sequência deste agradecimento, agradeço também ao professor José Felisberto Almeida, à professora Ester Vieira, ao Alfredo Deus e à Cristiana Freitas também pela participação do vídeo 3D.

Agradeço também à minha família e amigos pelo total apoio e incentivo para superiormente efectuar este projecto.

Por fim deixo um grande agradecimento à minha namorada Joana Mendes pela paciência, apoio e predisposição para ajudar sempre que necessário.

Índice

Índice de figuras	xii
Lista de abreviaturas	xiv
INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Motivação	2
1.2 Contribuição deste projecto	3
1.3 Enquadramento histórico	3
1.4 Estrutura do relatório	4
2. ENQUADRAMENTO TECNOLÓGICO.....	6
2.1 Realidade Virtual	6
2.1.1 Definição de Realidade Virtual	6
2.1.2 Características da Realidade Virtual.....	6
2.1.3 Realidade Virtual Imersiva.....	7
2.1.4 Realidade Virtual Não-Imersiva.....	7
2.1.5 Realidade Aumentada.....	8
2.2 Desenvolvimento de Ambientes Virtuais	9
2.2.1 Linguagens	9
2.2.2 Ferramentas de modelação 3D	11
2.2.3 Motor de renderização	14
2.2.4 Escolha da tecnologia para projecto	17
2.3 Multimédia.....	17
2.3.1 Definição de multimédia	17
2.3.2 Características dos sistemas multimédia	18
2.3.3 Tipos de informação multimédia.....	18
2.3.4 Documentos multimédia.....	19
2.4 Desenvolvimento de documentos multimédia	19

2.4.1	Adobe Flash CS4	20
2.4.2	SMIL.....	20
2.4.3	Escolha da ferramenta para o projecto	21
2.5	Integração de aplicações: XML	22
2.6	Trabalhos relacionados	23
2.7	Conclusões	27
3	MODELAÇÃO 3D	29
3.1	Introdução.....	29
3.2	O que é a modelação 3D?.....	29
3.3	Ferramenta Utilizada	30
3.3.1	3ds Max.....	30
3.4	Requisitos necessários para modelação dos cenários	32
3.5	Cenários Implementados	32
3.6	Composição de um cenário.....	38
3.6.1	Modelação de objectos.....	38
3.6.2	Técnicas de modelação	38
3.7	Objectos modelados.....	42
3.8	Luzes e Iluminação	45
3.8.1	Tipos de elementos	46
3.8.2	Elementos utilizados	47
3.9	Efeitos.....	49
3.9.1	Tipos de efeitos.....	49
3.9.2	Efeitos utilizados.....	53
3.10	Câmaras	54
3.10.1	Tipos de câmaras	55
3.10.2	Câmaras Utilizadas	55
3.11	Animação.....	56

3.11.1 - O que é?	56
3.11.2 - Requisitos para a animação dos objectos dos cenários	57
3.11.3 - Animação dos cenários	58
3.12 - Renderização	59
3.12.1 - Configuração.....	60
3.12.2 - Características Utilizadas.....	61
3.13 - Conclusão	62
4 - DESENVOLVIMENTO DA FRAMEWORK PARA INTEGRAÇÃO DE APLICAÇÕES DE RV, RA E MULTIMÉDIA	63
4.1 – Requisitos.....	63
4.1.1 - Requisitos funcionais	63
4.1.2 - Requisitos não-funcionais	65
4.1.3 - Casos de uso.....	66
4.1.4 - Diagramas de actividade	67
4.2 – Arquitectura	70
4.2.1 - Módulo Sistema	71
4.2.2 - Módulo Menu	72
4.2.3 - Módulo XML	73
4.2.4 - Módulo Médias	73
4.2.5 - Módulo Aplicações	74
4.3 – Desenho	75
4.4 - Implementação da aplicação.....	77
4.4.1 - Histórico do desenvolvimento	77
4.6 - Ferramentas utilizadas	82
4.7 – Testes	86
4.8 – Conclusões	87
5 - CONCLUSÕES.....	88

5.1 – Avaliação do projecto.....	88
5.2 – Perspectivas futuras	89
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
Anexos.....	94
ANEXO A – DTD’S	95

Índice de figuras

Figura 2.1 - Modelação efectuada utilizando o Maya	12
Figura 2.2 - Complexo habitacional criado com o 3ds Max	14
Figura 2.3 - Helicóptero de combate criado usando 3ds Max	14
Figura 2.4 - Relacionamento entre os principais componentes do OGRE	15
Figura 2.5 - Sintaxe SMIL do elemento vídeo	20
Figura 2.6 - Cenário subaquático	24
Figura 2.7 - Navegação ao pôr-do-sol.....	24
Figura 2.8 - Cenário subaquático	25
Figura 2.9 - Galeria de fotos em Flash e XML	26
Figura 2.10 - Galeria de fotos e leitor de música em Flash e XML.....	26
Figura 2.11 - Galeria de vídeo e de som em Flash e XML.....	27
Figura 3.1 - Cenário 1 à superfície	33
Figura 3.2 - Cenário 1 no fundo do mar	34
Figura 3.3 - Cenário da biodiversidade	35
Figura 3.4 - Cenário da conservação do meio	36
Figura 3.5 - Visualização do barco Ziphius.....	37
Figura 3.6 - Reencontro da Pintarolas com a Mãe	38
Figura 3.7 - Exemplo de modelação por NURBS	39
Figura 3.8 - Exemplo de modelação poligonal.....	41
Figura 3.9 - Exemplo de escultura digital.....	42
Figura 3.10 - Painel de edição de luzes	47
Figura 3.11- Painel de definição de sombras.....	47
Figura 3.12 - Definição de cor de fundo.....	50
Figura 3.13 - Atribuição de um mapa de ambiente	50
Figura 3.14 - Secção de adição de efeitos	51

Figura 3.15 - Edição dos parâmetros de nevoeiro	52
Figura 3.16 - Barra de componentes de animação.....	57
Figura 3.17 - Configuração das características da animação.....	59
Figura 3.18 - Edição do render	60
Figura 4.1 - Diagrama de casos de uso.....	66
Figura 4.2 - Diagrama de actividade sobre visualização de vídeos.....	67
Figura 4.3 - Diagrama de actividades sobre a execução de actividades.....	68
Figura 4.4 - Diagrama de actividades de visualização de vídeos e de actividades.....	69
Figura 4.5 - Arquitectura da Framework.....	70
Figura 4.6 - Esquema representativo do módulo Sistema	71
Figura 4.7 - Esquema representativo do módulo Menu.....	72
Figura 4.8 - Esquema do módulo XML.....	73
Figura 4.9 - Esquema representativo do módulo Médias	73
Figura 4.10 - Esquema representativo do módulo Aplicações	74
Figura 4.11 - Ecrã principal.....	75
Figura 4.12 - Ecrã dos vídeos	76
Figura 4.13 - Ecrã actividades	76
Figura 4.14 - Menu principal.....	78
Figura 4.15 - Ecrã da visualização dos vídeos.....	79
Figura 4.16 - Ecrã das actividades.....	80
Figura 4.17 - Exemplo do ficheiro XML.....	81
Figura 4.18 - Implementação do botão “ver história completa”	82
Figura 4.19 - Edição do fundo para o menu principal.....	83
Figura 4.20 - Apresentação de um ecrã das actividades.....	84
Figura 4.21 - Ecrã de edição do vídeo utilizando o VideoSpin.....	85
Figura 4.22 - Ecrã de conversão de ficheiro de vídeo (AVI) para FLV	86

Lista de abreviaturas

2D - Duas dimensões

3D - Três dimensões

OGRE - *Object-oriented Graphics Rendering Engine*

HMD - *Head Mounted Display*

VRML - *Virtual Reality Modeling Language*

ASCII - *American Standard Code for Information Interchange*

API - *Application Programming Interface*

3ds Max - 3D Studio Max

CD - *Compact Disc*

CAVE - *Cave Automatic Virtual Environment*

DVD - *Digital Video Disc*

SWF - *ShockWave Flash*

SMIL - *Synchronized Multimedia Integration Language*

XML - *eXtensible Markup Language*

W3C - *World Wide Web Consortium*

AVI - *Audio Video Interleaved*

RF - Requisito funcional

RNF - Requisito não-funcional

AS3 - Action Script 3

CS3 - *Creative Suite 3*

CS4 - *Creative Suite 4*

MPEG - *Moving Picture Experts Group*

WMV - *Windows Media Video*

DivX - *Digital Video Express*

MP3 - *Mpeg Audio Layer 3*

FLV - *Flash Video*

DTD - Document Type Definition

X3D - *Extensible 3D*

RV - Realidade Virtual

RA - Realidade Aumentada

INTRODUÇÃO

A importância dada à educação é cada vez mais notória pois tem sido reconhecida a sua importância na formação dos indivíduos, contribuindo para a sua realização pessoal e integração social. Actualmente a noção de educação extravasa a tradicional “sala de aula” e é neste contexto que os museus constituem hoje um instrumento privilegiado para as aprendizagens, sobretudo as informais, desempenhando um papel vital na sociedade.

O Museu da Baleia está vocacionado para a investigação científica e para a manutenção do acervo museológico mas a sua manutenção só faz sentido se forem criados canais de comunicação facilitadores do acesso e disseminação de informação desenvolvendo-se, simultaneamente, mecanismos de construção do conhecimento junto dos diversos públicos-alvo. Neste âmbito, surgem os Serviços Educativos do Museu da Baleia com os objectivos de: 1) Comunicar o valor cultural, histórico e patrimonial do seu acervo museológico; 2) Garantir a divulgação dos estudos sobre os cetáceos desenvolvidos pela equipa científica do museu e 3) Promover a conservação da identidade cultural no meio social envolvente.

Face ao exposto, é necessário adaptar as actividades disponibilizadas ao público mais jovem, interligando-as com a tecnologia, o lazer e aprendizagem. É neste âmbito que surge a parceria com a Universidade da Madeira, com o qual se pretende aferir as potencialidades das tecnologias digitais para a construção de aplicações educativas que estimulem a aprendizagem, onde não importa apenas fornecer informação e complementá-la com actividades lúdicas, mas propiciar a inclusão e participação activa de todos os intervenientes tornando-os construtores do seu próprio conhecimento.

O Museu da Baleia promove visitas a alunos do ensino primário, básico e secundário e, na sequência dessa visita, realizam-se actividades quase exclusivamente em formato de papel. Esta forma de interacção com os alunos, através deste método, provou-se ser pelo ponto de vista do Museu da Baleia um pouco desgastante e desmotivante visto que, após a visita ao museu, passar algumas horas a realizar actividades em papel não era o mais indicado para os alunos e o gasto em papel também não era o mais económico nem o mais ecológico possível.

Nesse contexto foi proposto o desenvolvimento de diferentes aplicações educativas e lúdicas que integrassem as novas tecnologias, nomeadamente a Multimédia, Realidade Virtual e a Realidade Aumentada.

Assim, em uma dessas aplicações foi efectuada a modelação de cenários/ambientes virtuais e posterior animação para que simulem todas as etapas na vida das baleias cachalotes. Foi também implementado uma *Framework* para possibilitar a visualização das diferentes etapas e realização das respectivas actividades. As actividades embora apresentadas de forma sequencial podem ser exploradas aleatoriamente, não carecendo de conhecimentos prévios para a resolução das mesmas. Esta liberdade de exploração dá ao utilizador a possibilidade de percorrer livremente as actividades construindo o conhecimento de acordo com os seus interesses.

Assim, optou-se pela elaboração de um conto infantil, cuja personagem principal fosse a mascote do Museu da Baleia: a Pintarolas, cachalote infantil que explora o meio marinho em que vive, permitindo uma representação lúdica da biologia da espécie e do meio marinho envolvente. Além destes aspectos, pretendeu-se também promover a aprendizagem de conceitos relacionados com a protecção ambiental e o desenvolvimento sustentável, pelo que se optou por associar ao conto infantil quatro actividades: 1) Ciclo biológico dos cachalotes; 2) Adaptações dos seres vivos ao meio; 3) Poluição marinha e 4) Ecolocalização.

1.1 Motivação

Devido à necessidade de arranjar alternativas para atrair a atenção em motivar os alunos nas suas actividades, de forma a estimular uma participação mais activa e que tornasse o aprendizado da informação mais rápida e efectiva, foi-nos proposto efectuar um conjunto de vídeos 3D visto que hoje em dia é uma tecnologia muito utilizada e que, seguramente, iria atrair a atenção de quem o visualizasse. Foi decidido também a construção de uma aplicação que permitisse aos visitantes uma interacção mais realista e apelativa através das actividades utilizando Realidade Virtual, Realidade Aumentada, entre outras.

Este projecto foi definido também de forma a permitir ao Museu da Baleia a utilização de uma *Framework* intuitiva e versátil que lhes permitissem ter total controlo sobre a apresentação de informação, possibilitando a incorporação de qualquer tipo de

informação complementar. Através do uso desta aplicação, os alunos terão a sua atenção voltada ao propósito central do conteúdo a ser assimilado (conhecer o ciclo de vida das baleias cachalotes) a partir de vídeos didácticos modelados e animados integralmente em 3D.

Esta *Framework* está preparada também para fornecer bases para um futuro aperfeiçoamento ou desenvolvimento de uma aplicação mais completa com diferentes tipos de conteúdos.

1.2 Contribuição deste projecto

A contribuição do projecto representa a realização dos objectivos que inicialmente foram propostos. Assim, podemos enumerar como contribuições:

- Estudo comparativo do estado da arte;
- Estudo, adopção e domínio das tecnologias adoptadas;
- Modelação de diversos cenários 3D, utilizando diferentes técnicas de modelação;
- Produção de um filme baseado na modelação 3D, e;
- Implementação de uma Framework para a integração do filme com conteúdos multimédia, de realidade virtual e realidade aumentada.

Este projecto pretende ser uma base importante, quer seja para um melhoramento da modelação/animação 3D do conteúdo já existente, quer seja para a modelação de outros cenários ou temáticas relacionadas com as baleias cachalotes, ou até mesmo para a apresentação ou introdução de novos tipos de componentes multimédia.

1.3 Enquadramento histórico

De forma a ir ao encontro das perspectivas deste projecto, este foi dividido em várias fases. Após uma fase inicial de pesquisa e definição de requisitos foi então estipulado que a primeira parte deste projecto incidiria na criação do mundo virtual, mais especificamente no fundo do mar e que esta fase seria desenvolvida em 3D.

Seguidamente, foi determinado que o mundo virtual seria complementado com diferentes tipos de objectos de forma a torná-lo mais realista e atractivo. Após estas fases, foi estabelecido a construção de uma Framework que possibilitasse a introdução dos vídeos relativos à modelação 3D. Foi também estabelecido que esta aplicação fosse versátil, intuitiva e expansível. Para tal, a Framework foi construída de forma a poder ser fácil de utilizar, fácil de introduzir novos conteúdos, que permitisse a introdução de diferentes tipos de médias e que fosse uma base para futuras expansões.

Após estas fases, o mundo virtual deverá ser deslocado para um motor de renderização OGRE (2010) de forma a poderem ser criados os mecanismos que suportem a interacção dos utilizadores com o mesmo, de uma forma mais realista, expansiva, atractiva e estimulante. Esta proposta faz parte das perspectivas de continuação deste trabalho.

1.4 Estrutura do relatório

Este relatório está dividido em quatro grandes partes que serão mencionadas seguidamente:

- **Enquadramento tecnológico/estado da arte** – Neste capítulo são analisadas algumas das tecnologias e ferramentas existentes que poderiam ser opção para a execução deste projecto, tanto para a modelação 3D, bem como para a implementação da Framework. Com essa finalidade, também são efectuados diferentes comparativos para que a escolha das ferramentas e tecnologias a serem utilizadas sejam as mais correctas;
- **Modelação 3D** – Este capítulo foi criado de modo a apresentar os principais conceitos associados à modelação 3D; qual a ferramenta adoptada no âmbito deste projecto; introduzir algumas técnicas de animação, iluminação e modelação 3D utilizadas, e; descrever os cenários e objectos que foram modelados;
- **Desenvolvimento da aplicação** – Neste capítulo são identificados os diferentes tipos de requisitos para a construção da Framework, assim como a arquitectura da aplicação, o histórico da implementação, e a identificação e descrição das

ferramentas utilizadas para a realização da mesma. Finalmente, foram efectuados testes à Framework e retiradas as respectivas conclusões.

- **Testes** – Neste capítulo são apresentados alguns testes às aplicações e por consequente as respectivas conclusões desses mesmos testes para que sejam analisados os problemas e futuramente possam ser corrigidos esses mesmos problemas.
- **Conclusões e Perspectivas** – Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões do desenvolvimento deste trabalho, e também algumas perspectivas para a continuação do mesmo.

2. ENQUADRAMENTO TECNOLÓGICO

Para a execução deste projecto foi necessário investigar diversas áreas de forma a facilitar a compreensão do que foi solicitado e, deste modo, permitir a descoberta de novas soluções para o implementar. As áreas incididas com maior profundidade foram a Multimédia, Modelação 3D, Realidade Virtual, Realidade Aumentada, visto que os objectivos deste projecto seriam a modelação 3D, bem como a construção de uma Framework que incorporasse e apresentasse conteúdos multimédia.

2.1 Realidade Virtual

Nesta secção abordamos a temática da Realidade Virtual, algumas das suas características, assim como informações sobre Realidade Virtual Imersiva e Não-imersiva.

2.1.1 Definição de Realidade Virtual

Para Moço (n.d) a Realidade Virtual constitui uma tecnologia de interacção avançada existente entre um utilizador e o sistema informático. O autor refere ainda que “O objectivo é recriar, ao máximo, a sensação de realidade de forma a conduzir o utilizador a adoptar a interacção como sua”. Para esse efeito, a interacção é realizada em tempo real através do uso de equipamentos informáticos que ajudam a aumentar a sensação de realidade.

2.1.2 Características da Realidade Virtual

Segundo Moço (n.d), a realidade virtual possui uma grande componente de interacção homem-máquina que faz com que qualquer utilizador possa navegar, interagir num mundo tridimensional gerado por computador que recrie fielmente um determinado cenário.

A realidade virtual está intimamente ligada à criação de cenários virtuais. Estes cenários criados podem ser essencialmente espaços que actualmente não existem, que se encontram degradados, cenários onde é impossível lá chegar ou até mesmo cenários

irrealistas. Desta forma, permite que um utilizador passe a conhecer um determinado espaço sem ter que se deslocar fisicamente. Cenários virtuais são muito utilizados para a criação de museus virtuais (Pinho, n.d).

Segundo Medeiros et al. (n.d), a realidade virtual tem sido utilizada por médicos e psicólogos como tratamento a fobias. Através dos diferentes dispositivos existentes e da recriação de ambientes virtuais, é possível proporcionar uma forma inovadora para o combate de diferentes tipos de fobias. De entre estes tipos de fobias, podemos exemplificar a Aracnofobia (medo de aranhas), ou até mesmo Aerofobia (medo de voar). Esse tipo de tratamento tem demonstrado ser eficaz quando aplicado a certas fobias.

2.1.3 Realidade Virtual Imersiva

Segundo Moço (n.d), este tipo de realidade virtual, permite que o utilizador se abstraia por completo do mundo real. Para tal, são utilizados capacete, luvas, auriculares, para que os sentidos do utilizador estejam completamente incorporados no ambiente virtual. Os exemplos perceptíveis são os simuladores de voo, em que o piloto possui um capacete e manípulos para controlar a aeronave, fazendo com que a sua atenção esteja focada integralmente nessa interacção.

2.1.4 Realidade Virtual Não-Imersiva

Moço (n.d) afirma que este tipo de realidade permite uma interacção com um mundo virtual de uma forma mais simplista utilizando apenas os dispositivos oferecidos pelo sistema que está a ser utilizado (rato, ecrã, joystick). Neste tipo de realidade não são estimulados simultaneamente todos os sentidos, fazendo com que seja uma interacção em que o utilizador não esteja totalmente focado no que está a interagir.

Por exemplo, ao interagir num jogo em que só sejam utilizados o rato, o ecrã e auscultadores, qualquer factor que interfira no processo, quer visual, quer auditivo, é imediatamente detectado e influenciável porque o utilizador não está completamente abstraído do mundo real.

2.1.5 Realidade Aumentada

Segundo Moço (n.d), a realidade aumentada integra imagens de um ambiente virtual com o mundo real, ou seja, esta tecnologia permite colocar imagens geradas por computador no mundo real. O utilizador, após esta integração, leva-o a acreditar que estas imagens pertencem mesmo ao mundo que está a presenciar. Por exemplo, os hologramas.

Um sistema de realidade aumentada é efectuado em tempo real, utilizando elementos virtuais em sobreposição com o ambiente real. Estes objectos virtuais não são mais do que criações em 3D.

Visto que irá haver sobreposição de objectos, é necessário possuir informação exacta sobre a posição dos objectos virtuais e da câmara que irá criar o ponto de vista. Todos estes elementos irão ser combinados com o mundo real através de mecanismos de projecção.

Em suma, os sistemas de realidade aumentada necessitam de software que lhes permita capturar informações de onde o utilizador está inserido: software de criação/geração em tempo real, de elementos virtuais e hardware para mapear esses elementos no mundo real.

Diferentes tipos de dispositivos utilizados na Realidade Virtual

Os diferentes tipos de dispositivos utilizados na Realidade Virtual são os seguintes:

Visualização

- Óculos 3D
- HMD – Head Mounted Display

Dispositivos

- Rato 3D
- Luvas electrónicas
- Force Feedback
- Scanner 3D

Ambientes de visualização

- Computador pessoal
- HMD – Head Mounted Display
- Mesas interactivas
- Projecção em ecrã plano
- Projecção em ecrãs curvos
- CAVE – Sala interactiva

2.2 Desenvolvimento de Ambientes Virtuais

Nesta secção são abordadas algumas das diferentes tecnologias utilizadas para o desenvolvimento de ambientes virtuais, bem como as tecnologias que foram utilizadas no projecto e as razões da sua escolha.

2.2.1 Linguagens

VRML

O VRML (1996), *Virtual Reality Modeling Language*, consiste num método de criação de ambientes virtuais utilizando uma linguagem de escrita textual, ou seja, utiliza pequenos ficheiros contendo textos no formato ASCII. Esta linguagem possibilita a escrita dos ficheiros, guardá-los e visualizá-los através de um *browser* de internet, associado a um interpretador de VRML. Neste caso será um *plug-in*.

Estes ficheiros permitem a criação de objectos em 3D atribuindo-lhes diferentes características como cores, texturas, transparências, etc. Os objectos poderão ter as mais diversas formas, passando por um quadrado, esfera, cilindro, entre outros. A estes objectos poderá ser implementada interacção, podendo estes se deslocarem, interagirem ou até mesmo produzirem sons.

Vantagens:

- A Linguagem VRML é simples e de fácil compreensão podendo ser utilizada em diversos aplicativos e softwares de modelação 3D, e;

- Para criar um ambiente com a VRML, pode-se utilizar um simples editor de texto ou ferramentas de modelação 3D.

Desvantagens:

- Dificuldade quando se quer modelar objectos 3D com alguma complexidade.

X3D

O X3D (2009) é uma linguagem de descrição de cenários 3D, capaz de representar e apresentar objectos 3D bem como cenários 3D desenvolvidos utilizando a sintaxe XML. Essa sintaxe foi escolhida devido à melhor interoperabilidade com a Web e também devido à incorporação de novas tecnologias de forma padronizada. Para que a visualização dos arquivos X3D seja possível no *browser* se faz necessário a instalação de um plug-in específico. A tecnologia X3D suporta gráficos 3D, transformações geométricas, iluminações, materiais, texturas, pixéis, vértices e aceleração de *hardware*. Permite ainda a animação com temporizadores e interpoladores de condução contínua, a interacção como o rato e utilização do teclado (Hopf et al., 2007).

Vantagens:

- O X3D como surgiu do VRML, aproveita o trabalho desenvolvido no VRML e apresenta melhorias em relação ao mesmo, e;
- O X3D possui uma arquitectura modular para promover uma maior extensibilidade e flexibilidade, etc.

Desvantagens:

- A modificação do X3D não é muito intuitiva para os utilizadores comuns de computadores.

Java3D

O Java3D (2008) é uma *Application Programming Interface (API)* 3D que consiste numa hierarquia de classes Java servindo desta forma para o desenvolvimento

de aplicações 3D. “Um programa Java 3D cria instâncias de objectos gráficos que são colocados em um grafo de cena, que também pode conter luz, som e outros elementos que possibilitam a criação de universos virtuais.” (Manssour, 2003).

Um grafo de cena não é mais que uma combinação de objectos 3D numa estrutura em árvore especificando o conteúdo do cenário e como este é visualizado.

Vantagens:

- API de programação completa, e;
- Alto nível de abstracção.

Desvantagens:

- A máquina virtual Java “pesada” no que se trata de ferramentas de compilação devido a sua fraca alocação de recursos, tornando-se pouco preferível em ambientes com altos requisitos em termos gráficos e de animação.

2.2.2 Ferramentas de modelação 3D

A seguir apresentamos algumas das principais ferramentas que possibilitam a criação de conteúdo 3D.

Maya

O Maya (2009) é um programa de modelação 3D construído pela Autodesk que permite a animação e construção de efeitos especiais. Este software é mais utilizado na indústria do cinema, na TV ou desenvolvimento de jogos. É um software muito similar ao 3ds Max, muito completo e utiliza múltiplas ferramentas, tornando-o mais atractivo no que se trata a efectuar efeitos especiais ou animação.

O Maya também é conhecido por seus efeitos líquidos. Este elemento do software permitirá ao utilizador simular realisticamente como os fluidos e gases iria reagir em condições reais do meio ambiente. O tipo de efeitos que podem ser alcançados são pirotécnicos, tais como incêndios, explosões e explosões nucleares, espaciais, incluindo nuvens, vapor, nevoeiro, neblina, fumaça e efeitos viscosos que

incluem lava derretida e lama. Os efeitos líquidos também incluem um *Shader* Oceano para a criação de águas abertas realistas e podemos ver como os objectos reagem quando estão a flutuar ou afundar.

Vantagens:

- Além de possuir todas as ferramentas básicas de modelação e animação, possui também ferramentas extra que permitem a modelação de objectos rígidos muito facilmente, e;
- O Maya possui também uma vasta gama de materiais e texturas para serem utilizados, apresentando ferramentas que facilitam a aplicação de texturas e pinturas de superfícies.

Desvantagens:

- Não possui ferramentas elaboradas para simplificar a modulação como a ferramenta *Bend*;
- Outra desvantagem refere-se à simulação de fluidos visto que não se encontra totalmente desenvolvida, e;
- Preço elevado de aquisição.

Na Figura 2.1 estão representadas duas imagens que demonstram as potencialidades do Maya.



Figura 2.1 - Modelação efectuada utilizando o Maya

3ds Max

3ds Max (2009) consiste num programa para criação/modelagem 3D, que possibilita o render das imagens criadas, bem como as animações. Esta ferramenta é utilizada nas mais diferentes áreas. É utilizada na criação de personagens, ambientes virtuais, filmes 3D, anúncios, etc.

O 3ds Max é compatível com a maior parte de softwares de modelagem 3D.

Renderização

A renderização consiste essencialmente na criação de uma imagem/foto. No caso de uma animação, são criadas múltiplas imagens em sequência. A introdução de novos elementos a uma cena permite a criação de cenários com boa qualidade e, por consequente, a criação de ambientes mais realistas. Para a criação destas cenas é necessário ter bom hardware, uma vez que nesta fase de renderização são utilizados muitos recursos.

Vantagens:

- Com o 3D Studio MAX pode-se efectuar a renderização em rede, ou seja, o *render* poderá ser efectuado por várias máquinas simultaneamente;
- O 3D Studio MAX também tem suporte total aos *plug-ins* do Photoshop. O que significa que vários efeitos especiais podem ser efectuados às seus imagens utilizadas para a geração de materiais mais detalhados, e;
- Uma das suas principais vantagens consiste num ambiente de modelação e animação avançado. Com este software é possível efectuar tanto a criação de desenhos em 2D e 3D como adicionar efeitos especiais sem que seja necessário trocar de programa.

Desvantagens:

- Foi descartado da área industrial por não possuir ferramentas específicas de modelação de sistemas de partículas que simulem a dinâmica de fluidos.

As Figuras 2.2 e 2.3 são imagens criadas utilizando todas as potencialidades do 3ds Max.



Figura 2.2 - Complexo habitacional criado com o 3ds Max



Figura 2.3 – Helicóptero de combate criado usando 3ds Max

2.2.3 Motor de renderização

Nesta secção irá ser apresentado o motor de renderização OGRE. Um motor de renderização consiste em um software que transforma conteúdos de diferentes linguagens em conteúdos que poderão ser exibidos num ecrã ou projector.

OGRE

O OGRE (*Object-oriented Graphics Rendering Engine*) (2010), ao contrário do que muitos pensam inicialmente, não constitui um motor de jogo. É um motor de renderização, que com a incorporação de diferentes bibliotecas, possibilita o desenvolvimento de jogos 3D.

O OGRE utiliza a interface de programação C++, o que faz com que o programador necessite de ter bons conhecimentos da linguagem para poder produzir resultados com melhor qualidade.

A arquitectura adoptada pelo OGRE utiliza vários conceitos e componentes, sendo estas as principais: *Root*, *SceneManager*, *RenderSystem*, *Entity*, *Mesh*, *SceneNode* e *Material*.

A Figura 2.4 demonstra a relação entre os diferentes componentes do OGRE.

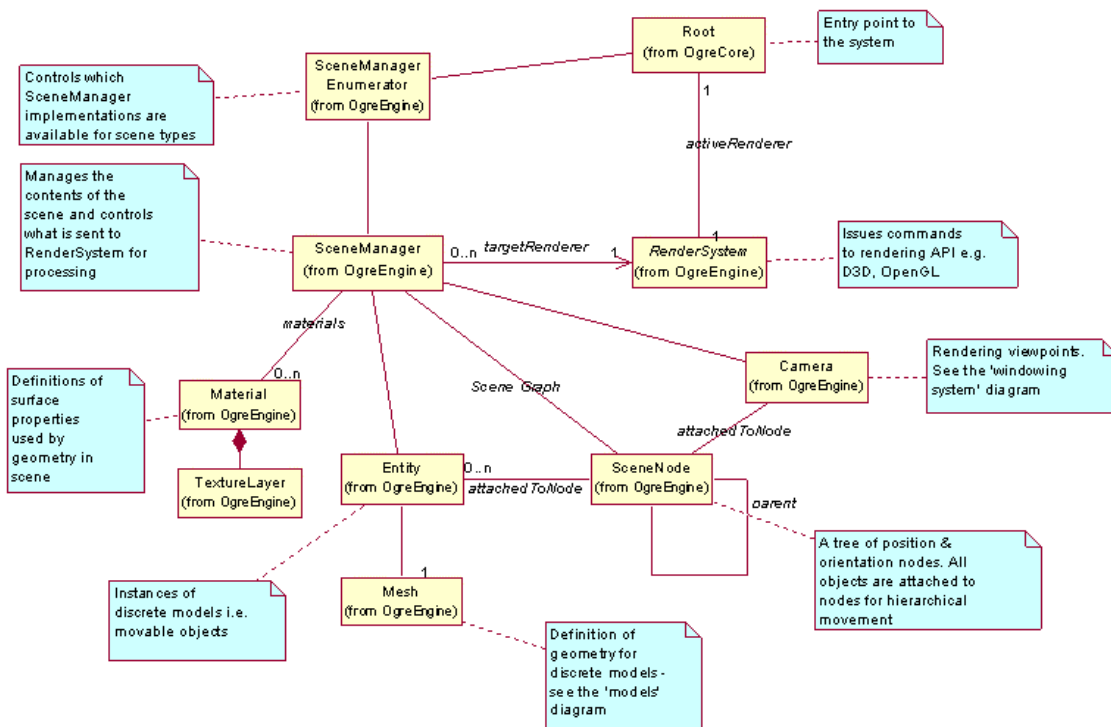


Figura 2.4 - Relacionamento entre os principais componentes do OGRE

- **Root** - O objecto *Root* é onde tudo começa no OGRE. É o objecto que é criado antes de todos os outros e é o último a ser destruído, porque tem como função a criação de todo o sistema e o acesso a todos os outros objectos.

- **SceneManager** - O *SceneManager* tem como função agrupar tudo o que irá ser renderizado pelo OGRE, isto é, é responsável por juntar tudo o que irá ser criado. Este objecto permite, através de uso de algoritmos, melhorar a capacidade de renderização, bem como o controlo de câmaras, entidade móveis e luzes de uma.
- **RenderSystem** - O *RenderSystem* define a interface entre o OGRE e a API gráfica utilizada. É um dos componentes mais importantes do OGRE, mas mesmo assim o *RenderSystem* não é acedido directamente. O acesso ao *RenderSystem* só se justifica quando se deseja criar várias janelas de renderização.
- **Entity**- Uma entidade é uma referência a um objecto que está incorporado num ambiente. Este objecto poderá ser qualquer objecto móvel ou dinâmico num determinado ambiente.

Cada entidade possui uma malha, isto é, cada entidade tem vários componentes que a completam, sejam elas texturas, cores, etc. Esta entidade é então representada por um objecto Mesh, visto que este é composto por faces, texturas, etc.

Para que uma entidade seja *renderizada*, tem que estar associada a um *SceneNode*. Pois porque este objecto é responsável por guardar informações relacionadas com a sua posição, à orientação e à escala.

- **SceneNode** - Qualquer entidade que pretenda aparecer no momento de renderização, tem necessariamente que estar associada a um *SceneNode*.
- **Câmara** – A câmara é composta por uma posição e orientação, o que faz com que consiga ser movimentada. Este objecto é criado através do *SceneManager*.
- **Material** - O objecto *Material* define como é que os objectos irão aparecer na cena, isto é, qual será a sua textura, a sua iluminação, ou como será a superfície do material.

- **Overlays** - Os *overlays* são componentes que permitem o aparecimento de elementos, quer em 2D ou 3D na frente dos componentes de uma cena/ambiente. Estes elementos são: menus, gráficos, painéis de pontuações, etc.

2.2.4 Escolha da tecnologia para projecto

A solução escolhida para este projecto foi a modelagem 3D e a produção de filmes utilizando o 3ds Max. O 3ds Max foi o software escolhido devido a várias características que possuía e que eram compatíveis com os objectivos a serem alcançados no projecto. Os factores que conduziram à escolha desta tecnologia foram:

- Fácil utilização;
- Ferramenta poderosa;
- Intuitiva;
- Possuir conhecimento prévio da ferramenta;
- Dimensão da ferramenta;
- Requisitos da máquina a ser utilizada, e;
- Etc.

2.3 Multimédia

Nesta secção apresentamos os principais conceitos associados à multimédia e quais as suas características. Ainda discutimos quais os diferentes tipos de informação multimédia e a definição do documentos multimédia.

2.3.1 Definição de multimédia

A multimédia consiste essencialmente na apresentação e divulgação de informação sob a forma digital, tal como refere Chapman e Chapman (2000, citado por Leal, 2009). Para este efeito, são utilizados vários tipos de médias, nomeadamente o vídeo, som, texto, imagens, gráficos, etc. Leal (2009) explica que o próprio nome Multimédia tem origem em duas palavras do latim (*multus + médium*) que significa múltiplos meios, ou seja, consiste no uso de diferentes meios para divulgar a mensagem. Multimédia consiste assim na apresentação, no mesmo espaço digital, de diferentes tipos de média, em simultâneo ou combinados.

2.3.2 Características dos sistemas multimédia

Um sistema multimédia é obtido utilizando hardware e software para que possa introduzir ou capturar todos os tipos de mídias (som, imagem, vídeos, etc.), para posteriormente serem aplicados num mecanismo que seja possível a visualização dos mesmos de forma sincronizada.

Os conteúdos multimédia são armazenados em dispositivos que permitam guardar grandes quantidades de dados. Estes usualmente são armazenados em discos ópticos como os CD's, DVD's ou em discos rígidos.

Devido à grande evolução tecnológica e ao decréscimo do preço do hardware e software, hoje em dia a multimédia está presente relativamente por toda a parte: nos CD's, DVD's, monitores interactivos, leitores portáteis, nos jogos, entre outros.

A internet é um dos locais onde é possível testemunhar o acesso a qualquer tipo de interacção multimédia, desde criações, manipulações, alterações, pesquisas e armazenamento dos diferentes conteúdos.

2.3.3 Tipos de informação multimédia

Segundo Ribeiro (n.d., citado por Gouveia, 2004) “a integração das mídias é algo perfeitamente normal para os seres humanos, que apreendem informação do mundo exterior através de todos os sentidos em simultâneo”. Todavia, não é fácil a separação das mídias quando, por exemplo, estamos a ver um filme no cinema, visto que a quantidade de tipos de informação multimédia é elevada.

Os diferentes tipos de informação multimédia são:

- **Texto** - surge em documentos de texto convencionais e em aplicações multimédia que utilizem suporte informático;
- **Gráficos e Imagens** - surgem em aplicações informáticas ou em documentos multimédia sendo comparados a documentos convencionais que possuam desenhos e imagens tais como as revistas ou jornais;
- **Vídeos** - estão intimamente ligados aos documentos multimédia e podem ser criados através da utilização de câmaras de vídeo;

- **Audio** - à semelhança do vídeo pode ser capturado utilizando microfones, digitalizado para o computador ou através de sintetizadores incorporados no computador, e;
- **Animações** – estas são incorporadas nos documentos multimédia através de criação ou edição via computador.

2.3.4 Documentos multimédia

Devido ao constante e exponencial avanço tecnológico, hoje em dia é permitido combinar mais do que um tipo de média no mesmo documento informático. Este avanço caracteriza-se pela interactividade que foi implementada nos documentos multimédia. Stemler (1997, citado por Carvalho, 2002) refere que a interactividade representa a diferença principal entre a aprendizagem centrada nos livros e em vídeos e a aprendizagem centrada nos multimédia.

Esta interactividade concede ao utilizador o poder de controlar o documento podendo navegar de acordo com o seu critério e ritmo, promovendo o sentimento de curiosidade e descoberta.

Carvalho (2002) afirma que:

“(…) geralmente, estes documentos proporcionam ambientes de aprendizagem atraentes para alunos e professores. Relativamente à eficácia na aprendizagem, há vários aspectos que têm que ser tidos em consideração, nomeadamente os estilos de aprendizagem e cognitivos do sujeito, a familiaridade do sujeito com o ambiente informático e com os documentos interactivos, a estrutura do documento, a navegação implementada, a interface, os conhecimentos do sujeito sobre o conteúdo abordado, o controlo que o documento proporciona ao utilizador e entre outros o desejo que o sujeito tem de aprender.”

2.4 Desenvolvimento de documentos multimédia

Seguidamente, apresentamos algumas ferramentas que permitem o desenvolvimento de documentos multimédia, e também efectuar um comparativo entre as mesmas, de forma a justificar a escolha de qual a ferramenta para a execução do documento.

2.4.1 Adobe Flash CS4

O Adobe Flash (2008) é um software essencialmente de desenho vectorial mas também suporta vários tipos de mídias, como imagens ou vídeos. Usado, normalmente, para a criação de animações que posteriormente são inseridas em navegadores Web. A ferramenta era desenvolvida e comercializada pela Macromedia. Actualmente a Adobe possui os seus direitos de autor.

Inicialmente, chamava-se apenas de flash os ficheiros gerados pelo Adobe Flash, ou seja, a animação em si. Esses ficheiros possuem extensão ".swf". Estes podem ser visualizados através do Flash Player, que é um aplicativo leve de leitura, disponibilizado gratuitamente pela Adobe. Os ficheiros construídos em Flash são normalmente utilizados em publicidades animadas (*banners*), mas obviamente não se restringem só a isso, pois permitem também o desenvolvimento de diversos jogos, sites e documentos multimédia dos mais variados tipos.

2.4.2 SMIL

A linguagem SMIL (1998), *Synchronized Multimedia Integration Language*, permite uma programação simples de apresentações multimédia interactivas. SMIL é normalmente usada para apresentações multimédia que integram vídeo com imagens, textos ou qualquer outro tipo de média.

As apresentações SMIL são descritas, desenvolvidas e alteradas utilizando um editor de texto. As mídias a serem apresentadas são especificadas num documento SMIL, assim como quando e onde se iniciam.

As mídias que podem ser incorporadas poderão ser arquivos de texto, imagens, vídeo, animações, etc.

Por exemplo, a Figura 2.5 representa a descrição do elemento <vídeo>, que define uma referência a um objecto de vídeo armazenado.

```
<html xmlns:t="urn:schemas-microsoft-com:time">
<head>
<?import namespace="t" implementation="#default#time2">
</head>
<body>
<t:video
src="http://www.ananova.com/about/vap_windows_check.wmv"
repeatCount="indefinite" type="wmv" />
</body>
</html>
```

Figura 2.5 – Sintaxe SMIL do elemento vídeo

De seguida iremos ver quais os diferentes tipos existentes:

<animation> – Define uma animação;

<audio> – Define um clip de áudio;

<brush> – Define um pincel;

 – Define uma imagem;

<param> – Define um parâmetro;

<ref> – Define uma referencia genérica;

<text> – Define um texto, e;

<textstream> – Define um textstream.

2.4.3 Escolha da ferramenta para o projecto

Após o estudo de diferentes ferramentas para a implementação desta aplicação, a escolha recaiu sobre o Adobe Flash CS4, visto ser uma ferramenta que:

- Já possuíamos algum conhecimento;
- Devido à existência de muita documentação relacionada com a ferramenta (vídeos, tutoriais, fóruns, etc.);
- Ser uma ferramenta que possibilita a construção de *layouts* atractivos e funcionais;
- Permite a incorporação de diferentes tipos de médias, e;
- Permite ainda o carregamento de informação via XML de uma forma fácil e intuitiva para o utilizador que irá adicionar conteúdos.

2.5 Integração de aplicações: XML

A integração de aplicações no documento multimédia implementado era um requisito importante para a viabilidade do projecto, visto que permite ao documento ser extensível, flexível, editável, etc. Devido a estas características foi decidido utilizar o XML.

O XML (*eXtensible Markup Language*) é uma linguagem de marcação recomendada pela World Wide Web Consortium (W3C) que visa partilha de informação na internet, mas o XML não se limita apenas a Web, seguidamente iremos constatar algumas outras características que possui.

Características:

- Identificação da informação: você pode definir suas próprias tags;
- Estruturar informação: XML pode ser usado para identificar qualquer tipo (hierárquico) de estrutura, seja esta longa ou com complexos tipos de dados, e;
- Simplificação da mudança de plataforma: os dados de um XML são armazenados no formato texto. Isto torna muito mais fácil fazer a expansão ou actualização de um sistema operativo ou de uma aplicação sem perder informações.

Posteriormente, apresentamos algumas vantagens e desvantagens do uso do XML.

Vantagens:

- É *Open Source*, não é necessário pagar nada para o utilizar;
- Simplicidade e Legibilidade, tanto para humanos quanto para computadores, e;
- Possibilidade de criar sua própria sintaxe de dados, ou seja, estruturar os dados da forma que achar melhor, através da criação ilimitada de *tags*.

Desvantagens:

- A sintaxe do XML é redundante ou torna-se grande em relação a representações de dados semelhantes, e;
- A redundância pode afectar a eficiência quando utiliza-se o XML para armazenamento, afectando também transmissão e processamento, os custos ficam muito mais elevados.

Esta linguagem irá ser descrita em mais detalhe na secção 4.4.1, bem como a descrição da forma de carregamento das aplicações/médias.

Na escolha do Adobe Flash CS4 um dos factores tidos em conta foi a possibilidade de incorporar diferentes tipos de médias e aplicativos, muitos deles utilizando esta mesma linguagem XML.

2.6 Trabalhos relacionados

Nesta secção apresentamos alguns trabalhos relacionados com a modelação 3D, utilizando o 3ds Max e sobre implementação de documentos multimédia utilizando o Adobe Flash.

Modelação 3D:

Underwater Scene with 3DS Max and Mental Ray (2008) – Projecto de modelação do fundo do mar utilizando o 3ds Max 2009 e utilizando também um *renderizador* chamado *mental-ray*, tal como podemos observar na Figura 2.6.

O objectivo desta modelação 3D é mostrar como se constrói um cenário submerso utilizando vários modificadores e adoptando diferentes efeitos de forma a tornar o cenário o mais aproximado com o fundo do mar.



Figura 2.6 – Cenário subaquático

Sailboat seascape ocean sea water (2009) – Este outro projecto de modelação 3D reproduz uma embarcação a navegar ao largo de uma ilha ao pôr-do-sol, como é demonstrado na Figura 2.7.

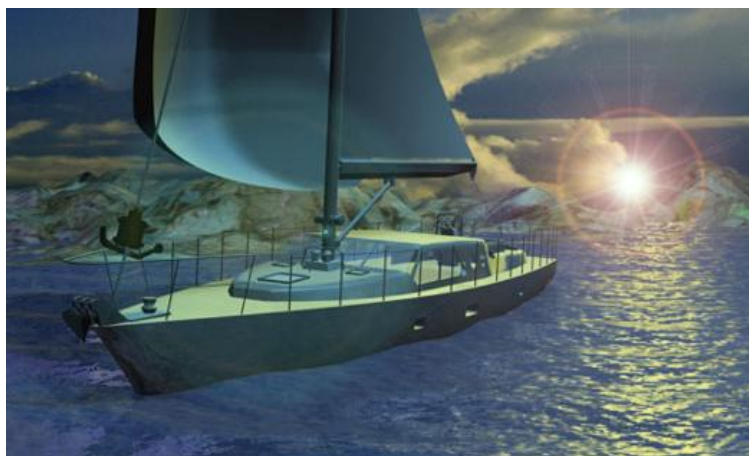


Figura 2.7 – Navegação ao pôr-do-sol

Underwater Scene in 3D Studio Max (2008) – A Figura 2.8 representa um projecto modelado em 3D utilizando o 3ds Max simulando um cenário subaquático.

O propósito deste cenário é mostrar como se modela o fundo do mar utilizando diferentes componentes (areia, plantas, tubarões, etc.), com adição de efeitos de luz e de atenuação para que o fundo do mar se torne o mais real possível.

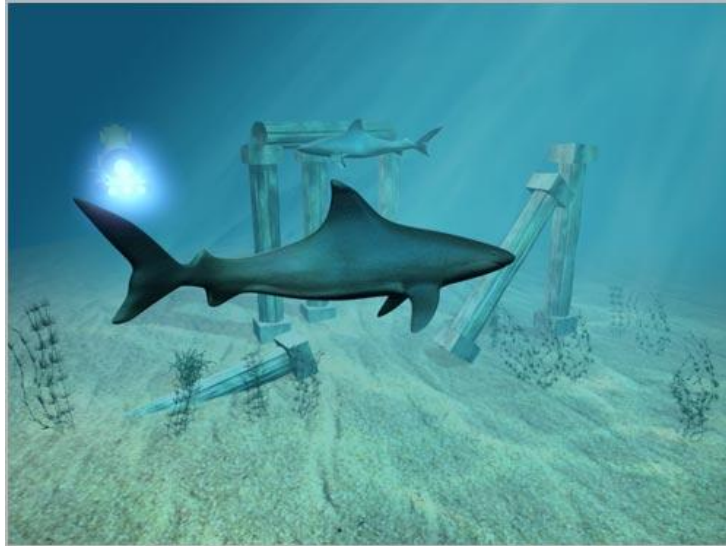


Figura 2.8 – Cenário subaquático

Estes trabalhos foram escolhidos por serem os mais aproximados a este projecto, visto possuírem cenários aquáticos, com embarcações, uma ilha, etc. Nestes projectos foram efectuadas diferentes técnicas.

No primeiro foi utilizado o renderizador *mental-ray*, ou seja renderiza em alto desempenho todos os componentes do cenário, quer sejam as texturas, objectos, iluminação, etc.

No segundo projecto utiliza modelação 3D de forma natural apenas criando superfícies utilizando modificadores e materiais específicos para a criação da ilha e da superfície do mar e utilizando uma iluminação básica para a incorporação do sol no cenário.

O terceiro projecto é similar ao pretendido pelo Museu da Baleia, ou seja, a reprodução fiel do fundo do mar. Este cenário é composto essencialmente por objectos 3D específicos do fundo do mar mas o que lhe dá a sensação de subaquático são os efeitos de ambiente. Estes efeitos de ambiente são criados para darem a noção de atenuação a medida que um objecto se encontra mais afastado da câmara.

Seguidamente, iremos analisar os documentos multimédia que utilizaram o Adobe Flash.

Documentos multimédia:

XML Flash Photo Gallery (2009) – A Figura 2.9 representa uma aplicação de visualização de imagens totalmente implementada em Flash e com integração de imagens via XML.



Figura 2.9 – Galeria de fotos em Flash e XML

Green & Black Dynamic Flash Photo Gallery with Music Player (2009) – Esta aplicação trata-se de uma galeria de fotos dinâmica com a integração de um aplicativo de áudio, como podemos verificar na Figura 2.10.



Figura 2.10 – Galeria de fotos e leitor de música em Flash e XML

Portfólio: Player de Audio e Video (2007) – A Figura 2.11 constitui uma aplicação que permite ter uma galeria de sons e de vídeos organizados e prontos para visualização. Construída utilizando o Adobe Flash e XML.



Figura 2.11 – Galeria de vídeo e de som em Flash e XML

Estes documentos multimédia apesar de possuírem diferentes conteúdos, essencialmente utilizam a mesma estrutura.

O primeiro projecto é uma simples galeria construída em Flash possuindo integração de XML para efectuar o carregamento das imagens de forma fácil, rápida e flexível.

No segundo projecto existe também o carregamento XML de imagens com a diferença que neste existe a implementação de um dispositivo de áudio, tornando-o ligeiramente mais completo que o anterior.

O terceiro projecto é ligeiramente diferente dos dois projectos anteriores. Possuem em comum o carregamento de dados via XML, a diferença é que este documento multimédia possui uma galeria de sons e de vídeos.

2.7 Conclusões

Este capítulo serviu para efectuar uma introdução acerca da Realidade Virtual e conhecer os diferentes tipos, tais como: Realidade Virtual Imersiva, Realidade Virtual Não-Imersiva, etc. Posteriormente, foi descrito o que são ambientes virtuais e algumas ferramentas que permitem o desenvolvimento dos mesmos.

Finalmente, foi discutido o que é a Multimédia, as suas características, o que são documentos multimédia, bem como algumas ferramentas que permitem a implementação dos mesmos.

Após o estudo das diferentes tecnologias e ferramentas foram então escolhidas as que irão ser utilizadas para a materialização do projecto. Para este efeito foram escolhidas como ferramenta de modelação 3D o 3ds Max e como implementação da Framework a utilização do Adobe Flash juntamente com o XML.

3 - MODELAÇÃO 3D

3.1 - Introdução

O 3D tem vindo a ter cada vez mais ênfase na computação gráfica para a edição de personagens para jogos, filmes, anúncios, bem como para a construção de ambientes virtuais.

Neste capítulo é discutido em que consiste a modelação 3D, algumas das técnicas mais utilizadas, é dado a conhecer e aprofundar conhecimentos sobre técnicas de iluminação 3D, efeitos especiais, animação, os diferentes tipos de câmaras, posicionamento das mesmas em cenários 3D, assim como compreender o modo de concepção de cenários 3D. Neste capítulo ainda são abordadas algumas noções gerais sobre como criar um ambiente 3D realista, com objectos criados, utilizando diferentes técnicas de modelação, atribuição de materiais com posterior animação e geração da cena (renderização).

3.2 - O que é a modelação 3D?

A modelação 3D consiste na criação, manipulação e renderização de figuras geométricas, de forma a representar objectos virtuais ou objectos que observamos no nosso dia-a-dia. Para iniciar esse processo será necessário usufruir de uma ferramenta de modelação 3D, que permita executar as acções desejadas de modo que o objectivo do projecto sejam alcançados de forma rápida, simples e eficaz.

O processo de modelação 3D consiste simplesmente em gerar qualquer tipo de objecto, através de objectos geométricos, como um cubo, ou ainda através de outro tipo de formas, como linhas.

Para este efeito, é necessário efectuar modificações ou composições nesses mesmos objectos de forma a aproximar a(s) forma(s) básica(s) ao objecto final pretendido.

Estas modificações podem ser executadas de diferentes formas. Poderão ser feitas através do modificador do objecto, onde se torna possível alterar o objecto através de vértices, faces ou polígonos. Outra forma de aplicar modificadores a um objecto é de

forma automática. A um objecto é possível ir à lista de modificadores e escolher um ou mais modificadores que se adequam ao processo de modelação do objecto pretendido.

Para uma boa modelação é necessário ter em conta as diferentes características e funcionalidades da ferramenta que irá ser utilizada.

Desta forma, é importante possuir conhecimento acerca das diferentes vistas sobre o objecto, para as poder utilizar no aperfeiçoamento da modelação do objecto, dado que nem todas as vistas de câmaras possuem o melhor ângulo para se poder trabalhar.

Outra característica a ter em conta é sobre que figura geométrica se inicia a modelação, isto é, proceder à escolha do melhor objecto básico que mais se adequa àquele que se pretende moldar.

Em suma, a modelação 3D assemelha-se à escultura, isto é, a partir de um objecto básico (cubo, esfera, etc.) e a partir dos seus polígonos, faces e modificadores moldamos esse objecto de forma a obter o produto final desejado.

3.3 - Ferramenta Utilizada

3.3.1 - 3ds Max

A ferramenta utilizada nesta fase de modelação foi o 3ds Max na sua versão de 2009. O 3ds Max provém da companhia americana Autodesk Inc., sendo um dos programas de modelação e animação 3D mais utilizados em todo o mundo. Este software apresenta uma maior relevância devido às suas ferramentas e modificadores que tornam fácil e corrente tanto a criação de objectos 3D, bem como construção de cenários realistas, animações criativas e de categoria superior. “O 3dsMax, ou Max, possibilita uma criação fácil e muito intuitiva de modelos 3D completos, a obtenção de imagens fotorrealistas e a criação de animações de elevada qualidade” (Barata & Santos, 2010).

Principais características do 3ds Max:

- **Modelação**

Para a modelação de modelos 3D/cenários/animações esta ferramenta possibilita a utilização de diferentes tipos de objectos, entres eles: formas básicas (cubos, esferas), objectos compostos (modelados através de operações booleanas, formas, etc.), superfícies, malhas, campos de forças, objectos dinâmicos e primitivas 3D, onde se inclui, escadas, portas, janelas, etc.

Estes objectos poderão sofrer alterações devido ao uso dos múltiplos modificadores existentes no 3ds Max. De entre a grande quantidade de modificadores podemos encontrar: *Noise* (tornar a superfície com alterações de relevo), *Bend* (dobrar o objecto), *Smooth* (tornar as superfícies do objecto mais suaves), *Twist* (torcer), etc. Existem também modificadores poligonais que permitem alterar os vértices, arestas, faces e malhas de um objecto.

- **Materiais**

Esta secção é a responsável pela criação e atribuição de materiais aos objectos/cenários. Esta atribuição pode ser feita a todo o objecto ou a parte deste para que um objecto não seja “obrigado” a possuir apenas um tipo de material.

- **Luzes e câmaras**

Esta secção é importante para tornar a cena ou o objecto mais credível e apelativo, visto que são componentes essenciais que contribuem para a visualização final do modelo que pretendemos criar. Uma má iluminação irá desencadear uma pobre visualização do objecto, isto é, por mais detalhe que se introduza no objecto, quer seja na modelação ou na atribuição dos materiais, se este não se encontra bem iluminado ou com a iluminação correcta, torna-se um objecto com pouca qualidade. As câmaras são importantes porque são estas que irão retratar o objecto. Se estas não estiverem posicionadas correctamente, poderão não transmitir a imagem apropriada do objecto ou da acção, caso esteja a ser desencadeada uma animação.

- **Animação**

O 3ds Max permite animação de objectos. Para este efeito, utiliza uma pista composta por um conjunto de “frames” que permitem controlar a animação, no que concerne ao tempo e velocidade.

3.4 - Requisitos necessários para modelação dos cenários

Para este projecto foi estipulado a criação de vários cenários virtuais de forma a poder relatar as diferentes fases da vida de uma baleia.

Para a implementação destes cenários, um dos requisitos a ter em conta era que estes iriam ter uma mistura de realidade com ficção, isto é, os cenários deveriam ser construídos de forma a se aproximarem o máximo possível com o fundo do mar bem como os objectos que interagem nos mesmos mas com a diferença que a baleia cachalote (Pintarolas) iria ser uma caracterização da mascote do museu da baleia.

Deste modo, foram definidos cinco cenários distintos, cada um deles referindo-se a diferentes etapas na vida de uma baleia.

3.5 - Cenários Implementados

Cenário 1: Apresentação da ilha da Madeira e apresentação da baleia Pintarolas.

Os objectivos preponderantes para este cenário são dar a conhecer a ilha da Madeira, apresentar a mascote do Museu da Baleia (Pintarolas), e descrever várias características das baleias cachalotes.

As características abordadas neste primeiro cenário foram:

- Origens das baleias cachalotes
- Migração dos cachalotes

Preocupações tidas em conta na modelação deste cenário:

- Inicialmente, tentar fazer parecer a ilha da Madeira ao fundo do cenário para indicar distância de onde irão decorrer as acções;

- Representar a Pintarolas o máximo que possível com a mascote do Museu da Baleia;
- Colocar a família da Pintarolas ao fundo do cenário para dar a noção de estarem a chegar de uma longa viagem, mas ao mesmo tempo mostrar que a Pintarolas está distante deles e que poderá ter-se afastado demasiado;
- Representar as rochas no cenário juntamente com outros objectos marinhos de forma a permitir uma maior aproximação à impressão de fundo do mar;
- Inserir a superfície do mar na cena para dar a impressão da acção decorrer ainda perto da superfície para que depois as seguintes acções pudessem decorrer no fundo do mar;
- Utilizar os efeitos ("*fog*" e "*volume fog*") para que o fundo do mar se tornasse mais realista, e ainda para que a família da Pintarolas parecesse mais distante, e;
- Efectuar uma boa iluminação da cena para que a acção se desenrole bem visível para os espectadores.

As Figuras 3.1 e 3.2 ilustram a representação do 1º cenário.



Figura 3.1- Cenário 1 à superfície

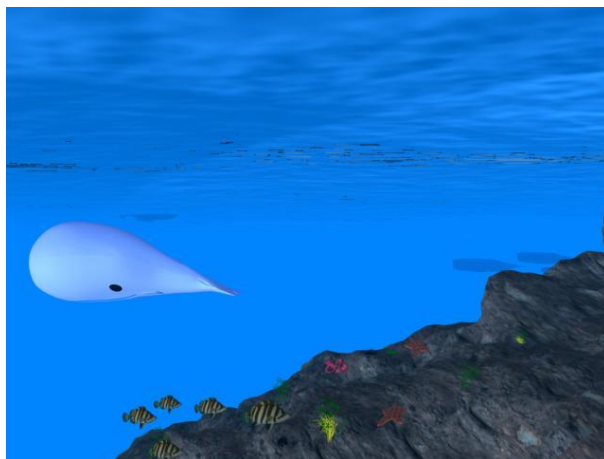


Figura 3.2 – Cenário 1 no fundo do mar

Cenário 2: Biodiversidade

Neste cenário o principal objectivo foi tentar mostrar os diferentes tipos de organismos que vivem no fundo do mar e que são mais característicos na ilha da Madeira.

Preocupações tidas em conta na modelação deste cenário:

- Criar o cenário no fundo do mar de forma a indicar que a Pintarolas se tinha deslocado do cenário anterior para este e sempre sozinha;
- Criar um cenário próximo da realidade com a incorporação neste caso de vida marinha que actualmente existe na ilha da Madeira, e;
- Para uma maior impressão do fundo do mar, incorporar outros elementos como um barco afundado e uma âncora.

A Figura 3.3 demonstra a caracterização do cenário 2.



Figura 3.3 – Cenário da biodiversidade

Cenário 3: Conservação do meio

Neste cenário o objectivo consiste em demonstrar as consequências da acção do homem no mundo aquático, nomeadamente acerca da poluição ou caça à baleia, bem como a sensibilização sobre a recolha do lixo e à função do biólogo marinho.

Preocupações a ter em conta na modelação deste cenário:

- Dar continuidade à realização do cenário anterior;
- Representar o fundo do mar teria que estar poluído para que a acção se pudesse desenrolar, isto é, a Pintarolas ficar presa na rede devido a uma rede deixada por pescadores e a partir daí encontrar o biólogo marinho para que este pudesse ajudar e sensibilizar sobre qual o seu propósito e sobre a importância de manter o mar limpo;
- Diversificar um pouco o cenário da acção uma vez que o diálogo entre o biólogo marinho e a Pintarolas ia ser extenso. Assim, foram colocadas as duas personagens a se deslocar à superfície para respirar e, conseqüentemente, voltar ao fundo do mar para que pudessem continuar o diálogo no cenário onde o lixo e a caça à baleia serão os temas em destaque, e;
- Oferecer realismo à ida do biólogo e da Pintarolas à superfície para respirar e da superfície até ao fundo.

A Figura 3.4 ilustra a caracterização do cenário 3.



Figura 3.4 – Cenário da conservação do meio

Cenário 4: À procura dos pais

Este cenário tem como objectivo explicar a forma de comunicação das baleias, bem como o modo como os biólogos marinhos pertencentes ao Museu da Baleia fazem para ouvir os sons produzidos pelas baleias no fundo do mar para as estudar.

Preocupações tidas em conta na modelação deste cenário:

- Representar de forma realista a forma como o biólogo e a Pintarolas fazem a aproximação à superfície;
- Criar um cenário que se aproximasse o mais possível com a superfície da terra, adicionando alguns elementos básicos como nuvens, sol, a superfície do mar e o barco de investigação do Museu da Baleia, entre outros;
- Descrever o que é um hidrofone e o seu modo de funcionamento para o poder representar no cenário, e;
- Aproximar o mais possível a embarcação criada em 3D da embarcação usada pelo Museu da Baleia (Ziphius).

A Figura 3.5 é representativa da caracterização do cenário 4.



Figura 3.5 – Visualização do barco Ziphuis

Cenário 5: Reencontro

Este cenário serve essencialmente para complementar o cenário anterior, tratando-se assim do reencontro da mãe da Pintarolas através do uso do hidrofone e, mais uma vez, mostrar às pessoas que os biólogos marinhos desempenham um papel crucial na conservação do meio marinho.

Preocupações a ter em conta na modelação deste cenário:

- Fazer com que a Pintarolas e o biólogo parecessem estar à procura da mãe da Pintarolas;
- Modelar a mãe da Pintarolas próxima da realidade, ou seja, semelhante a um cachalote adulto do sexo feminino;
- Criar um cenário diferente de todos os outros, sendo este mais isolado, e;
- Inserir no fundo do cenário as restantes baleias da família da Pintarolas para denotar que constitui o grupo onde a esta estava inserida e para demonstrar que andam todos juntos.

A Figura 3.6 ilustra a caracterização do cenário 5.

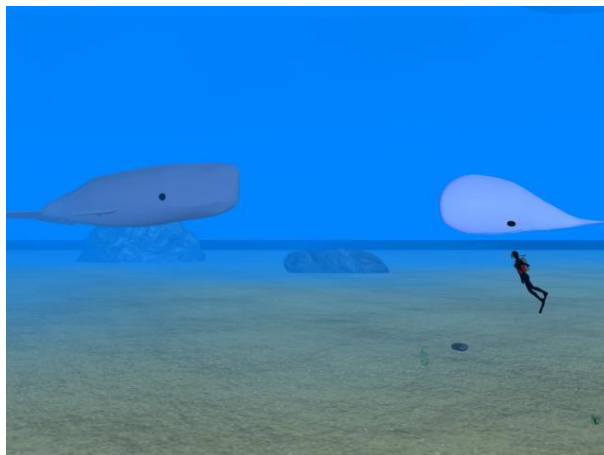


Figura 3.6 – Reencontro da Pintarolas com a Mãe

3.6 - Composição de um cenário

Nesta secção irão ser descritos como foram efectuadas a modelação dos objectos bem como as técnicas de modelação utilizadas para esse efeito.

3.6.1 - Modelação de objectos

Como foi referido anteriormente, a modelação 3D consiste na modelação de um objecto com uma forma básica, quer seja um cubo, esfera ou até mesmo através de objectos mais complexos, como prismas ou até mesmo linhas.

Existem várias técnicas de modelação 3D, que permitem tirar maior partido da ferramenta para a edição do objecto que perspectivamos modelar.

3.6.2 - Técnicas de modelação

Quando queremos implementar um modelo 3D e temos como finalidade a animação deste mesmo objecto, deveremos ter em conta as deformações que este objecto deverá sofrer. Para isso existem diferentes técnicas de modelação de forma que esta e a posterior animação seja mais cuidada e perfeita. Segundo Matsucuma (n.d.) a “...construção requer que diferentes técnicas de modelagem possam ser usadas, algumas delas são semelhantes ou derivadas da modelagem CAD.”

Existem múltiplas técnicas de modelação, mas para o presente projecto foram seleccionadas apenas algumas, visto serem as mais utilizadas para a fase de criação de objectos, personagens 3D e animação.

Algumas das técnicas utilizadas para o processo de modelação foram as seguintes:

- Por NURBS
- Poligonal
- Escultura digital

Técnica de modelação por NURBS

Consiste numa técnica de modelação de objectos que utiliza linhas para poder deformá-los e transformá-los de forma a poder obter o seu objectivo final. Segundo Matsucuma (n.d.) “De forma simplificada, pode se dizer que a modelagem por NURBS emprega o método de criar secções transversais do objecto por meio de curvas. Em seguida estas curvas são cobertas por uma superfície, criando o volume que identifica visualmente o objecto 3d”.

“Para modelar em 3D existem várias técnicas e ferramentas, sem sombra de dúvida uma das técnicas que oferece maior flexibilidade para modelagem orgânica, modelagem de produtos e formas com curvas complexas é o NURBS” (Brito, 2007).

A Figura 3.7 representa a modelação por NURBS.

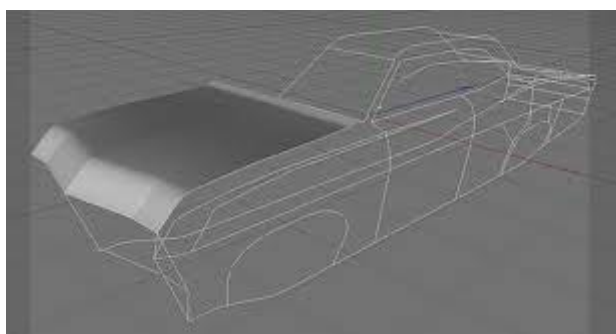


Figura 3.7 – Exemplo de modelação por NURBS

Técnica de modelação poligonal

É a técnica mais utilizada na modelação 3D. Trata-se de modelar um objecto a partir de objectos geométricos básicos (cubos, esferas, etc.), modificando-os, seguidamente, através da utilização dos seus vértices, arestas ou faces, de forma a aperfeiçoar o objecto final podendo este objecto ser composto por mais do que um objecto básico. A “(...) modelação poligonal utiliza a deformação de sólidos com formas básicas, como cubos, cilindros e planos, principalmente para obtenção de objectos com formas orgânicas, típico de personagens 3D. Essa deformação é feita por meio dos polígonos que compõem a superfície do objecto, chamada de malha”, tal como afirma Matsucuma (n.d.).

O 3ds Max, ferramenta utilizada para a modelação dos objectos para este projecto, utiliza vários tipos de modelação poligonal, tais como: *Edit Poly*, *Edit Mesh* e *Edit Path* e *NURBS*.

- ***Editable Poly* ou *Editable Mesh***

Constitui uma modelação que é executada, basicamente, a partir de polígonos criados um de cada vez. Por esse motivo é chamado também de *polygon by polygon*.

- **NURBS**

O NURBS é utilizado para representar superfícies livremente, como por exemplo para modelação de cascos de navio, formas de carros, etc. Com o NURBS é possível efectuar formas curvilíneas de forma suave.

A Figura 3.8 ilustra a técnica de “modelação poligonal”.

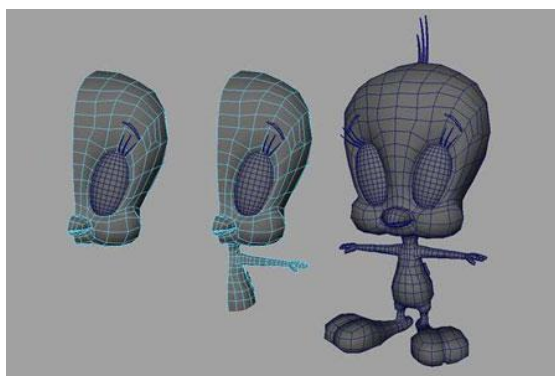


Figura 3.8 – Exemplo de modelação poligonal

- **Escultura digital**

Esta é uma outra técnica de modelação que consiste, tal como o nome indica, na modelação de um modelo 3D a partir de um objecto básico que se aproxima muito à escultura, e por esta razão possui o nome de “escultura digital”. A superfície do objecto é composta por polígonos, sendo que estes podem ser modificados e moldados para poder aproximar e aperfeiçoar cada vez mais o modelo 3D.

“A prática da escultura digital pode ajudar muito um artista a conseguir criar formas orgânicas complexas e que seriam difíceis de conseguir usando apenas modelagem poligonal. Para quem nunca tentou trabalhar com esse tipo de modelagem 3d, o procedimento recomendado para criar esse tipo de modelo envolve geralmente a criação de um objecto poligonal simples que depois é esculpido” (Brito, 2010).

A Figura seguinte (3.9) ilustra a técnica de “escultura digital”.



Figura 3.9 – Exemplo de escultura digital

3.7 - Objectos modelados

O processo de composição dos cenários foi elaborado através da modelação de inúmeros objectos divididos pelos diferentes cenários, sendo que alguns destes foram reutilizados em várias cenas.

Cenário 1: Apresentação da ilha da Madeira e da Pintarolas

Objectos modelados:

- Rochas
- Plantas
- Tubos
- Ouriços-do-mar
- Ilha da Madeira
- Superfície do mar
- Barco “Ziphius”
- Estrelas-do-mar
- Peixes
- Baleias cachalotes.

Cenário 2: Biodiversidade

Objectos modelados:

- Rochas
- Barco afundado
- Âncora
- Concha com pérola
- Búzio
- Plantas
- Fundo do mar (areia)
- Tubos
- Estrelas-do-mar
- Mero
- Solha
- Jamanta
- Polvo
- Caranguejo
- Ouriço-do-mar
- Búzio
- Pintarolas.

Cenário 3: Conservação do meio

Objectos modelados:

- Rochas
- Barco afundado
- Âncora
- Concha com pérola
- Búzio
- Plantas
- Fundo do mar (areia)
- Tubos

- Estrela-do-mar
- Ouriço-do-mar
- Pintarolas
- Rede
- Saco
- Lata
- Garrafa
- Copo de plástico
- Bidão radioactivo
- Mergulhador
- Embalagem de cartão
- Remo com tinta

Cenário 4: À procura dos pais

Objectos modelados:

- Rochas
- Barco afundado
- Âncora
- Concha com pérola
- Búzio
- Plantas
- Fundo do mar (areia)
- Tubos marinhos
- Estrela-do-mar
- Ouriço-do-mar
- Pintarolas
- Embarcação “Ziphius”
- Hidrofone
- Sonar.

Cenário 5: Reencontro

Objectos modelados:

- Pintarolas
- Mergulhador
- Rochas
- Mãe da Pintarolas
- Restante família da Pintarolas
- Plantas marinhas.

3.8 - Luzes e Iluminação

A iluminação é um dos componentes essenciais no 3ds Max visto que sem esta característica seria impossível visualizar os objectos criados num cenário. As luzes utilizadas tentam reproduzir a iluminação natural ou a iluminação artificial. “A iluminação é feita utilizando luzes, que são objectos do Max usados para simular as luzes existentes na realidade, tais como lâmpadas, luz de uma fonte distante (exemplo: a luz do Sol), projectores usados no cinema ou no teatro, projectores de *slides*, etc.” (Barata & Santos, 2010).

Uma boa iluminação é essencial para capturar toda a essência do objecto manipulado, no entanto para haver uma boa iluminação não significa que tenham de haver muitas luzes nem vários tipos destas. “A forma de iluminação da cena é muito importante para uma boa definição de cores e das formas, isto é, quanto melhor aplicada a iluminação, maior será o efeito tridimensional. De notar ainda que uma boa iluminação não é sinónimo de uma grande quantidade de luzes ou da sua intensidade, mas sim de uma escolha de luzes adequadas a cada situação e da sua correcta localização na cena” (Barata & Santos, 2010).

3.8.1 - Tipos de elementos

O 3ds Max disponibiliza dois tipos de luzes: as luzes normais e as luzes fotométricas. As luzes fotométricas são responsáveis pela simulação das luzes reais.

- **Luz ambiente**

Esta luz é uma cor definida no painel *Environment and Effects* no 3ds Max, em que simula a iluminação de um cenário sem obtenção de efeitos como sombras, uma vez que este tipo de luz ilumina todas as faces dos objectos da mesma forma e sem um ponto inicial de referência.

Para que ocorram os efeitos em cada objecto é necessária a incorporação de novos tipos de luzes.

- **Luzes normais**

O 3ds Max utiliza seis tipos diferentes de luzes *Standard*:

Omni (Pontos de luz): Este tipo de luz pode ser colocado em qualquer espaço na cena e emite luz em todas as direcções, como uma lâmpada;

Target Direct (Luzes distantes com alvo): São todas as luzes que possuem uma direcção específica sem que o seu posicionamento seja relevante para a iluminação. A sua direcção é estabelecida pelo posicionamento na sua origem e do seu alvo;

Free Direct (Luzes distantes livres): São luzes similares às anteriores com a excepção que não é necessário definir o alvo;

Target Spot (Focos com alvo): Projecta a luz em cone de uma origem específica até um determinado alvo;

Free Spot (Focos livres): São luzes equivalentes às anteriores com a excepção que não é definido o alvo, e;

Skylight (Luz do céu): “É uma luz que simula a iluminação devida ao céu, difusa e não localizada, como se fosse gerada por uma semi-esfera cobrindo toda a cena” (Barata & Santos, 2010).

Todos estes tipos de iluminação permitem a edição de intensidades, cores e atenuações. A projecção de sombras por parte dos modelos que compõem um cenário ainda pode ser configuradas através do parâmetro:

Shadows (Sombras): no painel de modificação dos parâmetros de luzes é possível definir se queremos que esse tipo de luz gere sombras ou não.

A Figura 3.10 mostra como é constituído o painel de edição de luzes.



Figura 3.10 – Painel de edição de luzes

Existem outros parâmetros de sombras no submenu *Shadow Parameters* representado na Figura 3.11.

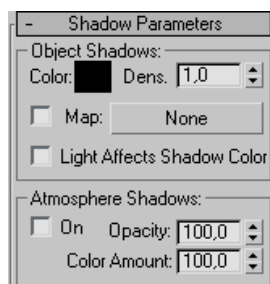


Figura 3.11- Painel de definição de sombras

Este submenu determina a cor que queremos que seja reflectida pela sombra bem como a definição de padrões de sombreamento e a adição de sombras de atmosfera.

3.8.2 - Elementos utilizados

Na composição dos diferentes cenários foram utilizadas diferentes luzes mediante as necessidades de foco dos objectos manipulados.

Cenário 1:

Na visualização do cenário da ilha da Madeira foi utilizada uma luz *omni* para simular a luz solar e emitir raios em todas as direcções. Foi utilizado também um *target spot* para iluminar a embarcação que se situava no mar, visto que o posicionamento da primeira não iria beneficiar a iluminação do barco.

Na descida para o fundo do mar foram utilizadas também uma luz *omni* para iluminar toda a cena, bem como um *target spot* para dar foco à Pintarolas pois esta representa o elemento em destaque neste cenário.

Cenário 2:

Para a iluminação deste cenário, e uma vez que irão interagir múltiplos objectos relevantes para a credibilidade do cenário, foi utilizada uma luz *omni* para iluminar o fundo do mar na sua plenitude para que o cenário não se torne muito escuro. Foram ainda definidas várias *target spots* para focar os diferentes modelos 3D presentes e importantes na composição da cena.

Cenário 3:

À semelhança dos cenários anteriores, foram utilizadas luzes *omni* e *target spot*. A constante utilização deste tipo de luzes consiste na necessidade de efectuar uma iluminação inicial a todo o cenário para que não se torne muito sombrio e, em seguida, utilizar luzes que possam iluminar directamente os intervenientes na acção que irá se desenrolar.

Cenário 4:

Para a ascensão até à embarcação foi utilizado um *target spot*. Na superfície, à semelhança do cenário 1, encontramos a mesma luz *omni* que simula a luz solar e. Em seguida, é utilizada outro *target spot* para iluminar o interior do barco onde vamos encontrar o sonar que irá ser utilizado pelo mergulhador para encontrar a família da Pintarolas.

Cenário 5:

Este é o cenário em que a Pintarolas reencontra a sua família e onde são utilizadas novamente a luz *omni* e várias luzes *target spot* para sobressair as características da Pintarolas, mergulhador e da Mãe da Pintarolas.

3.9 - Efeitos

Os efeitos no 3ds Max são utilizados de forma a permitirem uma visão mais realista do cenário. Para esta visão mais realista poderão ser adicionadas imagens de fundo ou efeitos atmosféricos tais como: nevoeiro, fumo, etc.

3.9.1 - Tipos de efeitos

O 3ds Max possibilita a utilização de dois tipos de fundo: cor única (*Background Color*) e ambiente mapeado (*Environment Mapping*). Também são utilizados diferentes tipos de efeitos atmosféricos, temos o nevoeiro uniforme ou em camadas (*Fog*), nevoeiro volumétrico (*Volume Fog*), luz volumétrica (*Volume Light*) e combustão (*Fire Effect*).

Para adicionar um efeito ao cenário deverá ser efectuado através do menu de topo *Rendering/Environment*, seguido de *Environment and Effects*.

A cor única de fundo (*Background color*) consiste na cor que irá compor o fundo do cenário, esta opção é disponibilizada através da secção *Background* contida em *Environment and Effects*, ilustrada na Figura 3.12.

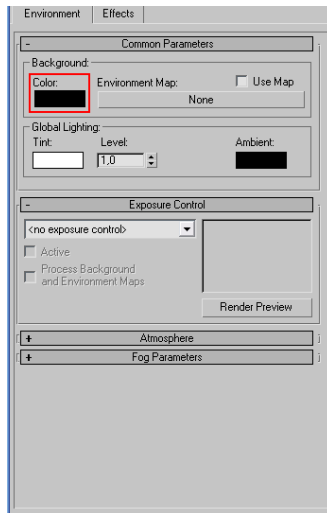


Figura 3.12 – Definição de cor de fundo

O Ambiente Mapeado (*Environment Mapping*) permite que seja escolhido um mapa para ser aplicado ao fundo do cenário. Em vez de termos uma única cor aplicada ao fundo, poderemos ter uma qualquer imagem que torne o cenário mais credível e realista.

O posicionamento desta opção é adjacente à da cor única, situada na mesma secção *Background* contida em *Environment and Effects*, representada na Figura 3.13.

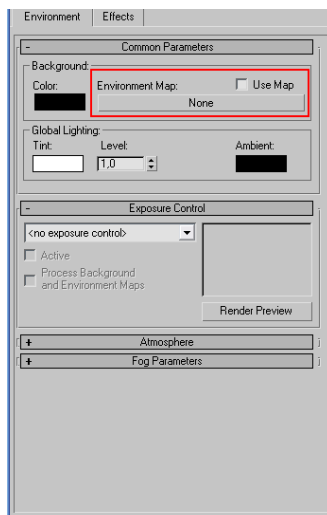


Figura 3.13 – Atribuição de um mapa de ambiente

Como já foi referido anteriormente, o 3ds Max possibilita a adição/edição de efeitos atmosféricos, sendo eles:

- Nevoeiro (*Fog*);
- Nevoeiro volumétrico (*Volume Light*);
- Luz volumétrica (*Volume Light*), e;
- Fogo ou combustão (*Fire Effect*).

A adição destes efeitos atmosféricos é feita utilizando a secção *Environment and Effects*, como é representado na Figura 3.14.

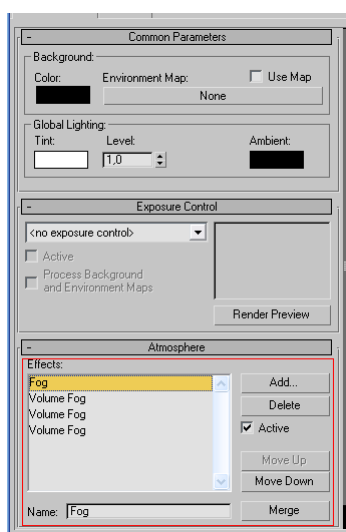


Figura 3.14- Secção de adição de efeitos

Nevoeiro (*Fog*) – é composto por dois tipos diferentes - o nevoeiro uniforme (*Standard Fog*) e o nevoeiro por camadas (*Layered Fog*). Os parâmetros destes tipos de nevoeiro poderão ser modificados no painel *Fog Parameter* (Figura 3.15).

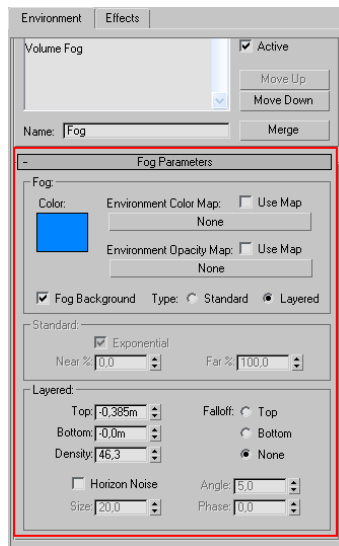


Figura 3.15 – Edição dos parâmetros de nevoeiro

Estes dois tipos de nevoeiro só poderão ser visualizados no momento da renderização através de uma câmara ou de perspectiva.

Nevoeiro Uniforme – *Standard Fog*

“Este tipo de efeito atmosférico preenche toda a cena como se de nevoeiro normal se tratasse. Se não for escolhido nenhum tipo de mapa, o nevoeiro tem uma aparência uniforme” (Barata & Santos, 2010). Ou seja, é um tipo de nevoeiro consistente na sua densidade ao longo de toda a área que foi definida para que este parâmetro apareça.

Nevoeiro por camadas – *Layered Fog*

É um tipo de nevoeiro diferente do anterior visto que o cenário é dividido em camadas horizontais e em que são definidos os parâmetros para o nevoeiro desde o ponto inferior da camada até ao ponto superior.

Nevoeiro Volumétrico – *Volume Fog*

Este tipo de nevoeiro aproxima-se um pouco com o tipo de nevoeiro que enfrentamos na realidade dado que não é constante, por vezes constituídos por pequenas névoas ou nuvens pequenas.

Luz Volumétrica - *Volume Light*

Este efeito consiste na interacção da luz com os efeitos atmosféricos. “É possível criar efeitos de luz a atravessar uma atmosfera densa, dando volume aos raios de luz. Este efeito é conseguido conjugando uma luz com o nevoeiro; a cor da luz é combinada com a do nevoeiro” (Barata & Santos, 2010).

Fogo ou Combustão – *Fire Effect*

Este efeito serve essencialmente para criar efeitos de fogo ou combustão. “(...) permite a simulação de fogueiras, bolas de fogo, nuvens nebulosas, etc.” (Barata & Santos, 2010).

3.9.2 - Efeitos utilizados

Cenário 1:

Na visão da ilha da Madeira foi utilizado o efeito *Volume Fog* para simular nuvens a pairar sobre o cenário à medida que a câmara fosse sobrevoando o cenário. Foi também utilizado um *Lens Effect* para simular a luz solar.

Quando a acção passa para o fundo do mar foram utilizados dois tipos diferentes de nevoeiro. Foi utilizado o *Volume Fog* na parte mais próxima da câmara mas com parâmetros baixos para que se consiga visualizar todos os elementos do cenários mas, ao mesmo tempo, dar uma pequena noção de atenuação similar à exercida pelo fundo do mar. O *Fog*, visto que é mais linear, foi utilizado no mesmo cenário mas num posicionamento mais afastado da câmara de modo a poder atenuar mais os objectos (baleias) para que não parecessem tão nítidos.

Cenário 2:

Neste cenário foi igualmente utilizado o *Fog* e *Volume Fog* com cores similares às do fundo do mar. Os parâmetros destes elementos foram calculados de forma a não

atenuarem demasiado os elementos 3D que iriam interagir no cenário e ao mesmo tempo indiciar a presença dos mesmos num meio aquático.

Cenário 3:

Neste cenário foi utilizado o *Fog* em camadas, visto que a acção se desenrola no fundo do mar e queremos definir o fundo do mar um pouco mais claro, para podermos visualizar bem o cenário e à medida que a câmara seja direccionada no sentido ascendente este demonstre uma gradual atenuação, bem como para o fundo do cenário.

Foi utilizado igualmente o *Volume Fog*, situado sobre os elementos que compõem a cena, para mostrar algum efeito de água e atenuação para que alguns objectos não parecessem apenas suspensos no espaço.

De referir que a coloração utilizada pelo *Fog* e *Volume Fog* foi uma cor azulada para melhor simular o fundo do mar.

Cenário 4:

Este cenário é similar ao primeiro visto que se passa uma parte no fundo do mar utilizando os mesmos efeitos atmosféricos (*Fog* e *Volume Fog*) e, posteriormente, noutra parte do cenário à superfície onde foi utilizado o *Fog*.

Cenário 5:

Neste cenário, à semelhança dos outros em que a acção decorreu no fundo do mar, foram utilizados os efeitos de *Fog* e *Volume Fog*. É notório o efeito de nevoeiro à medida que a Mãe da Pintarolas se aproxima do mergulhador e a Pintarolas. Este efeito serviu para atenuar a visualização dos elementos (Mãe da Pintarolas e a família) mais longínquos em relação à câmara.

3.10 - Câmaras

Neste tópico são abordados outro tipo de elementos que estão contidos no 3ds Max, as Câmaras.

As câmaras são objectos que simulam o que as câmaras de filmar ou câmaras fotográficas fazem na realidade. Estas são posicionadas em locais estratégicos de forma a poder captar a cena de um determinado ponto de vista. As câmaras possuem diferentes parâmetros e animações de maneira a poderem ser o mais flexível e manipuláveis possíveis. Para Barata e Santos (2010) “As câmaras podem ser animadas de várias formas, permitindo “sobrevolar” e ”andar” pela cena. Podem ainda animar-se alguns dos seus parâmetros, sendo possível fazer *zoom*, rodar a câmara, etc.”.

3.10.1 - Tipos de câmaras

Existem dois tipos de câmaras disponibilizadas no 3ds Max:

Câmara livre - *Free*: Esta câmara é utilizada quando queremos mostrar uma determinada área do cenário para a qual a câmara aponta em que não é definido qualquer tipo de alvo.

Câmara com alvo - *Target*: Este tipo de câmara permite um melhor controlo da visualização de objectos. “Este tipo de câmara permite visualizar a área em torno do seu alvo. É possível mover a câmara e o seu alvo independentemente”, tal como afirma Barata e Santos (2010).

3.10.2 - Câmaras Utilizadas

Para a captação dos elementos dos diferentes cenários foram apenas utilizadas as câmaras livres. Visto que a maior parte ou até a totalidade dos cenários necessitavam de uma visualização mais abrangente e generalista, não foi necessária a introdução de câmaras com alvo. As características de modificação dos dois tipos de câmaras são similares.

Os cenários modelados são cenários em que a animação não ocorria com o intuito de focar um determinado objecto ou situação. Eram cenários em que iriam haver muita interacção, exposição e demonstração do que se passava em redor.

No cenário 1 a câmara teria que captar simultaneamente a ilha da Madeira, o ambiente em redor (mar, barco, etc.). Na descida para o fundo do mar também iria ter que haver uma vista que abrangesse toda a vida marinha em torno da Pintarolas (plantas

marinhas, peixes, etc.), a própria Pintarolas e a família que se deslocava no fundo do cenário.

Em relação ao cenário 2, relativo à biodiversidade, é mais um exemplo da utilização da câmara livre visto que neste cenário era necessário dar a conhecer as diferentes espécies de peixes existentes no fundo do mar, mais especificamente no fundo do mar da Madeira.

No cenário 3, cenário caracterizado pelo fundo do mar, também necessitava de uma câmara que pudesse mostrar todo o lixo existente no fundo do mar, bem como a aproximação do mergulhador à Pintarolas.

O cenário 4, em que a Pintarolas e o mergulhador vão à superfície mais precisamente à embarcação do Museu da Baleia, necessitava de uma câmara livre para mostrar a subida dos dois à superfície e para que após a chegada à superfície, a câmara pudesse disponibilizar uma vista ampla do ambiente à superfície antes de entrar na embarcação “Ziphius”.

O último cenário é mais um exemplo da utilização da câmara livre, porque permite captar simultaneamente a procura da mãe efectuada pelo mergulhador e pela Pintarolas, bem como o reencontro da mãe com a Pintarolas. No mesmo cenário e com a mesma câmara foi possível a visualização do resto da família da Pintarolas a se deslocar.

3.11 – Animação

Neste tópico será abordado o conceito de animação, assim como os requisitos necessários para a sua aplicação em cada objecto. Serão ainda especificados os requisitos gerais para implementar a animação em cada cenário.

3.11.1 - O que é?

Uma animação consiste numa sequência de imagens que, quando vistas em sequência, promovem a sensação de movimento. A cada uma destas imagens dá-se o nome de *frame*. Para criar uma animação de alguns segundos serão necessários alguns frames dependendo da qualidade que queremos para a nossa animação. Isto é, se

queremos uma animação com maior qualidade escolhemos a utilização de um maior número de frames por segundo para a nossa animação.

A animação não é um processo fácil. Num cenário complexo com bastantes objectos é necessária a animação de cada um deles individualmente o que, além de difícil, torna-se cansativo. Contudo não é necessário animar os objectos frame a frame, pois o 3ds Max só necessita que seja indicado um movimento inicial num determinado frame e o fim do movimento em outra frame.

Segundo Barata e Santos (2010), “A criação individual de cada imagem seria muito difícil e demorada. Para evitar um esforço desnecessário, o 3ds Max possui um sistema de animação que nos possibilita criar apenas alguns fotogramas, sendo o cálculo dos fotogramas intermédios feitos pela aplicação”.

O 3ds Max utiliza uma barra com um determinado número de frames chamada *Time Slider* que irá definir a extensão da nossa animação. O início e final de uma determinada animação dentro desta barra chamam-se *keyframes*, enquanto os valores de modificação dos frames são denominados por *keys*. Esta representação é ilustrada na Figura 3.16.

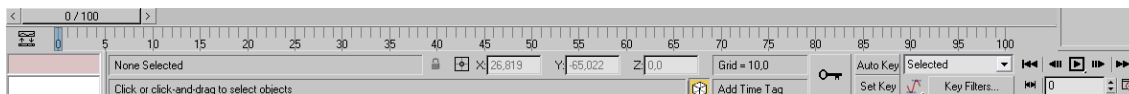


Figura 3.16 – Barra de componentes de animação

3.11.2 - Requisitos para a animação dos objectos dos cenários

- **Duração da animação**

Este requisito é essencial numa animação e requer algum estudo e planeamento. Para cada cenário foram estipulados diferentes durações baseadas nos diálogos que iriam se passar a cada cena.

- **Animação dos objectos**

Alguns objectos requeriam algum estudo antes da implementação da sua animação, tais como:

Mergulhador – Para este elemento era necessário ter conhecimento do movimento das pernas e braços quanto este se desloca quer na horizontal quer na vertical.

Pintarolas e as baleias – Conhecer como as barbatanas se movimentam, bem como estudar a sua posição corporal quando se desloca de forma ascendente até à superfície e também quando desce até às profundezas do mar.

Animais marinhos (Raia, Polvo, etc.) – Também para estes elementos foi necessário adquirir informação de como estes se movimentam e se deslocam.

Rede – Era necessário posicionar a rede uma direcção vertical para que esta apanhasse a Pintarolas e para que a história se pudesse desenrolar.

Plantas – Estes objectos foram animados de forma simples, mas o desafio era o elevado número de elementos que compunham as cenas.

Sonar – Para a animação deste modelo foi necessário efectuar pesquisas sobre como era um sonar e a sua forma de trabalhar para poder atingir o objectivo final.

Mar – Este objecto foi animado utilizando simultaneamente a *Time Slider* através das *key frames* e os modificadores (*noise*) para ir dando o efeito de ondulação ao objecto.

Embarcação – A animação deste objecto é similar ao utilizado pelo movimento ondulatório do mar.

3.11.3 - Animação dos cenários

Já vimos que é necessário definir a dimensão de frames para que seja efectuada uma animação, como é demonstrado na Figura 3.17, mas para isto é necessário ajustar diferentes parâmetros:

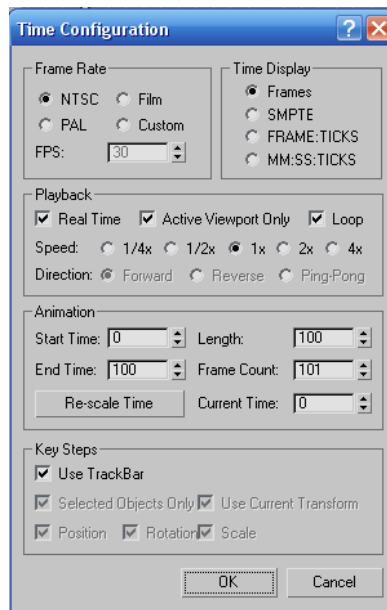


Figura 3.17 – Configuração das características da animação

Frame Rate - é nesta secção que definimos o número de frames por segundo que irá compor a nossa animação. Os botões *NTSC*, *Film* e *PAL* já possuem valores predefinidos, enquanto o *Custom* permite escolher o número de frames por segundo.

Time Display - Define como o tempo será mostrado na aplicação. Poderá ser apresentado em *Frames* ou em *SMTE* (minutos, segundos, etc.).

Playback – Responsável por controlar a visualização da animação nas janelas.

Animation – Especifica a duração da animação. O *Start Time* e *End Time* definem a gama de tempo activo para a animação.

Key Steps – Só é configurado quando utilizamos o modo de chave (*key mode*). Quando o *Track Bar* está ligado só apenas os frames-chave presentes na barra de animação é que estão visíveis quando são pressionados os botões *Previous Key* e *Next Key*. Quando o *Selected Objects Only* está activo, só os frames-chave dos objectos seleccionados são visíveis a quando da utilização dos botões *Previous Key* e *Next Key*.

3.12 - Renderização

A renderização de um cenário consiste na geração de uma imagem ou conjunto de imagens se estivermos a falar de animação. “O objectivo final do Max é criar

imagens fixas ou animações realistas. A este processo, dá-se o nome de visualização realista, vulgarmente designado pelo termo inglês *rendering*” (Barata & Santos, 2010).

3.12.1 - Configuração

Para que seja efectuado o *rendering* de uma cena é necessário inicialmente activar as janelas ou câmaras pretendidas.

Seguidamente é necessário definir os parâmetros de controlo de visualização da cena (*Render Setup*) que está situado no menu *Rendering* (Figura 3.18).

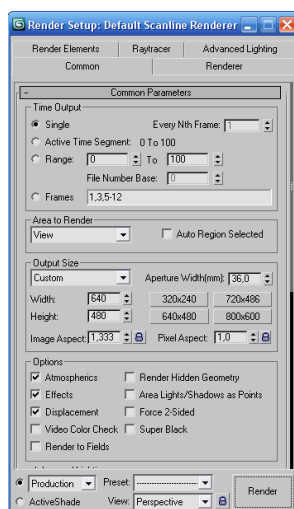


Figura 3.18 – Edição do render

No separador *common* são definidos vários tópicos importantes para a definição de como a visualização da cena irá decorrer.

Time output

Single – Visualização de apenas de um frame do cenário.

Active Time Segment – Renderiza todos os segmentos activos que foram definidos pela barra utilizada para a animação (*time slider*).

Range – Define a gama de segmentos que queremos que sejam apresentados.

Frames – Define apenas as frames que pretendemos visualizar. Para frames não adjacentes são usados como separadores a vírgula “,” e para definir intervalos de frames são utilizados hífenes “-”.

Em seguida definimos o tamanho da janela onde queremos apresentar o cenário criado, bem como se queremos que sejam gerados os efeitos atmosféricos, os efeitos especiais, etc.

Para concluir com sucesso o processo de edição de valores de renderização é necessário definir os parâmetros do *Render Output*.

Save File – Este parâmetro permite que seja gravado o render, quer seja apenas uma imagem quer uma animação.

Put Image File List(s) in Output Path(s) – Nesta secção é criado um ficheiro de sequência de imagem para cada elemento de *rendering* para que posteriormente possa ser utilizado em aplicações de composição digital.

Use Device – Possibilita a gravação do *rendering* num dispositivo externo, por exemplo um gravador de vídeo.

Rendered Frame Window – O resultado final do *rendering* é apresentado na janela de visualização.

3.12.2 - Características Utilizadas

Visto que este projecto possuía vários requisitos no que concerne à renderização do cenário, foram definidos os seguintes atributos para cada secção:

Time output

Single – Não definido, visto que o objectivo final era a geração de uma animação.

Active Time Segment – Este parâmetro era utilizado apenas na geração de cenários de pequena duração, isto é, apenas eram renderizadas animações com tamanhos que se

aproximassem dos trezentos frames para que não ocorresse o risco de acontecerem erros e termos que refazer o processo integralmente.

Range – Em alguns cenários devido à sua grande dimensão e reduzida capacidade de processamento da máquina utilizada para o *rendering*, este parâmetro foi utilizado, normalmente em intervalos de trezentos frames.

Frames – Esta opção não foi utilizada visto não necessitar de efectuar o render intercalado de frames nem de pequenos intervalos. Para tal, foi utilizado o parâmetro *Range*.

Em seguida, foram definidos os tamanhos de saída do render (1280x800), por serem os valores que melhor se adaptam à máquina em que foi executada a acção. Foi utilizado finalmente o parâmetro *Save File* com o nome do cenário e a extensão “.AVI” para que o render pudesse ser catalogado e acedido como se de um vídeo tratasse e com a melhor qualidade possível.

3.13 - Conclusão

Através de todos estes tópicos podemos constatar que todo o processo de modelação de cenários 3D é um processo longo e moroso. Vimos que para construir um cenário é necessário a modelação dos objectos que o compõem utilizando as diferentes técnicas existentes, irão ser aplicados os materiais referentes a cada elemento 3D. De seguida é necessária a introdução de uma ou mais câmaras de forma a melhor captar a essência dos objectos ou do cenário construído.

Após a introdução destes elementos essenciais, é necessária a introdução de efeitos especiais para adicionar credibilidade e realidade à cena. A animação do cenário é o passo seguinte, sendo esta efectuada em consonância com a(s) câmara(s) que irá(ão) captar toda a acção. Finalmente são definidos os parâmetros de renderização para obter a melhor qualidade possível de imagem para a animação do cenário.

4 - DESENVOLVIMENTO DA FRAMEWORK PARA INTEGRAÇÃO DE APLICAÇÕES DE RV, RA E MULTIMÉDIA

Neste capítulo irá ser abordada uma outra componente deste projecto em que consiste na criação de uma aplicação capaz de efectuar a integração de aplicações multimédia, realidade aumentada e realidade virtual. Isto é, a criação de uma Framework que permita introduzir e controlar facilmente a apresentação de todos estes tipos de aplicações.

4.1 – Requisitos

Para a concepção deste projecto informático foi necessário definir os requisitos a que este deveria obedecer, tais como os requisitos funcionais e requisitos não-funcionais.

Os requisitos funcionais são expressos pelas funções a serem suportadas pelo software. Estas funções devem satisfazer os requisitos de negócio e formam base para as demais actividades no projecto.

Quanto aos requisitos não-funcionais, estes são referentes aos aspectos não funcionais do sistema, ou seja, às restrições que lhe são impostas ou às propriedades emergentes do sistema.

4.1.1 - Requisitos funcionais

Os requisitos funcionais são os requisitos que demonstram o comportamento do sistema, as suas acções, isto é, descreve tudo o que será efectuado pelo sistema.

Os requisitos funcionais considerados no projecto são:

Identificação: RF1

Objetivo: Incorporar elementos de Realidade Aumentada;

Identificação: RF2

Objetivo: Integrar componentes de Realidade Virtual;

Identificação: RF3

Objetivo: Apresentação de elementos multimédia (ex: vídeos);

Identificação: RF4

Objetivo: Efectuar navegação entre todas as páginas de visualização de vídeos;

Identificação: RF5

Objetivo: Permitir que em cada página seja capaz de voltar sempre ao menu principal;

Identificação: RF6

Objetivo: Possibilitar a navegação para a página de actividades através de um botão;

Identificação: RF7

Objetivo: Carregar através de XML as diferentes actividades para cada temática;

Identificação: RF8

Objetivo: Continuar a navegação para o tema seguinte logo após a conclusão das actividades que o utilizador estava executando;

Identificação: RF9

Objetivo: Nas páginas onde são visualizados os vídeos, estes devem-se iniciar automaticamente;

Identificação: RF10

Objetivo: Ser capaz de navegar para a página de actividades assim que é terminada a visualização do vídeo, e;

Identificação: RF11

Objetivo: Inicialmente na aplicação é proposto a opção de visualização dos vídeos separadamente ou integralmente (história completa).

4.1.2 - Requisitos não-funcionais

Os requisitos não-funcionais são os requisitos que expressam como o sistema deve ser implementado. Em suma relacionam-se com padrões de qualidade como a confiabilidade, desempenho, segurança, etc.

Por sua vez, os requisitos não-funcionais considerados no projecto são:

- **Usabilidade**

RNF1: Para a utilização desta aplicação apenas será necessária a utilização do rato;

RNF2: É uma aplicação intuitiva e fácil de usar, não sendo necessário ser um utilizador experiente;

- **Confiabilidade**

RNF1: A possibilidade de ocorrerem falhas ou quebras na aplicação são mínimas ou nenhuma;

- **Desempenho**

RNF1: O tempo de resposta da aplicação é mínimo;

- **Segurança**

RNF1: Esta aplicação poderá ser utilizada tanto pelo professor como pelo aluno numa aula, não existem restrições de uso;

RNF2: Ao utilizador é-lhe permitido a alteração do nome das actividades, bem como do conteúdo da informação dessas actividades via XML;

- **Hardware e Software**

RNF1: Não são necessários grandes recursos de processamento nem de armazenamento por parte da máquina que suporte a aplicação visto ser uma aplicação leve, e;

RNF2: A aplicação poderá ser utilizada em qualquer sistema operativo e por qualquer dispositivo que possibilite a leitura de ficheiros com a extensão “.SWF”.

4.1.3 - Casos de uso

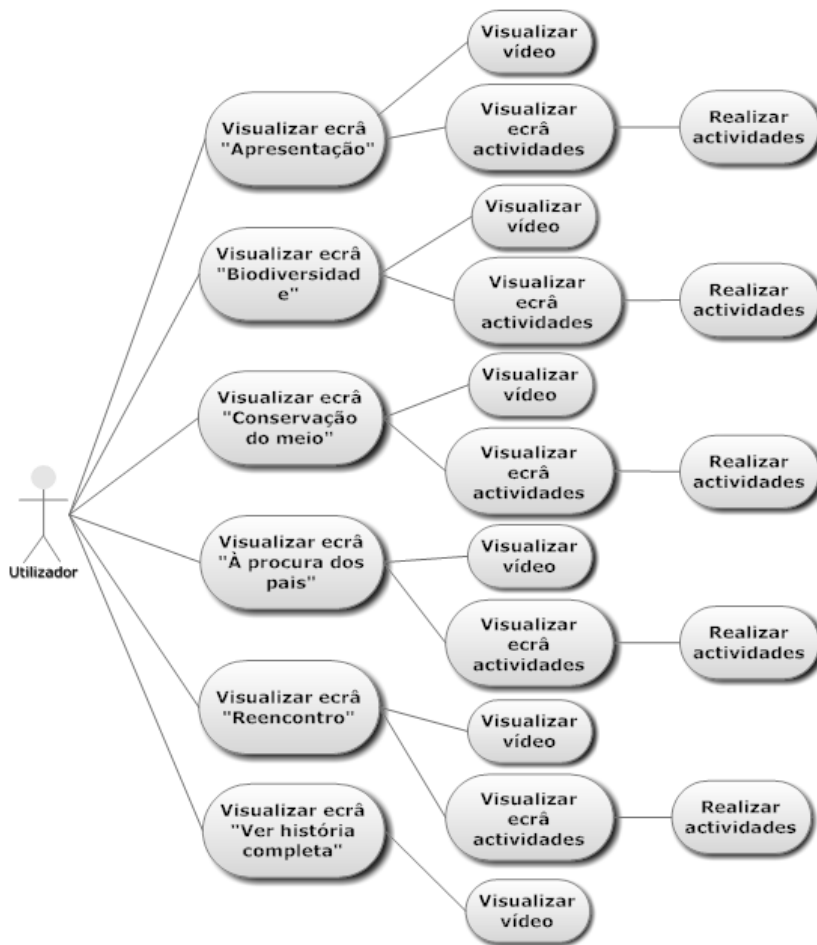


Figura 4.1 – Diagrama de casos de uso

O diagrama de casos de uso ilustrado na Figura 4.1 descreve as possíveis interações do utilizador com a aplicação. A seguir são descritos esses casos de uso:

- O ecrã inicial de navegação dispõe de seis páginas de visualização de vídeos, sendo que o utilizador tem a possibilidade de escolher a página que pretende observar;
- Após a selecção da página surge a possibilidade de escolher a visualização do vídeo ou a imediata navegação para o ecrã das actividades, excepto no ecrã “Ver história completa” que apenas possibilita a visualização do vídeo, e;
- Seguidamente, aquando da navegação para o ecrã das actividades é permitido ao utilizador a realização de diversas actividades.

4.1.4 - Diagramas de actividade

Seguidamente irão ser demonstrados os diagramas de actividade relativamente à Framework. Estes são constituídos pelos diagramas de visualização de vídeos, execução de actividades e, finalmente, um diagrama que junta as duas actividades anteriores.

A Figura 4.2 demonstra um diagrama de actividade, nomeadamente do processo de visualização de vídeos.

Visualização de vídeos

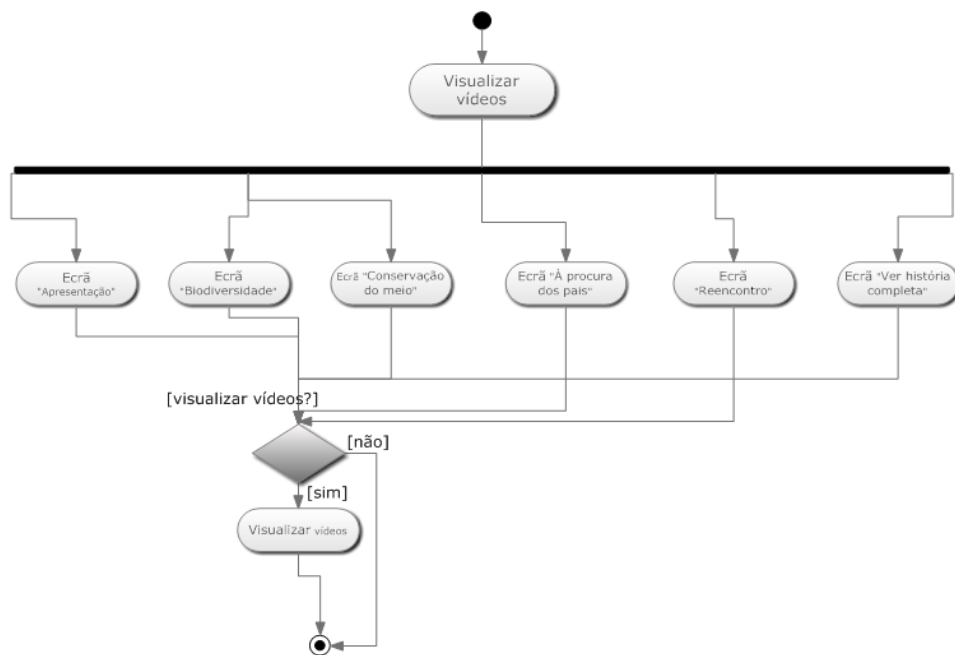


Figura 4.2 – Diagrama de actividade sobre visualização de vídeos

A Figura 4.2 é representativa do processo de visualização de vídeos. Para a execução desta actividade é necessário que o utilizador navegue para os ecrãs de “Apresentação”, “Biodiversidade”, “Conservação do meio”, “À procura dos pais”, “Reencontro” e “Ver história completa”. Seguidamente, podem optar pela visualização dos vídeos, sendo assim a acção é iniciada. Caso não queiram efectuar esta actividade a acção é terminada.

A Figura 4.3 é responsável pela demonstração do processo de execução das actividades propostas no ecrã de actividades.

Execução de actividades

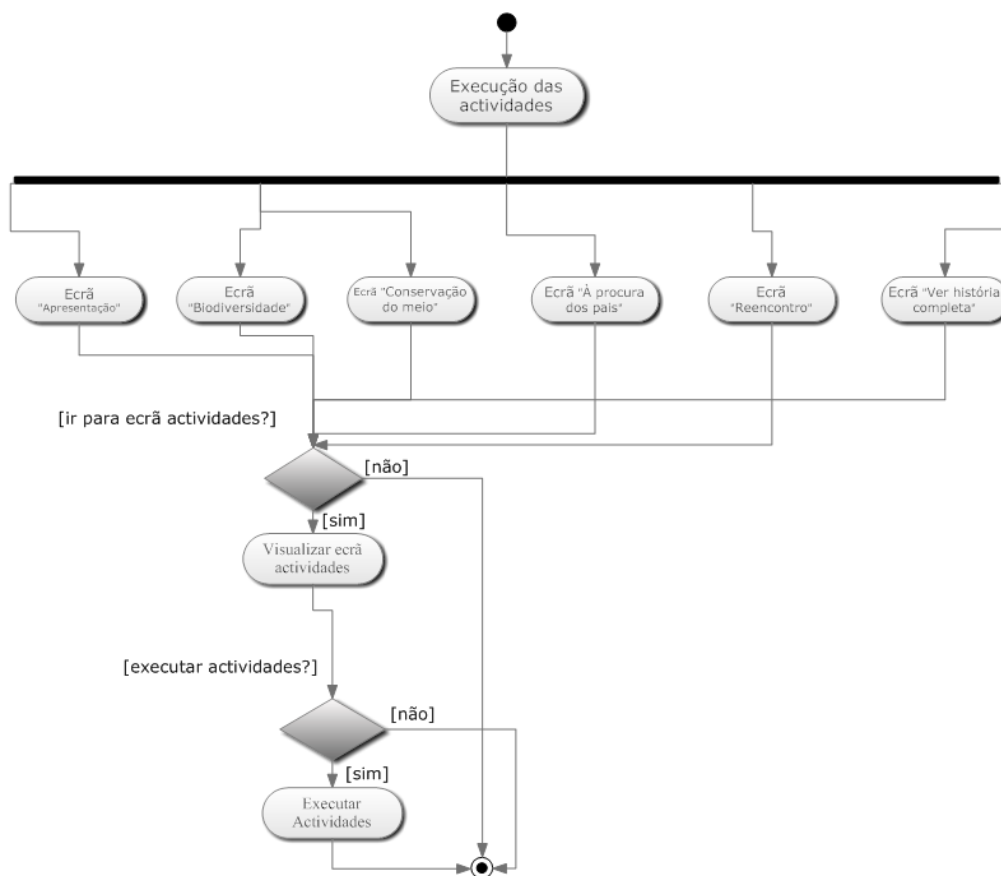


Figura 4.3 – Diagrama de actividades sobre a execução de actividades

A Figura 4.3 ilustra o processo de execução de actividades. Este processo é similar ao processo de visualização de vídeos. Inicialmente, o utilizador necessita navegar para os ecrãs de “Apresentação”, “Biodiversidade”, “Conservação do meio”,

“À procura dos pais”, “Reencontro” e “Ver história completa”. Posteriormente, quando presentes nesses ecrãs, há a possibilidade de navegação para o ecrã de actividades. Se a escolha for negativa é terminada a actividade, contudo, se for positiva somos transportados para o ecrã de actividades. Neste ecrã existe novamente a possibilidade de escolher se pretendemos ou não executar a actividade. Se escolhermos efectuar a actividade, a actividade é iniciada, caso não seja pretendido a sua execução, a acção é findada.

A Figura 4.4 representa o diagrama de interacção do utilizador com o sistema a quando da visualização dos vídeos ou execução das actividades.

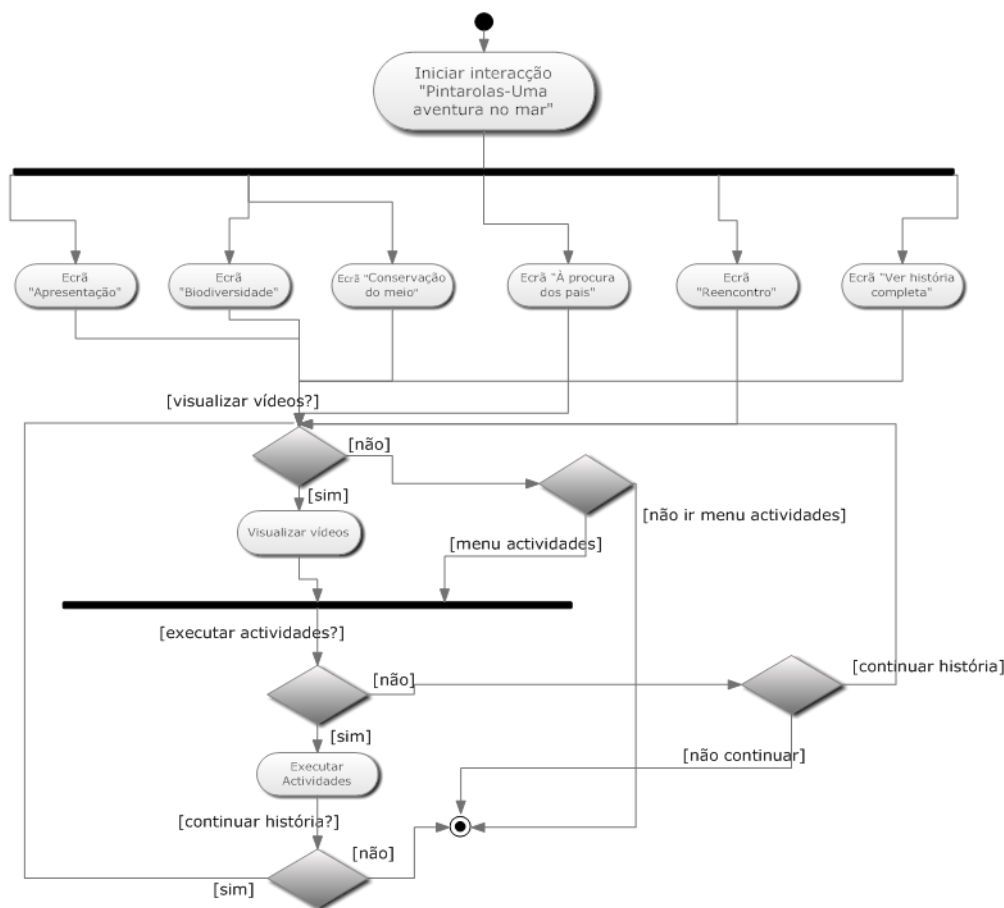


Figura 4.4 – Diagrama de actividades de visualização de vídeos e de actividades

Na Figura 4.4 é demonstrado todo o processo de execução das actividades de visualização de vídeos e de execução de actividades. Quando a interacção é iniciada, existe a possibilidade de escolha entre os diferentes ecrãs de visualização dos vídeos.

Depois de efectuada a escolha, existe a opção de visualização de vídeos ou navegação automática para o ecrã de actividades. Se é escolhida a opção de visualizar os vídeos a acção é iniciada, caso contrário a navegação é realizada para o menu de actividades. No ecrã de actividades, caso não seja pretendido efectuar as actividades, há a possibilidade de continuar a história para outro ecrã de vídeo e repetir os processos já descritos. Uma vez que se queira efectuar a actividade, a acção é efectuada, existindo também a opção de continuar a história para outro ecrã de vídeo. Todo este processo termina quando é findada uma acção ou quando não pretendemos, inicialmente, efectuar nenhuma acção.

4.2 – Arquitectura

A Figura 4.5 representa a estrutura interna da Framework, apresentando os diferentes módulos e suas respectivas dependências.

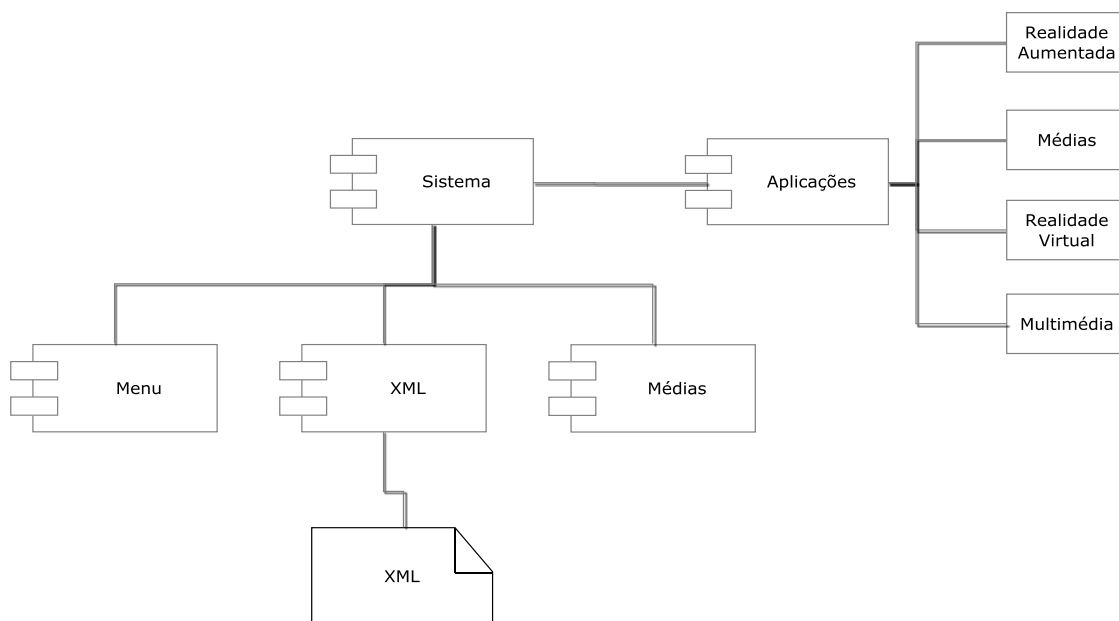


Figura 4.5 – Arquitectura da Framework

Nas próximas sub-seccões os módulos da arquitectura apresentada são discutidos.

4.2.1 - Módulo Sistema

A Figura 4.6 define como é constituído o módulo Sistema.

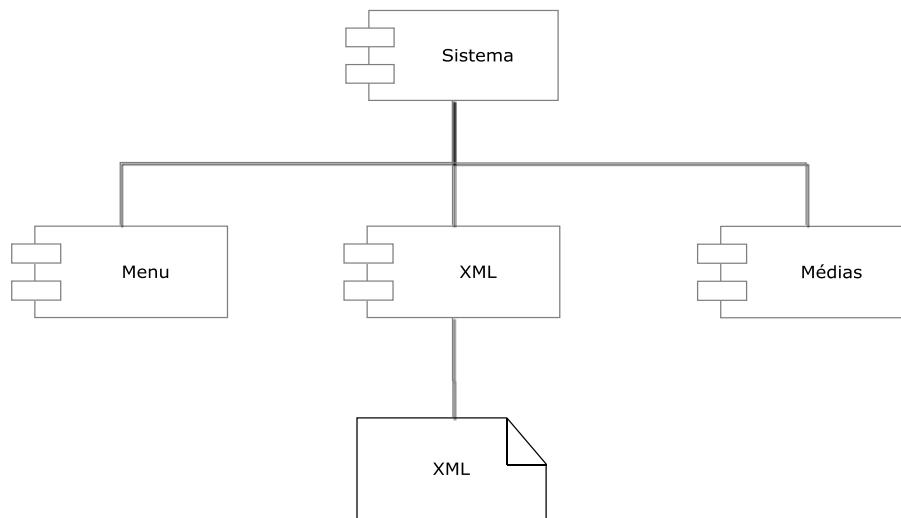


Figura 4.6 – Esquema representativo do módulo Sistema

O módulo Sistema é responsável pelo controlo de todos os módulos da Framework. Permite verificar em que situação ou que acção o utilizador deseja efectuar e consequentemente verifica qual dos módulos deve actuar perante esta acção. Este módulo é o gestor da Framework, gere a navegação entre os diferentes ecrãs, gere também os módulos bem como a interacção entre eles.

4.2.2 - Módulo Menu

A Figura 4.7 ilustra o modo de funcionamento do módulo Menu.

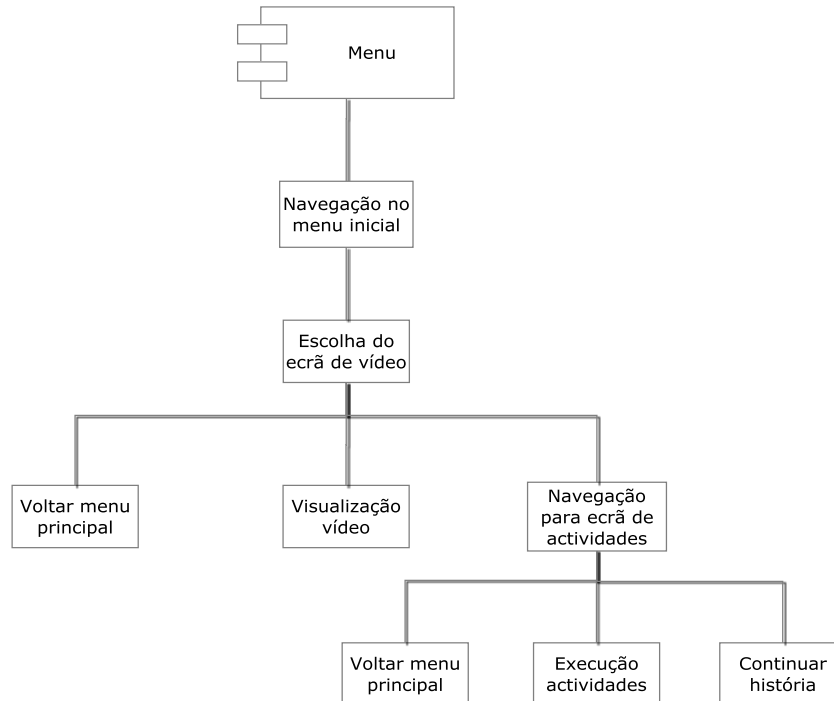


Figura 4.7 – Esquema representativo do módulo Menu

O módulo Menu é responsável pelo controlo da navegação do utilizador a partir do menu inicial. Este módulo permite que o utilizador siga para o destino pretendido, neste caso para os diferentes ecrãs de vídeos (Apresentação, Biodiversidade, Conservação do meio, À procura dos pais e Reencontro) através dos botões de navegação.

O módulo Médias representado na Figura 4.9 tem como objectivo principal a gestão (início, pausa, a interrupção, etc.) dos conteúdos multimédia a serem apresentados na aplicação. Em particular, este módulo é responsável pelo controlo da apresentação dos vídeos, tornando assim a sua apresentação mais eficiente e controlada visto que em caso que aconteça alguma situação adversa este módulo permite efectuar alguma acção para a resolver, quer seja reiniciando a média, parando-a ou até a interrompendo.

4.2.5 - Módulo Aplicações

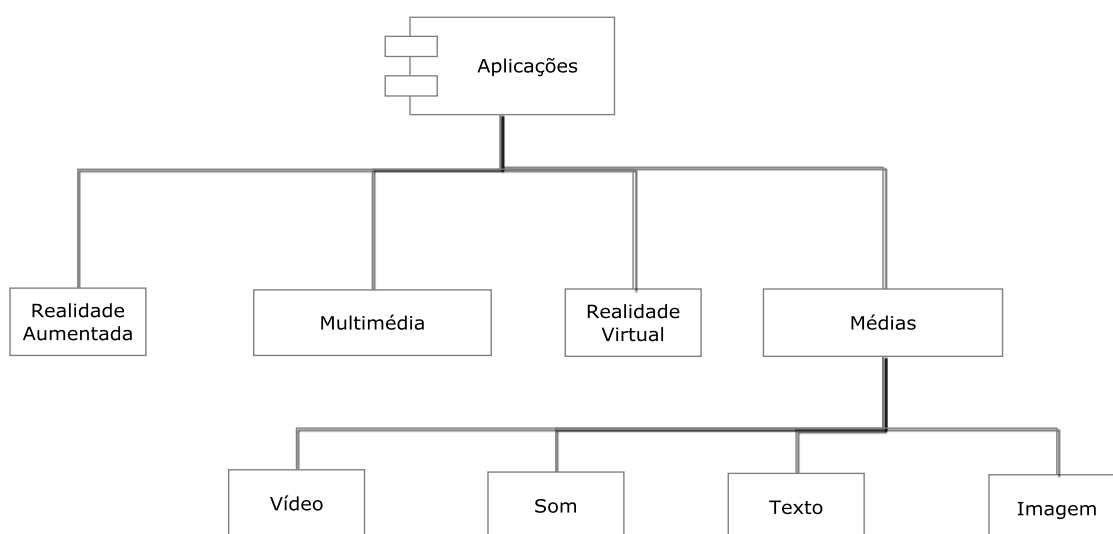


Figura 4.10 – Esquema representativo do módulo Aplicações

O módulo Aplicações representado na Figura 4.10 é responsável por gerir o carregamento dos diferentes tipos de aplicações a partir das referências realizadas no ficheiro XML, nomeadamente as aplicações: Multimédia, Realidade Virtual, Realidade Aumentada e/ou Médias individuais.

4.3 – Desenho

Durante o desenho da aplicação a ser desenvolvida, foi utilizada a ferramenta de protótipos abstractos canónicos de Constantine e Lockwood (2003), que permite efectuar uma visão mais abstracta dos ecrãs da aplicação.

Em seguida são demonstrados os três diferentes ecrãs que são visualizados nesta aplicação.

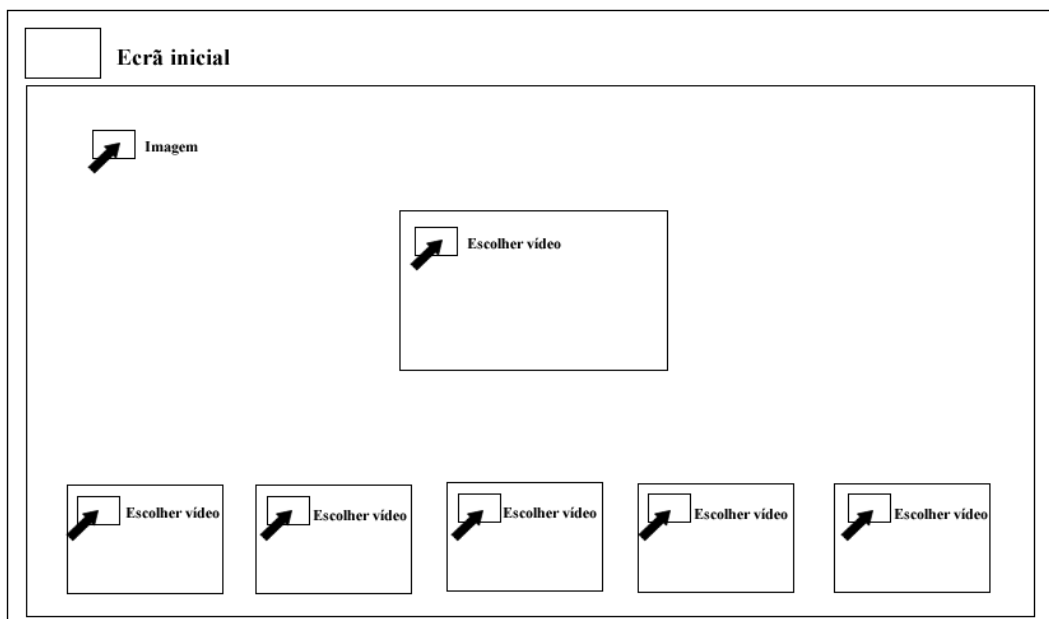


Figura 4.11 – Ecrã principal

O ecrã apresentado na Figura 4.11 demonstra como é composto a primeira imagem da aplicação assim que se inicia.

O ecrã é composto por uma imagem de fundo e por seis botões de navegação. Cinco dos botões são situados na parte inferior do ecrã e que permite a navegação para os diferentes ecrãs de vídeo existentes, o outro botão situa-se no centro do ecrã e permite navegar para o ecrã de vídeo que mostra os vídeos todos em sequência.

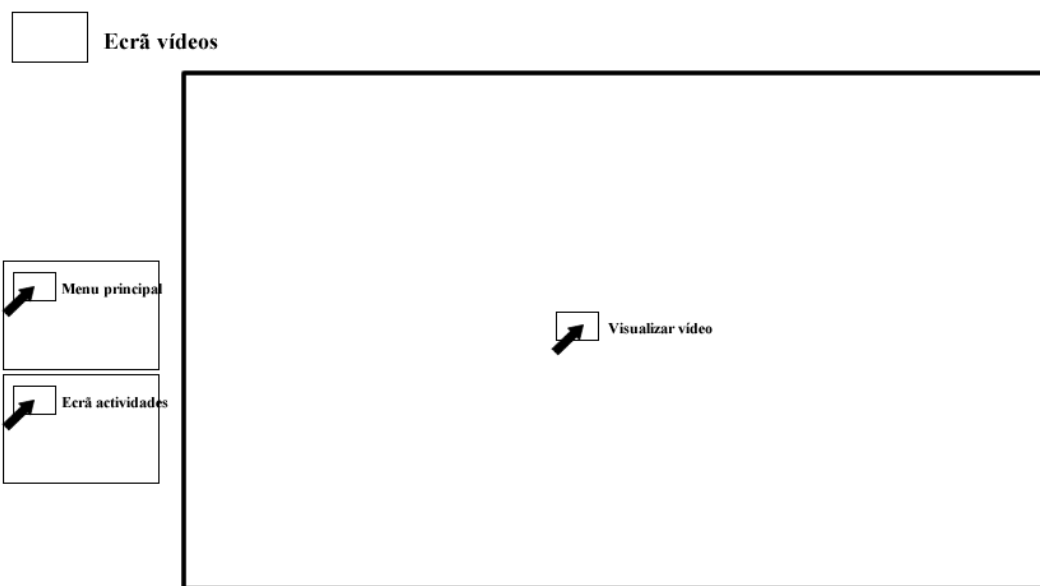


Figura 4.12 – Ecrã dos vídeos

O cenário apresentado na Figura 4.12 permite a visualização do vídeo bem como a navegação para o menu principal para escolha de novo vídeo ou então a navegação imediata para o ecrã das actividades.

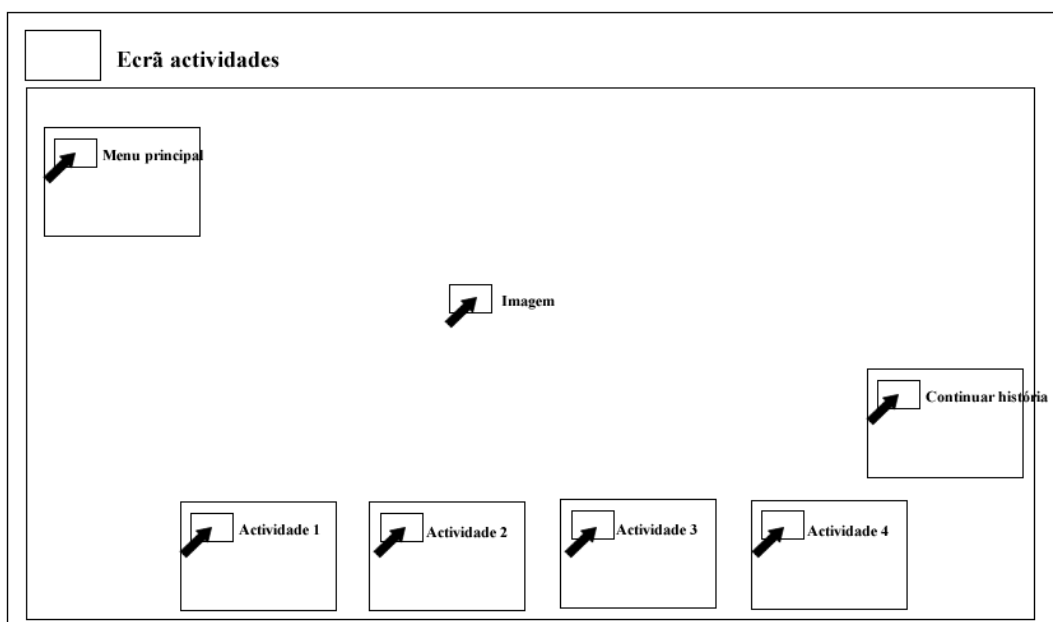


Figura 4.13 – Ecrã actividades

Este é o cenário (Figura 4.13) que surge logo após a visualização do vídeo ou quando é clicado no botão das actividades. Este ecrã é composto por uma imagem de fundo, os botões das actividades carregadas em XML na parte inferior do ecrã, um botão de “continuar a história” para seguir para o vídeo seguinte e ainda por um botão na parte superior esquerda do ecrã para a navegação para o menu principal.

4.4 - Implementação da aplicação

Nesta secção são descritas em detalhe as fases e módulos que foram implementados nesta aplicação. Esta aplicação foi implementada através do uso do software Adobe Flash CS4 (Adobe Flash CS4, 2008) através da linguagem de programação utilizada pelo mesmo, o Actionscript3 (Actionscript3, 2006).

4.4.1 - Histórico do desenvolvimento

Após o estudo das diversas ferramentas passíveis de serem utilizadas no projecto em questão, a escolha recaiu sobre o Adobe Flash CS4 pelas razões já mencionadas em capítulos anteriores.

Numa fase inicial, foram efectuadas diferentes análises aos requisitos necessários para a construção da aplicação.

Inicialmente, um dos requisitos seria que a aplicação fosse utilizada tanto por um professor como por um aluno, com a particularidade do aluno poder pertencer tanto ao 1º ciclo como ao 3º ciclo. Logo, a aplicação a ser criada tinha que possuir uma aparência ao mesmo tempo atractiva, funcional e simples para que pudesse cativar todos os seus utilizadores.

Assim foram escolhidos a imagem de fundo para o menu principal, logótipo e posicionamento dos botões de navegação (Figura 4.14). Os botões de navegação constituíram um aspecto a ter em conta, visto que não poderiam ser demasiado “infantis” mas por outro lado, teriam que se enquadrar com a temática e com a imagem de fundo do menu principal.



Figura 4.14 – Menu principal

Seguidamente, foram criados os ecrãs dos vídeos (Figura 4.15). Neste tipo de ecrãs não foi introduzida qualquer imagem de fundo, uma vez que os vídeos iriam ocupar a maior parte dos mesmos. Neste ecrã foram incorporados dois botões de navegação, sendo que estes, à semelhança dos botões do menu principal, possuem um desenho relativo à temática do projecto (fundo do mar).

Foi decidido que os botões de navegação iriam possuir alguma transparência para que, quando se estivesse a assistir ao vídeo, estes não captassem a atenção do utilizador. Os botões introduzidos foram: o de voltar ao menu principal e o de seguir para o ecrã de actividades.

Após a implementação da navegação entre todos estes ecrãs foi definido que, aquando da navegação para o ecrã dos vídeos, o vídeo deveria iniciar automaticamente e a barra de controlo de apresentação do vídeo deveria estar invisível.



Figura 4.15 – Ecrã da visualização dos vídeos

De seguida, iniciou-se a criação do ecrã de actividades (Figura 4.16). Este ecrã utilizou a mesma imagem de fundo que a do menu principal, onde foram introduzidos dois botões: um de navegação para o menu principal e outro para a ida para a visualização do vídeo seguinte. Este ecrã teve a particularidade de ser o aquele onde irá ser carregado o ficheiro XML, com as actividades a serem executadas pelos utilizadores.



Figura 4.16 – Ecrã das actividades

A Figura 4.17 apresenta um excerto do ficheiro XML referente às actividades relacionadas com o vídeo da Apresentação da Pintarolas.

Este foi escrito com o Wordpad com a extensão .XML. Este ficheiro é constituído com um conjunto de itens (*MenuList*). Cada item definido como *MenuItem* é constituído por um nome (*ItemLabel*) que é o nome com que irá aparecer na aplicação, seguido pelo endereço (*urlstring*) da média a ser carregada bem como a sua extensão (.SWF). A sintaxe do documento XML apresentado é detalhada no Anexo A através da sua DTD (Document Type Definition) (Document Type Definition, 1999).

```

Actividades_apresentacao.xml
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<XML>
  <MenuList>
    <MenuItem>
      <itemLabel>Actividade 1</itemLabel>
      <urlstring>jogos/atividade1.swf</urlstring>
    </MenuItem>
    <MenuItem>
      <itemLabel>Actividade 2</itemLabel>
      <urlstring>jogos/atividade2.swf</urlstring>
    </MenuItem>
    <MenuItem>
      <itemLabel>Actividade 3</itemLabel>
      <urlstring>jogos/atividade3.swf</urlstring>
    </MenuItem>
    <MenuItem>
      <itemLabel>Actividade 4</itemLabel>
      <urlstring>jogos/atividade4.swf</urlstring>
    </MenuItem>
  </MenuList>
</XML>

```

Figura 4.17 – Exemplo do ficheiro XML

Foram efectuadas inúmeras pesquisas e testes para conseguir implementar o carregamento das actividades para este ecrã. No AS3 (Actionscript 3, linguagem de programação utilizada pelo Adobe Flash CS4) foi definido qual o nome do ficheiro XML que irá ser carregado, o seu endereço e foram definidas as características de apresentação dos botões no menu das actividades, nomeadamente, o tipo de letra, cor, efeitos, entre outros.

Após esta implementação e testes, foram efectuados melhoramentos em todos os outros sectores da aplicação. No decorrer do projecto, foram alterados alguns nomes de ícones, alguns posicionamentos de botões, etc. Uma das modificações consistiu em implementar uma acção assim que a visualização de um vídeo terminasse. Ou seja, seguir imediatamente para o ecrã de actividades relacionado com esse mesmo vídeo.

Posteriormente, foi implementada uma funcionalidade que mostra toda a sequência de vídeos de uma só vez. Foi então colocado um botão no menu principal que

permitirá a ida para um ecrã de vídeo e, conseqüentemente, a visualização do vídeo, como ilustrado na Figura 4.18.



Figura 4.18 – Implementação do botão “ver história completa”

Por fim, também foi implementada outra característica a esta ferramenta: Após o início da aplicação, o ecrã fica automaticamente preenchido (*FullScreen*).

4.6 - Ferramentas utilizadas

- Adobe Fireworks CS3 (Adobe Fireworks CS3, 2007)

Esta ferramenta foi utilizada para os mais diversos propósitos de entre os quais:

- Manipulação da imagem de fundo;
- Construção do logótipo;
- Construção dos botões de navegação, e;
- Construção de labels para os menus.

Trata-se de uma ferramenta (Figura 4.19) desenvolvida pela Macromedia /Adobe relativamente similar com o Adobe Photoshop CS4 (Adobe Photoshop CS4,

2008). A diferença principal encontra-se no suporte de gráficos vectoriais, semelhante ao Adobe Illustrator CS4 (Adobe Illustrator CS4, 2008), sendo o oposto do Adobe Photoshop CS4 que suporta primordialmente bitmaps.

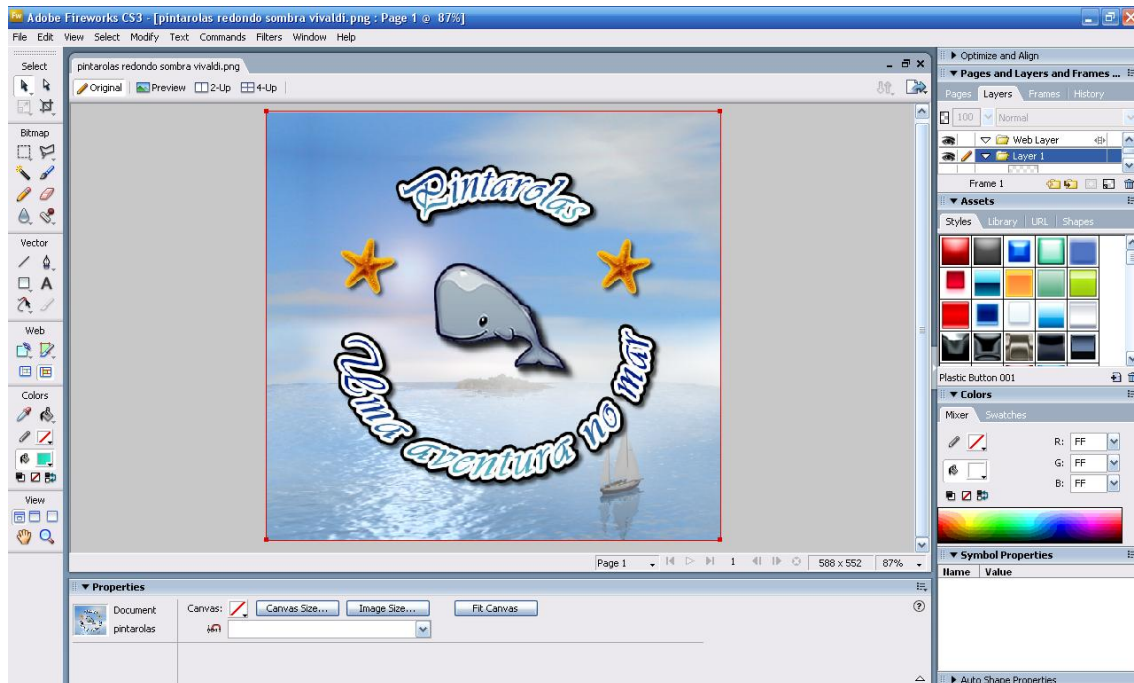


Figura 4.19 – Edição do fundo para o menu principal

- **Adobe Flash CS4**

O Adobe Flash CS4 (Adobe Flash CS4, 2008) é considerado um dos principais programas de animação do mercado. Foi completamente redesenhado e reestruturado em relação ao seu antecessor. Nesta nova versão, o Flash passou a ser um programa mais intuitivo e completo, tornando possível a execução de animações muito fáceis e onde tudo é possível.

Esta ferramenta foi a escolhida para a execução desta Framework devido ao conhecimento prévio que possuíamos sobre a ferramenta e devido à sua polivalência. Esta ferramenta disponibilizava diferentes valências para o projecto, tais como:

- Possibilidade de navegabilidade entre páginas de forma fácil e rápida;
- Facilidade de introdução de imagens e botões;

- Possibilidade de incorporação de vídeos;
- Fácil inclusão de ficheiros SWF (extensão usada nos ficheiros a serem carregados sobre Realidade Virtual e Realidade Aumentada);
- Execução de animações rapidamente e;
- Possibilidade de carregamento de ficheiros XML.



Figura 4.20 – Apresentação de um ecrã das actividades

O ecrã ilustrado na Figura 4.20 é representativo das funcionalidades do Flash que anteriormente foram mencionadas e que em muito ajudaram a construir esta aplicação. Na Figura 4.20 verificamos a presença da imagem de fundo, botões de navegação e os botões das actividades que sendo as suas características definidas no Flash (cor, tamanho, tipo, etc.) e, também, através do XML onde são carregadas. O nome das actividades e dos conteúdos são alterados no ficheiro XML e, automaticamente, quando carregados para o Flash, este disponibiliza as alterações efectuadas.

- **Pinnacle VideoSpin**

Este software foi o utilizado na edição dos vídeos que posteriormente foram introduzidos na aplicação.

O Pinnacle VideoSpin (Pinnacle VideoSpin, 2009) é uma ferramenta desenvolvida pela empresa Pinnacle Systems e que tem o propósito de fornecer aos utilizadores uma ferramenta fácil de utilizar, gratuita e extremamente funcional que permite a criação e edição de vídeos em poucos minutos e de forma profissional. Possibilita a incorporação de múltiplos efeitos de transição entre cenas, múltiplos efeitos sonoros, títulos, etc.

Possui uma interface gráfica (ilustrada na Figura 4.21) muito elegante e moderna, intuitiva e que suporta os mais variados formatos de vídeo existentes (AVI, DivX, MPEG (1, 2 e 4) Real Media e WMV, além de áudio, como MP3. Também grava vídeos em AVI, MPEG, DivX, WMV e Real Media.

Esta ferramenta permitiu a edição dos vídeos e dos sons que foram incorporados muito rapidamente, visto que possibilitava a edição (corte/colagem) instantaneamente.

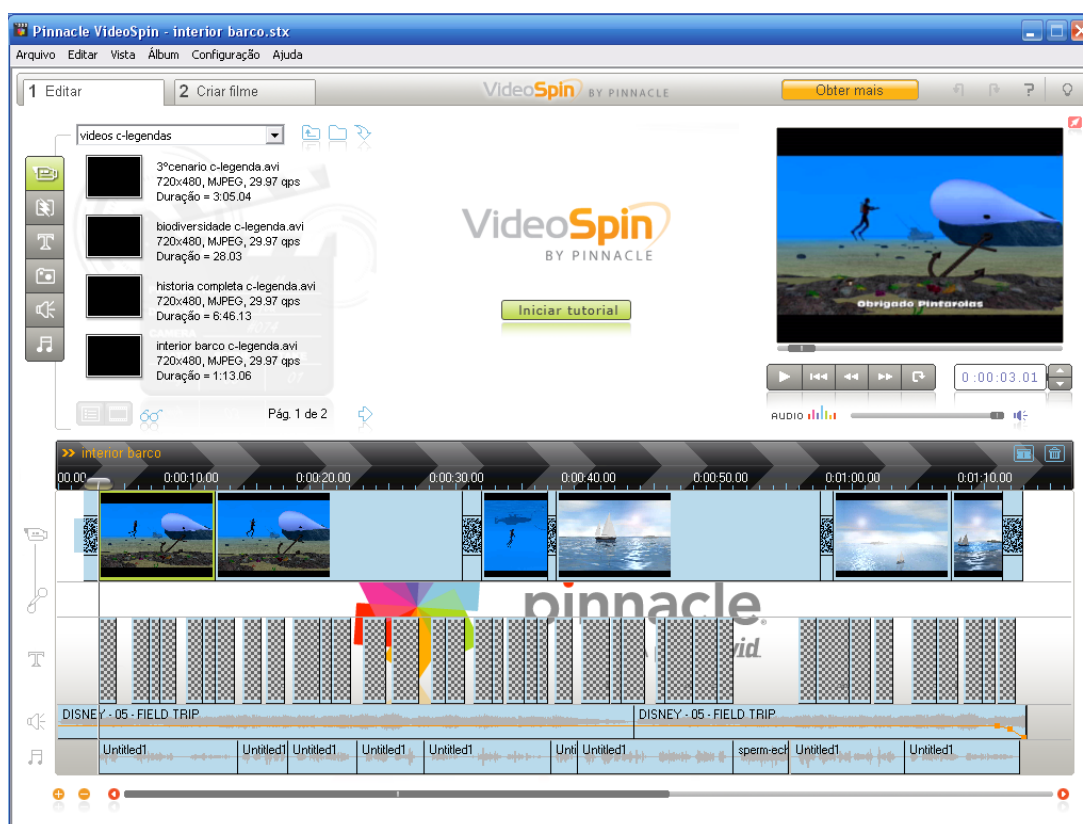


Figura 4.21 – Ecrã de edição do vídeo utilizando o VideoSpin

- **DVDVideoSoft Free Studio (Free Video to Flash converter)**

Este software (Figura 4.22) foi utilizado essencialmente para efectuar a conversão dos vídeos com a extensão .AVI para a extensão .FLV, uma vez que os vídeos iriam ser incorporados nos Adobe Flash CS4 e só permite a reprodução de vídeos com esse tipo de formato. A conversão é feita em poucos segundos e apresenta uma qualidade de imagem razoável face ao original.

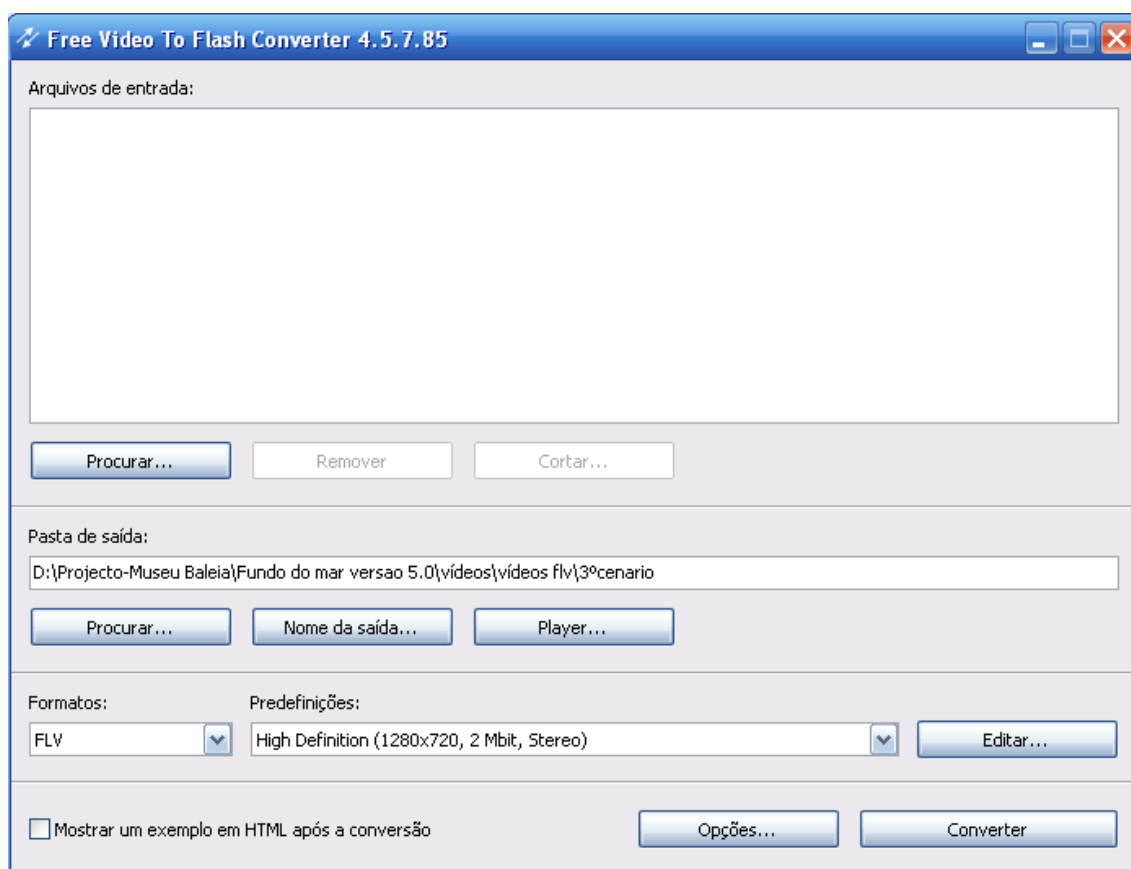


Figura 4.22 – Ecrã de conversão de ficheiro de vídeo (AVI) para FLV

4.7 – Testes

Após a implementação da Framework proposta, foram efectuados alguns testes de forma a validar todos os componentes implementados, desde os botões, ecrãs, carregamentos XML, vídeos, etc.

Não foram detectadas falhas no carregamento da aplicação, o mesmo também para a navegação entre ecrãs, assim como no carregamento XML, sendo que a

performance para o carregamento e execução da aplicação podem ser consideradas como satisfatórias.

No entanto, mesmo que a performance tenha atendido às expectativas de desenvolvimento, a qualidade dos vídeos obtidos ficou a desejar, dado que os mesmos passaram por vários processos de conversão e redimensionamento.

Pretendemos efectuar testes à Framework na sala de aula ou no local onde a ferramenta irá permanecer para utilização. Para este efeito serão executadas várias técnicas para receber *feedback* dos utilizadores. De entre as várias técnicas, será usada a técnica de observação directa ou através de inquéritos. Na técnica de observação directa os utilizadores poderão usufruir da Framework da maneira que desejarem, ficando o responsável a observar as reacções e documentando-as. Os inquéritos serão aplicados de forma a possuir uma informação mais detalhada sobre o processo de utilização da Framework.

4.8 – Conclusões

Este capítulo proporciona uma visão geral de como a ferramenta proposta foi desenvolvida através dos componentes de desenvolvimento que foram anteriormente descritos, tais como, casos de uso, diagramas de actividade, entre outras. De seguida, foi também apresentado o desenho do sistema e os módulos que o compõe.

Esta ferramenta possui algumas vantagens, nomeadamente na sua navegação fácil e intuitiva, permite também o controlo total sobre a execução das médias (vídeo). Existe também a possibilidade de carregamento de diferentes tipos de aplicações (Multimédia, Realidade Virtual, Realidade Aumentada ou Médias individuais) através de um ficheiro XML. Nesse ficheiro XML é definido não só o directório do ficheiro que irá ser carregado mas também o nome do botão que vai dar origem à execução da aplicação e a possibilidade de introdução de inúmeras novas actividades.

A Framework possibilita também a leitura de ficheiros XML distintos para cada ecrã de actividades, o que torna mais fácil e precisa a introdução de novas actividades.

5 - CONCLUSÕES

Neste capítulo efectuamos uma avaliação do esforço dispendido na realização do projecto, onde é realizada uma reflexão crítica sobre o desempenho nas diferentes etapas de construção do mesmo, desde a fase de estudo, definição de requisitos, implementação, testes, etc. Por fim, também são apresentadas algumas perspectivas para um futuro melhoramento, quer na fase de modelação 3D, quer na continuação do desenvolvimento da Framework.

5.1 – Avaliação do projecto

Este foi um projecto em que as suas especificações modificaram-se bastante desde o seu início até à fase da sua implementação, visto que foram surgindo novas propostas e sugestões para que os objectivos propostos fossem atingidos da melhor maneira possível. O tempo necessário para efectuar pesquisas, para análise das ferramentas e suas escolhas, por fim revelaram-se acertadas, uma vez que o que foi proposto foi atingido com sucesso. Inicialmente, o Museu da Baleia pretendia dar a conhecer diferentes temáticas sobre a vida das baleias, separadas por diferentes níveis de ensino (1º, 2º, 3º ciclo do ensino básico e secundário). Devido à grande quantidade de temáticas e de níveis de aprendizagem, foi estipulado que só nos iríamos focar no ciclo de vida das baleias e com a execução de actividades de grau de dificuldade acessível. Nesse sentido, foi contemplada a possibilidade de futuras incorporações na Framework de novas temáticas e respectivas aplicações tornando-a cada vez mais completa e versátil.

Durante a fase de modelação 3D surgiram várias dificuldades, algumas relacionadas com a modelação dos objectos, outras devido às restrições da máquina onde eram efectuadas as modelações e renderizações.

No decorrer da implementação da Framework surgiram alguns problemas na incorporação da informação via XML porque o posicionamento e espaçamento desta no ecrã Flash não era fácil de calcular e também algumas dificuldades na mudança de ecrãs, visto que a informação XML de um ecrã era repetidamente carregada nos demais ecrãs.

A realização de testes veio a provar o sucesso da versão final da Framework devido à sua fácil interacção, rapidez de execução e inexistência de falhas.

Uma das principais vantagens deste projecto são os vídeos 3D que proporcionam ao espectador uma viagem estimulante e enriquecedora ao fundo do mar para conhecer o ciclo de vida das baleias cachalotes de uma forma diferente, animada e didáctica.

Quanto à Framework, está é uma ferramenta que irá proporcionar uma aprendizagem mais intuitiva e interactiva visto permitir que o utilizador disponha de várias actividades complementares aos vídeos, com a utilização de diferentes tipos de médias, Realidade Aumentada e Realidade Virtual. Todos estes componentes são introduzidos devido à utilização do XML, que torna mais fácil e rápida a incorporação de novos conteúdos à Framework sempre que desejado, tornando-a dinâmica e extensível.

5.2 – Perspectivas futuras

Algumas sugestões que poderão ser levadas em conta para a continuação do desenvolvimento deste projecto são:

Modelação e animação 3D - Poderão ser efectuados melhoramentos na modelação dos objectos em termos de detalhe, visto que os componentes informáticos que dispunha não eram os suficientes para uma modelação de alta qualidade. Devido à escassez de tempo e de meios para a realização de todas as tarefas, a animação 3D também poderia ser melhor ao nível da movimentação da câmara, maior movimentação dos objectos (baleias, mergulhador, etc.) ou até mesmo em termos de renderização com a escolha de resoluções maiores e com maior nível de detalhe;

Edição de vídeo – Futuramente, deverá ser utilizado um editor de vídeo mais versátil que consiga manter a qualidade de imagem a quando do processo de incorporação de legendas e áudio, bem quando sofrer o processo de conversão para o formato .FLV. Finalmente, também seria viável incorporar um vídeo de linguagem gestual para que as pessoas com deficiência auditiva possam assistir ao vídeo e consigam adquirir o seu conteúdo integralmente;

Implementação da Framework – Relativamente à Framework, poderão haver melhoramentos relativamente à incorporação de novos tipos de média que possam complementar o processo de aquisição de informação sobre a temática desenvolvida nos vídeos, e;

Incorporação no motor de renderização OGRE – Visto que parte do projecto foi modelação 3D e visto que o OGRE permite a incorporação de objectos 3D, futuramente seria possível efectuar a composição de cenários 3D bem como a navegação e interacção nos mesmos de forma exploratória ou em forma de jogo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adobe Systems Incorporated (2008). *Adobe Flash* (Versão CS4). Estados Unidos da América. Retirado de: <http://tv.adobe.com/show/learn-flash-professional-cs4/>

Adobe Systems Incorporated (2006). *Actionscript* (Versão 3.0). Estados Unidos da América. Retirado de: <http://www.adobe.com/livedocs/flash/9.0/ActionScriptLangRefV3/>

Adobe Systems Incorporated (2007). *Adobe Fireworks* (Versão CS3). Estados Unidos da América. Retirado de: http://help.adobe.com/en_US/Fireworks/9.0/help.html?content=frw_intro_in_24.html

Adobe Systems Incorporated (2008). *Adobe Photoshop* (Versão CS4). Estados Unidos da América. Retirado de: <http://www.adobe.com/products/photoshop/family/?promoid=BPDEK>

Adobe Systems Incorporated (2008). *Adobe Illustrator* (Versão CS4). Estados Unidos da América. Retirado de: <http://www.adobe.com/products/illustrator/>

Apple Inc. (2010). QuickTime (Versão 7). Estados Unidos da América. Retirado de: <http://www.apple.com/quicktime/>

Autodesk Inc. (2009). Maya (versão 2009). Estados Unidos da América. Retirado de: <http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/ps/dl/item?linkID=9242259&id=12715497&siteID=123112>

BARATA, J. & SANTOS, J. (2010). *3ds Max Curso Completo*. Lisboa: FCA – Editora de Informática, Lda

BRITO, A. (2007, Julho 23). *Moi 3D: Modelagem 3D com NURBS*. Retirado a 15 de Agosto de 2010, de <http://www.allanbrito.com/2007/07/23/moi-3d-modelagem-3d-com-nurbs/>

BRITO, A. (2010, Julho 21). *Modelos humanóides gratuitos para escultura digital no ZBrush*. Retirado a 15 de Agosto de 2010, de <http://www.allanbrito.com/2010/07/21/modelos-humanoides-gratuitos-para-escultura-digital-no-zbrush/>

CARVALHO, A. (2002). Multimédia: um conceito em evolução. *Revista portuguesa de Educação*, 15(1), pp.245-268. Retirado a 13 de Setembro de 2010, de: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/374/37415112.pdf>

CHRIS (2008). *Creating an Underwater Scene in 3D Studio Max*. Retirado a 21 Março de 2010, de <http://3drockstar.com/creating-an-underwater-environment-in-3d-studio-max/>

CONSTANTINE & LOCKWOOD (2003). *Canonical Abstract Prototypes for Abstract Visual and Interaction Design*. Retirado de: <http://www.foruse.com/articles/abstract.htm>

GOUVEIA, L. (2004). *Uma introdução ao multimédia: conceitos básicos*. Retirado a 18 de Novembro de 2009, de: http://www2.ufp.pt/~lmbg/reserva/intro_mm.pdf

HOPF, T., FALKEMBACH, G. & ARAÚJO, F. (2007). O uso da tecnologia X3D para o desenvolvimento de jogos educacionais. *CINTED-UFRGS*, V. 5 N° 2

LEAL, J. (2009). *Técnicas de Multimédia*. Curso Profissional de Técnico de Multimédia. Retirado a 28 de Agosto de 2010, de: <http://www.slideshare.net/jjimpleal/brotero-conceitos-bsicos-multimdia>

MEDEIROS, D.¹, SILVA, W.², LAMOUNIER, E.³, RIBEIRO, M.¹, CARDOSO, A.³ & FORTES, A.² (n.d.). *Realidade Virtual não-imersiva como tecnologia de apoio no desenvolvimento de protótipos para o auxílio no tratamento de aviofobia por profissionais de psicologia*. 1-Instituto Luterano de Ensino Superior de Itumbiara, 2-

Faculdade Atual da Amazônia, 3-Universidade Federal de Uberlândia. Retirado de:
<http://www2.fc.unesp.br/wrva/artigos/50121.pdf>

MILGRAM, P., TAKEMURA, H., UTSUMI, A., KISHINO, F. (1994). Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum. *SPIE Vol.2351, Telemanipulator and Telepresence Technologies*

MOÇO, F. (n.d.). *Realidade Virtual*. Retirado a 22 de Outubro de 2009 de:
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:vjw1mfR3JkQJ:www.esb3-djcarvalho.edu.pt/departamentos/informatica/aib/aib-11ab/efeme/ai-b/AI-B-4-Realidade%2520Virtual.pps+Mo%C3%A7o+Realidade+Virtual.&cd=1&hl=pt-PT&ct=clnk&gl=pt>

PINHO, M. (n.d.). *Tópicos em Avançados em Ciência da Computação II*. Faculdade de Informática da PUCRS

Sun Microsystems (2008). Java 3D (Versão 1.5.2). Retirado de:
<https://java3d.dev.java.net/#Licenses>

Torus Knot Software Ltd (2010). OGRE (Versão 1.7.1). Retirado de:
<http://www.ogre3d.org/download/source>

VRML (1996, Versão 2.0). Retirado a 30 de Outubro de 2009, de
http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:dNrzxvqutEkJ:www.cin.ufpe.br/~if687/turma_2007_1/vrml/VRML.ppt+vrml+desvantagens&cd=15&hl=pt-PT&ct=clnk&gl=pt

World Wide Web Consortium (1998). SMIL (Versão 1.0). Retirado de:
<http://www.w3.org/TR/REC-smil/>

X3D (2009, Scene access interface Edition 2). Retirado de:
<http://www.web3d.org/about/overview/>

Anexos

ANEXO A – DTD’S

Serão apresentados em anexo os diferentes DTD’s referentes aos ficheiros XML pertencentes à aplicação.

actividades_apresentacao.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<XML>
  <MenuList>

    <MenuItem>
      <itemLabel>Actividade 1</itemLabel>
      <urlstring>jogos/atividade1.swf</urlstring>
    </MenuItem>

    <MenuItem>
      <itemLabel>Actividade 2</itemLabel>
      <urlstring>jogos/atividade2.swf urlstring>
    </MenuItem>

    <MenuItem>
      <itemLabel>Actividade 3</itemLabel>
      <urlstring>jogos/atividade3.swf </urlstring>
    </MenuItem>

    <MenuItem>
      <itemLabel>Actividade 4</itemLabel>
      <urlstring>jogos/atividade4.swf </urlstring>
    </MenuItem>

  </MenuList>
</XML>
```

actividades_biodiversidade.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<XML>
  <MenuList>

    <MenuItem>
      <itemLabel>Actividade 1</itemLabel>
      <urlstring>jogos/atividade1.swf</urlstring>
    </MenuItem>

    <MenuItem>
      <itemLabel>Actividade 2</itemLabel>
      <urlstring>jogos/atividade2.swf urlstring>
    </MenuItem>

    <MenuItem>
      <itemLabel>Actividade 3</itemLabel>
      <urlstring>jogos/atividade3.swf </urlstring>
    </MenuItem>

    <MenuItem>
      <itemLabel>Actividade 4</itemLabel>
```

```
        <urlstring>jogos/atividade4.swf </urlstring>
    </MenuItem>

</MenuList>
</XML>
```

atividades_procura.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<XML>
  <MenuList>

    <MenuItem>
      <itemLabel>Atividade 1</itemLabel>
      <urlstring>jogos/atividade1.swf</urlstring>
    </MenuItem>

    <MenuItem>
      <itemLabel>Atividade 2</itemLabel>
      <urlstring>jogos/atividade2.swf urlstring>
    </MenuItem>

    <MenuItem>
      <itemLabel>Atividade 3</itemLabel>
      <urlstring>jogos/atividade3.swf </urlstring>
    </MenuItem>

    <MenuItem>
      <itemLabel>Atividade 4</itemLabel>
      <urlstring>jogos/atividade4.swf </urlstring>
    </MenuItem>

  </MenuList>
</XML>
```

atividades_lixo.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<XML>
  <MenuList>

    <MenuItem>
      <itemLabel>Atividade 1</itemLabel>
      <urlstring>jogos/atividade1.swf</urlstring>
    </MenuItem>

    <MenuItem>
      <itemLabel>Atividade 2</itemLabel>
      <urlstring>jogos/atividade2.swf urlstring>
    </MenuItem>

    <MenuItem>
      <itemLabel>Atividade 3</itemLabel>
      <urlstring>jogos/atividade3.swf </urlstring>
    </MenuItem>

    <MenuItem>
      <itemLabel>Atividade 4</itemLabel>
      <urlstring>jogos/atividade4.swf </urlstring>
    </MenuItem>

  </MenuList>
```

```
</MenuItem>  
</XML>
```

atividades_reencontro.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>  
<XML>  
  <MenuItem>  
    <itemLabel>Atividade 1</itemLabel>  
    <urlstring>jogos/atividade1.swf</urlstring>  
  </MenuItem>  
  
  <MenuItem>  
    <itemLabel>Atividade 2</itemLabel>  
    <urlstring>jogos/atividade2.swf urlstring>  
  </MenuItem>  
  
  <MenuItem>  
    <itemLabel>Atividade 3</itemLabel>  
    <urlstring>jogos/atividade3.swf </urlstring>  
  </MenuItem>  
  
  <MenuItem>  
    <itemLabel>Atividade 4</itemLabel>  
    <urlstring>jogos/atividade4.swf </urlstring>  
  </MenuItem>  
  
</MenuItem>  
</XML>
```