

UNIVERSIDADE DE LISBOA
Faculdade de Ciências
Departamento de Informática



**PERSONAGENS VIRTUAIS NO TRATAMENTO DO
CONTROLO DE ANSIEDADE**

Eder Wolsen Henriques Lopes

PROJETO

MESTRADO EM INFORMÁTICA

2013

UNIVERSIDADE DE LISBOA
Faculdade de Ciências
Departamento de Informática



**PERSONAGENS VIRTUAIS NO TRATAMENTO DO
CONTROLO DE ANSIEDADE**

Eder Wolsen Henriques Lopes

PROJETO

MESTRADO EM INFORMÁTICA

Projeto orientado pela Prof^ª. Doutora Ana Paula Boler Cláudio
e co-orientado pela Prof^ª. Doutora Maria Beatriz Duarte Pereira do Carmo

2013

Agradecimentos

Gostaria de agradecer à minha família por todo o apoio que me têm dado ao longo destes anos, em especial ao meu irmão Revelino Lopes.

Agradeço também às minhas coordenadoras, a Prof. Ana Paula Cláudio e a Prof. Beatriz Carmo que foram fundamentais para o desenvolvimento do projeto.

Agradeço a Prof. Augusta Gaspar e ao Prof. Francisco Esteves pela disponibilidade que tiveram, para participar no desenvolvimento do projeto.

Também agradeço aos meus colegas do centro de investigação LabMAg pelo apoio que me deram durante o desenvolvimento do projeto, e a todos os psicólogos que se disponibilizaram para efetuar os testes de usabilidade.

Por ultimo gostaria de agradecer aos meus colegas de casa e amigos pelo apoio que me têm dado ao longo dos vários anos longe de casa.

Resumo

A ansiedade social é um transtorno comum que se pode revelar muito debilitante e que, quando não é tratada devidamente, pode evoluir para patologias graves como fobias e até mesmo depressão. Atualmente existem dois métodos cientificamente aceites no tratamento da ansiedade social: a utilização de produtos farmacológicos e a terapia cognitivo-comportamental. A terapia cognitivo-comportamental é orientada para uma redução incremental dos sintomas, abordando três aspetos distintos: a gestão dos pensamentos que provocam a ansiedade, a aquisição de competências sociais e a terapia de exposição. Tradicionalmente a terapia de exposição é efetuada *in vivo* ou *in imagino*. Porém, a evolução tecnológica, criou a possibilidade de se aplicar a Realidade Virtual à Terapia de Exposição, surgindo assim a Terapia de Exposição baseada em Realidade Virtual.

Neste documento descreve-se uma aplicação de Realidade Virtual desenvolvida com o objetivo de apoiar no tratamento da ansiedade social relacionada com situações de avaliação perante um júri. A aplicação gera uma simulação com humanos virtuais num cenário que recria um júri. O terapeuta dispõe de uma interface gráfica, para parametrizar o cenário e durante a simulação para manipular as posturas corporais e expressões faciais dos personagens virtuais, controlando assim o nível de ansiedade induzido sobre o paciente. O uso da Realidade Virtual na terapia de exposição em tratamentos de fobias sociais envolve normalmente custos muito significativos, em equipamentos e software. Nesta aplicação recorreremos a uma abordagem de baixo custo, usando apenas software e modelos gratuitos e recorrendo a equipamento vulgar.

A aplicação tem ainda uma outra vertente de uso: a investigação no âmbito da psicologia das emoções. Tirando partido do nível de controlo detalhado que a aplicação suporta, o investigador pode ajustar as posturas corporais e expressões faciais dos humanos virtuais e exibi-las perante uma audiência que dirá o que sentiu ou “leu” nesses comportamentos.

Palavras-chave: realidade virtual, ansiedade social, terapia de exposição baseada em realidade virtual, terapia cognitivo-comportamental, *facial action coding system* (FACS)

Abstract

Social anxiety is a common disorder that may prove to be very debilitating, and when not properly treated may progress to serious pathologies such as phobias and even depression.

Currently there are two scientifically accepted methods in the treatment of social anxiety: the use of pharmaceutical drugs and the cognitive behavioral therapy. The cognitive behavioral therapy is oriented towards a gradual reduction of symptoms by addressing three different aspects: the management of the thoughts that cause anxiety, social skills training and exposure therapy.

Traditionally exposure therapy is performed *in vivo* (physical environment) or *in imagino* (imaginary environment), however with the technological evolution it has become possible to apply virtual reality in the exposure therapy, thus creating the virtual reality exposure therapy.

This document describes a virtual reality application, developed to support the treatment of social anxiety, related with evaluations situations in front of a jury. The application generates a simulation with virtual humans in a scenario that recreates a jury. The therapist has a graphic interface to parameterize the scene and during the simulation to manipulate the body postures and facial expressions of the virtual characters, thus controlling the level of induced anxiety on the patient. The use of virtual reality exposure therapy in the treatment of social phobias typically involves very significant costs in equipment and software. In this application we use a low-cost approach, using only free software and models, and using common equipment.

The application has yet another strand of use: the research in the facial expression and emotions domain. By taking advantage of the detailed level of control that the application supports, the researcher can adjust the body postures and facial expressions of the virtual human and display them to an audience who will say what he felt or "read" in these behaviours.

Keywords: virtual reality, social anxiety, virtual reality exposure therapy, cognitive behavioral therapy, facial action coding system (FACS)

Conteúdo

Lista de Figuras	xv
Lista de Tabelas	xv
1 Introdução	1
1.1 Motivação	1
1.2 Objetivo	3
1.3 Contribuições	3
1.4 Estrutura do documento	5
2 Conceitos básicos e Trabalho relacionado	7
2.1 Realidade Virtual	7
2.1.1 Equipamentos de realidade virtual	9
2.2 Ansiedade e Fobia Social	11
2.2.1 Contexto Histórico	12
2.2.2 Sintomas Característicos	13
2.3 Tratamentos Disponíveis para a Ansiedade Social	13
2.3.1 Métodos tradicionais	13
2.3.2 Terapia de exposição baseada em realidade virtual	15
2.3.3 Comparação dos métodos	18
2.4 Facial Action Coding System	19
2.5 Trabalhos Relacionados	20
2.5.1 Stress pós-traumático	20
2.5.2 Distração da dor	22
2.5.3 Ansiedade Social	22
2.6 Resumo	28
3 Virtual Spectator v2.0	29
3.1 Análise de Requisitos	29
3.1.1 Definição dos <i>Stakeholders</i>	29
3.1.2 Requisitos funcionais	30
3.1.3 Requisitos não-funcionais	32

3.1.4	Diagrama de sequência	33
3.2	Planeamento do projeto	34
3.2.1	Recursos do projeto	34
3.2.2	Processo de desenvolvimento de software	35
3.2.3	Desvios ao plano de trabalho inicial	35
3.3	Desenvolvimento do projeto	37
3.3.1	Trabalho de pesquisa e validação	37
3.3.2	A aplicação Virtual Spectators v2.0	42
3.3.3	Arquitetura da Aplicação	44
3.3.4	Construção dos elementos do cenário	47
3.3.5	Comunicação entre janelas	58
3.3.6	Controlo dos HV	59
3.3.7	Controlo do olhar dos HV	64
3.4	Avaliação da aplicação com especialistas	66
3.5	Conclusão	68
4	Conclusões e Trabalho futuro	69
4.1	Conclusões	69
4.2	Trabalho futuro	70
A	Diagramas de Classe	73
A.1	Janela de Interação - Servidor	73
A.2	Janela de Simulação - Cliente	75
B	Ativação das animações	77
B.1	Animações corporais	77
B.2	Animações faciais	79
C	Teste de Usabilidade	81
D	Manual de Utilizador	89
D.1	Virtual Spectators v2.0	89
D.2	Requisitos da aplicação	90
D.3	Utilização da aplicação	90
D.3.1	Instalação da aplicação	90
D.3.2	Criação de atalhos	90
D.3.3	Iniciar a aplicação	91
D.3.4	Aspetos práticos a ter em atenção	100
D.4	Resolução de problemas	101

E	Manual Técnico	103
E.1	Introdução	103
E.2	Software utilizado	103
E.3	MakeHuman	104
E.3.1	Criação dos HV	104
E.3.2	Exportação dos HV	104
E.4	Blender	105
E.4.1	Importação dos HV no Blender	106
E.4.2	Animação dos HV no Blender	107
E.4.3	Criação do esqueleto facial	109
E.4.4	Correção da malha escondida pela roupa	112
E.4.5	Adição de objetos aos HV	113
E.4.6	Exportação para Autodesk FBX	113
E.5	Unity	114
E.5.1	Importação de ficheiros Autodesk FBX no Unity	114
E.5.2	Configuração dos modelos importados	114
E.5.3	Criação de <i>Prefab</i>	116
E.5.4	Criação de novos cenários	117
E.5.5	Criação de novos <i>scripts</i>	119
E.5.6	Adicionar novo HV a aplicação	119
E.5.7	Comunicação entre as janelas	120
F	Glossário	123
G	Abreviaturas	125
	Bibliografia	133

Lista de Figuras

2.1	Os três I's da realidade virtual	8
2.2	Head-mounted display (HMD)	9
2.3	Computer automatic virtual environment (CAVE)	9
2.4	<i>Action Units</i> (AU)	19
2.5	Tratamento do medo de aviões	20
2.6	Tratamento de stress pós-traumático	21
2.7	Distração da dor	22
2.8	Mudança de atitude	22
2.9	Cenários para AS	23
2.10	Representação simbólica do olhar humano	24
2.11	Cenários da clínica Virtual Better	25
2.12	Cenários da clínica Virtual Reality Medical Centers	25
3.1	Diagrama de sequência	33
3.2	Diagrama do modelo do Processo Iterativo e Incremental	35
3.3	Teste com tipos de esqueletos no MakeHuman	39
3.4	Demo: escolha de HV, cenário e controlo de animação	39
3.5	Teste com split screen	40
3.6	Teste com Unity Master Server	41
3.7	Teste com RPC em <i>localhost</i>	42
3.8	Menus alternativos da janela de Interação	43
3.9	Janela de Simulação	43
3.10	Diagrama de utilização da aplicação	44
3.11	Esquema da arquitetura cliente servidor	45
3.12	Exportação do HV do MakeHuman no formato .mhx	49
3.13	Esqueleto simple rig no Blender	49
3.14	Modelo com roupa importado no Unity	50
3.15	Deformação da malha	50
3.16	Malha com transparência	51
3.17	Modelos criados no MakeHuman	51
3.18	Diversificação dos modelos	52
3.19	Weight Paint	53

3.20	Botões para o controlo do comportamento dos HV.	54
3.21	Resultado das opções executadas na figura 3.20.	54
3.22	Os três elementos do júri estão distraídos.	54
3.23	Painel de controlo das expressões faciais	55
3.24	Variação da expressão facial	57
3.25	Menus do processo de importação no Unity	58
3.26	Comunicação entre janelas	59
3.27	Zonas de animação dos HV	63
3.28	Divisão da animação em três zonas	64
3.29	Controlo do olhar	65
A.1	Diagrama de classes da janela de Interação	74
A.2	Diagrama de classes da janela de Simulação	76
B.1	Botões para o controlo das animações de comportamento dos HV.	77
B.2	Painel de controlo da ativação das animações de expressão facial	79
D.1	Diagrama de utilização da aplicação	90
D.2	Janela de configuração da aplicação	91
D.3	Atribuição de permissões de rede	92
D.4	Menu de escolha de cenário	93
D.5	Menu de configuração	93
D.6	Menu de simulação	95
D.7	Botões do modo interativo	96
D.8	Botões do modo automático	98
D.9	Botões para o controlo dos eventos sonoros	99
D.10	Botões para aproximar/afastar a câmara	99
D.11	Menu de Pause	100
D.12	Painel de controlo da expressão facial	100
E.1	Criação dos HV (MakeHuman)	104
E.2	Painel de exportação (MakeHuman)	105
E.3	Importação de ficheiro ".mhx"(Blender)	106
E.4	Opções de importação (Blender)	106
E.5	Criação de uma nova ação (Blender)	107
E.6	Inserção de uma <i>Keyframe</i> (Blender)	108
E.7	Action Editor, edição das Keyframes (Blender)	109
E.8	Remoção dos constraints (Blender)	111
E.9	Malha dos olhos e dos dentes separados da malha do corpo (Blender)	111
E.10	<i>Weight Paint</i> (Blender)	112
E.11	Menus do processo de importação (Unity)	115

Lista de Tabelas

2.1	Vantagens e desvantagens da utilização de RV	18
2.2	Comparação dos métodos de exposição	18
2.3	Estudos efetuados na área da AS	27
2.4	Estudos efetuados sobre a AS com foco no medo de falar em público . . .	28
3.1	Resultados dos questionários	67
B.1	Controlo das animações corporais	78
B.2	Controlo das animações faciais	79

Capítulo 1

Introdução

O trabalho descrito neste documento foca-se na utilização de um ambiente de realidade virtual no apoio ao tratamento da ansiedade social, mais precisamente para o medo de falar em público numa situação de avaliação perante um júri ou numa entrevista, e culminou na construção da aplicação *Virtual Spectator v2.0*.

Este trabalho vem dar continuidade a um outro anterior concebido para o medo de falar perante uma audiência [1]. Os aspetos distintivos do presente trabalho prendem-se com o facto de se recorrer a modelos de humanos mais detalhados e capazes de exibirem expressões faciais, o que não acontecia na abordagem anterior, numa maior proximidade com os humanos que estão sentados de frente para o paciente e a adoção de uma outra ferramenta para o desenvolvimento de videojogos, o Unity 3D [2].

Este trabalho foi realizado no âmbito do Projeto de Informática do Mestrado em Informática da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. O trabalho foi realizado no Laboratório de Modelação de Agentes (LabMAG)¹, uma das unidades de I&D do Departamento de Informática.

1.1 Motivação

A ansiedade social (AS) é um transtorno de ansiedade incapacitante caracterizado por um medo excessivo de avaliação negativa em situações sociais, os sintomas interferem consideravelmente com rotinas diárias da pessoa, atividades sociais, relacionamentos, funcionamento ocupacional e académico.

A AS quando não é tratada convenientemente pode evoluir para uma fobia social, um distúrbio que se regista num terço dos indivíduos com quaisquer distúrbios mentais, pelo que é considerada a mais comum de entre todas as fobias [3].

A AS não é só uma barreira para o indivíduo, mas também um problema significativo para a sociedade em geral. Em 1990, o custo anual dos transtornos de ansiedade para a sociedade nos EUA (por exemplo, em termos de uso dos serviços psiquiátricos,

¹<https://labmag.ul.pt/>

mortalidade, perda de produtividade, etc.) foi estimado em 42,3 bilhões de dólares [3].

Vários estudos identificaram o medo de falar em público como sendo o medo mais comum nos indivíduos que sofrem de fobia social [3].

Existem dois métodos cientificamente validados para combater a AS: uso de produtos farmacológicos e a terapia cognitivo-comportamental (TCC).

Na utilização de produtos farmacológicos, são utilizados medicamentos antidepressivos para combater os sintomas físicos da ansiedade, sendo que em grande parte dos casos os resultados positivos só são mantidos enquanto o paciente estiver a utilizar os medicamentos, criando assim uma taxa de sucesso a longo prazo muito reduzida. Pelo que geralmente este método é menos utilizado do que a TCC.

Na TCC opta-se por uma redução incremental da ansiedade, recorrendo a três técnicas distintos: a terapia cognitiva, a terapia comportamental e a terapia de exposição.

Em termos de eficácia distingue-se de uma forma geral a terapia de exposição como a mais eficaz [4], ou pelo menos como a abordagem de primeira linha.

A terapia de exposição é tradicionalmente efetuada *in vivo* (exposição a situações reais ou *in imagino* (exposição a situações imaginárias), e é considerada fundamental para se obter uma melhoria permanente nos sintomas.

Os pacientes que procuram ajuda profissional são muitas vezes tratados com a exposição *in vivo*, que é considerada a melhor de entre as duas técnicas, para o tratamento de transtornos de ansiedade. Apesar de eficaz, este tratamento tem uma série de inconvenientes, tais como o controlo muito limitado da exposição, custos elevados e alguns casos onde a exposição real é praticamente impossível (por exemplo, situações que podem colocar em risco a integridade física dos participantes).

Desde a década de 1990 que equipas compostas por psicólogos e investigadores, motivados pelas vantagens apresentados pela realidade virtual (RV), têm efetuado pesquisas e desenvolvido aplicações para testar a eficácia clínica das ferramentas de RV no tratamento de fobias.

A Terapia de Exposição baseada em Realidade Virtual (TERV) apresenta-se como uma alternativa as técnicas de exposição tradicionais e apresenta vantagens significativas, permitindo exposições a variadas situações, especialmente para o tratamento da fobia específica (por exemplo, o medo de voar, AS, stress pós-traumático e ataques de pânico) [5, 6, 7].

A exposição virtual é desejável em muitas situações, uma vez que pode ser menos intimidante e menos dispendiosa do que a tradicional *in vivo*.

Estudos efetuados por diversos investigadores demonstraram que a TERV é tão eficaz quanto a exposição *in vivo* [8, 9].

No entanto os elevados custos de desenvolvimento, instalação e manutenção não permitem que esta técnica seja acessível ao público geral, mantendo-se apenas em laboratórios ou clínicas com grandes recursos financeiros. Outro fator que limita a sua utilização

são os efeitos secundários provocados pelos equipamentos de RV que são geralmente utilizados.

1.2 Objetivo

O objetivo deste trabalho foi o de implementar uma aplicação de RV interativa, de baixo custo de desenvolvimento, instalação e manutenção, que possa ser utilizada: no consultório de um terapeuta para aplicar a TERV em pacientes com AS causada pelo receio de uma situação do tipo avaliação, onde o paciente é exposto a um júri virtual composto por humanos virtuais (HV) cujas expressões faciais e corporais são controladas em tempo real pelo terapeuta.

A aplicação desenvolvida tem dois tipos de utilizadores: um paciente e um terapeuta. O paciente recebe e reage aos estímulos provenientes da simulação do júri que observa enquanto o terapeuta comanda a simulação, controlando os estímulos de modo a provocar a reação pretendida no paciente. Para tal o terapeuta tem ao seu dispor uma interface simples e intuitiva que lhe permite controlar o comportamento e a expressão facial dos HV que formam o júri. Este júri pode ser formado por um, dois ou três HV.

Para esta implementação foram usadas ferramentas gratuitas, fortemente vocacionadas para o desenvolvimento de videojogos.

1.3 Contribuições

Para desenvolver a aplicação tirámos partido das potencialidades das seguintes ferramentas de software: Unity 3D [2], vocacionado para o desenvolvimento de videojogos e que disponibiliza um conjunto de funcionalidades que permitiram agilizar o processo de desenvolvimento da aplicação; o Blender [10], vocacionado para a modelação e animação de objetos 3D; o MakeHuman [11], que permite a criação de HV com um elevado nível de realismo. Também foram utilizados um conjunto de ferramentas de software específicos, para efetuar algumas tarefas. Estes software, e a sua utilização, serão descritos posteriormente neste documento. A aplicação desenvolvida gera uma simulação com HV que recria uma situação de avaliação perante um júri composto por um, dois ou três elementos.

A aplicação tem dois tipos de utilizadores: um utilizador-ativo (o terapeuta) e o utilizador-passivo (o paciente). O utilizador-ativo configura previamente o cenário e os personagens da simulação, e controla a simulação em tempo-real. O utilizador-passivo apenas observa a simulação, não tem qualquer forma de controlo direto sobre ela.

Por exemplo, numa sessão de terapia, o paciente, enquanto efetua a sua apresentação perante o júri virtual, recebe os estímulos provenientes da simulação que observa; o terapeuta, atento ao comportamento e às respostas do paciente aos estímulos, interage com a aplicação de modo a afetar o decurso da simulação em conformidade, quer alterando as

expressões faciais e corporais dos HV, quer desencadeando eventos específicos no cenário (por exemplo, desencadear o som de uma conversa no exterior da sala).

A aplicação cria duas janelas distintas e perfeitamente disjuntas: a janela de interação que é visualizada no ecrã e é usada pelo utilizador-ativo e a da simulação que é projetada numa tela ou numa parede vazia.

O equipamento necessário para a implementação da aplicação num ambiente clínico consiste em: um computador (com uma placa gráfica moderna), um projetor, uma tela (ou uma parede branca) e duas colunas de som.

O desenvolvimento da aplicação foi acompanhado de perto pela psicóloga da equipa, que tem experiência neste tipo de terapia.

Foi efetuada uma avaliação com peritos (psicólogos/terapeutas) para avaliar a usabilidade da aplicação do ponto de vista do utilizador final (o terapeuta). Esta avaliação permitiu-nos tirar conclusões sobre a facilidade de interação com a aplicação e o nível de realismo da simulação. Estes resultados confirmaram que a interface é simples e intuitiva, e que a aplicação tem um bom nível de realismo, sendo que alguns dos terapeutas mostraram-se disponíveis para utilizar a aplicação nos seus consultórios. Embora o principal propósito de utilização seja o referido anteriormente, a aplicação tem uma segunda vertente aplicacional: o suporte a investigação realizada por terapeutas no âmbito de estudos relativos à expressão de emoções. No futuro próximo será explorada esta vertente.

No decurso do projeto foram redigidos dois artigos:

Eder Lopes, Ana Paula Cláudio, Maria Beatriz Carmo, and Augusta Gaspar. "Personagens virtuais na terapia de exposição". 2013. Aceite como artigo longo para a Conferência Interação 2013, 7 e 8 Novembro, Vila Real.

Ana Paula Cláudio, Maria Beatriz Carmo, Augusta Gaspar, and Eder Lopes. "Virtual characters with affective facial behavior". 2013. Submetido para a conferência International Conference on Computer Graphics Theory and Applications - GRAPP 2014.

Houve ainda uma participação no artigo:

Ana Paula Cláudio, Maria Beatriz Carmo, Tânia Pinheiro, Francisco Esteves, and Eder Lopes. "Virtual environment to treat social anxiety". In Design, User Experience, and Usability. Health, Learning, Playing, Cultural, and Cross-Cultural User Experience. Lecture Notes in Computer Science, volume 8013, pages 442–451. Springer Berlin Heidelberg, 2013.

1.4 Estrutura do documento

Este documento está organizado da seguinte forma:

Capítulo 2 Conceitos básicos e Trabalho relacionado

Apresenta um conjunto de conceitos básicos fundamentais para o projeto, bem como um conjunto de trabalhos realizados na área da TERV.

Capítulo 3 Virtual Spectator v2.0

Descreve o trabalho realizado, a análise de requisitos, o planeamento do projeto, o desenvolvimento do projeto e a avaliação da aplicação por peritos (psicólogos/terapeutas).

Capítulo 4 Conclusões e Trabalho futuro

Apresenta as conclusões do trabalho realizado e possibilidades para a expansão da aplicação.

Anexo A Diagramas de Classe

Anexo B Ativação das animações

Anexo C Teste de Usabilidade

Anexo D Manual de Utilizador

Anexo E Manual Técnico

Anexo F Glossário

Anexo G Abreviaturas

Capítulo 2

Conceitos básicos e Trabalho relacionado

Neste capítulo serão apresentados alguns conceitos fundamentais no contexto do projeto bem como um conjunto de trabalhos realizados na área.

2.1 Realidade Virtual

A Realidade Virtual (RV) pode ser definida como a simulação de um ambiente real ou imaginário, que pode ser experimentada em três dimensões, e do qual o utilizador é parte integrante.

A designação RV deve-se a Jaron Lanier, que a introduziu no início do ano de 1990 [12]. No entanto as primeiras propostas e os primeiros resultados que lançaram as bases da RV surgiram muito antes. Na década de 50 o cineasta Morton Heilig, considerado como o primeiro a propor e a criar sistemas imersivos, produziu um equipamento denominado Sensorama. No Sensorama que Morton Heilig denominava como "o cinema do futuro", o utilizador era submetido a diversas sensações, movimentos, sons, odores, ventos e visão estereoscópica, que causavam uma experiência de imersão até então inimaginável [13].

Na década de 60, Ivan Sutherland produziu o primeiro capacete de realidade virtual (HMD), um equipamento muito primitivo em termos de interação e realismo, e tão pesado que teve que ser suspenso a partir do teto para permitir a sua utilização [12].

Atualmente o público em geral tem ao alcance experiências de RV, graças aos videojogos em 3D e à Internet. A RV está habitualmente associada ao uso de equipamentos especializados, tais como óculos ou capacetes. No entanto, a forma mais simples de experiência de RV é uma imagem 3D, que pode ser explorada de forma interativa num computador pessoal, normalmente através da manipulação de teclas ou do rato, de modo que o conteúdo da imagem se movimente dando ao utilizador a sensação de que está a navegar dentro de um ambiente 3D.

Um sistema de Realidade Virtual tem três características principais (figura 2.1): imersão, interação e imaginação [14].

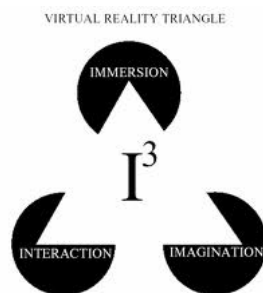


Figura 2.1: Os três I's da realidade virtual[14]

Imersão

A imersão é a capacidade do cérebro humano “desligar” um ou vários sentidos, que possui, do mundo real e “transportá-los” para um mundo virtual, criando a ilusão de que esse mundo é real.

Para proporcionar ao utilizador esta sensação são utilizados geralmente estímulos visuais e auditivos, mas podem ser adicionados outros estímulos tais como tácteis, olfativos e gustativos. Para gerar esses estímulos podem ser utilizados diversos tipos de hardware e técnicas de software.

Os principais equipamentos são: Head-mounted display (HMD) (figura 2.2), apropriado para um só utilizador, e as *computer automatic virtual environment* (CAVE's) (figura 2.3), apropriada para diversos utilizadores em simultâneo. Os custos elevados dos HMD's e sobretudo das CAVE's levaram a que se começasse a recorrer a projeção efetuada através de vídeo projetores ou através de ecrãs estereoscópicos.

Interação

A interação é a possibilidade de poder interatuar com os elementos presentes no ambiente virtual e verificar o efeito das suas ações em tempo-real.

Imaginação

É a capacidade do nosso cérebro em compensar as lacunas existentes no mundo virtual, e criar a ilusão de que este é real. A Imaginação é essencial para que se possa perceber os objetos ou personagens de um ambiente virtual como reais e está muito dependente do próprio utilizador e também da qualidade global do ambiente virtual.

Têm sido referidas algumas desvantagens na utilização deste tipo de equipamento. Segundo LaViola um dos problemas associados é o desenvolvimento de sintomas semelhantes ao enjoo de movimento, designado de *Cybersickness*, um tipo de enjoo que resulta de uma falsa sensação de movimento, que se gera quando uma pessoa se encontra estática, perante uma apresentação contínua de imagens em movimento. Este tipo de enjoo pode traduzir-se em sintomas mais específicos como a fadiga ocular, as dores de cabeça, a desorientação e as náuseas[15].

A principal área de aplicação da RV é a indústria do entretenimento, contudo tem sido



Figura 2.2: Head-mounted display (HMD)

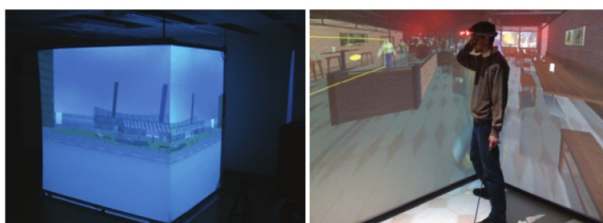


Figura 2.3: Computer automatic virtual environment (CAVE)

aplicada igualmente em contextos culturais, em arte digital, em situações variadas de treino e nas áreas da saúde. Em particular, tem crescido o seu uso em terapias várias: reabilitação de pacientes com deficiências físicas, pacientes com a doença de Alzheimer e no campo da psicoterapia, particularmente no tratamento de fobias específicas, e têm tido bons resultados.

2.1.1 Equipamentos de realidade virtual

Com o intuito de proporcionar experiências de RV aos utilizadores têm sido criados vários equipamentos, pelo que em seguida apresentamos um pequeno conjunto desses equipamentos.

Estes equipamentos podem ser divididos em dois grupos: equipamentos de perceção e equipamentos de interação. Os grupo apresentam uma vasta gama de equipamentos com uma enorme variação em termos de preço e complexidade.

Nos equipamentos de perceção encontram-se os equipamentos que permitem aos utilizadores verem o cenário virtual em 2D ou 3D, ouvir os sons emitidos, e possibilitar a utilização de outros sentidos tais como olfativo e táctil . Neste grupo podemos encontrar os seguintes equipamentos de visualização [13]:

Ecrãs de computadores/televisões/projetores - estes ecrãs permitem perceber o cenário virtual em 2D. Estes são os equipamentos mais simples e menos dispendiosos.

Anaglyphic glasses - são óculos que permitem ao utilizador perceber o cenário virtual em 3D. Esta perceção é alcançada através projeção de duas versões da mesma imagem em simultâneo, pelo que os óculos têm que filtrar a imagem. Esta filtragem é efetuada através das lentes dos óculos sendo que cada lente só permite ver

uma das imagens. O cérebro ao processar as imagens, captadas pelos olhos, efetua uma sobreposição das duas imagens criando uma percepção de 3D. As duas imagens podem ser criadas através da variação de cores (azul e vermelho) ou através da variação da polarização (vertical ou horizontal), pelo que os óculos têm que ser construídos especificamente para um dos tipos de diferenciação. Este é o tipo de tecnologia que geralmente é utilizada nos cinemas para a projeção de filmes em 3D.

Shutter glasses - são óculos que funcionam como as *anaglyphic glasse*, sendo que se diferenciam na projeção das duas imagens que não são projetadas em simultâneo e no processo de filtragem das imagens. Nesta abordagem as duas imagens são projetadas de modo linear, num curto espaço de tempo, pelo que as lentes vão alternando entre ligado e desligado, nunca estando as duas no mesmo estado. Esta alternância é efetuada em sincronia com a projeção da imagem. Estes óculos funcionam através da utilização de baterias ou pilhas e são geralmente utilizadas para a visualização de conteúdos 3D em televisores.

HMD - são capacetes especiais que permitem projetar uma imagem diferente para cada olho. Esta projeção é efetuada através de dois pequenos ecrãs embutidos no capacete.

CAVE - são salas de projeção compostas por três a seis telas de projeção, criando uma espécie de cubo onde os utilizadores são colocados. Sendo que em cada tela é projetada uma parte da imagem criando assim uma sensação de imersão num ambiente 3D.

Ecrãs 3D - são ecrãs que conseguem projetar uma imagem para cada olho, esta projeção é efetuada através da variação do ângulo de projeção. Esta é uma das tecnologias mais recentes, pelo que a sua utilização é ainda muito limitada.

Nos equipamentos de interação encontram-se os equipamentos que permitem ao utilizador interagir com o ambiente gráfico e controlar objetos dentro deste. Os principais equipamentos utilizados são [13]:

Teclado/Joysticks - são utilizados para navegar ou controlar objetos no ambiente gráfico.

Data glove - são luvas que permitem replicar os movimentos das mãos e dos dedos, do utilizador, no ambiente gráfico.

Equipamentos de motion capture - são equipamentos que permitem identificar e replicar os movimentos, dos utilizadores, no ambiente gráfico. Estes equipamentos são geralmente compostos por câmaras de vídeo e sensores infravermelhos, e podem ser compactos/portáteis (por exemplo, *Kinect*¹, *eye-trackers*) ou do tamanho de salas, o que permite a captura para vários utilizadores em simultâneo.

¹<http://www.xbox.com/en-US/kinect>

2.2 Ansiedade e Fobia Social

“‘What came over you?’ asked Falk. ‘Had you taken leave of your senses?’ ‘Yes, I think I had. I had worked at my speech for almost six weeks and I knew exactly what I was going to say, but when I got up there and saw all those eyes, everything went to pieces. All my carefully constructed arguments broke down like scaffolding; I felt the ground under my feet give way and my thoughts whirled. Was it very crazy?’”

August Strindberg’s “The Red Room”

A AS refere-se ao nervosismo ou desconforto em situações sociais e quando não é convenientemente tratada, pode evoluir para uma forma mais severa: a fobia social.

A quarta edição do *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-IV)* define a fobia social como um medo acentuado e persistente de uma ou mais situações sociais ou de desempenho em que a pessoa é exposta a pessoas desconhecidas ou situações de possível escrutínio por outros[3].

O medo surge do facto de o indivíduo sentir que será humilhado caso tenha um mau desempenho. Quando exposto à situação fóbica, ou em antecipação da mesma, o indivíduo normalmente reage com sintomas de ansiedade, que surgem mesmo que perceba que as reações são exageradas e irracionais. Consequentemente, as situações temidas são evitadas ou suportadas com intensa ansiedade.

A fobia social encontra-se dividida em dois tipos [16]:

- **Fobia específica**, é a menos comum e geralmente inclui um medo associado com uma ou mais situações específicas. Embora possa ser menos suscetível de causar prejuízos severos na vida do paciente, ainda pode levar a uma fraca realização pessoal, na escola, no trabalho, ou na vida pessoal. Ainda assim, os pacientes com este subtipo do distúrbio são mais propensos a recuperarem-se de forma espontânea [17];
- **Fobia generalizada**, é geralmente mais severa e, portanto, mais incapacitante para os pacientes. A maioria dos pacientes assistidos por médicos, sofrem deste subtipo do distúrbio.

De acordo com vários estudos efetuados, a fobia social surge geralmente durante a adolescência. Nessa idade, a fobia social é muitas vezes confundida com timidez extrema e portanto não é tratada. No entanto, enquanto muitos casos de fobia social sejam negligenciados por se confundirem com timidez, outros são diagnosticados como sendo depressão [17].

Na população em geral, tem sido consistentemente observado que as mulheres são mais propensas a ter fobia social do que os homens sendo a proporção aproximadamente 3:2 [3]. A AS pode levar a interromper a educação ou impedir o sucesso no trabalho, causar dependência financeira, e comprometer os relacionamentos pessoais. Num estudo conduzido por Kessler et al, constatou-se que 8,8% dos indivíduos que sofriam de um problema de abuso de substâncias (álcool ou drogas) também sofriam de fobia social [17].

Existem muitos métodos de rastreio que podem ser utilizados para identificar pacientes com fobia social ou para avaliar a gravidade dos sintomas. Os mais utilizados são: o *Liebowitz Social Anxiety Scale*², o *Social Phobia Inventory (SPIN)*³, *Fear of Negative Evaluation Scale* e o *Social Avoidance and Distress Scale* [17].

2.2.1 Contexto Histórico

O termo "fobia" teve origem numa palavra grega "φόβος" (que se pronuncia *Phobos*) que significa medo ou terror.

O conceito de medo social data do ano 400 a.c, em que Hipócrates descreveu as pessoas excessivamente tímidas como "alguém que ama viver na escuridão e que pensa que estão todos a observá-lo".

A primeira referência explícita à fobia social foi feita no início do século XX por P. Janet. Na década de 30, P. Schilder utilizou o termo "neurose social" para descrever pacientes extremamente tímidos. O interesse na terapia comportamental para o tratamento de fobias aumentou de forma acentuada na década de 50, na sequência de um trabalho pioneiro efetuado por J. Wolpe na área da dessensibilização sistemática. Dando seguimento a esse trabalho I. Marks propôs na década de 60, a classificação da fobia social como uma fobia independente, ideia que ganhou reconhecimento pela Associação Americana de Psiquiatria, e em 1980 a fobia social foi oficialmente incluído como um diagnóstico psiquiátrico na terceira edição do *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders - DSM-III*. Nesta edição, a fobia social foi descrita como um medo de situações de desempenho, e não se incluiu o medo de situações menos formais, como as conversas casuais [3, 18].

No DSM-III-R de 1987 os critérios de diagnósticos foram revistos e foram criados os subtipos: fobia específica e fobia generalizada. Em 1994 foi publicado o DSM-IV, em que foi proposto a alteração do termo "fobia social" para "transtorno de ansiedade social".

Desde a data da publicação do DSM-IV, tem-se dado uma enorme atenção ao tratamento da ansiedade social, pelo que foram desenvolvidas técnicas de terapia cognitivo-comportamental apoiadas por evidências de investigações científicas e ao mesmo tempo, foram aprovados medicamentos específicos para o tratamento da AS [3, 18].

²<http://www.socialanxiety-support.com/disorder/liebowitz/>

³<http://psychology-tools.com/spin/>

2.2.2 Sintomas Característicos

Os sintomas da fobia social, que podem manifestar-se antes, durante e após a situação fóbica, podem ser separados em três tipos [3]:

- **Aspetos cognitivos**

Praticamente todos os modelos cognitivos de fobia social enfatizam que os fóbicos sociais estão excessivamente preocupados com a forma como são avaliados por outros. A ansiedade pode emergir de um excesso de pensamentos negativos, padrões excessivamente elevados para o próprio desempenho, crenças irreais sobre os padrões que as pessoas normalmente usam para avaliar os outros, entre outros. De acordo com a teoria da auto-apresentação de M. Leary e M. Kowalski, a ansiedade social ocorre quando o indivíduo está motivado para causar boa impressão nos outros, mas desconfia de sua própria capacidade de o fazer com sucesso.

- **Aspetos comportamentais**

São um conjunto de ações e comportamentos de “segurança” que o indivíduo adota para tentar evitar a situação fóbica. São exemplos de comportamentos típicos: recusar promoções no local de trabalho, pois a nova posição coloca uma maior ênfase em contactos sociais, evitar o contacto nos olhos enquanto fala com outras pessoas, segurar as mãos com força para evitar que tremam.

- **Aspeto fisiológicos**

As manifestações físicas podem ser: palpitações, sudação, tremores, ondas de calor, náuseas, etc. Estes sintomas de excitação têm origem na atividade exagerada na divisão simpática do sistema nervoso autónomo, e são características da resposta “medo, lutar ou fugir” [19].

2.3 Tratamentos Disponíveis para a Ansiedade Social

Nesta secção serão apresentados os métodos que têm apresentado sucesso no tratamento da AS.

2.3.1 Métodos tradicionais

Existem dois métodos que são largamente aceites como formas de tratamento para a AS, que são: utilização de produtos farmacológicos e a terapia cognitivo-comportamental.

Utilização de produtos farmacológicos

Uma determinada classe de antidepressivos (inibidores reversíveis de *monoamine oxidase A* ou RIMA's) têm sido eficazes no tratamento da AS. Os sintomas físicos da AS podem

ser suprimidos com drogas conhecidas como beta-bloqueadores, estes são frequentemente prescritos para uso ocasional em situações em que se teme que os sintomas físicos possam ocorrer (por exemplo, o medo de ocorrência de tremores durante uma palestra).

A probabilidade de se alcançar efeitos positivos a longo prazo com o uso de medicamentos antidepressivos é aumentada caso o tratamento seja complementado com terapia comportamental suplementar [17, 20].

Terapia Cognitivo-comportamental

A TCC é um método de tratamento que é fortemente orientado para à redução dos sintomas.

A TCC aborda três aspetos distintos [9, 20]:

- **Gestão dos pensamentos que provocam a ansiedade**, a gestão de pensamentos é também conhecida como terapia cognitiva. O primeiro passo consiste em localizar os pensamentos negativos e verificar se eles são justificados. E se possível, eles são substituídos por pensamentos mais realista, e muitas vezes mais positivos.
- **Aquisição de competências sociais**, também conhecida como terapia comportamental. A aquisição de habilidades sociais é normalmente realizado em grupos, onde os comportamentos sociais são discutidos, demonstrados e praticados.
- **Terapia de exposição**, a TCC só é bem-sucedida se o paciente deixar de evitar as situações que provocam a ansiedade. Uma abordagem eficaz é a utilização de exercícios de exposição. Neste caso, o paciente é exposto de uma forma progressiva às situações que lhe provocam ansiedade.

Ainda não foi possível determinar exatamente qual destes métodos é o mais eficiente para reduzir a fobia social. No entanto, a exposição às situações sociais temidas tem sido fundamental para se obter uma melhoria dos sintomas de ansiedade.

Outro elemento importante em praticamente todos os tratamentos da AS com base na terapia comportamental é o uso de exercícios de relaxamento.

Terapia de exposição

Tradicionalmente esta terapia é efetuada *in vivo* ou *in imagino*. Ambos os métodos envolvem exposição incremental, começando com estímulos que desencadeiam apenas baixos níveis de ansiedade.

In imagino

Nesta terapia é pedido ao paciente para imaginar que se encontra perante a situação à qual tem fobia. Embora este método tenha a vantagem de não representar qualquer

problema prático e de ser facilmente aceite pelos pacientes, tem eficácia limitada, pois depende exclusivamente da capacidade de imaginação do paciente, pelo que o terapeuta não tem qualquer controlo sobre o que o paciente está a imaginar.

In vivo

A terapia de exposição *in vivo* é mais eficaz pois o paciente tem de enfrentar diretamente e de forma concreta o estímulo temido. Esta exposição pode ser difícil para o paciente, e também pode ter um elevado custo monetário. Além disso, o ambiente é imprevisível, dado que o terapeuta tem pouco controlo sobre a experiência, pois depende da reação de outras pessoas o que torna difícil a construção de uma hierarquia adequada de exposição. Ainda assim, a exposição *in vivo* é geralmente preferida, pois possui uma maior taxa de sucesso [21].

2.3.2 Terapia de exposição baseada em realidade virtual

A ideia de utilizar a tecnologia de RV para o tratamento de distúrbios psicológicos teve origem na Universidade de Clark, Atlanta, em 1992. Desde então vários testes foram realizados com sucesso, em especial no tratamento de fobias específicas [20].

A terapia de exposição baseada em realidade virtual foi proposta como uma alternativa ao TCC (no que diz respeito à terapia de exposição) para o tratamento de desordens fóbicas. O paciente é exposto a diferentes ambientes virtuais 3D, e especificamente concebidos para diferentes tipos de fobias. Tal como na terapia de exposição *in vivo* ou *in imagino*, na TERV também se aplica uma exposição gradual ao estímulo fóbico. Segundo vários autores, a RV apresenta diversas vantagens na área da psicoterapia: um ambiente de RV quando aplicado em contexto de terapia pode ser utilizado como um ambiente seguro, no qual o sujeito, em conjunto com o terapeuta, pode treinar, experimentar e aprender com as situações temidas [15].

Duas condições são necessárias para que as pessoas possam experimentar ambientes virtuais como sendo reais e assim aumentar a taxa de sucesso da TERV. Estas duas condições são conhecidas como: imersão (ver secção: 2.1, página 8) e presença.

Presença

TERV baseia-se no pressuposto de que as pessoas se sentem presentes no ambiente virtual. Vários autores definem o conceito de Presença de diferentes formas.

Alguns autores descrevem a presença como a sensação subjetiva de estar fisicamente num ambiente virtual [15, 22].

Heeter considera três tipos diferentes de presença: a **presença pessoal**, que é o grau em que um indivíduo se sente como parte do ambiente; a **presença social**, está relacionada com a presença de outros humanos no ambiente virtual; e **presença ambiental** que é o grau em que o ambiente reconhece e reage à presença do utilizador [23].

Tomás Saraiva distingue dois tipos de presença: a **presença subjetiva**, grau que o utilizador atribui ao seu nível de presença no ambiente apresentado; e **presença objetiva**, grau em que o utilizador consegue realizar com sucesso uma tarefa virtual [15].

Segundo Usoh et al. existem dois tipos de fatores que influenciam a presença, fatores **exógenos** e **endógenos**. Os fatores exógenos estão relacionados com o equipamento de RV e a sua capacidade imersiva. Os fatores endógenos estão relacionados com a forma como o ambiente virtual é percebido e interpretado de acordo com as características pessoais dos utilizadores [24].

A falta de consenso relativamente à definição de Presença e aos fatores que a influenciam tornam complicado medir objetivamente o nível de Presença num ambiente virtual [15, 25, 26].

Quais são os riscos?

Uma das primeiras preocupações que os terapeutas apresentaram após o surgimento da TERV foi sobre a segurança do paciente durante o processo.

O *Cybersickness* [15] é considerado como sendo o maior risco e pode ter vários inconvenientes. Um dos problemas está relacionado com o facto de os sintomas se poderem manifestar não só durante a exposição, mas também algumas horas ou até dias depois. Este aspeto pode condicionar os participantes, na medida em que pode ser perigoso realizar certas atividades após a exposição, tal como conduzir. O enjoo provocado pelos ambientes virtuais pode levar também a uma menor adesão a este tipo de técnicas e quando ocorre durante a experiência pode afetar o desempenho dos participantes.

É difícil prever a suscetibilidade de cada indivíduo ao *Cybersickness*, mas existem alguns fatores básicos que podem minimizar os efeitos.

O atraso na atualização da imagem pode ter um grande impacto no *Cybersickness*. Draper considera que um atraso na atualização da imagem maior do que 48ms pode induzir a *Cybersickness*. Outro causador do *Cybersickness* é o tempo de exposição. Em vários estudos têm-se incluído pausas durante as sessões de tratamento para reduzir estes efeitos [15, 21].

Outro risco conhecido é o facto de alguns ambientes não serem capazes de provocar o nível de ansiedade considerada adequada pelo terapeuta. Este problema acontece quando o ambiente simulado não apresenta um nível de realismo adequado ou apresenta características que são impossíveis de serem mapeados para o mundo real (por exemplo, humanos com movimentos que são fisicamente impossíveis), quando isso ocorre o paciente perde a capacidade de perceber a simulação como sendo real e passa a ver a simulação como sendo apenas um filme. Isto faz com que a terapia não provoque o nível de ansiedade pretendido, pois um dos principais requisitos da TERV é que o paciente tem que ser capaz de mapear a simulação para o mundo real.

Será a TERV capaz de produzir resultados positivos?

Segundo Krijn et al. o sucesso da TERV depende de três condições: sensação de presença, capacidade de provocar emoções e generalização dos comportamentos adquiridos às situações reais, caso contrário as estruturas que provocam a ansiedade não são ativadas [27].

De acordo com a teoria de processamento emocional de Foa e Kozak [28], a terapia de exposição quando bem-sucedida conduz à criação de novas estruturas de memória que anulam as antigas que provocavam a ansiedade. Nesta linha de pensamento, a TERV poderá ser uma alternativa viável para a exposição *in vivo*.

J. Bush refere num artigo de 2008 que até essa data, mais de 50 experiências terapêuticas tinham sido realizadas, com mais de 95% sucesso [21]. E. Klinger estudou a eficácia de TERV em comparação com a TCC, em 36 pacientes que em média sofriam de fobia social há mais 15 anos. Escalas de avaliação, bem como diversas classificações terapêuticas foram utilizados para medir a eficácia do tratamento após 12 sessões. Comprovou-se que ambos são altamente eficazes para o tratamento da fobia específica [22, 29].

Custo monetário

O custo real dos sistemas, varia muito, dependendo da tecnologia, sendo que as mais caras são aquelas que utilizam a CAVE. Estas geralmente são consideradas as melhores opções para se obter resultados positivos, mas alguns estudos demonstraram que é possível obter bons resultados utilizando computadores pessoais e vídeo projetores [21].

Vantagens e desvantagens da utilização de RV

Na tabela 2.1 encontra-se um pequeno resumo das vantagens e desvantagens da utilização da TERV para o paciente e o terapeuta.

	Vantagens	Desvantagens/Riscos
Paciente	<ul style="list-style-type: none"> * Maior disponibilidade para ser confrontado com os estímulos que causam a ansiedade, pois sente-se mais seguro; * Um ambiente mais privado; * Para pacientes com capacidade de visualização limitada a RV ajuda-as a imaginar a situação provocadora de ansiedade; 	<ul style="list-style-type: none"> * <i>Cybersickness</i>; * Risco de criar novo trauma se o cenário virtual não refletir a situação traumática do paciente com precisão;
Terapeuta	<ul style="list-style-type: none"> * Permite expor o paciente a situações que de outra forma seriam impossíveis; * Permite controlar a intensidade da exposição; * Possibilidade de treinar os passos a que o paciente vai ser submetido; 	<ul style="list-style-type: none"> * Os equipamentos podem ser dispendiosos; * É necessário treino inicial para poder utilizar a aplicação;

Tabela 2.1: Vantagens e desvantagens da utilização de RV

2.3.3 Comparação dos métodos

Nesta secção será efetuada uma pequena comparação entre as técnicas de exposição *in vivo*, *in imagino* e RV.

	Vantagens	Desvantagens
<i>In imagino</i>	<ul style="list-style-type: none"> * Privado e confidencial; * Baixo risco de constrangimento; * Baixo custo de tratamento; * Técnica familiar para os terapeutas; 	<ul style="list-style-type: none"> * Grande dificuldade em estimular a ansiedade; * O controlo do terapeuta é muito limitado; * Baixa taxa de sucesso;
<i>In vivo</i>	<ul style="list-style-type: none"> * Grande facilidade em estimular a ansiedade; * Elevada taxa de sucesso; * Técnica familiar para os terapeutas; 	<ul style="list-style-type: none"> * Não tem confidencialidade; * Elevado risco de constrangimento para o paciente; * O controlo do terapeuta é muito limitado; * Elevado custo de tratamento; * Pouco atraente para os pacientes;
RV	<ul style="list-style-type: none"> * Controlo total para o terapeuta; * Privado e confidencial; * Baixo risco de constrangimento; * Baixo custo de tratamento; * Elevada taxa de sucesso; * Grande facilidade em estimular a ansiedade; * Apelativo para os pacientes; 	<ul style="list-style-type: none"> * Elevado custo de aquisição, instalação e manutenção; * Pouco familiar para os terapeutas;

Tabela 2.2: Comparação dos métodos de exposição

2.4 Facial Action Coding System

Facial Action Coding System (FACS) é um sistema para a classificação de expressões faciais humanas, desenvolvido por Paul Ekman e Wallace Friesen [30, 31, 32]. Este sistema foi criado através da identificação dos músculos da face que são responsáveis por gerar cada expressão facial.

As unidades de classificação criadas para realizar o FACS foram os *Action Units* (AU) e não os próprios músculos pois várias expressões são compostas por mais do que um músculo e o mesmo músculo pode criar diferentes expressões, por isso foram agrupados nos AU, onde cada AU representa a contração ou distensão de um músculo ou conjunto de músculos.

Na figura 2.4 encontram-se exemplos de alguns AU e a identificação dos músculos (nomes em Latim) que são responsáveis [33].

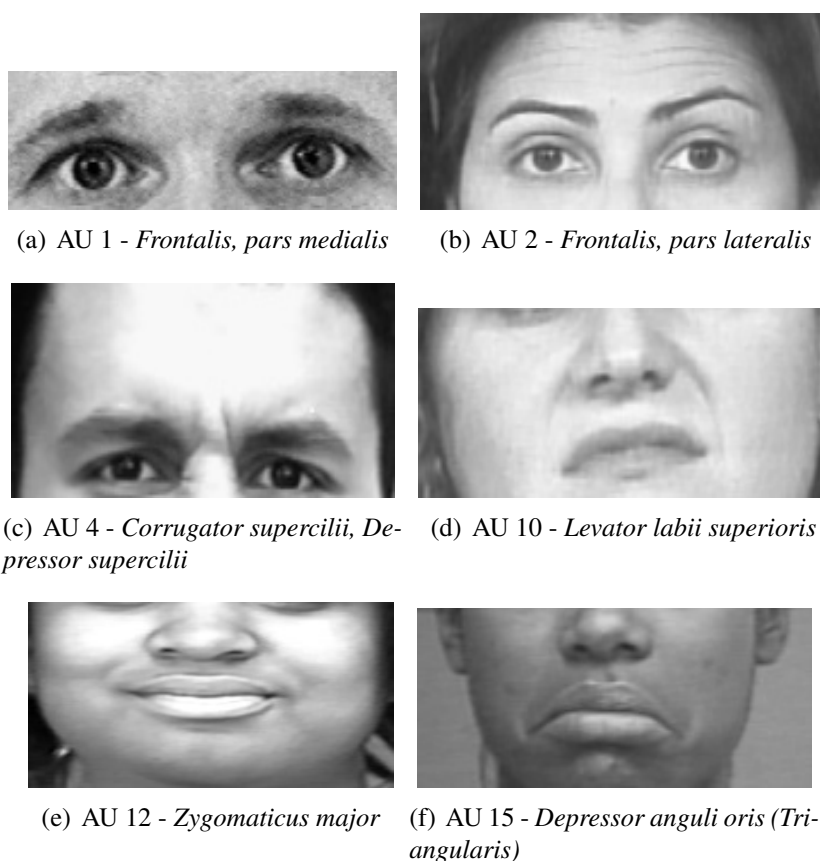


Figura 2.4: *Action Units* (AU)

Os AU podem ocorrer nos modos: isolados ou combinados em que vários AU são conjugados para gerar uma expressão facial. Apesar do número de AU disponíveis ser relativamente pequeno, já foram observados mais de 7000 combinações de AU possíveis [30].

Os AU foram utilizados para permitir ao terapeuta um controle "fino" das expressões

dos HV.

2.5 Trabalhos Relacionados

As primeiras experiências sobre a exposição com RV foram realizadas em 1992, embora a tecnologia ainda fosse muito prematura [27].

O primeiro e mais frequente tipo de fobia que tem sido abordado pela TERV é a acrofobia (medo de alturas). Um dos primeiros estudos sobre a utilização da TERV foi conduzido por Rothbaum et al. em 1995. Eles projetaram o ambiente utilizando o software Wavefront, que depois integraram com uma aplicação de RV chamada *The Simple Virtual Environment Library*. Na sequência destes estudos pioneiros, várias aplicações foram desenvolvidas e testadas para o tratamento do medo de aviões (figura 2.5) [22].

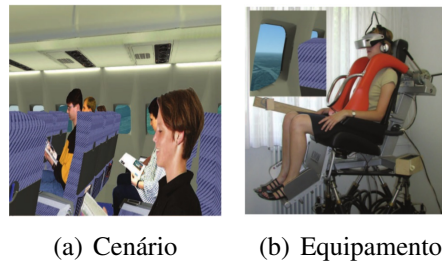


Figura 2.5: Tratamento do medo de aviões [22]

Outras aplicações foram desenvolvidas e testadas no tratamento da aracnofobia, stress pós-traumático, fobia social, claustrofobia, medo de conduzir, medo de vários tipos de animais, déficit de atenção, distração da dor, distúrbios alimentares e muitos outros [34].

2.5.1 Stress pós-traumático

Uma das áreas em que se tem utilizado a RV é no tratamento do stress pós-traumático (SPT), pelo que foram realizados diversos estudos e criadas várias aplicações com o intuito de avaliar a eficácia da TERV no tratamento de SPT com origem em cenários de guerra ou ataques terroristas.

Um dos principais trabalhos nesta área foi desenvolvido por Rothbaum et al. em 1999, no tratamento de veteranos da guerra do Vietname (figura 2.6(a)). Neste estudo os veteranos foram expostos a sessões num cenário virtual em que eram simulados voos de helicóptero, sobre o Vietname, acompanhados por estímulos sonoros e visuais. Posteriormente Rizzo et al. utilizaram a mesma técnica para tratar os soldados regressados da guerra do Iraque e do Afeganistão [22, 35].

Está em curso um estudo de quatro anos, financiado por vários departamentos de estado dos Estados Unidos da América, com o objetivo de determinar a eficácia da TERV no

tratamento do SPT nos soldados que regressaram das operações *Iraqi Freedom* (figura 2.6(b)) e *Enduring Freedom* (Afeganistão) [36].

Difede e Hoffmann efetuaram um estudo, em 2002, onde desenvolveram um ambiente de RV para os pacientes que sofrem de SPT em resultado dos acontecimentos de 11 de Setembro de 2001 em Nova York (figura 2.6(c)). No estudo descreveram o tratamento de uma mulher de 26 anos com SPT que já tinha tentado os métodos de exposição tradicionais mas sem êxito. Ela foi tratada com 6 sessões de TERV de 45 a 60 minutos cada, sendo que se verificou uma redução nos sintomas após a exposição [9, 22, 37].

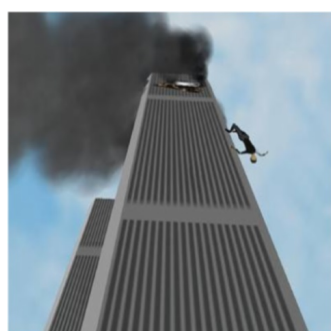
Em Israel, Josman et al. desenvolveram em 2008 o ambiente *BusWorld* (figura 2.6(d)) com o objetivo de utilizar a TERV para ajudar as pessoas que presenciaram atentados terroristas. Para testar a eficácia do *BusWorld* efetuaram testes com 30 voluntários (que não sofriam de SPT), onde os voluntários foram expostos gradualmente a 4 níveis de intensidade. Os resultados indicaram que mesmo com pacientes que não sofrem de SPT o *BusWorld* é capaz de gerar vários níveis de ansiedade [22, 38].



(a) SPT – Vietname [9]



(b) SPT – Virtual Iraq [34]



(c) SPT – World Trade Center [9]



(d) SPT – BusWorld [22]

Figura 2.6: Tratamento de stress pós-traumático

2.5.2 Distração da dor

Distrair crianças submetidas a procedimentos médicos dolorosos é outra inovação no campo da RV. Vários estudos demonstraram os benefícios da RV como fator de distração.

Um grupo de investigadores descobriu que a RV é capaz de aliviar a ansiedade nas crianças submetidas a quimioterapia [39, 40] e num outro estudo foi pedido a dois adolescentes com queimaduras (figura 2.7) que jogassem um videojogo que se desenrola num ambiente ártico enquanto recebiam os curativos diários. Os dois pacientes relataram que sentiram menos dor enquanto utilizavam a RV, pelo que foi possível reduzir a dose de analgésicos que recebiam durante os curativos diários [9, 41].



Figura 2.7: Distração da dor (ambiente ártico para distrair da dor de queimaduras) [9]

2.5.3 Ansiedade Social

Os sistemas de RV para a AS mais testados focam-se no medo de falar em público ou em ambientes mais restritos. Nestes sistemas as pessoas são convidadas habitualmente a falar em frente a um número maior ou menor de HV, por exemplo, como parte de uma apresentação ou uma entrevista de emprego. Os HV podem ser gerados por gráficos 3D, fotos ou vídeos. A variação do comportamento dos HV centra-se sobretudo na mudança de postura, das expressões faciais (positivo, neutro, desinteressado) e da direção do olhar. Em alguns casos, os HV articulam algumas frases pré-gravadas. Mesmo sendo comportamentos relativamente simples têm demonstrado ser capazes de provocar ansiedade (figura 2.8) [35].



Figura 2.8: Reunião: esquerda, atitude positiva; direita, atitude negativa [35]

Geralmente os ambientes para a AS são divididos em quatro grupos:

- Ambiente de afirmação, defender uma ideia (figura 2.9(a));
- Ambiente de avaliação, apresentar um trabalho (figura 2.9(b));
- Ambiente de performance, falar em público (figura 2.9(c));
- Ambiente íntimo, uma conversa durante uma refeição (figura 2.9(d));



(a) cenário Afirmação



(b) cenário de Avaliação



(c) cenário de Performance



(d) cenário Íntimo

Figura 2.9: Tratamento da AS [9]

A primeira aplicação de TERV para o medo de falar em público foi proposta por North et al. em 1998 [42], e tinha como cenário um auditório com a capacidade de conter até 100 HV. O software foi concebido para permitir que os HV entrem no auditório de forma individual ou em grupos de 5. Foi utilizado áudio pré-gravado para simular as respostas do público, tais como bater palmas, rir, ou frases de encorajamentos. Foi utilizado um sistema de colunas de som durante as sessões para permitir aos utilizadores ouvir o eco da sua voz.

Esta aplicação foi testada em 8 indivíduos que sofriam de medo de falar em público. O tratamento consistiu em 5 sessões semanais de 10-15 minutos cada, onde o paciente tinha que falar para o auditório. Durante a sessão, o terapeuta conseguia variar o número de pessoas na plateia e as suas atitudes. Os autores explicam que os pacientes sujeitos à TERV tiveram várias reações (físicas e emocionais) similares às sentidas durante as

exposições *in vivo*. Este estudo demonstrou ainda que a TERV é capaz de reduzir a ansiedade dos pacientes [42].

Slater et al. criaram uma simulação com uma sala de seminários virtual com 8 personagens com comportamentos autônomos aleatórios, tais como balançar a cabeça e piscar os olhos [43].

Herbelin et al. propuseram em 2002 a utilização de representações simbólicas de personagens para criar um público virtual. Os autores utilizaram imagens de olhos colocados no ambiente virtual para criar o público (figura 2.10). Os olhos foram colocados em círculos concêntricos em torno do utilizador, que utilizava um HMD. O seu sistema permitia a definição do número de círculos, o número de olhos por círculo e a distância ao utilizador, a fim de alterar o nível de ansiedade induzida. Apesar de serem representações muito básicas eram capazes de gerar ansiedade [35, 44].

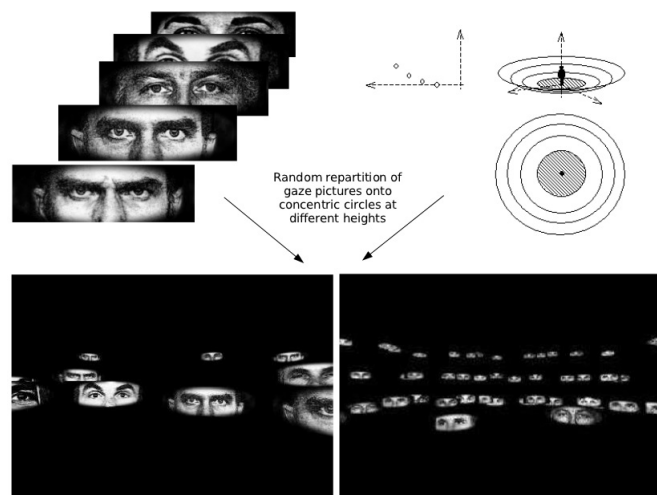


Figura 2.10: Representação simbólica do olhar humano [35]

Horley et al. utilizaram em 2003 um *eye-tracker* para rastrear o olhar das pessoas fóbicas enquanto elas estavam sendo expostas a várias fotos de expressões faciais [45]. Após analisarem os resultados dos testes com 30 voluntários, dos quais 15 sofriam de AS, chegaram a conclusão de que os pacientes com AS estavam constantemente a evitar olhar nos olhos dos humanos das fotos.

Em 2009, Helena Grillon apresentou na sua tese de doutoramento uma aplicação de TERV composta por vários cenários (um bar, um café, um auditório), na qual é possível definir o número de humanos virtuais presentes, introduzir sons ambiente e frases pré-gravadas para aumentar a imersão. Essa aplicação pode ser utilizada em computadores pessoais, com uma superfície de retro-projeção ou com um HMD. Nesta aplicação também é possível utilizar um *eye-tracker* para poder identificar para onde os utilizadores estavam a olhar durante a exposição. Estes dados são posteriormente analisados para ajudar a verificar o nível da fobia do paciente [34].

Vários autores concordam que a obtenção de bons resultados com a utilização da TERV só é possível se o ambiente virtual criado for capaz de estimular a fobia, para tal é necessário criar a sensação de presença. Strickland et al. notaram que na TERV a presença é mais importante do que o nível de realismo [46], em outro estudo realizado por Slater et al. revelou-se que a presença pode ser obtida mesmo em sistemas com baixa qualidade gráfica (realismo) e com comportamentos pré-programados [47].

Nos últimos anos o aumento da procura dessas técnicas levou ao surgimento de clínicas especializadas na aplicação das TERV no tratamento de diversas fobias. Entre elas destacam-se a *Virtually Better* (figura 2.11), que foi criado em 1996 [35] e a *Virtual Reality Medical Centers* [48] (figura 2.12). Com objetivos semelhantes, a União Europeia financiou o projeto de investigação VEPSY UPDATED (ver página 26).



Figura 2.11: Cenários da clínica Virtual Better [35]

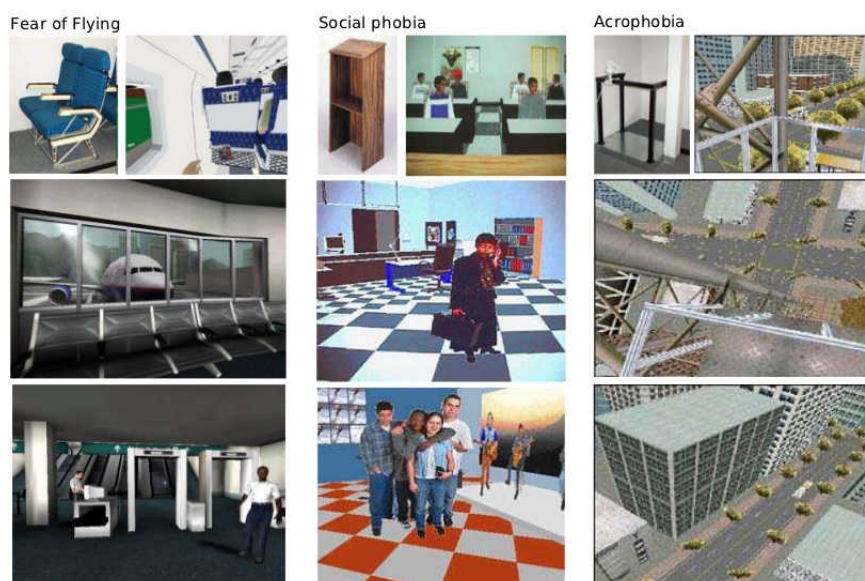


Figura 2.12: Cenários da clínica Virtual Reality Medical Centers [48]

Pinheiro et al. desenvolveram em 2012 a aplicação *Virtual Spectators*, que teve como objetivo apoiar o tratamento da ansiedade social, mais especificamente a ansiedade de falar em público. A aplicação foi composta por uma janela de simulação, onde foi simulado um auditório contendo um conjunto de HV animados, e por uma interface de utilizador a partir do qual o terapeuta/psicólogo pode controlar o comportamento dos HV. Esta aplicação pode ser utilizada em computadores pessoais ligados a um vídeo projector [1].

Projeto VEPSY UPDATED

O "*Telemedicine and Portable Virtual Environment in Clinical Psychology*"-VEPSY UPDATED foi um projeto de investigação financiado pela Comunidade Europeia (IST-2000-25323⁴) que envolveu investigadores oriundos da Itália, Espanha e França [9, 49]. Este projeto decorreu entre Janeiro 2001 e Junho de 2003 e teve como principal objetivo estudar a viabilidade clínica dos sistemas de TERV não imersivos, portáteis e distribuídos através da Internet, na avaliação e tratamento de: AS, agorafobia, obesidade, distúrbios alimentares, entre outros.

Com o intuito de tornar os módulos desenvolvidos acessíveis ao público geral, foi criado o *VEPSY Website* [50], que foi um *Webside* onde os pacientes podiam efetuar sessões de terapia, sozinhos ou com o acompanhamento de um terapeuta através de uma sala de conversações online. Atualmente este *Website* já não se encontra disponível.

Após analisarem os resultados obtidos no final do projeto chegaram à conclusão que os dois métodos (TERV e TCC) tinham uma taxa de sucesso similar.

Implementação de Inteligência Artificial

Ni Kang et al., propuseram a criação de uma aplicação de TERV distribuída pela Internet com um módulo de inteligência artificial (IA). Segundo os autores do estudo [8], a carga cognitiva do terapeuta pode ser muito elevada, porque o terapeuta precisa não só de controlar o estado mental e físico do paciente, mas também de controlar os detalhes do mundo virtual para provocar um certo nível de ansiedade.

Para resolver este problema, propuseram a utilização de um sistema Multi-Agente para criar HV autónomos capazes de responder naturalmente, sem a necessidade da intervenção direta do terapeuta.

Antes de iniciar o tratamento, o terapeuta pode definir a hierarquia das cenas e o nível de exposição inicial pretendido bem como o nível final, de modo que os terapeutas fiquem menos ocupados durante as sessões de tratamento. Por conseguinte, torna-se possível expor vários pacientes simultaneamente.

Para melhorar o suporte do sistema e assim reduzir ainda mais a carga de trabalho

⁴www.cybertherapy.info

do terapeuta, o sistema também pode incluir um terapeuta virtual que monitoriza automaticamente o nível de ansiedade dos pacientes, e também pode desempenhar algumas tarefas do terapeuta, por exemplo, ajustar automaticamente a exposição para um nível de ansiedade inferior.

O principal entrave à utilização desses projetos em ambientes clínicos reside precisamente na complexidade do hardware e software utilizados na sua criação e execução.

A facilidade dos terapeutas em controlar os sistema de TERV tem-se revelado ser essencial para a aceitação destes sistemas pelo que algumas pesquisas têm-se focado na usabilidade das interfaces dos terapeutas, propondo diferentes melhorias no design.

Estudos efetuados na área

Nas tabelas seguintes encontram-se alguns dos estudos mais importantes que foram efetuados sobre a utilização da TERV no tratamento da AS [9].

Alvo	Autores	Objetivos	Conclusões
AS	Herbelin et al., 2002	Tratamento da AS utilizando a TERV, utilizando uma representação simbólica de HV. Equipamento de exposição: HMD.	TERV consegue estimular a ansiedade, pelo que pode substituir a exposição <i>in vivo</i> .
AS	Roy et al., 2003	Estudo com 8 pacientes, utilizando protocolos clínicos, para comparar os resultados da TERV aos da TCC. Equipamento de exposição: Ecrã de computador.	Os resultados demonstraram uma eficácia equivalente.
AS	Anderson et al., 2003	Estudo de dois casos utilizando a TERV. Equipamento de exposição: HMD.	Os resultados demonstraram que a TERV pode ser eficaz no tratamento de AS.
AS	James et al., 2003	Estudo com 10 pacientes, utilizando diversos ambientes virtuais, com níveis de realismo distintos. Equipamento de exposição: CAVE.	TERV é capaz de estimular a ansiedade mesmo quando o ambiente for pouco realista.
AS	Klinger et al., 2005	Estudo, controlado, com 36 pacientes, para compara os resultados da TERV aos da TCC. Equipamento de exposição: Ecrã de computador.	Comprovada a eficácia da TERV.

Tabela 2.3: Estudos efetuados na área da AS

Alvo	Autores	Objetivos	Conclusões
Medo de falar em público	North et al., 1998	Estudo, controlado, com 8 pacientes, submetidos a TERV. Equipamento de exposição: HMD.	A TERV é eficaz para reduzir o medo de falar em público.
Medo de falar em público	Slater et al., 1999	Estudo sobre os efeitos da mudança do comportamento (positivo, negativo) dos HV sobre os pacientes. Equipamento de exposição: HMD.	Os seres humanos respondem a mudança de comportamento mesmo sabendo que se trata apenas de uma representação virtual do comportamento.
Medo de falar em público	Anderson et al., 2000	Aplicou a TERV a um paciente. Equipamento de exposição: HMD.	Obteve resultados positivos.
Medo de falar em público	Lee et al., 2002	Propôs um sistema em que a audiência seria composta por imagens reais (fotos ou vídeos).	Não foram publicados resultados.
Medo de falar em público	Pertaub et al., 2002	Estudo sobre o impacto da mudança do comportamento (positivo, negativo) dos HV sobre os pacientes e comparação de técnicas para provocar o sentimento de imersão. Equipamento de exposição: HMD e projetor.	Os pacientes apresentaram uma maior ansiedade perante uma audiência negativa. Foi verificado que as mulheres sentiam uma maior imersão.
Medo de falar em público	Botella et al., 2004	Testou a aplicação <i>Talk to Me</i> num paciente. Equipamento de exposição: Ecrã de computador.	Verificou uma diminuição nos sintomas.
Medo de falar em público	Slater et al., 2004	Estudo, controlado, com 36 pacientes, sendo que 20 não sofriam de fobia. Foram expostos a um ambiente virtual com e sem HV. Equipamento de exposição: HMD.	Aumento de ansiedade verificada apenas na presença dos HV. Os 20 pacientes que não sofriam de fobia não sentiram qualquer ansiedade em ambos os cenários.

Tabela 2.4: Estudos efetuados sobre a AS com foco no medo de falar em público

2.6 Resumo

Neste capítulo foi apresentado um apanhado sobre os trabalhos que têm sido efetuados na TERV, por várias equipas de investigadores.

Este apanhado permitiu-nos identificar as vantagens/desvantagens da TERV, os tipos de hardware/software que têm sido testados pela comunidade científica e os resultados obtidos com as diferentes técnicas que têm sido utilizados para a TERV. Pelo que nos permitiu determinar a nossa linha de trabalho e antever os possíveis resultados da nossa solução.

Capítulo 3

Virtual Spectator v2.0

O objetivo do nosso trabalho foi criar uma solução de RV de baixo custo para o apoio à terapia de exposição no tratamento da AS, mais especificamente para o medo de falar em público numa situação de avaliação perante um júri ou numa entrevista e que pode ser utilizada facilmente no consultório de um terapeuta.

O cenário é constituído por: uma sala, um júri formado por um, dois ou três HV distribuídos por três cadeiras, e uma mesa sobre a qual encontram-se alguns objetos (por exemplo, portáteis, um telefone, entre outros).

Esta aplicação é dirigida para dois tipos de utilizadores, um terapeuta e um paciente. Enquanto o paciente interage (fala) com os HV presentes no cenário, o terapeuta terá como função interpretar o comportamento do paciente e modificar os parâmetros (comportamento dos HV, luzes do ambiente, etc.) da aplicação conforme necessário.

Neste capítulo são apresentados: a análise de requisitos, o planeamento do projeto, os diversos aspetos relativos ao desenvolvimento da aplicação *Virtual Spectator v2.0* e a avaliação feita por terapeutas/psicólogos.

3.1 Análise de Requisitos

Nesta secção serão apresentados os *stakeholders*, os requisitos funcionais e não funcionais do projeto.

3.1.1 Definição dos *Stakeholders*

***Stakeholders* não utilizadores:**

- Ana Paula Cláudio, Beatriz Carmo, envolvidas no desenvolvimento do projeto e coordenadoras do projeto;
- Augusta Gaspar e Francisco Esteves, Doutorados em Psicologia e professores do Departamento de Psicologia Social e das Organizações do ISCTE/IUL, envolvidos

na definição das funcionalidades do *Virtual Spectator v2.0* como aplicação para uso terapêutico e acadêmico;

- Eder Lopes, envolvido no desenvolvimento do projeto e aluno de Mestrado em Informática;

Stakeholders utilizadores:

- Terapeutas, utilizadores-ativos da aplicação durante as sessão de terapia;
- Pacientes, utilizadores-passivos da aplicação durante as sessão de terapia;

3.1.2 Requisitos funcionais

O sistema gera duas janelas disjuntas:

- A janela que mostra a simulação do júri;

A simulação tem lugar num cenário que pode conter um, dois ou três HV que constituem o júri virtual. Durante a simulação, em cada instante, apenas um HV estará controlável de forma mais “fina”. Os restantes estarão a exibir um comportamento automático inicialmente escolhido pelo terapeuta. Usamos, respetivamente, as designações “Modo Interativo” e “Modo Automático” para distinguir as duas situações de interação.

- A janela que suporta a interação do terapeuta;

Esta janela de interação do terapeuta pode mostrar três menus: o de escolha de cenário/simulação, o de configuração do cenário ou o de simulação.

O menu de escolha de cenário permite as seguintes opções:

- Escolher o cenário que se pretende simular;
- Sair da aplicação;

O menu de configuração permite ao terapeuta:

- Escolher a decoração da sala em que se desenrola a simulação (cor das paredes, tipo de mesa e tipo cadeiras);
- Adicionar/Remover objetos à mesa;
- Escolher os HV presentes na simulação e definir a posição que vão ocupar na mesa do júri;

- Remover HV do júri;
- Alterar o aspeto de cada HV adicionando-lhe óculos (também é possível removê-los);
- Calibrar a posição da câmara (em X, Y, Z). Os HV olham sempre para a câmara quando estão atentos. A posição da câmara coincide com a posição da pessoa que está “virtualmente” a ser avaliada;
- Iniciar a simulação;
- Sair da aplicação;

O menu de simulação permite as seguintes opções:

- Escolher o HV que pretendemos controlar num determinado instante (HV em modo interativo);
- Escolher o comportamento a ser efetuado pelos HV que estão em modo automático;
- Alterar o estado de atenção do HV que estamos a controlar (atento, distraído);
- Ativar eventos correspondentes a ações (discordar, concordar, receber SMS, utilizar portátil, adormecer, olhar para a direita e sussurrar) no HV que estamos a controlar;
- Alterar a expressão facial do HV que estamos a controlar, através da combinação de vários AU que foram escolhidos segundo indicação dos psicólogos;
- Alterar a postura corporal (inclinar para trás, para frente, neutro e cruzar/descruzar os braços) no HV que estamos a controlar;
- Combinar diversos comportamentos e expressões faciais de modo a poder gerar um conjunto amplo de possibilidades de atitudes dos HV;
- Controlar a intensidade luminosa dentro da sala;
- Utilizar estímulos sonoros (sons habituais como por exemplo, carros a passar na rua, chuva, conversa no corredor);
- Alternar entre três tipos de aproximação da câmara (*close up*): cenário completo, só o HV que estamos a controlar e só a face do HV que estamos a controlar;
- Regressar ao menu de configuração;
- Pausar a simulação;
- Terminar a simulação, interrompendo a exposição (introduzindo uma cortina na sala) e regressar ao menu de escolha de cenário;

3.1.3 Requisitos não-funcionais

- **Desempenho:** O sistema não deve funcionar com tempos de espera observáveis;
- **Usabilidade:** O sistema deve fornecer uma interface gráfica simples e intuitiva;
- **Funcionalidade:** Os elementos do ambiente virtual devem obedecer aos comandos inseridos pelo utilizador;
- **Restrições de execução:** O sistema deve ser possível de executar em ambientes Windows. O sistema deve funcionar em computadores com uma placa gráfica equivalente ou superior à NVIDIA Quadro FX 1700/PCI/SSE2;
- **Portabilidade:** O sistema tem que ser de fácil transferência de um ambiente para outro, desde que cumpram as restrições de execução;
- **Extensibilidade:** O sistema tem que ter a capacidade de incorporar novos cenários identificados como úteis para o tratamento de AS;
- **Restrição de custo:** O sistema deve ser desenvolvido com software de domínio público ou versões gratuitas de software proprietário;
- **Restrições de desenvolvimento:** O sistema deve ser desenvolvido utilizando as seguintes linguagens de programação: C#, JavaScript ou Boo. O processo de desenvolvimento a adotar será o Processo Iterativo e Incremental, visto que será necessário apresentar o sistema periodicamente ao psicólogo da equipa;

3.1.4 Diagrama de sequência

Na figura 3.1 encontra-se o diagrama de sequência da aplicação, segundo as especificações UML.

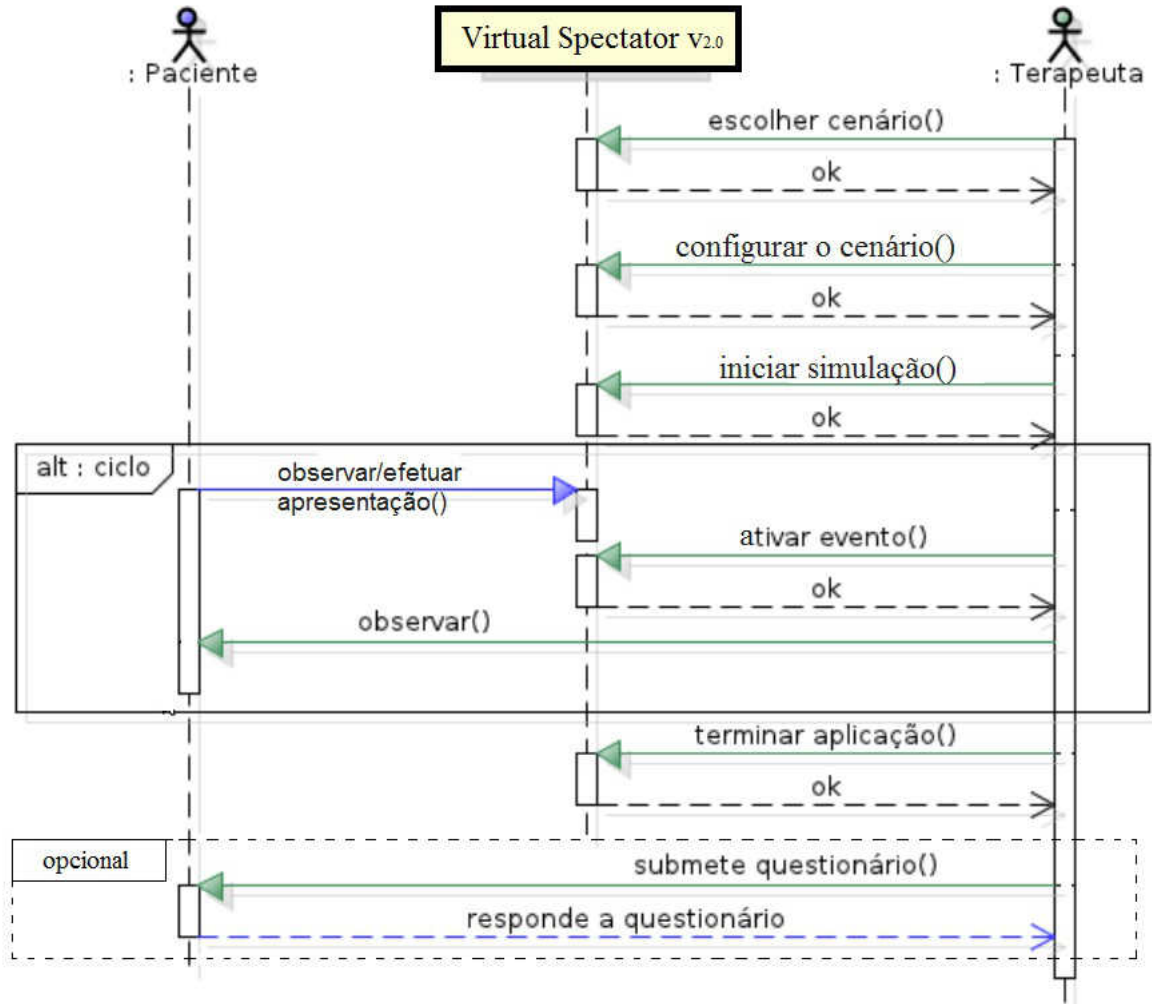


Figura 3.1: Diagrama de sequência (UML)

No final da sessão, o terapeuta pode solicitar ao paciente que preencha um questionário, completando assim a sessão de terapia.

3.2 Planeamento do projeto

Nesta secção serão apresentados os recursos do projeto, o processo de desenvolvimento de software adotado e a análise dos desvios ao plano de trabalho inicial.

3.2.1 Recursos do projeto

Software:

- Blender¹ (2.61 e 2.64): aplicação de modelação 3D, pelo que foi utilizado para efetuar a modelação e animação dos objetos 3D a serem incorporados na plataforma;
- Unity² (desde a versão 3.5 até à 4.1.5f1): motor de jogo, que foi utilizado para efetuar a ligação entre os objetos 3D e a parte lógica da aplicação, e assim criar a aplicação;
- MakeHuman³ (1.0 Alpha 7): aplicação que permite criar e configurar humanos virtuais com diferentes características físicas;
- GIMP⁴ (2.8.4): software de edição de ficheiros de imagem, utilizado para criar/editar as texturas dos objetos 3D;
- Free Audio Editor⁵ (2012 8.5.1): software de edição de ficheiros de áudio, utilizado para criar/editar os efeitos sonoros.

A aplicação foi desenvolvida para o sistema operativo Windows porque no início do desenvolvimento deste trabalho o Unity só funcionava nest ambiente e em MAC OS. Optámos por escolher o Windows por restrições do equipamento disponível.

Hardware:

- Processador: 2x Intel[®] CORE[™] 2 Duo E8400 @3.00GHz;
- Memória: 4GB;
- Placa Gráfica: NVIDIA Quadro FX 1700/PCI/SSE2;
- Projetor;
- Tela de projeção;

¹<http://www.blender.org/>

²<http://unity3d.com/>

³<http://www.makehuman.org/>

⁴<http://www.gimp.org/>

⁵<http://www.free-audio-editor.com/>

- Colunas de som;

Recursos humanos:

São aqueles que foram indicados nos stakeholders não utilizadores.

3.2.2 Processo de desenvolvimento de software

O processo de desenvolvimento de software escolhido foi o Processo Iterativo e Incremental [51]. Escolhemos este método pois trata-se de um método que permite uma interação frequente com o utilizador final da aplicação (o psicólogo).

O objetivo deste método é o de desenvolver um software através de vários ciclos (iterativo) e em pequenos incrementos ao longo do tempo (incremental), permitindo assim tirar partido do que foi aprendido nas iterações anteriores (figura 3.2). Em cada iteração é criada uma nova versão da aplicação que é avaliada pelos utilizadores, e este processo é repetido até que se obtenha uma versão final da aplicação. O processo é composto pela fase de inicialização, as fases de iteração e pela lista de controlo do projeto.

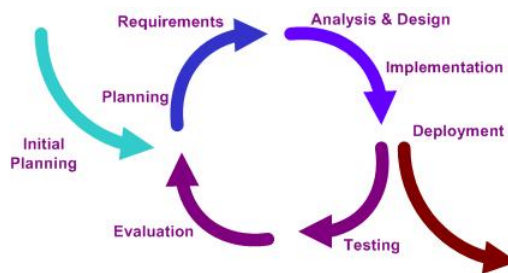


Figura 3.2: Diagrama do modelo do Processo Iterativo e Incremental [51]

Na fase de inicialização é criada uma versão muito simples da aplicação em que o utilizador pode interagir. Esta versão deverá contemplar uma amostra dos aspetos chaves do sistema e apresentar uma solução que seja simples de entender e de implementar.

Para guiar o processo de iteração é criada uma lista de controlo do projeto, que contém a lista de todas as tarefas que têm de ser realizadas.

As fases de iteração, envolvem o redesenho de funcionalidades, a implementação de tarefas da lista de controlo do projeto, a criação de novas versões da aplicação e a avaliação dessas versões. A avaliação das versões é baseada no *feedback* dos utilizadores e no cumprimento das tarefas da lista. A lista de controlo do projeto é modificada de acordo com o resultado das avaliações.

3.2.3 Desvios ao plano de trabalho inicial

A sequência definida no plano inicial de trabalho foi seguida. Os atrasos temporais registados foram devidos sobretudo à morosidade inerente às tarefas de ajuste da modelação

e animação dos HV e de transferência de elementos do Blender para o Unity. A complexidade das malhas poligonais e o número elevado de animações associados a cada HV fez com que o processo de exportação do Blender, importação no Unity e configuração dos HV após importação demorasse aproximadamente uma hora por HV. Este processo consumiu imenso tempo visto que sempre que se notava algum erro numa animação ou na malha poligonal de um HV era necessário regressar ao Blender para o corrigir e efetuar todo o processo de exportação e importação outra vez para todos os HV que partilhavam a animação ou malha poligonal.

As tarefas que consumiram mais tempo do que o previsto foram:

Criação de animações faciais - o problema surgiu quando se tentou importar as animações faciais feitas nos modelos criados no MakeHuman [11], nesta altura notou-se a incapacidade do Unity em importar “*shape keys*”. Pelo que essas animações foram eliminadas e a solução passou por criar apenas animações baseadas em ossos.

Representação dos cabelos compridos - dos HV femininos no Unity que não ficava com o aspeto de cabelo, pelo que foi preciso regressar várias vezes ao Blender [10] para editar a malha do cabelo.

Controlo do olhar - foi preciso criar uma solução para controlar o olhar dos HV para que estivessem a olhar para a câmara independentemente da posição da câmara dentro do cenário.

Ajuste das roupas - foi necessário criar uma solução para resolver o problema provocado pelo facto da malha da pele dos HV atravessar a malha da roupa em vários pontos do HV. Após testar um conjunto de hipóteses chegou-se a conclusão de que a melhor solução seria transformar a malha da pele, que fica escondida pela roupa, numa malha transparente. Assim mesmo que se sobreponha a malha da roupa não será visível.

Representação de sombras - foi preciso criar uma solução para resolver o problema do fraco tratamento de sombras efetuado pela versão *free* do Unity. A solução passou por testar varias combinações e posicionamentos de fontes de luzes.

Adicionalmente, existiram algumas dificuldades na representação em *full screen* da janela de simulação. Na versão do Unity que foi usada no início do trabalho, não era possível efetuar *full screen* na janela do paciente (janela que é apresentada na tela de projeção pelo projetor), pois a funcionalidade de *full screen* disponibilizada pelo Unity [2] só efetuava *full screen* no ecrã principal que no caso é o ecrã do computador. Também não era possível redimensionar a janela do paciente arrastando os cantos da janela. Pelo que a única opção que se tinha era a de definir a janela com um tamanho fixo, correndo o risco do projetor

não suportar esse tamanho. Após algum tempo foi encontrado uma solução que passava por obter todas as resoluções de ecrã suportadas pelo computador e apresentá-las ao psicólogo no menu de configuração, onde o psicólogos teria que experimentar as várias opções listadas até encontrar a que melhor se adaptava ao projetor que estava a utilizar. Mas com o lançamento do Unity 4.0 este problema foi corrigido passando a ser possível efetuar *full screen* no ecrã secundário e também passou a ser possível redimensionar a janela ao arrastar os cantos da mesma, pelo que a solução anterior foi abandonada.

3.3 Desenvolvimento do projeto

Nesta secção serão descritos os passos realizados no desenvolvimento do projeto. Os termos técnico mencionados nesta secção encontram-se definidos no anexo (Glossário).

3.3.1 Trabalho de pesquisa e validação

Nesta fase foi efetuada uma análise de vários artigos científicos realizados na área da TERV, na qual efetuámos uma comparação das técnicas utilizadas e dos resultados obtidos pelas mesmas. Isso permitiu-nos identificar as vantagens e desvantagens da TERV bem como as limitações das diversas técnicas e tecnologias disponíveis para à construção de uma aplicação para o auxilio no tratamento da AS. O resultado desta fase do trabalho reflete-se no capítulo 2.

De seguida foi efetuada a análise do problema e o levantamento dos requisitos funcionais e não funcionais do sistema, que se encontram identificados na secção anterior.

Ainda nesta fase foi efetuado um conjunto de testes para averiguar as capacidades de um conjunto de software, de modo a identificar quais é que possibilitavam o cumprimento dos requisitos do sistema identificados anteriormente. E que nos permitiram definir as aplicações a usar no desenvolvimento (ver secção 3.2.1).

Descrevemos em seguida os principais testes realizados.

Escolha da plataforma de desenvolvimento e motor de jogo

Nesta fase foram exploradas as capacidades das plataformas: Blender, Unity 3D *Free* e o UDK (versão gratuita do Unreal Engine) [52], no que diz respeito à modelação de objetos, criação de texturas, criação de animações, importação de *motion capture*, lógica e desempenho do motor de jogo.

Após concluídos os testes, chegou-se às seguintes conclusões:

- Os motores de jogo Unity 3D e UDK são mais potentes do que o motor de jogo do Blender, pelo que permitem executar ambientes mais complexos e com maior fluidez;

- As capacidades de modelação 3D do Blender são melhores do que as do Unity 3D e UDK;
- Não existe muita diferença na lógica e desempenho dos motores de jogos Unity 3D e UDK;
- O motor de jogo Unity 3D apresentou uma maior compatibilidade com o Blender e tem uma comunidade de utilizadores muito ativa;

Depois de se analisar os resultados chegou-se à conclusão de que a melhor solução seria utilizar o motor de jogos Unity 3D juntamente com o Blender, como plataforma de modelação e animação 3D.

O Unity é um motor de jogo com um conjunto de ferramentas simples e intuitivas que permitem um rápido fluxo de trabalho na criação de conteúdos 3D interativos, e com suporte para diferentes plataformas: Windows, Mac, Linux, iOS, Android, Web Player, PS3, Xbox 360 e Wii U. Sendo que a plataforma escolhida foi o Windows.

O desenvolvimento das aplicações pode ser programado através de *scripts*: C#, Boo ou JavaScript na plataforma Mono⁶. O Mono é uma plataforma *open source* para o desenvolvimento de software que se encontra integrado no Unity. Sendo que não há diferença no tempo de execução de cada linguagem por parte do Unity, foi a experiência já adquirida anteriormente durante a licenciatura e o mestrado que ditou a escolha da linguagem de programação a ser utilizado, o C#.

Escolha dos modelos de Humanos Virtuais

Nos objetivos do projeto não se incluía a modelação das personagens a usar. Assim, foi preciso escolher os modelos disponíveis, que fossem facilmente ajustáveis e convertíveis com qualidade para o Blender.

Foram exploradas as plataformas DAZ Studio 4 [53] e MakeHuman [11].

Após alguns testes chegou-se a conclusão que o MakeHuman tinha uma maior compatibilidade com o Blender e que gerava HV mais realistas, pelo que foi a plataforma escolhida.

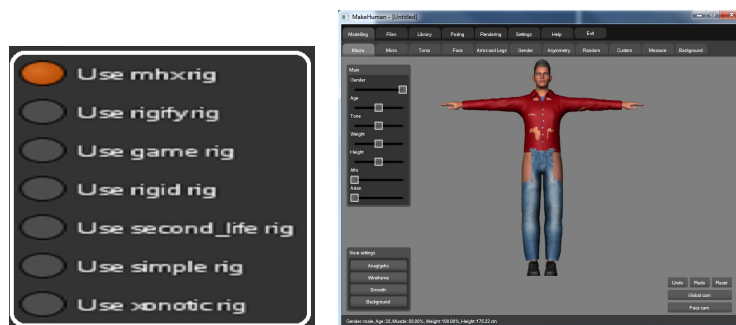
Identificação do melhor tipo de HV disponível no MakeHuman

Outra tarefa importante foi testar todos os tipos de esqueletos que o MakeHuman consegue exportar para o Blender (figura 3.3(a)). Para tal foi construído um HV (figura 3.3(b)) para cada um dos testes, e foram importados para o Blender onde foram animados através de animações *motion capture* obtidas através de bibliotecas, de *motion capture*, online disponibilizadas gratuitamente (por exemplo, cgspeed.com⁷, mocap.cs.cmu.edu⁸).

⁶http://mono-project.com/Main_Page

⁷<http://www.cgspeed.com/>

⁸<http://mocap.cs.cmu.edu/>



(a) Opções de exportação de esqueletos (b) Criação do modelo do HV

Figura 3.3: Teste com tipos de esqueletos no MakeHuman

Após a animação, os HV foram todos importados para o Unity onde foi possível compará-los em termos de complexidade, tempo de importação e fluidez das animações. Após algumas comparações chegou-se à conclusão que a opção *“Use simple rig”* era a que mais se adequava às nossas necessidades: tinha um esqueleto simples, com um tempo de importação menor mas era capaz de realizar os movimentos de que necessitávamos.

Importação e controlo de animações no Unity

O objetivo desta tarefa foi verificar se era possível importar no Unity um HV animado no Blender, e controlar quando e onde é que essa animação seria executada.

Para isso foi criada uma pequena aplicação no Unity. Esta aplicação é composta por uma janela, na qual o utilizador pode escolher um HV de entre dois disponíveis e em qual cenário, de entre dois disponíveis, é que pretende introduzi-lo (figura 3.4). Após introduzir o HV no cenário é possível ativar a animação várias vezes através de atalhos de teclado (figura 3.4).

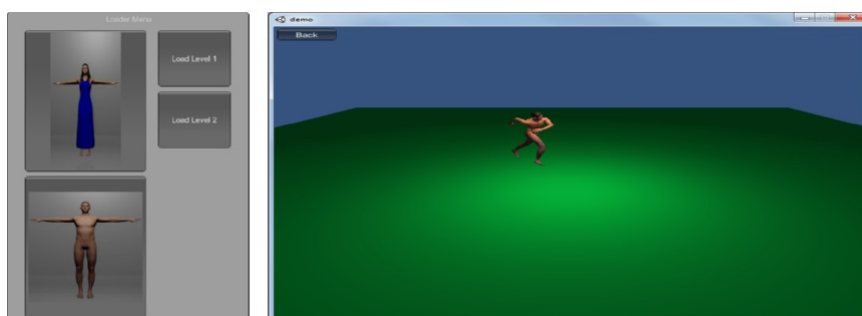


Figura 3.4: Demo: escolha de HV, cenário e controlo de animação

Este teste permitiu comprovar que era possível importar um HV animado e controlar as animações. Também nos permitiu comprovar que era possível instanciar e destruir HV e outros objetos 3D em tempo de execução, o que nos permitiu criar um conjunto de peças

de mobiliários e HV de entre os quais o utilizador pode escolher livremente, aumentando assim o número de situações (cenários) que pode simular.

Comunicação entre janelas

Visto que um dos principais requisitos da aplicação era que funcionasse com duas janelas diferentes, uma para a interface do terapeuta e outra para a simulação, foram realizadas várias experiências para tentar criar uma aplicação com duas janelas, visto que o Unity não disponibilizava esta opção. Uma das primeiras soluções encontradas foi a criação de uma aplicação que funcionasse em modo *split screen* (figura 3.5).

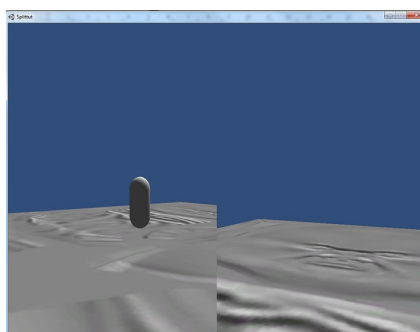


Figura 3.5: Teste com *split screen*

Esta solução foi posteriormente abandonada devido aos seguintes factos:

- não permitia colocar o “lado” referente à janela de simulação em modo *full screen* no projetor pois isso fazia com que o “lado” reservado ao terapeuta também ficasse muito grande não sendo possível representá-lo na sua totalidade num simples ecrã de computador;
- esta opção também limitava a utilização do computador por parte do terapeuta, pois o “lado” destinado ao terapeuta ocupava todo o espaço disponível no ecrã do computador, o que impedia o terapeuta de utilizar outras aplicações (por exemplo, bloco de notas) no computador enquanto estivesse a utilizar a aplicação pois para tal teria que minimizar a aplicação e sendo que a aplicação só tinha uma janela o “lado” destinado ao paciente também seria minimizado;

Após abandonar o modo *split screen* a solução encontrada foi a de criar duas aplicações separadas. Uma só com os menus que são apresentados ao terapeuta e outra só com a janela de simulação que é projetada, pelo que a aplicação passou a ter uma arquitetura similar à dos videojogos *multiplayer online*, perfeitamente suportada pelo Unity.

O passo seguinte passou por determinar qual seria a melhor opção para se efetuar a comunicação entre as duas aplicações. Nesta fase foram testadas as seguintes opções: Unity Master Server [54], Socket UDP, TCP/IP e RPC em *localhost*.

Unity Master Server

O Unity Master Server é um servidor disponibilizado pela Unity gratuitamente onde qualquer utilizador pode registar o seu servidor. Para tal são utilizadas as classes *Network* e *MasterServer* da API do Unity. A classe *Network* [55, 56] permite criar um servidor e definir o seu porto. A classe *MasterServer* efetua o registo desse servidor no Unity Master Server, com um nome único que é definido pelo utilizador, e efetua a conexão do cliente.

Para testar esta funcionalidade foi criada uma pequena aplicação cliente servidor com duas janelas, em que cada utilizador controlava um objeto 3D na sua janela e os movimentos desse objeto eram replicados na janela do outro utilizador através da utilização de RPC [56, 57] (figura 3.6).

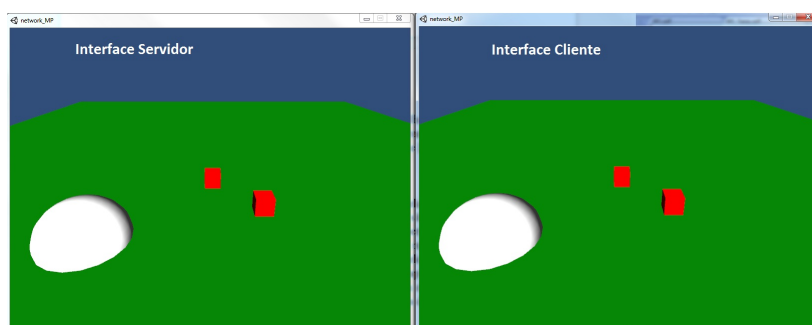


Figura 3.6: Teste com Unity Master Server. A interação efetuada numa das janelas reflete-se em simultâneo na outra janela.

Esta solução tem como principal vantagem o facto do cliente não necessitar de saber o IP e o porto do servidor, pois o cliente só necessita do nome com que o servidor foi registado no Unity Master Server e a password, caso tenha sido definida.

Tem como principal desvantagem o facto de ser necessário uma conexão à Internet para que possa funcionar, o que fez com que essa solução tenha sido preterida em função das outras.

Socket UDP, TCP/IP

Também surgiu a opção de utilizar sockets UDP ou TCP/IP visto que o Unity apresenta suporte para a *framework* .NET da Microsoft [58, 59], permitindo assim utilizar os métodos da biblioteca para criar o servidor e o cliente.

Esta solução apresentava a vantagem de poder ser implementada em *localhost*.

E tem como desvantagens o facto de ser mais complexa de implementar pois é necessário implementar *threads* para impedir o bloqueio da aplicação, e também o facto de ser implementada sobre o .NET o que aumenta o risco de incompatibilidade com outros sistemas operativos.

RPC em *localhost*

Esta solução é em parte idêntica à da utilização do Unity Master Server, diferenciando-se desta apenas no facto de não ser necessário o registo do servidor no Unity Master Server, pelo que só utiliza a classe *Network* para criar um servidor, sendo definido o porto do servidor. O cliente consegue efetuar uma conexão ao servidor, bastando para tal saber o IP da máquina onde se encontra o servidor e porto definido.

Para testar esta solução foi construída uma pequena aplicação com duas janelas independentes em que uma funcionava como servidor e a outra como cliente. Após conectar-se ao servidor o cliente tinha um botão que permitia alterar a cor de um objeto na janela do servidor. Tal como no Unity Master Server essa comunicação era efetuada através do recurso à RPC [60] (figura 3.7).

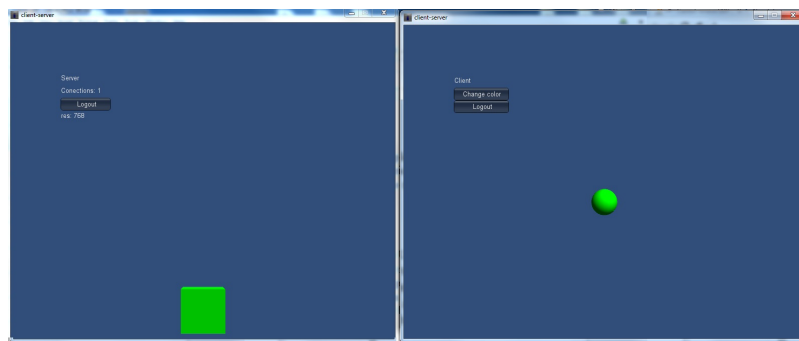


Figura 3.7: Teste com RPC em *localhost*. A janela do cliente tem um botão que permite alterar a cor de um objeto, sendo que esta alteração é replicada num objeto na janela do servidor.

Após a realização dos testes concluiu-se que a utilização de RPC em *localhost* era a melhor solução, pois permitia a comunicação entre duas janelas sem a necessidade de se ter uma ligação à Internet e poderia ser implementado recorrendo apenas às bibliotecas internas do Unity diminuindo assim os riscos de incompatibilidade da aplicação com outros sistemas operativos.

3.3.2 A aplicação Virtual Spectators v2.0

A aplicação desenvolvida abre duas janelas: a janela de interação (figura 3.8) e a janela de simulação (figura 3.9). A janela de interação pode mostrar três menus: o de escolha de cenário/simulação, o de configuração do cenário ou o de simulação. A janela de simulação apresenta um cenário que pode conter um, dois ou três HV que constituem o júri virtual. Durante a simulação, em cada instante, apenas um HV estará controlável de forma mais “fina”. Os restantes estarão a exibir um comportamento automático inicialmente escolhido pelo terapeuta. Usamos, respetivamente, as designações “Modo Interativo” e “Modo Automático” para distinguir as duas situações de interação.



Figura 3.8: Menus alternativos da janela de Interação: escolha de cenário (esquerda), configuração (centro) e simulação (direita)

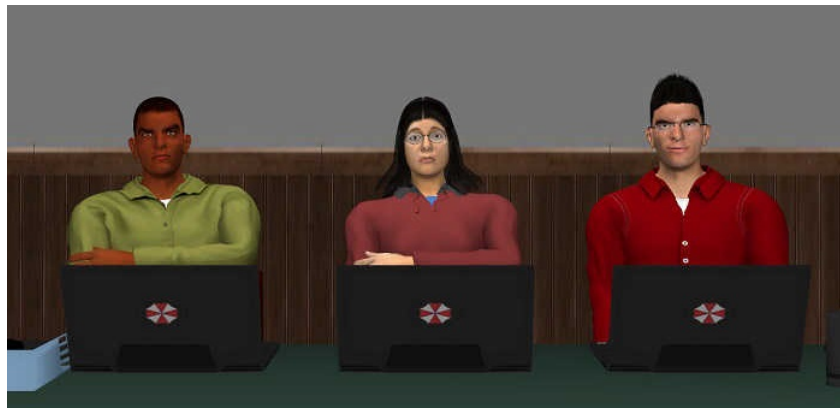


Figura 3.9: Janela de Simulação

A janela de interação (figura 3.8) contém, alternativamente um dos seguintes três menus: menu de escolha de cenário, menu de configuração de cenário e menu de simulação.

A aplicação encontra-se preparada para facilmente passar a incluir novos cenários para o tratamento de outros tipos de fobias ou mesmo para o tratamento da AS, pelo que o primeiro menu permite a escolha do cenário pretendido.

O segundo menu permite a configuração do cenário (escolhido no primeiro menu). Neste menu é possível escolher-se a decoração do cenário (cor das paredes, tipos de mesas, cadeiras e adicionar/remover objetos à mesa), escolher quais os HV que se pretende introduzir no cenário, adicionar/remover óculos nesses HV e efetuar a calibração da câmara através de translações em três direções ortogonais: deslocar para cima e para baixo, deslocar para esquerda e para direita, e aproximar e afastar (zoom). Os HV olham sempre para a câmara quando estão atentos. A posição da câmara representa a posição da pessoa que está “virtualmente” a ser avaliada.

O terceiro menu permite o controlo da simulação por parte do terapeuta, sendo possível controlar o comportamento e a expressão facial dos HV, a iluminação do cenário, desencadear eventos sonoros e efetuar o *close up* de um determinado HV. Estes comportamentos e eventos permitem ao terapeuta provocar diferentes níveis de ansiedade nos pacientes.

A instalação de baixo custo escolhida para usar a aplicação (figura 3.10) é composta por um computador que a executa, um projetor, uma tela de projeção e duas colunas de som.

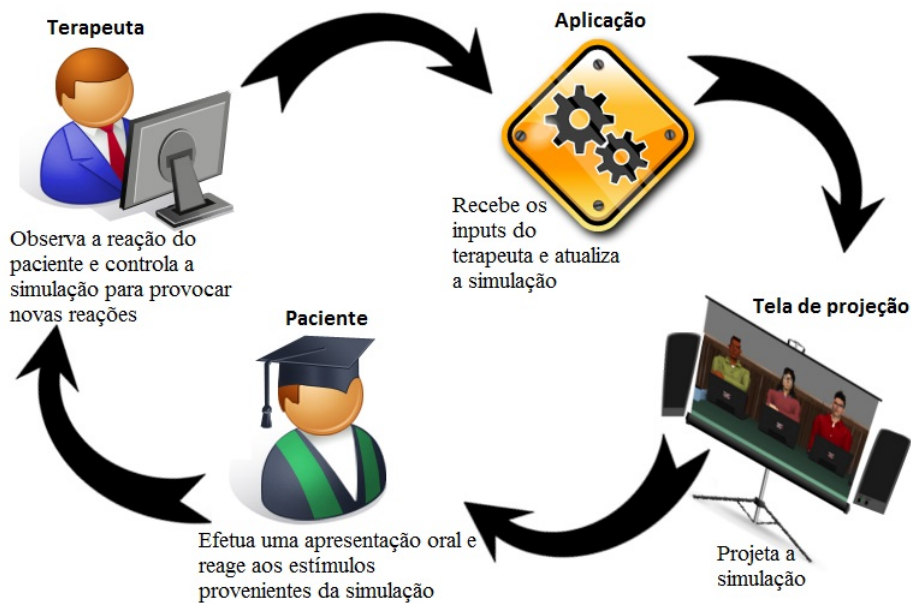


Figura 3.10: Diagrama de utilização da aplicação

Mais adiante são dados mais detalhes sobre a aplicação.

3.3.3 Arquitetura da Aplicação

Tal como referenciado anteriormente tivemos que optar por criar duas aplicações independentes que comunicam entre si por RPC criando uma arquitetura do tipo cliente servidor em que a janela de interação faz o papel de servidor (figura 3.11) e a janela de simulação faz o papel de cliente.

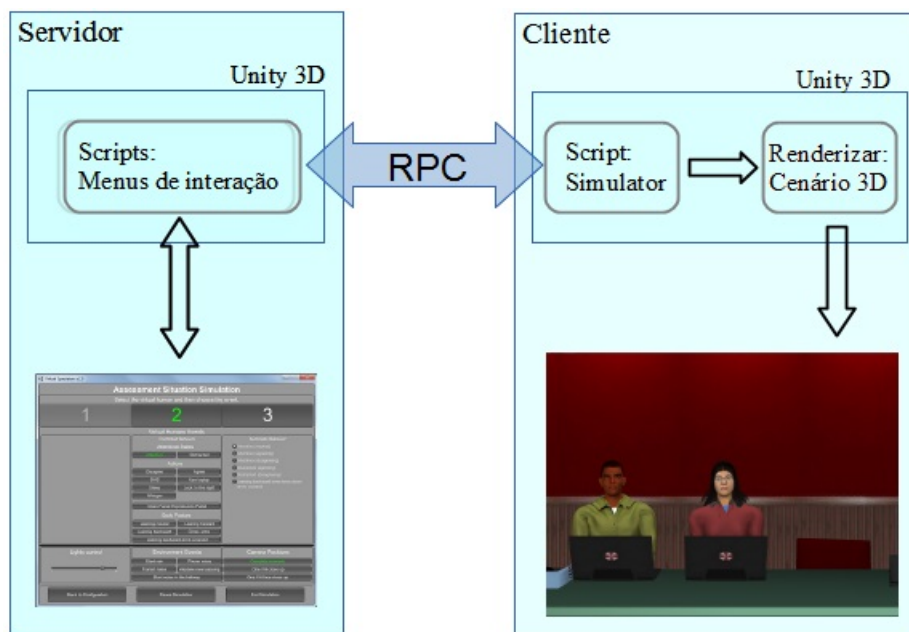


Figura 3.11: Esquema da arquitetura do cliente servidor

Cliente

Na nossa aplicação o cliente funciona como um *Thick client* [61], que é a abordagem mais utilizada quando se trata de videogames *multyplayer online*, na qual o cliente é o responsável por realizar grande parte da computação. Esta abordagem é utilizada pois permite aproveitar a alta capacidade de processamento e de hardware gráfico específico (do cliente) para proporcionar uma melhor experiência multimídia, e reduzir o fluxo de dados que são transferidos através da rede evitando assim a ocorrência de *Lag* (latência no jogo) [62].

A articulação da aplicação cliente com o motor de jogo Unity encontra-se esquematizado na figura 3.11.

De seguida serão apresentados os *scripts* que foram desenvolvidos para criar e controlar o cliente.

Quando a aplicação é inicializada, é executado o *script* “*choose_scenario*”.

O *script* “*choose_scenario*” é associado ao cenário através da criação de um “*Empty GameObject*” no cenário. Os *scripts* para serem ativados (utilizados) têm que estar associados a um objeto que esteja dentro do cenário. O Unity permite criar um objeto sem representação gráfica cuja única função é a de permitir a associação de componentes (por exemplo, *scripts*) que têm como função controlar todo o cenário, esses objetos são os “*Empty GameObject*”. Após termos um *script* associado ao cenário passamos a ter acesso em tempo de execução a todos os objetos (3D e outros *scripts*) que estão incluídos na pasta do projeto, bastando para tal saber o nome do objeto.

O *script* “*choose_scenario*” é o responsável por estabelecer a ligação com o servidor e iniciar o cenário 3D escolhido pelo utilizador.

O cenário 3D é atualizado pelo motor de jogo e é controlado através do *script* C# “*simulator*”, que por sua vez controla os *scripts*: “*characterController*”, “*eye_rotation*” e “*rotation*”.

O *script* “*simulator*” é o responsável por receber os *inputs* enviados pelo servidor, instanciar e destruir os objetos 3D (os HV e os moveis presentes na simulação), controlar as animações e reproduzir os efeitos sonoros.

Os objetos do tipo HV têm associados a eles os seguintes *scripts*: “*characterController*”, “*eye_rotation*” e “*rotation*”. Pelo que quando são instanciados cada um fica com uma cópia destes *scripts*.

O *script* “*characterController*” é o responsável por controlar a execução das animações no HV à que está associado e controlar a direção do olhar do HV através do controlo do *script* “*eye_rotation*” que é acedido a partir deste *script*.

O *script* “*eye_rotation*”, como indicado no parágrafo anterior é o responsável por controlar a direção do olhar do HV a que está associado.

O *script* “*rotation*”, por sua vez é responsável pela rotação do objeto a que está associado. Esta rotação serve para rodar os objetos na direção da câmara, garantindo que mesmo os objetos (HV e cadeiras) que se encontram na periferia do cenário estejam centrados em relação à câmara.

Os objetos do tipo cadeira têm associados a eles o *script* “*rotation*”. Pelo que, quando são instanciados, cada um fica com uma cópia deste *script*. O funcionamento deste *script* nesses objetos é equivalente ao que se passa nos objetos do tipo HV.

Servidor

A articulação da aplicação servidor com o motor de jogo Unity encontra-se esquematizado na figura 3.11.

De seguida serão apresentados os *scripts* que foram desenvolvidos para criar e controlar o servidor.

A aplicação servidor, como já referenciado, é composto por três menus, que permitem ao utilizador (terapeuta) escolher o tipo de cenário, configurar o cenário e controlar a simulação.

Para tal cada menu tem associado a si *scripts* C# que permitem controlar os menus e efetuar a comunicação com o cliente por RPC. Esses *scripts* encontram-se associados através da utilização de “*Empty GameObjects*”.

No menu de escolha de cenário encontram-se os *scripts*: “*menu_0*” e “*menu_0_persistent_data*”. O *script* “*menu_0*” tem como função: inicializar o servidor, efetuar uma chamada ao sistema para iniciar a execução da aplicação cliente, receber o pe-

dido e efetuar a conexão do cliente, permitir a escolha do tipo de cenário pretendido e executar o menu de configuração de cenário. O *script* “*menu_0_persistent_data*” tem como função garantir que a chamada ao sistema seja efetuada apenas na primeira execução deste menu. Para tal foi necessário especificar no início do *script* que os dados presentes neste *script* não devem ser destruídos quando o *script* é executado outra vez. Pois sempre que um *script* é executado o Unity faz um “*reset*” do *script* destruindo todos os valores que já tinham sido alterados.

No menu de configuração de cenário, encontram-se os *scripts*: “*menu_interview_configuration*” e “*interview_configuration_data*”.

O “*menu_interview_configuration*”, tem como função permitir que o utilizador (terapeuta) configure o cenário, comunicar as escolhas do utilizador ao cliente através de RPC, e executar o menu de escolha de cenário ou o menu de simulação, consoante a escolha do utilizador.

O “*interview_configuration_data*”, tem como função guardar as escolhas do utilizador para o caso do utilizador querer regressar a este menu quando estiver no menu de simulação. Este processo foi efetuado através da mesma técnica utilizada no *script* “*menu_0_persistent_data*”.

No menu de simulação, encontra-se o *script* “*menu_interview_simulation*”, que tem como função permitir o controlo dos eventos da simulação, comunicar ao cliente por RPC quais os eventos que devem ser executado, receber o *feedback* do cliente (através de RPC) e atualizar os dados no menu, permitir pausar a simulação, terminar a simulação e regressar ao menu de configuração.

No anexo (Diagramas de Classe) encontram-se os diagramas de Classe das aplicações (cliente e servidor) desenvolvidas.

3.3.4 Construção dos elementos do cenário

Nesta secção será apresentado em detalhe todo o processo da construção do modelo 3D para a simulação.

Modelação da sala e objetos

A criação do modelo da sala, cadeiras, mesas, óculos, telemóveis e dos objetos visíveis em cima da mesa foi efetuada inteiramente no Blender.

Sendo que o objetivo do trabalho não era o de modelar objetos 3D, optámos por incluir objetos já construídos que foram importados dos seguintes websites: Blender for Architecture⁹, TF3DM¹⁰ e Resources.blogscopia¹¹. Após a importação, estes modelos foram

⁹http://blender-archi.tuxfamily.org/Main_Page

¹⁰<http://tf3dm.com/>

¹¹<http://resources.blogscopia.com/>

editados de modo a reduzir a sua complexidade. A importação dos modelos permitiu-nos poupar tempo e obter modelos bastante realistas.

Todos os modelos importados são de utilização livre.

Efeitos sonoros

Para aumentar o realismo da simulação, algumas animações são acompanhadas por efeitos sonoros e também foram introduzidos eventos sonoros para representar os sons ambientes que podem ouvir-se dentro de um edifício numa cidade.

- Sons para o acompanhamento de animações:
 - Som de entrada de um SMS no telemóvel;
 - Barulho das teclas do portátil;
 - Som do cochichar entre duas pessoas;

- Sons ambientes:
 - Barulho da chuva na rua;
 - Som do telefone de secretaria;
 - Barulho de carros a passarem na rua;
 - Som de um avião a sobrevoar o edifício;
 - Barulho de pessoas a conversarem no corredor;

Os efeitos sonoros utilizados na aplicação, todos de uso gratuito, foram importados dos websites: freeSFX¹², SoundBible¹³ e Sound Jay's¹⁴, e editados com o Free Audio Editor.

Modelação dos HV

Para a modelação dos HV foi utilizado o software MakeHuman que permite criar facilmente modelos de HV realistas. A ferramenta permite exportar estes modelos para o Blender através de um formato específico para o Blender (Blender Exchange, .mhx), no qual é possível configurar um conjunto de opções em relação ao HV (figura 3.12).

Estão disponíveis sete tipos de esqueletos para o HV: "*mhxrigh*", "*rigifyrig*", "*game rig*", "*rigid rig*", "*second.life rig*", "*simple rig*" e "*xonotic rig*". Como descrito anteriormente optámos pelo "*simple rig*" (figura 3.13) pois era o de menor complexidade e continha todos os ossos que necessitávamos.

¹²<http://www.freesfx.co.uk/>

¹³<http://soundbible.com/>

¹⁴<http://www.soundjay.com/index.html>

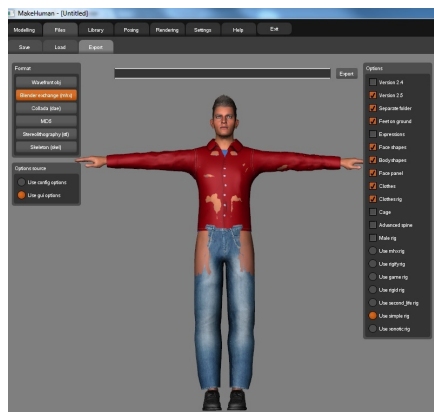


Figura 3.12: Exportação do HV do MakeHuman no formato .mhx

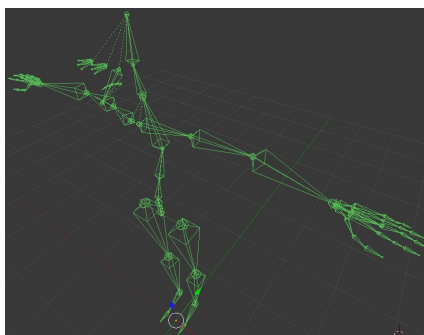


Figura 3.13: Esqueleto simple rig no Blender

Para reduzir o tempo de criação dos HV optámos por criar apenas dois HV: um masculino e um feminino. Sendo que para criar os restantes HV optámos por alterar a textura da malha (cor da pele), a roupa, o cabelo e permitir a introdução de óculos nos modelos, criando assim a variedade de HV disponíveis na aplicação.

Inicialmente optámos por utilizar a biblioteca de roupas e cabelos do MakeHuman para criar a roupa e o cabelo dos HV, mas tiveram que ser editados posteriormente pois a variedade era muito pequena e não funcionavam corretamente no Unity.

Correção do vestuário

Após a importação do modelo do HV com roupa do Blender para o Unity, notámos que em algumas zonas a malha da pele (corpo) atravessava a malha da roupa (figura 3.14).

A primeira solução que testámos para resolver este problema foi a de deformar a malha do corpo nas zonas em que deve ser escondida pela roupa. Para tal utilizámos a técnica de *Mesh Modeling* do Blender que permite alterar diretamente a posição dos vértices (figura 3.15). Esta solução foi posteriormente abandonada pois tratava-se de um processo muito moroso, visto que era necessário editar quase vértice a vértice e tinha que ser feito em todos os HV, e também não garantia o funcionamento a 100% pois era quase impossível determinar quais os vértices é que precisavam ser editados em função

das várias animações, visto que o facto do vértice não atravessar a malha da roupa numa animação não significava que o mesmo acontecia nas restantes animações.

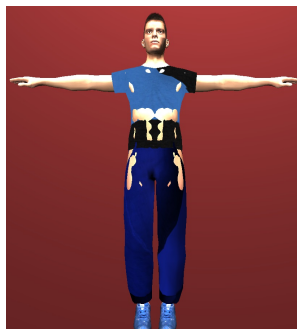


Figura 3.14: Modelo com roupa importado no Unity

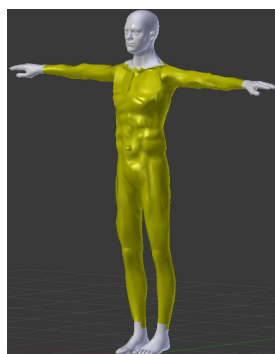


Figura 3.15: Deformação da malha e definição da zona (amarelo) que é escondida pela roupa

A segunda solução testada foi a de criar no Blender um novo material para a zona que é escondida pela roupa e atribuir o nível máximo de transparência a esse material no Unity (figura 3.16). O facto de ter o nível de transparência no máximo faz com que essa zona da malha do corpo não seja visível mesmo que atravesse a malha da roupa. Esta foi a solução escolhida para a implementação pois é mais fácil de aplicar e apresenta resultados quase perfeitos.

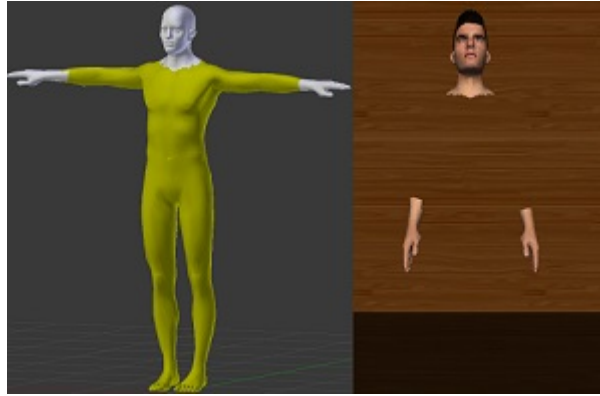


Figura 3.16: Novo material (amarelo) para o HV no Blender (esquerda), nível máximo de transparência Unity (direita)

Diversificação dos HV incluídos na aplicação

Tal como descrito anteriormente, só foram criados dois HV no MakeHuman (figura 3.17). Para aumentar as opções de escolha na aplicação foi necessário encontrar uma solução para diversificar os HV presentes. A solução encontrada foi a de alterar a textura da pele (cor), as roupas e a introdução de óculos nos HV (figura 3.18). Estas novas texturas foram criadas no GIMP, através da alteração das texturas iniciais.



Figura 3.17: Modelo masculino e feminino criados no MakeHuman

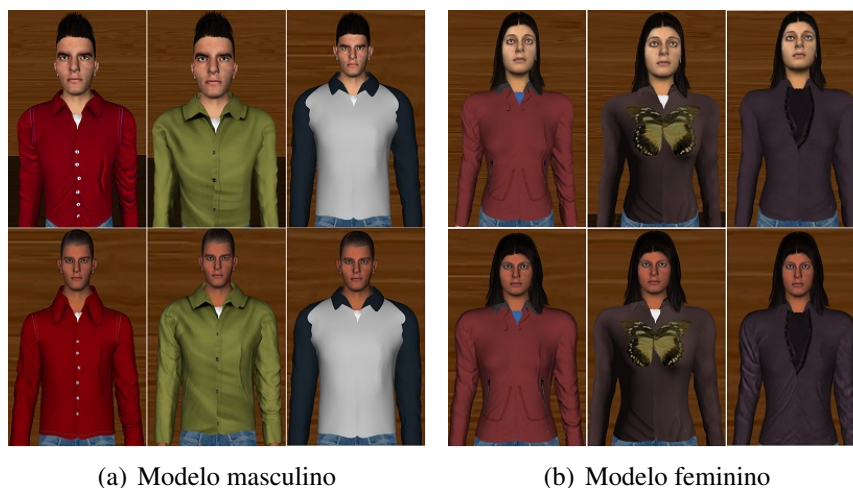


Figura 3.18: Diversificação dos modelos

Criação dos ossos da face

Tal como descrito anteriormente, notámos que o Unity só consegue importar animações baseadas em ossos. Pelo que tivemos que criar um conjunto de ossos para a face, pois os modelos do MakeHuman até à data só têm ossos para controlar o corpo. Os únicos ossos que têm na cabeça são para controlar a abertura e fecho da boca e dos olhos, sendo que as expressões faciais ficam a cargo das *shape keys*.

Após alguma pesquisa encontramos um *script* em Python no website Rulflinks Blender [63] que permite criar um *facial rig* (esqueleto da face) automático. O “*AutoFacialRig.py*” funciona através da criação de um “molde” do esqueleto de uma face no qual é possível editar o tamanho e a posição de cada osso de modo a adequá-lo ao HV em que pretendemos introduzi-lo. Após a edição do “molde” o esqueleto é inserido na face do modelo do HV.

Tivemos um problema de incompatibilidade, pois o “*AutoFacialRig.py*” só funcionava na versão 2.62 do Blender e os nossos modelos (HV) tinha sido editados no Blender 2.64 pelo que foi preciso reimportar os HV (um masculino e um feminino) do MakeHuman na versão 2.62 do Blender para permitir a utilização do “*AutoFacialRig.py*”. Após a criação do esqueleto da face para um HV masculino e um feminino estes esqueletos foram reimportados para os modelos que já tinham sido editados no Blender 2.64 e incorporados nos esqueletos dos corpos dos HV através da funcionalidade “*join*” do Blender que permite efetuar a junção de objetos.

Após a junção dos esqueletos foi necessário associar os vértices da malha da face aos respetivos ossos (criar os *Vertex Groups*). Para efetuar essa associação tivemos que utilizar a funcionalidade de *Weight Paint* manual (figura 3.19) disponível no Blender. Esta funcionalidade permite “pintar” os vértices, que pretendemos ter no *Vertex Groups*,

através de uma interface gráfica simples e intuitiva. O *Weight Paint* funciona através da atribuição de um peso (influência) do osso no vértice. Este peso pode variar entre zero e um, sendo que são representados através de uma escala de cor: o azul representa o valor zero e o vermelho representa o valor um. Para efetuar o *Weight Paint* é necessário seleccionar o osso e “pintar” os vértices que pretendemos associar.

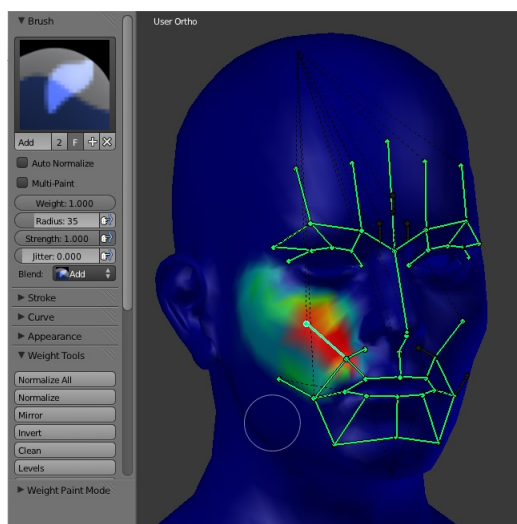


Figura 3.19: Weight Paint, osso seleccionado (verde claro) e representação do peso do osso nos vértices

Com a utilização do *Weight Paint* surgiu-nos o problema de que era quase impossível “pintar” os vértices à volta dos olhos sem pintar os vértices pertencentes aos olhos, o mesmo acontecia com os vértices à volta dos dentes, o que fazia com que as animações destes ossos provocassem movimentos involuntários nos olhos ou nos dentes. A solução que encontrámos para este problema foi a de separar a malha dos olhos e dos dentes da malha do corpo. Esta solução permitiu-nos efetuar o *Weight Paint* sem correr o risco de “pintar” os vértices pertencentes aos olhos e aos dentes, pois o *Weight Paint* só afeta os vértices da malha que se encontra seleccionada.

Animação dos HV

Após a inclusão do esqueleto da face no esqueleto do corpo dos HV passámos a ter um esqueleto completo que permite animar o corpo e a face do HV de modo a aumentar o realismo da simulação. Pelo que foi criado um conjunto de animações que foram divididos em dois grupos: animações corporais e animações faciais (ver anexo B).

Para possibilitar a concessão das opções de controlo do comportamento dos HV disponíveis no menu de simulação (figura 3.20) foi associado uma animação a cada botão, excetuando os botões: “Whisper”, “Leaning backward arms crossed” e “Leaning backward inner brow down arms crossed” (ver anexo B.1).

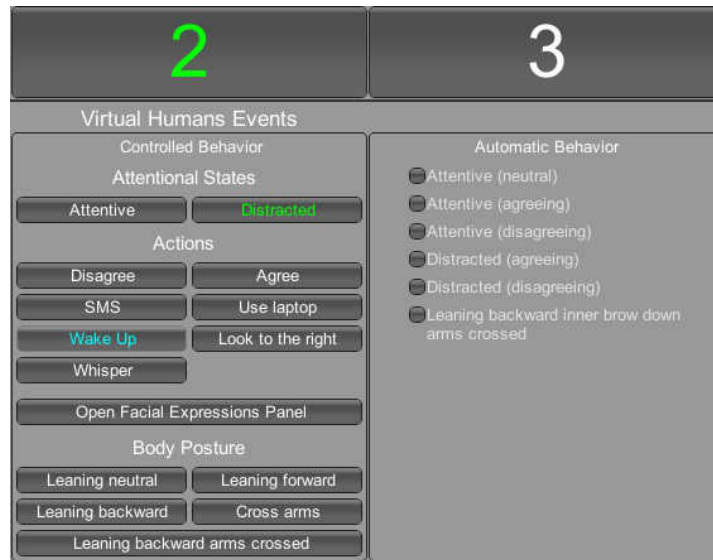


Figura 3.20: Botões para o controlo do comportamento dos HV.



Figura 3.21: Resultado das opções executadas na figura 3.20. O HV está a dormir.



Figura 3.22: Os três elementos do júri estão distraídos. Os dois HV à esquerda estão a cochichar e o HV à direita está a olhar para o lado.

As animações, que permitem executar as ações: "estar atento", "estar distraído", "receber um SMS", "cochichar", "ouvir o cochicho" e "adormecer/acordar" foram importados a partir dos modelos construídos, através da utilização da *Kinect*, pela Tânia Pinheiro [64], e editados no Blender pois os esqueletos utilizados nos modelos não eram iguais o que fez com que alguns aspetos das animações funcionassem mal. Esta importação foi efetuada através de uma funcionalidade do Blender que permite transferir animações de um objeto para outro. A replicação das animações no novo objeto só é perfeita se os dois objetos tiverem esqueletos idênticos e com os mesmos nomes. Caso isto não se verificar tem que se editar a animação no novo objeto de modo a adequá-lo a este.

Excetuando a animação de pestanejar, que é executado automaticamente segundo um intervalo de tempo, todas as animações construídas são controlados pelo terapeuta através da janela de interação.

Posteriormente foram incluídas três novas animações corporais que não são controlados pelo terapeuta. São as animações para: colocar os HV na posição de sentados, diminuir a abertura dos olhos e para corrigir o posicionamento dos braços dos HV quando não estão a executar uma animação onde são necessários os braços (por exemplo olhar para direita, expressões faciais), estas animações são controlados por *scripts* C# específicos ("simulator", "characterControler" e "eye_rotation", ver anexo A.2) e executados sempre que seja necessário.

Foram identificadas, com a ajuda dos psicólogos da equipa, as AU consideradas mais interessantes para a simulação [65, 66]. Estas AU são conseguidas através da utilização e/ou conjugação de um conjunto de animações faciais que foram desenvolvidas [33, 67].

As animações para o controlo da expressões faciais encontram-se divididos em dois grupos (figura 3.23): animações do olhos/sobrancelhas e animações dos lábios/bochecha. Esta divisão permite ao terapeuta conjugar animações destes dois grupos de modo a conseguir a expressão facial pretendida.

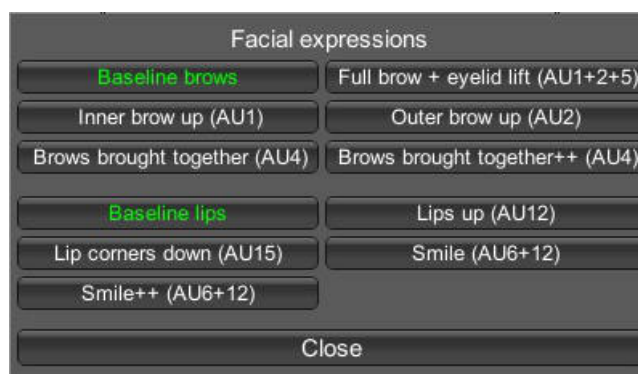


Figura 3.23: Painel de controlo das expressões faciais na janela de interação

O painel das expressões faciais pode ser arrastado livremente dentro do menu e permite controlar a expressão facial do HV que se encontra no modo interativo.

Na figura 3.24 podemos ver a variação da expressão facial de um dos HV.



(a) Baseline brows e Baseline lips (b) Baseline brows e Lips up (AU12)



(c) Inner brow up (AU1) e Smile (AU6+12) (d) Full brow + eyelid lift (AU1+2+5) e Baseline lips



(e) Brows brought together (AU4) e (f) Inner brow up (AU1) e Lip corners down (AU15)
Baseline lips

Figura 3.24: Variação da expressão facial

Todas as animações faciais e corporais foram construídas e/ou editadas no Blender através da introdução de *Keyframes* e da edição manual destes *Keyframes* através do *Action Editor* no menu *DopeSheet*.

Exportação/Importação dos HV do Blender para o Unity

Após concluirmos a modelação e animação dos HV no Blender, os HV são exportados com o formato Autodesk FBX (.fbx). Este formato foi escolhido porque é suportado pelo Unity e permite exportar objetos com animações baseados em esqueleto, mas só consegue exportar um esqueleto de cada vez pelo que os HV foram exportados um a um.

Após o processo de exportação, que pode demorar algum tempo em função da complexidade do modelo e do número de animações, temos que incluir o ficheiro no projeto do Unity, arrastando o ficheiro para dentro do editor do Unity. Após a inclusão do ficheiro temos que configurar os parâmetros de importação através dos três menus (figura 3.25) que são apresentados: *Model*, *Rig* e *Animations*. No *Model* podemos mudar a escala, otimizar a malha poligonal e controlar outros aspetos do modelo. O *Rig* permite definir o tipo das animações e como é que serão armazenados no modelo. O menu *Animations* permite configurar alguns parâmetros das animações, tais como tempo de início/fim, modo de reprodução (uma só vez, em ciclo, entre outros). Este processo de configuração pode ser muito moroso em função da complexidade do modelo e do número de animações. Por exemplo: para um modelo com 57706 vértices e 33 animações o processo demora cerca de uma hora, numa máquina com um Processador: 2x Intel® CORE™ 2 Duo E8400 @3.00GHz e com 4GB de memória.

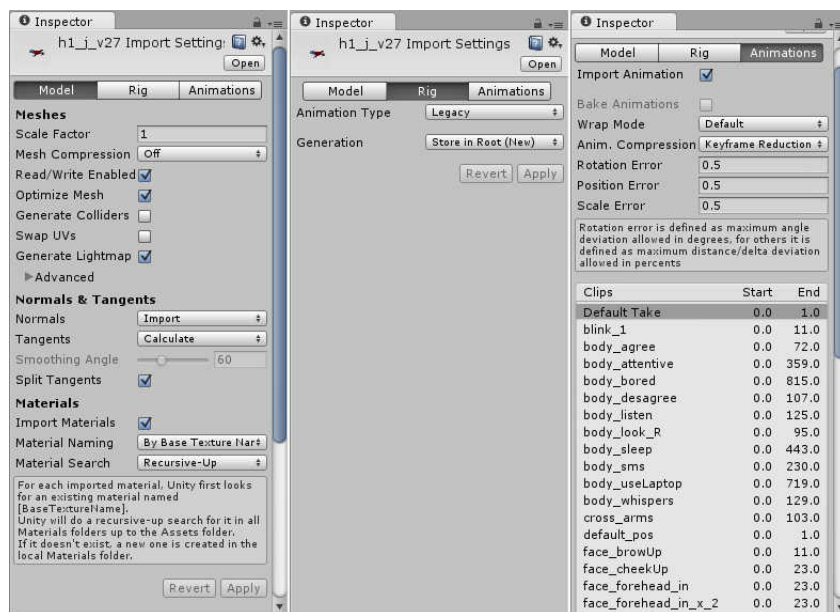


Figura 3.25: Menus do processo de importação no Unity

O mesmo processo é efetuado para a importação dos objetos 3D que compõem o cenário, sendo que o tempo de exportação e importação destes é mais reduzido pois têm menor complexidade e não têm animações.

Os objetos importados do Blender foram transformados em objetos do tipo *Prefab* no Unity. O que permite que sejam instanciados e destruídos dinamicamente durante a execução da aplicação.

Este processo de exportação/importação foi repetido diversas vezes pois só quando as animações interagem com os objetos no cenário é que se conseguia detetar alguns problemas nas animações ou modelos 3D.

3.3.5 Comunicação entre janelas

Para possibilitar o controlo da simulação por parte do psicólogo, foi necessário criar uma janela independente (janela de interação). Pelo que foi necessário criar uma solução para efetuar a comunicação entre as duas janelas.

A solução criada foi a de criar uma aplicação do tipo cliente servidor em *localhost*, em que como explicamos atrás a comunicação entre as duas janela é realizado através da utilização de RPC. Esta implementação foi possível graças a utilização da classe *Network* da API do Unity.

Logo após a inicialização da aplicação (janela de interação, menu de escolha de cenário), é criado o servidor e definido o seu porto, pelo que a aplicação fica à espera do pedido de conexão do cliente. Assim que o menu de escolha de cenário é executado, pela primeira vez, é efetuado uma chamada ao sistema para inicializar a janela de simulação.

Após a inicialização da janela de simulação, é efetuado um pedido de conexão ao servidor (janela de interação) com o IP (neste caso *localhost*), o porto e a password (caso tenha sido definida uma). O servidor verifica os parâmetros do pedido, caso estejam corretos é efetuada a conexão, e o cliente é informado se a conexão foi bem sucedida ou não. Passando assim as duas janelas a estarem ligadas. Esta ligação só é destruída quando o terapeuta escolher a opção de sair da aplicação.

Na figura 3.26 encontra-se o diagrama da comunicação entre as duas janelas.

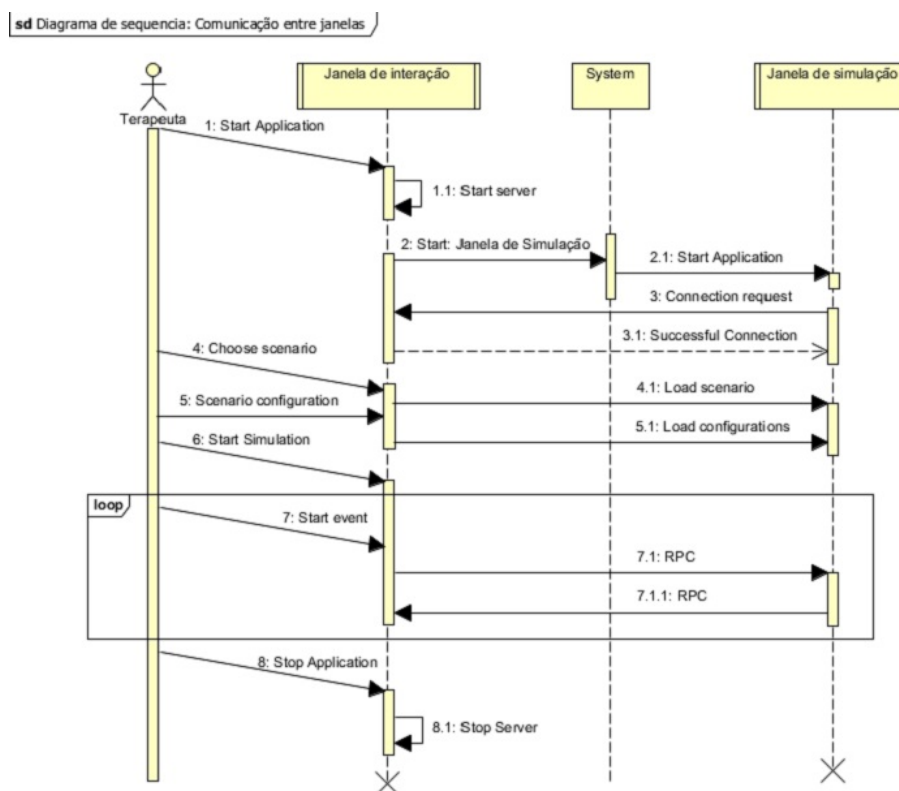


Figura 3.26: Comunicação entre janelas(UML)

Com esta solução foi-nos possível efetuar a comunicação entre as duas janelas de uma forma simples e eficiente.

3.3.6 Controlo dos HV

Para possibilitar um melhor controlo dos HV as animações foram divididas em oito grupos: básicos, ações, ações permanentes, ações individuais, automáticos, regionais, posturas e expressões faciais.

As animações funcionam num de dois modos: aditivo ou comutativo. Consideram-se em modo Aditivos as animações que quando executadas são conjugadas com a animação que o HV estiver a executar. Consideram-se em modo Comutativos as animações que quando executadas interrompem a execução das restantes animações do HV, excetuando a execução de algumas animações aditivas.

As animações funcionam sempre em modo comutativo em relação às outras do mesmo grupo, pelo que só é possível executar uma de cada vez. Porém esta condição não funciona nos grupos: posturas e expressões faciais, pois estes grupos estão divididos em subgrupos, sendo que a execução de animações entre os subgrupos é aditivo e a execução das animações dentro dos subgrupos é comutativo.

Sempre que a execução de uma animação aditiva é concluída o HV regressa ao estado em que se encontrava antes da execução da animação. No final da execução das animações comutativas os HV regressam à animação do estado básico correspondente (aquela em que se encontrava antes da animação).

Básicos

Neste grupo encontram-se as animações: “atento” e “distráido”. Estas animações foram consideradas básicas pois estão sempre a ser executados. Ou seja o HV está sempre atento ou distraído e as restantes animações são executadas “sobre” este estado. As animações deste grupo quando são interrompidas passam a ser executadas em segundo plano até que a animação que a interrompeu seja concluída e a animação que estava em segundo plano regressa ao primeiro plano.

Quando os HV são criados encontram-se todos no estado atento. De momento existem duas versões para a animação “distráido”, pelo que sempre que um HV inicia o estado distraído o *script* escolhe aleatoriamente uma das duas animações para executar. Esta opção foi implementada para aumentar a variedade dos movimentos dos HV, evitando assim o problema dos HV aparentarem estarem a mover-se em sincronia.

O estado atento de momento só tem uma animação, mas encontra-se preparado para receber novas versões tal como o estado distraído.

Ações

Este grupo é composto pelas animações: “receber SMS”, “cochichar” e “escutar cochicho”. As animações deste grupo são caracterizados pelo facto de serem comutativas e de que quando são executados assumem o controlo de todo o corpo do HV, interrompendo a execução das animações dos restantes grupos, sendo que só podem ser conjugados com as animações dos grupos automático, expressões faciais e algumas animações do grupo “posturas”.

Ações permanentes

Este grupo é composto pela animação “utilizar portátil”, e comporta-se do mesmo modo que as animações do grupo “ações”, diferenciando-se apenas pelo facto de que esta animação será executada enquanto o utilizador não o interromper e de não se conjugar com as animações do grupo “posturas”.

Ações individuais

Este grupo é composto pela animação “adormecer”, e funciona como as animações do grupo “ações permanentes”, diferenciando-se apenas no facto de que quando a animação adormecer é executada todas as outras animações desse HV são interrompidos até ao final da animação “adormecer”.

Automáticos

Este grupo é composto pela animação “pestanear”, sendo que é caracterizado pelo facto de ser aditivo e de ser executado automaticamente, de x em x segundos, pelo que é possível conjugá-lo com as animações de todos os grupos excetuando o grupo “ações individuais”.

Regionais

Este grupo é composto pelas animações: “concordar”, “discordar” e “olhar para a direita”. Este grupo é caracterizado pelo facto das animações serem aditivas e de afetarem apenas uma região do corpo do HV (cabeça), pelo que é possível conjugá-las com as animações de todos os grupos excetuando o grupo “ações individuais”.

Posturas

Tal como referenciado anteriormente, este grupo encontra-se dividido em dois subgrupos: posturas das costas e posturas dos braços.

Posturas das costas, é composto pelas animações: “inclinar-se para frente”, “inclinar-se para trás” e “inclinação neutra”. Posturas dos braços, é composto pelas animações: “cruzar os braços” e “descruzar os braços”.

Estas animações são todas do tipo aditivo, pelo que é possível conjugá-las com as animações de todos os grupos excetuando os grupos: “ações individuais” e “ações permanentes”.

Expressões faciais

Tal como referenciado anteriormente, este grupo encontra-se dividido em dois subgrupos: expressões de sobrancelhas e expressões de lábios.

Expressões de sobrancelhas, é composto pelas seguintes animações: “brow up”, “outer brow up”, “forehead in”, “forehead in ++”, “inner brow down” e “inner brow up”. Expressões de lábios, é composto seguintes animações: “lower lid up”, “lips down”, “lips up”, “lips up ++” e “cheek up”.

Estas animações são todas do tipo aditivo, pelo que é possível conjugá-las com as animações de todos os grupos excetuando o grupo: “ações individuais”. Estas animações são todas permanentes, ou seja o HV irá manter a expressão enquanto o terapeuta não escolher outra expressão.

Para conseguir a conjugação das animações tivemos que efetuar os seguintes passos:

1. Criar três zonas de animação nos HV (figura 3.27): “*root*”, “*neck*” e “*head*”. Esta divisão foi implementada através da utilização do método “*AddMixingTransform*” da classe “*AnimationState*” [68] da API do Unity, que permite especificar a zona de atuação de cada animação.

A criação das zonas permitiu-nos especificar quais os ossos que estariam sobre o controlo da animação (zona a verde na figura 3.27), a zona das pernas e pés não pertence a nenhuma das zonas definidas pois como os HV estão sempre sentados, as pernas e os pés não são visíveis, pelo que optámos por não animar estas duas zonas do corpo dos HV.

2. Escolher o modo de execução da animação, onde foram escolhidos os modos: “*Once*”, “*Loop*” e “*ClampForever*”. Esta escolha foi possibilitada através da utilização da variável “*wrapMode*” da classe “*AnimationState*” [68] da API do Unity.

O tipo “*Once*” indica que quando a animação chega ao fim ela é interrompida passando o HV a estar no estado em que se encontrava antes da execução da animação. Este tipo foi utilizado nas animações dos grupos: regionais, automáticos, ações, ações permanentes e ações individuais.

O tipo “*Loop*”, faz com que quando a animação atinja o final regresse automaticamente para o início e é reproduzida outra vez, criando uma reprodução permanente da animação. Sendo que a animação só deixa de ser reproduzida quando for executada uma animação do modo comutativo. Este tipo foi utilizado no grupo básicos.

O tipo “*ClampForever*”, permite especificar que quando uma animação é concluída o HV deve manter a posição, da última *frame* da animação. Este tipo foi utilizado nos grupos: posturas e expressões faciais, onde era necessário que o HV mantivesse a postura corporal ou expressão facial indicada.

3. Dividir as animações por camadas (*layer*). Esta divisão por camada permite especificar o peso (importância) das animações, pelo que o Unity garante sempre a execução da animação que estiver na camada mais alta em detrimento da outra, resolvendo assim possíveis conflitos entre as animações. Ou seja, quando duas animações estão a ser executadas e ambas tentarem animar o mesmo osso, o Unity verifica a camada das duas animações e atribui o controlo do osso à animação que estiver na camada mais alta. Esta distribuição por camadas foi efetuada através da utilização da variável “*layer*” da classe “*AnimationState*” [68] da API do Unity.
4. Escolher o modo de transição entre as animações, onde foram escolhidos os modos: “*Blend*” e “*Additive*”. Esta escolha foi possibilitada através da utilização da variável “*blendMode*” da classe “*AnimationState*” [68] da API do Unity.

O modo “*Blend*”, permite efetuar a substituição (transição) de uma animação (em execução) por outra de um modo progressivo e suave. Foi utilizado em todas as animações que são executados em modo comutativo.

O modo “*Additive*”, permite adicionar uma nova animação à animação que está a ser executada. Ou seja, permite conjugar diversas animações. Este modo foi utilizado nas animações que definimos como sendo do modo aditivo.

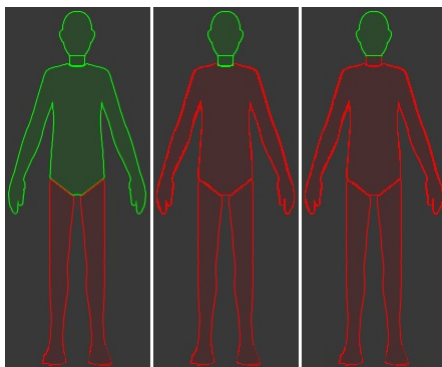


Figura 3.27: Zonas de animação dos HV: root (esquerda), neck (centro) e head (direita)

Foi a utilização destas técnicas que nos permitiu executar várias animações em simultâneo nos HV.

Animações com duração indeterminada

Após uma reunião com os psicólogos da equipa foi-nos pedido que parte das animações: “utilizar portátil” e “adormecer” passassem a ser executados num modo cíclico enquanto o terapeuta não os interromper. Ou seja, possibilitar a execução de uma parte da animação por um período de tempo indeterminado.

Como não era possível saber *a priori* o tempo de execução que o terapeuta iria escolher para as animações não tínhamos como criar a animação com a duração pretendida. Também não podíamos simplesmente executar a animação várias vezes seguidas pois essas animações tinham um início e um fim (movimento do corpo para se colocar na posição para escrever ou dormir) que não podiam ser repetidos todas as vezes. Pelo que tivemos de procurar uma solução para este problema.

A solução encontrada foi a de dividir as animações em três zonas (figura 3.28): “início”, “corpo” e “fim”. Onde o “início” ficou com os segundos iniciais da animação, em que o HV está a posicionar-se para adormecer ou escrever. O “fim” ficou com os segundos finais da animação, que é o período em que o HV já terminou de escrever ou dormir e está a regressar à posição inicial. Sendo que o “corpo” foi onde ficaram os segundos referentes ao período de escrita e sono. Esta divisão foi efetuada através da utilização da variável “*time*” da classe “*AnimationState*” [68] da API do Unity, que permite verificar o tempo de execução da animação.

Assim que são determinadas as três zonas, a animação é executada normalmente; porém a cada *frame* verificamos o tempo da animação e quando o tempo chegar ao primeiro segundo da zona “fim” alteramos o tempo para o valor equivalente ao primeiro segundo da zona “corpo”. Esta comutação é efetuada enquanto o terapeuta não interromper a escrita ou sono. Quando o terapeuta interrompe a ação, alteramos o tempo da animação para o valor equivalente ao primeiro segundo da zona “fim”. Permitindo assim que os segundos finais da animação sejam executados e a animação seja concluída.

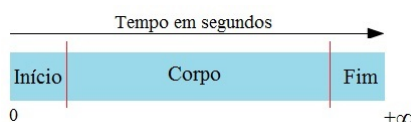


Figura 3.28: Divisão da animação em três zonas

3.3.7 Controlo do olhar dos HV

Uma das características mais importantes da simulação é que o paciente tem que ter a percepção de que os HV estão a olhar para ele (para a câmara) quando estão atentos. Pelo que tínhamos que assegurar que os HV seguissem a câmara com os olhos.

Ao contrário dos outros movimentos corporais dos HV esse movimentos dos olhos não podia ser criado como uma animação no Blender, visto que para se criar uma animação no Blender temos que ter uma posição inicial e uma posição final. No caso do movimento dos olhos só tínhamos a posição inicial, pois é impossível saber no Blender qual a posição que a câmara ocupará no Unity.

A solução encontrada foi a de controlar os ossos responsáveis pelo movimento do olhar, através de *script* no Unity. Para tal foi criado um *script* cuja a única função é a de controlar o olhar. Quando um HV é instanciado o *script* “percorre” o esqueleto do HV à procura dos ossos que controlam os olhos. O *script* verifica a posição da câmara e efetua uma rotação dos ossos de modo a apontarem para a câmara, para tal o código foi colocado dentro da função “*Update*” da classe “*MonoBehaviour*” [69] da API do Unity, que é chamado uma vez por cada *frame*. Este processo só é efetuado se o HV estiver atento e não se encontrar a executar uma animação em que tem que olhar para um determinado lado.

Na figura 3.29 podemos ver os HV com os olhos apontados para a câmara. Na janela do editor do Unity (direita), podemos ver uma linha a vermelho que tem origem do centro de cada olho e fim no centro da câmara.

Após integrar o *script* com os HV animados notámos que sempre que era executado uma animação o *script* era interrompido e os olhos deixavam de estar apontados para a câmara. Este facto ocorria mesmo quando a animação que era executada não utilizava os ossos que controlam o olhar.

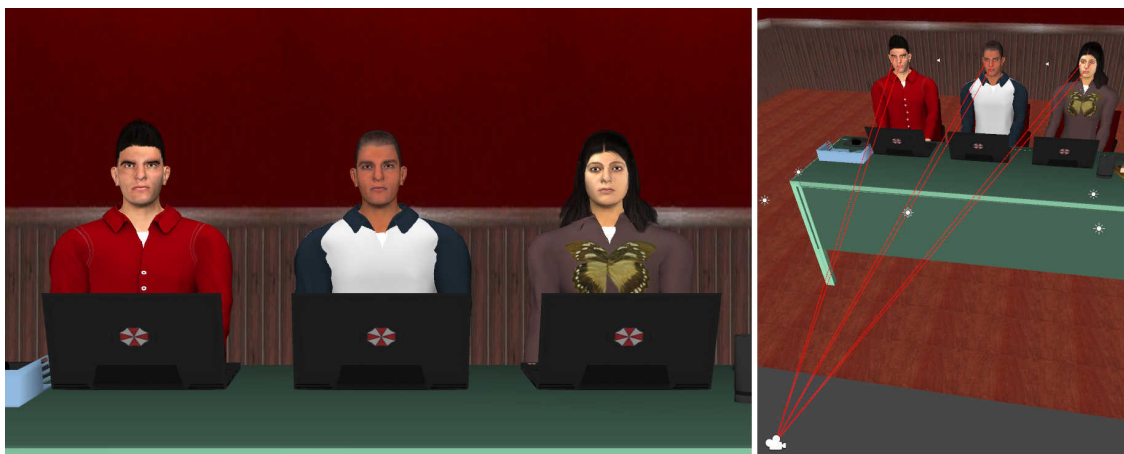


Figura 3.29: Controlo do olhar: janela de simulação (esquerda), janela do editor do Unity (direita)

Depois de alguma pesquisa descobrimos que este problema ocorria devido ao facto de as animações criadas no Blender quando executadas no Unity assumirem o controlo total do esqueleto impedindo o acesso aos ossos através de *scripts* [70]. E quando este controlo é assumido os olhos regressavam a sua posição inicial (apontados para frente).

A solução que encontrámos para resolver este problema foi a de efetuar a rotação com o *script* depois da animação, mas antes de apresentar a imagem no ecrã (antes de renderizar). Para tal o código para rodar os ossos dos olhos foi colocado na função “*LateUpdate*” da classe “*MonoBehaviour*” [69] da API do Unity, que é chamado uma vez por cada *frame*. Mas o “*LateUpdate*” só é chamado quando todas as operações do “*Update*” forem concluídas.

Pelo que são efetuados os seguintes passos uma vez por cada *frame*:

1. “*Update*”,
 - (a) A animação assume o controlo do esqueleto e efetua o movimento;
 - (b) São efetuadas as restantes operações que tem por efetuar;
2. “*LateUpdate*”, o *script* recupera o controlo dos ossos que controlam o olhar e efetua a rotação para que os olhos fiquem apontados para a câmara;
3. É efetuada a renderização da *frame*;

Este processo é efetuado em todas as *frames* criando uma espécie de “luta”, pelo controlo dos ossos, entre as animações e o *script* que tem por função controlar o olhar.

Apesar da rotação dos olhos ser efetuado antes da renderização, quando fazemos o zoom e olhamos com atenção para os olhos dos HV podemos notar uns pequenos saltos na posição dos olhos. Estes saltos são provocados pelo continua “luta” entre as animações e o *script* pelo controlo dos ossos.

Para resolver este problema decidimos tentar conjugar o pestanejar com o controlo do olhar, assim os saltos ocorrem só quando os olhos estão fechados pelo que o utilizador não os consegue ver. Porém não foi possível criar uma sincronia perfeita pelo que em alguns casos ainda é possível ver o “salto”.

3.4 Avaliação da aplicação com especialistas

Para avaliar a usabilidade da aplicação no domínio da TERV fizemos testes com de utilização com utilizadores peritos na área do tratamento da AS.

O nosso universo de peritos foi composto por seis psicólogos (dois homens e quatro mulheres) com idades compreendidas entre os 36 e os 59 anos, sendo que todos estão familiarizados com a utilização da terapia de exposição. Três dos terapeutas dedicam-se exclusivamente a terapia com pacientes enquanto que os outros efetuam terapia e investigação. Todos os terapeutas se sentiam confortáveis com a ideia de utilizar técnicas de RV no suporte à terapia de exposição.

As avaliações foram efetuadas individualmente, numa sala com todo o equipamento necessário: um projetor, uma parede branca, duas colunas de som colocada junto à parede e um portátil para executar a aplicação e apresentar a interface do terapeuta. Todos os testes foram acompanhados por membros da equipa que desenvolveu a aplicação.

O teste foi dividido em duas fases e no final de cada fase foi-lhes pedido que preenchessem um questionário de avaliação. No anexo (C) encontra-se uma cópia do inquérito efetuado.

A primeira fase foi de familiarização com a aplicação e teve uma duração de aproximadamente 15 minutos. Nesta fase o terapeuta teve um primeiro contacto com a aplicação, durante o qual lhe foi pedido que: 1) iniciasse a aplicação; 2) configurasse o cenário, o que inclui-o experimentar todas as funcionalidades do menu de configuração; 3) iniciasse a simulação, e que experimentasse todas as funcionalidades do menu de simulação. Esta fase permitiu ao terapeuta uma livre utilização e observação da aplicação. Após a conclusão desta fase foram colocadas algumas questões referentes a utilização dos menus que apresentados. Os terapeutas utilizaram uma escala de 1 (péssimo) a 5 (excelente) para responder às questões apresentadas.

Na segunda fase dos testes foi solicitado aos terapeutas que efetuassem duas sessões de terapia com um paciente (hipotético) que sofra de um nível elevado de AS em situações de avaliação perante um júri. A primeira sessão seria equivalente a uma das primeiras sessões do paciente e a segunda seria equivalente a uma das últimas sessões do paciente.

O objetivo desta fase foi de averiguar se o terapeuta conseguia utilizar a aplicação para realizar uma determinada tarefa, em particular gerar as posturas corporais e expressões faciais pretendidas. Esta fase teve uma duração de cerca de 20 minutos e no final foi pedido aos terapeutas que respondessem a algumas questões, utilizando a mesma escala

da primeira fase. Também lhes foi pedido que dessem a sua opinião quanto a vários aspetos da ferramenta e sobre possíveis aspetos a implementar. Esta recolha de opiniões foi efetuada através da resposta a um conjunto de perguntas abertas.

A classificação média da facilidade de utilização do menu de configuração foi excelente. Os utilizadores identificaram duas falhas: quando se adicionava óculos a um HV, os óculos não eram inseridos na representação do HV no menu de configuração (apesar de serem imediatamente introduzidos no HV projetado na janela de simulação) e que não era possível visualizar em simultâneo todos os HV disponíveis na aplicação (menu de configuração).

A questão da representação dos óculos já se encontra resolvida, porém a outra questão mantém-se devido à limitação do espaço disponível para apresentar os HV.

No que diz respeito ao menu de simulação, a média da facilidade de utilização foi de 5 excetuando a facilidade em alterar a expressão facial que obteve uma média de 4,5 com um desvio padrão (σ) de 0,58.

No questionário, todos os peritos indicaram que o número de júris presentes (um, dois ou três) é adequado ao tipo de situação que se pretende reproduzir.

Na tabela 3.1 podemos ver o resultado obtido nas questões que dizem respeito aos HV, cenário e eventos simulados.

	Média	Desvio padrão(σ)
Realismo dos HV	3.75	0.50
Realismo das expressões faciais	3.75	0.50
Realismo das posturas corporais	4.25	0.50
Realismo dos comportamentos automáticos simulados	4.25	0.50
Realismo do cenário	4.5	0.58
Interesse dos eventos simulados	4.25	0.96

Tabela 3.1: Resultados dos questionários

No que diz respeito ao nível de dificuldade global da aplicação, todos os psicólogos classificaram a aplicação como sendo de fácil utilização.

Todos os utilizadores peritos indicaram que estariam dispostos a utilizar a aplicação nas seguintes situações: numa fase intermédia do tratamento de pacientes com AS, na preparação das sessões de exposição dos pacientes a situações reais (como ferramenta de treino) e na investigação na área das emoções. Os aspetos que os psicólogos acharam mais interessantes foram:

- A facilidade de utilização da aplicação;
- A possibilidade de controlar em tempo real o comportamento dos elementos do júri;
- A capacidade de combinar as expressões faciais com as posturas corporais;
- O realismo dos movimentos simulados;

A realização dos testes também nos permitiu a recolha de sugestões de novas funcionalidades e aspetos que poderiam melhorar a aplicação. Ainda foi possível implementar algumas dessas melhorias, sendo que as restantes ficaram como trabalho futuro devido à sua complexidade e ao pouco tempo disponível.

3.5 Conclusão

Durante o desenvolvimento da ferramenta foi necessário fazer algumas adaptações para incluir ou excluir funcionalidades que não estavam previstas inicialmente.

A aplicação foi desenvolvida com uma arquitetura que permite a extensibilidade da ferramenta. Sendo que podem ser incluídos novos elementos gráficos (objetos 3D) no cenário ou mesmo novos cenários para o tratamento da AS ou outros tipos de fobias. Também é possível introduzir novas animações nos HV, ou mesmo adicionar novas versões para alguns movimento (atento e distraído) aumentando assim a diversidade desses movimentos. Nos anexos (D) e (E) encontram-se o manual de utilizador e o manual técnico.

Através dos testes de avaliação foi possível concluir que a aplicação tem um bom nível de realismo e uma interface simples e intuitiva e que os psicólogos que participaram no estudo estão dispostos a utilizá-la no tratamento de pacientes com AS e em futuras investigações.

Capítulo 4

Conclusões e Trabalho futuro

Ao longo dos últimos anos a utilização da RV tem sido baseada em equipamentos de elevado custo monetário, porém os significativos avanços que se tem registado no hardware dos computadores pessoais tem proporcionado o surgimento de variados sistemas de RV de baixo custo, permitindo assim que se tornem acessíveis ao público geral e aumentando a sua utilização no tratamento das fobias.

4.1 Conclusões

O principal entrave à criação e posterior utilização, em ambiente clínico, deste tipo de ferramentas reside na complexidade das tecnologias e no elevado custo de instalação e manutenção do hardware num ambiente clínico. O que faz com que exista uma lacuna entre a investigação na área e a implementação destas ferramentas em ambientes clínicos.

A solução desenvolvida recorreu apenas a software e modelos 3D gratuitos, e permite simular um ambiente de avaliação perante um júri, com o intuito de expor o utilizador a um ambiente suscetível de provocar a AS. A aplicação desenvolvida funciona com dois tipos de utilizadores: o paciente e o terapeuta/psicólogo.

O paciente efetua uma apresentação perante o júri virtual e reage aos estímulos provenientes da simulação, enquanto que o terapeuta por sua vez controla a simulação de modo a gerar as reações pretendidas no paciente. Para tal o terapeuta tem ao seu dispor um conjunto de funcionalidades que lhe permite: fazer variar o comportamento dos HV (por exemplo, escrever no portátil, receber um SMS, concordar), controlar a postura corporal dos HV (por exemplo, cruzar os braços, inclinar-se), controlar a expressão facial dos HV e desencadear eventos sonoros no ambiente. Estas funcionalidades podem ser conjugadas de modo a gerar vários níveis de estímulo.

A solução de instalação em ambiente clínico que propomos é a seguinte: um computador moderno, um projetor, uma tela de projeção ou mesmo uma parede branca e duas colunas de som. Esta instalação de baixo custo também traz a vantagem de eliminar os efeitos secundários dos dispositivos imersivos de RV.

A criação dos HV e a sua respetiva animação foram mais complexas e demoradas do que o previsto. Quando se trata de AS ou agorafobia com multidões, é muito mais difícil obter-se resultados considerados credíveis pois, como seres humanos, somos especialistas em representações e comportamentos dos próprios humanos. Além disso no tratamento da AS com a RV, existe uma real necessidade de dotar os personagens virtuais com possibilidades de interagir e até mesmo com uma forma de criar empatia. Um utilizador deve ser capaz de sentir que o personagem virtual o entende e que este reage ao que ele está fazendo ou dizendo. E deve ser capaz de compreender as reações do personagem virtual e associá-los com aqueles que uma pessoa real poderia ter.

Durante o desenvolvimento e animação dos HV tivemos que ter em conta o “uncanny valley” (vale da estranheza), que é uma hipótese no campo da robótica e animação 3D introduzida pelo professor Masahiro Mori [71], que diz que quando réplicas humanas se comportam de um modo muito parecido (mas não idêntico) aos seres humanos reais, elas provocam um sentimento de repulsa por parte dos observadores. Pelo que os nossos HV têm um nível de realismo que os situa fora deste “vale”, visto que é possível notar-se que são bonecos e não humanos reais.

Também tivemos que ter em conta o facto de que para os psicólogos se sentirem motivados para utilizar a aplicação era necessário apresentar uma interface gráfica simples e intuitiva. Pois a complexidade das interfaces é considerado um dos principais motivos para a não utilização das aplicações de TERV por parte dos psicólogos. Pelo que a nossa interface foi mantida o mais simples e intuitivo possível.

Sendo que após o processamento dos resultados dos testes com peritos podemos dizer que conseguimos criar uma aplicação capaz de simular situações reais e que os psicólogos estariam dispostos a utilizá-lo em ambientes clínicos ou mesmo num ambiente académico como ferramenta de auxílio a investigação na área das emoções humanas.

4.2 Trabalho futuro

Como trabalho futuro será necessário efetuar a avaliação da solução desenvolvida num cenário clínico para poder aferir da sua efetiva utilidade para os psicólogos/terapeutas. Nesta avaliação poderão ser efetuadas medições biomédicas (batimento cardíaco, sudação, etc) para se verificar se o nível de ansiedade causado é a adequada.

Também será efetuada a avaliação da solução desenvolvida num contexto de investigação no âmbito da Psicologia das Emoções.

Durante o desenvolvimento e avaliação da aplicação, surgiram ideias para novas funcionalidades que podem vir a ser incorporadas na aplicação.

Incluir novos cenários de simulação adequados para o tratamento da AS ou ainda para suportar estudos que exijam um controlo “fino” das expressões faciais.

Mais variações no aspeto dos HV disponíveis na aplicação:

- Através da variação da variação de aspetos físicos dos HV (por exemplo, faixa etária, peso, altura);
- Através da variação do tipo de roupa (por exemplo, fato e gravata, bata branca, traje académico);

Possibilidade de alterar a roupa dos HV. Arrastando a roupa pretendida, a partir de um menu de roupas, para os HV.

Mais variações de comportamentos, em termos de eventos desencadeados pelo terapeuta:

- Dotar os HV com a capacidade de reagir aos eventos sonoros e comportamentos dos restantes HV presentes no cenário (por exemplo, distrair-se quando o telefone da sala tocar, olhar para o lado quando os outros dois estiverem a cochichar, distrair-se com o barulho no corredor);
- Dotar os HV com a capacidade de olhar para os objetos presentes no cenário, criando assim uma maior diversificação do estado “distraído”;
- Adicionar mais expressões faciais;
- Adicionar novos eventos nos HV (por exemplo, entrar ou sair da sala, espreguiçar-se, bocejar);

Incluir inteligência artificial nos HV que estão no “modo automático”:

- Capturar a discurso do paciente através de um microfone e permitir que os HV que estão no “modo automático” alterem o seu comportamento consoante o tom de voz do paciente. Neste caso seria necessário integrar um modulo de processamento de áudio;
- Possibilidade de se criar um perfil, na primeira sessão, para cada paciente, sendo que esse perfil seria atualizado automaticamente ou manualmente a cada sessão e seria utilizado pelos HV com inteligência artificial ou em “modo automático” para melhor se adaptarem a cada paciente;

Dotar os HV com a capacidade de fala, através de um conjunto de frases gravadas *a priori*.

Melhorar a aparência dos cabelos e das roupas, recorrendo, por exemplo, à utilização de um Sistema de Partículas.

Controlar o olhar dos HV através da utilização de uma *Webcam*, para efetuar um *eye-tracking*, permitindo assim que os HV que estão no estado “atento” estejam sempre a olhar para a paciente, pelo que o paciente já não teria que permanecer no mesmo lugar (sentado ou em pé) durante a simulação.

Permitir que o terapeuta execute a janela de interação a partir de um dispositivo móvel (*tablet*). Neste caso seria necessário adaptar a própria interface, uma vez que o espaço disponível para o representar é menor.

Apêndice A

Diagramas de Classe

A.1 Janela de Interação - Servidor

Nesta secção encontra-se o diagrama de classes da janela de Interação, de acordo com os padrões UML.

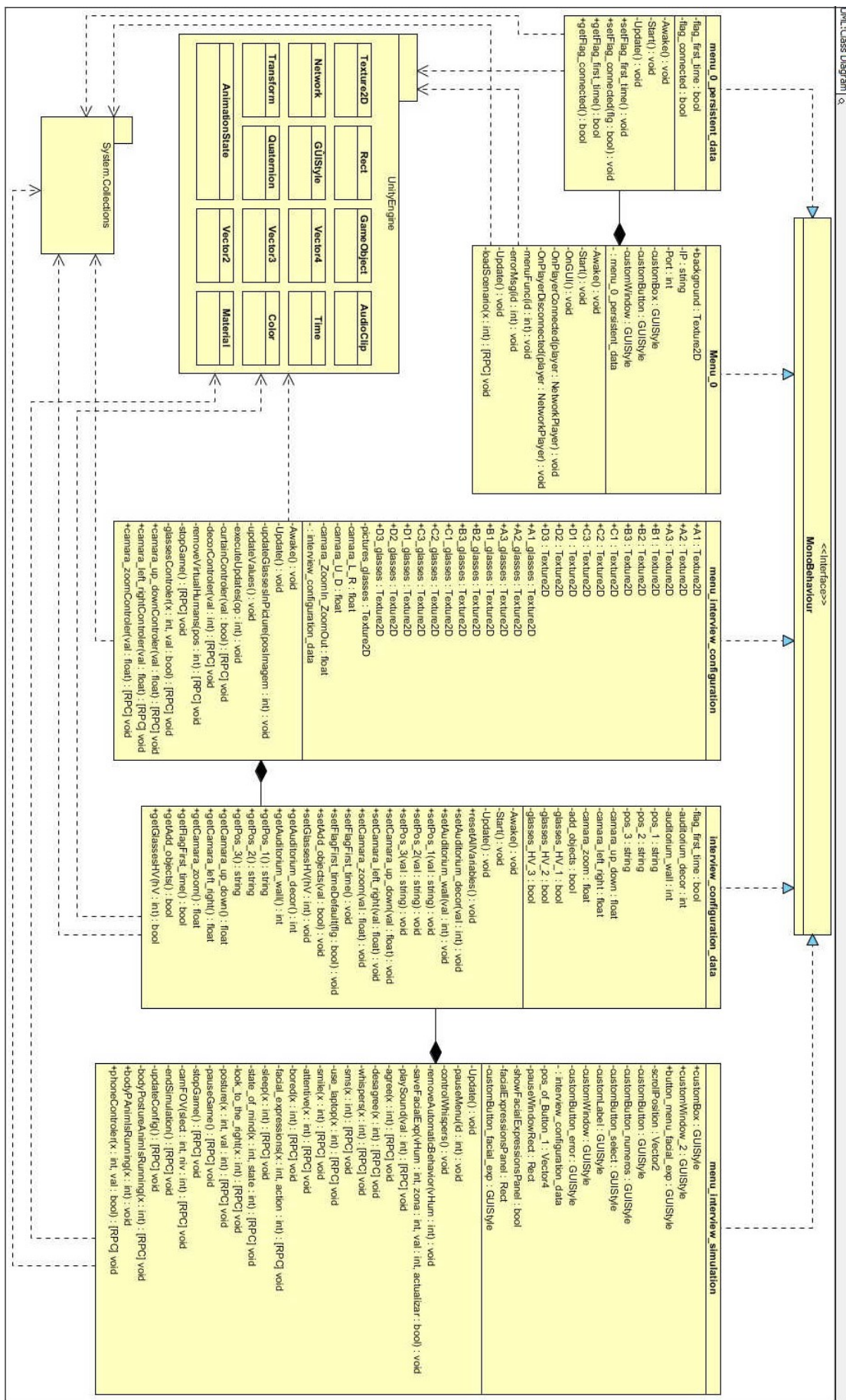


Figura A.1: Diagrama de classes da janela de Interação

A.2 Janela de Simulação - Cliente

Nesta secção encontra-se o diagrama de classes da janela de Simulação, de acordo com os padrões UML.

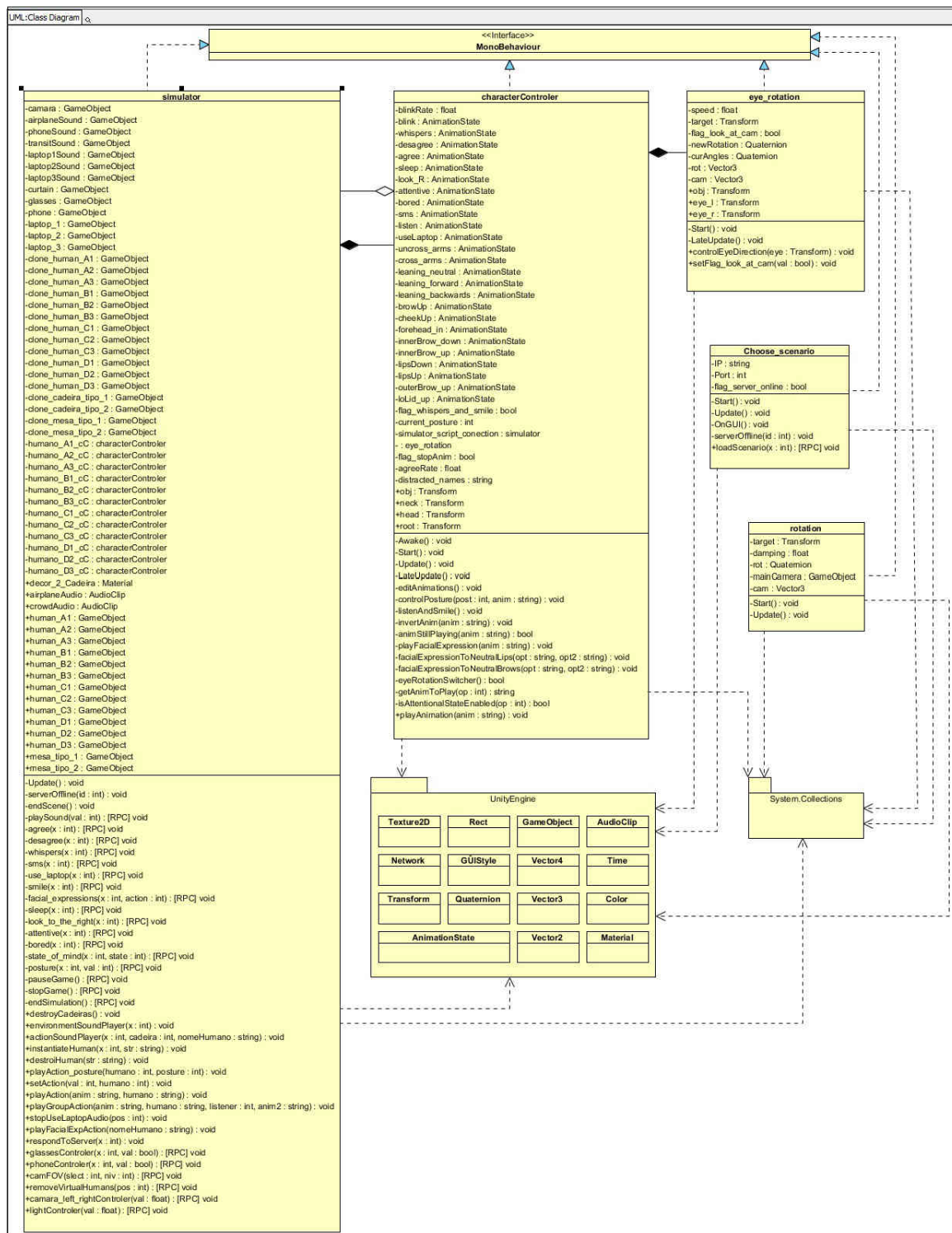


Figura A.2: Diagrama de classes da janela de Simulação

Apêndice B

Ativação das animações

Neste anexo encontra-se a identificação das animações que são ativadas por cada botão dos menus.

B.1 Animações corporais



Figura B.1: Botões para o controlo das animações de comportamento dos HV.

Na tabela B.1 encontra-se a identificação das animações que são ativadas por cada botão do menu de simulação (figura B.1).

Botão	Animações
Attentive	estar atento;
Distracted	estar distraído;
Disagree	discordar;
Agree	concordar;
SMS	receber um SMS;
Use laptop/Stop using laptop	utilizar o portátil ou parar de utilizar o portátil;
Sleep/Wake Up	adormecer ou acordar;
Look to the right	olhar para a direita;
Whisper	cochichar; ouvir o cochicho;
Leaning neutral	posição neutra;
Leaning forward	inclinar-se para frente;
Leaning backward	inclinar-se para trás;
Cross arms/Uncross arms	cruzar os braços ou descruzar os braços;
Leaning backward arms crosser	inclinar-se para trás; cruzar os braços;
Attentive (neutral)	estar atento;
Attentive (agreeing)	estar atento; concordar;
Attentive (disagreeing)	estar atento; discordar;
Distracted (agreeing)	estar distraído; concordar;
Distracted (disagreeing)	estar distraído; discordar;
Leaning backward inner brow down arms crossed	inclinar-se para trás; cruzar os braços; inner brow down;

Tabela B.1: Controlo das animações corporais

B.2 Animações faciais



Figura B.2: Painel de controlo da ativação das animações de expressão facial

Na tabela B.2 encontra-se a identificação das animações que são ativadas por cada botão do painel de controlo das expressões faciais (figura B.2).

A animação “lower lid up” é executada em simultâneo com todas as animações faciais, para garantir que os HV não fiquem com olhos muito abertos, garantindo assim um maior realismo na expressão facial.

Botões	Animações
Baseline brows	lower lid up; neutro;
Full brow + eyelid lift (AU1+2+5)	lower lid up; brow up;
Inner brow up (AU1)	lower lid up; inner brow up;
Outer brow up (AU2)	lower lid up; outer brow up;
Brow brought together (AU4)	lower lid up; inner brow down; forehead in;
Brow brought together++ (AU4)	lower lid up; inner brow down; forehead in++;
Baseline lips	lower lid up; neutro;
Lips up (AU12)	lower lid up; lips up;
Lips corner down (AU15)	lower lid up; lips down;
Smile (AU6+12)	lower lid up; cheek up; lips up;
Smile++ (AU6+12)	lower lid up; cheek up; lips up++;

Tabela B.2: Controlo das animações faciais

Apêndice C

Teste de Usabilidade

De seguida apresenta-se o teste de usabilidade utilizado durante a avaliação com peritos.

Introdução

Este protótipo que tem como objetivo auxiliar um terapeuta na aplicação da terapia de exposição a casos de ansiedade causados pelo medo de falar em público, mais especificamente, situações de apresentação oral de um trabalho perante um júri.

O protótipo cria uma simulação num cenário de Realidade Virtual com um júri composto por um, dois ou três personagens virtuais que é configurável e controlável pelo terapeuta, permitindo induzir no paciente o nível de ansiedade considerado adequado.

No decurso de uma sessão de terapia, o protótipo é composto por 2 janelas: a janela de simulação e a janela de interação. A janela de simulação apresenta o júri virtual, é projetada numa tela e observada pelo paciente enquanto apresenta oralmente o seu trabalho, como se estivesse perante um júri real.

A janela de interação apenas é observada pelo terapeuta, no ecrã do seu computador, e permite controlar expressões corporais e faciais dos personagens virtuais do júri.

Fases dos Testes

Fase 1: Uso e familiarização com o protótipo.	Nesta fase o terapeuta terá um primeiro contacto com o protótipo, durante o qual poderá experimentar todas as funcionalidades disponibilizadas por este. Nesta fase terá de se explicar ao terapeuta que, durante a simulação, os personagens virtuais do júri podem estar no modo automático ou no modo interativo. E que no modo automático existem 2 comportamentos pré-definidos à escolha, enquanto no modo interativo é possível controlar de forma muito mais fina as expressões faciais e corporais.
Fase 2: Uso do protótipo na preparação de 2 sessões de terapia de exposição.	Nesta fase solicita-se ao terapeuta a realização da seguinte tarefa: preparação de duas sessões de terapia para um paciente (hipotético) que sofra de um nível grave de ansiedade social . A 1ª sessão será referente à 1ª sessão do tratamento do paciente; a 2ª sessão será referente à última sessão do tratamento do paciente.

Perfil do Utilizador Terapeuta

Idade: _____

Género:

M F

Sente-se confortável ao utilizar um computador?

Sim Não

Sente-se confortável com a ideia de um protótipo de auxílio à terapia de exposição

Sim Não

Em qual das áreas de trabalho na psicologia é que se enquadraria?

Investigação Terapia com pacientes Ambos Outros: _____

Questionário ao Utilizador Terapeuta

Fase 1: Uso e familiarização com o protótipo

1 - Em relação à configuração/parametrização do júri (no menu de configuração), numa escala de 1 a 5 (1 - péssimo, 5 - excelente) dê a sua opinião quanto à:

a) Clareza na escolha do tipo de decoração do auditório	
b) Clareza na escolha do número de humanos virtuais (HV) no auditório	
c) Clareza na escolha de qual HV que ocupará cada posição no auditório	
d) Clareza do controlo da posição/zoom da câmara	
e) Clareza da funcionalidade de inserção de óculos num determinado HV	
f) Clareza da funcionalidade de remoção de um determinado HV	
g) Clareza da funcionalidade de cada botão/slider	
h) Disposição dos botões e sliders	

i) Sugere algumas alterações no aspeto desta interface? Quais?

j) Sugere a inserção de mais algumas funcionalidades nesta interface? Quais?

2 - Em relação aos comandos de interação com a simulação (no menu de simulação), numa escala de 1 a 5 (1 - péssimo, 5 - excelente) dê a sua opinião quanto à:

a) Facilidade em perceber qual o HV que está a controlar (isto é, qual é o que está em modo interativo) e quais estão em modo automático	
b) Facilidade na escolha do HV que pretende controlar em modo interativo	
c) Facilidade em alterar a expressão facial do HV	
d) Facilidade de controlo de posição da câmara (close up)	
e) Disposição dos botões e sliders	

f) Sugere algumas alterações no aspeto desta interface? Quais?

g) Sugere a inserção de mais algumas funcionalidades nesta interface? Quais?

3 – Concorda com os nomes atribuídos às expressões faciais?

Sim Não

Onde está	Deveria estar
Face brows neutral	
Face brow up	
Face inner brows up	
Face outer brows up	
Face inner brows down	
Face inner brows down ++	
Face lips neutral	
Face lips up	
Face lips down	
Smile	
Smile ++	

4 – Concorda com os nomes atribuídos aos movimentos corporais?

Sim Não

Se não, então qual seria o nome adequado?

Onde está	Deveria estar
Attentive	
Distracted	
Disagree	
Agree	
SMS	
Use laptop	
Sleep	
Look to the right	
Wispers	
Leaning neutral	

Leaning forward	
Leaning backward	
Cross arms	
Leaning backward arms crossed	

Fase 2: Uso do protótipo na preparação de 3 sessões de terapia de exposição

1 - Numa escala de 1 a 5 (1 - péssimo, 5 - excelente) dê a sua opinião quanto ao:

a) Realismo do cenário	
b) Realismo dos HV	

Fase 3: Perguntas abertas

1 - O número de HV no júri é adequado?

Sim Não

Se não, então qual seria o número adequado?

2 - Os eventos simulados são interessantes?

Numa escala de 1 a 5 (1 - péssimo, 5 - excelente)

3 - Sugere outro tipo de eventos que seriam interessantes de simular?

4 - As expressões faciais simuladas são realistas?

Numa escala de 1 a 5 (1 - péssimo, 5 - excelente)

5 - Sugere outro tipo de expressões faciais que seria interessante simular?

6 - As posturas corporais simuladas são realistas?

Numa escala de 1 a 5 (1 - péssimo, 5 - excelente)

7 - Sugere outras posturas corporais que seria interessante simular?

8 – Os comportamentos automáticos simulados são realistas?

Numa escala de 1 a 5 (1 - péssimo, 5 – excelente)

9 - Sugere outros comportamentos automáticos?

10 – Concorda com a utilização de uma janela (pop up) com os botões referentes ao controlo das expressões faciais?

Sim Não

Se não, então qual seria o método mais adequado para apresentar os botões?

11- Qual o aspeto da simulação que achou mais interessante? Porquê?

12 - Qual o aspeto do protótipo que mais lhe chamou atenção?

13 - Que aspetos/funcionalidades do protótipo poderiam ser melhorados ou adicionados?

14 - Numa escala de 1 a 5 (1 – muito complexo, 5 - simples) dê a sua opinião quanto ao nível de dificuldade da utilização do protótipo.

i) Que aspetos considerou difíceis?

ii) Que aspetos considerou fáceis?

15 - Acharia útil à introdução de um botão “Help” em cada menu da aplicação para descrever detalhes das funcionalidades disponíveis nesse menu?

Sim Não

Porquê?

16 - Utilizaria este protótipo como apoio a uma sessão de terapia de exposição ou noutra vertente (por ex. Na investigação) para a simulação proposta?

Sim Não

Porquê?

17 – Observações

Apêndice D

Manual de Utilizador

Neste anexo encontra-se o manual de utilizadores da aplicação Virtual Spectators v2.0.

Neste manual encontra-se a especificação dos equipamentos necessários para a execução da aplicação, o processo de instalação e interação com a aplicação e um guia para resolver possíveis problemas.

D.1 Virtual Spectators v2.0

O Virtual Spectators v2.0 é uma aplicação que tem como objetivo a aplicação da realidade virtual no tratamento da ansiedade social, mais precisamente no medo de falar em público, ou na investigação. A aplicação pode ser utilizada, pelo psicólogo, como uma ferramenta de treino antes da sessão com o paciente ou expondo o paciente à aplicação numa fase inicial da terapia de exposição, pois permite proporcionar um ambiente controlado com humanos virtuais que apresentam comportamentos realistas.

A aplicação é composta por duas janelas: de simulação e de interação. A janela de simulação é responsável por projetar um cenário virtual de uma sala contendo um conjunto de um a três humanos virtuais que representam o júri. Humanos esses que se encontram animados com comportamentos e expressões faciais controlados dinamicamente. Na janela de interação encontra-se uma interface, composta por vários menus, através do qual é efetuado o controlo dos humanos virtuais e de um conjunto de eventos que podem ser desencadeados na simulação.

A aplicação funciona com dois utilizadores: o paciente e o terapeuta. Sendo que o paciente observa a simulação na janela de simulação, reagindo ao estímulos provenientes da simulação, e o terapeuta controla essa simulação através da janela de interação, de modo a provocar a reação pretendida (figura D.1).

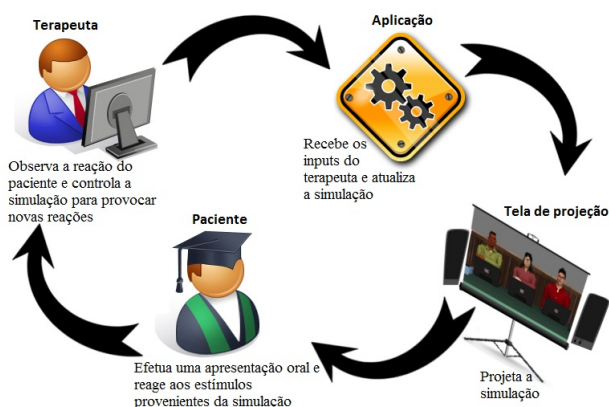


Figura D.1: Diagrama de utilização da aplicação

D.2 Requisitos da aplicação

- Computador com:
 - Placa gráfica equivalente ou superior à NVIDIA Quatro FX 1700;
 - Sistema operativo Windows XP ou superior;
- Projetor;
- Tela de projeção ou parede branca;
- Duas colunas de som;

D.3 Utilização da aplicação

D.3.1 Instalação da aplicação

Para efetuar a instalação da aplicação basta descomprimir o ficheiro “*VirtualSpectators_v2.0.zip*” no local pretendido (por exemplo: área de trabalho, documentos,...).

D.3.2 Criação de atalhos

Após a descompressão do ficheiro podem ser criados atalhos para a aplicação no “menu iniciar” ou na “área de trabalho”.

A criação dos atalhos pode ser efetuado do seguinte modo:

1. Com o botão direito do rato no executável “*interface_terapeuta.exe*”;

2. Escolher a opção pretendida:

- (a) “*Pin to Start Menu*”, para criar um atalho no “menu iniciar”;
- (b) “*Send to*”, e escolher a opção “*Desktop*”, para criar um atalho na “área de trabalho”;

Nota: os nomes destas opções variam consoante a língua em que o sistema operativo foi instalado, sendo que os apresentados nesta secção são de um sistema operativo em Inglês.

D.3.3 Iniciar a aplicação

Antes de se iniciar a aplicação é necessário verificar se:

- 1. O computador está conectado ao projetor;
- 2. O computador está configurado para o modo de dois ecrãs, opção disponível no “Painel de Controlo”;
- 3. O projetor está configurado consoante as dimensões da tela;
- 4. As colunas de som estão dispostas uma de cada lado da tela;

Para iniciar a aplicação basta executar o ficheiro “*interface_terapeuta.exe*” na pasta da aplicação ou através dos atalhos, caso tenham sido criados. De seguida irão aparecer duas janelas distintas: a janela de configuração da aplicação (figura D.2) que depois se transforma na janela de simulação, e a janela de interação da qual falaremos adiante.

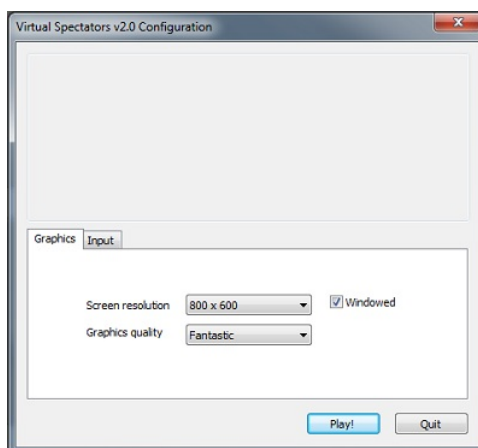


Figura D.2: Janela de configuração da aplicação

A janela de configuração da aplicação permite:

- 1. Definir a resolução de ecrã da janela de simulação. A resolução pode ser alterada posteriormente na janela de simulação;

2. Definir a qualidade dos gráficos na janela de simulação. As opções de qualidade apresentadas são: “*Fastest*”, “*Fast*”, “*Simple*”, “*Good*”, “*Beautiful*” e “*Fantastic*”. A qualidade dos gráficos é inversamente proporcional ao desempenho da aplicação. Sendo que a qualidade de imagem aumenta a medida que se aproxima do “*Fantastic*” e a aplicação começa a exigir mais recursos do computador, podendo em alguns casos tornar-se lento. Recomenda-se que sempre que possível, seja utilizado o nível “*Fantastic*” pois é o que apresenta um maior grau de realismo;
3. Iniciar a janela de simulação ao carregar no botão “*Play!*”. Esta janela no início simula apenas uma cortina fechada;

A janela de simulação deverá ser arrastada para o ecrã do projetor, onde o seu tamanho poderá ser ajustado do mesmo modo que se ajustam as janelas do Windows. E a janela de interação deverá ficar no monitor do computador.

Nota: Quando a aplicação é executada pela primeira vez no computador, será apresentado, uma janela (figura D.3) para atribuir permissões de rede à aplicação. Para tal é preciso carregar no botão “*Allow access*”.

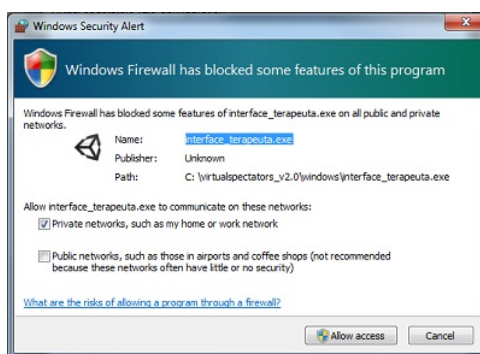


Figura D.3: Atribuição de permissões de rede

Este pedido de permissão deve-se ao facto da aplicação utilizar estruturas de rede (mais precisamente a rede local) para efetuar a comunicação entre as duas janelas. Esta permissão diz respeito apenas à comunicação interna no computador, pelo que não efetua nenhuma ligação à Internet.

Menu de escolha de cenário

Após a inicialização da janela de simulação, o menu de escolha de cenário na janela de interação (figura D.4) é ativado.

1. Iniciar o cenário “*Assessment Situation*”;
2. Iniciar o cenário “*Public Speaking*” (esta opção não está ainda ativada, foi mantida o botão porque a aplicação pode ser expandida para suportar novos cenários);

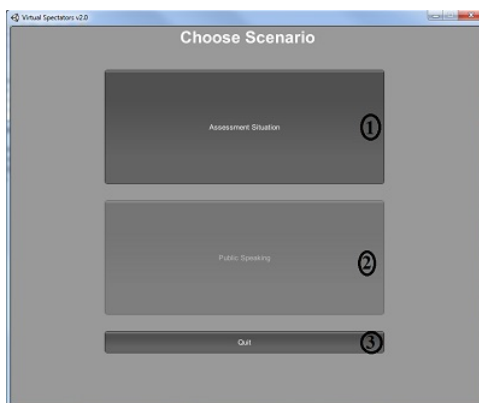


Figura D.4: Menu de escolha de cenário

3. Sair da aplicação;

Menu de configuração

Após a escolha do cenário no menu anterior é apresentado o menu de configuração (figura D.5), que permite configurar vários aspetos da simulação.



Figura D.5: Menu de configuração

Enumeram-se de seguida, as funcionalidades deste menu.

1. Alternar entre dois tipos de mobiliários para a sala;

2. Alternar entre duas cores para as parede da sala;
3. Adicionar/Remover objetos à mesa;
4. Botão que permite adicionar um humano virtual à cadeira número um (mais à esquerda);
5. Botão que permite adicionar um humano virtual à cadeira número dois (centro);
6. Botão que permite adicionar um humano virtual à cadeira número três (mais à direita);
7. Representação do humano virtual que está a ocupar essa cadeira. Quando há um humano virtual na cadeira são ativadas dois novos botões junto a imagem:
 - (a) "*Remove*", permite remover o humano virtual da cadeira;
 - (b) "*Add glasses/Remove glasses*", permite a adição ou remoção de óculos no humano virtual;
8. Representação do humano virtual que está a ocupar essa cadeira, funciona como o número 7;
9. Representação do humano virtual que está a ocupar essa cadeira, funciona como o número 7;
10. Tabela com os humanos virtuais disponíveis. Neste momento estão disponíveis 12 humanos virtuais (6 homens e 6 mulheres), onde em cada linha estão três variantes do mesmo humano virtual, pelo que quando um humano virtual é escolhido a sua linha fica bloqueada. Para adicionar um humano virtual ao cenário tem que se escolher a cadeira pretendida (botões 4, 5 ou 6), após a escolha basta carregar no humano pretendido que ele é inserido no cenário;
11. Deslocar a câmara em altura;
12. Deslocar a câmara para a direita e para a esquerda;
13. Afastar/Aproximar a câmara;
14. Sair da aplicação;
15. Regressar ao menu de escolha de cenário;
16. Iniciar a simulação;

Observe-se que a simulação pode ser iniciada com um, dois ou três humanos virtuais no cenário.

Menu de simulação

Após o início da simulação será apresentado o menu de simulação (figura D.6), onde estão disponíveis vários botões para controlar a simulação.



Figura D.6: Menu de simulação

Enumeram-se de seguida, as funcionalidades deste menu.

1. Botão para alternar o controlo do humano virtual, da cadeira número um, entre o modo automático (número em branco) e o modo interativo (número em verde), quando a cadeira não tem ocupante o botão fica desativado;
2. Botão para alternar o controlo do humano virtual, da cadeira número dois, entre o modo automático (número em branco) e o modo interativo (número em verde), quando a cadeira não tem ocupante o botão fica desativado;
3. Botão para alternar o controlo do humano virtual, da cadeira número três, entre o modo automático (número em branco) e o modo interativo (número em verde), quando a cadeira não tem ocupante o botão fica desativado;
4. Área reservada aos botões para o controlo do humano virtual que se encontra na cadeira número um;

5. Área reservada aos botões para o controlo do humano virtual que se encontra na cadeira número dois;
6. Área reservada aos botões para o controlo do humano virtual que se encontra na cadeira número três;
7. Botões do modo interativo (figura D.7), para o humano virtual que está em modo interativo;
8. Botões do modo automático (figura D.8);
9. Controlo da intensidade da iluminação no cenário;
10. Botões para o controlo dos eventos sonoros (figura D.9);
11. Botões para aproximar/afastar a câmara do humano virtual que está em modo interativo (figura D.10);
12. Botão para regressar ao menu de configuração;
13. Botão para efetuar o *pause* da aplicação (figura D.11);
14. Botão para terminar a aplicação e regressar ao menu de escolha de cenário.

Em cada momento da simulação, existe apenas um humano virtual em modo interativo, controlado pelo terapeuta. Os outros humanos virtuais, se os houver, estão em modo automático. Neste modo efetuam um conjunto de movimentos pré-definidos. É possível alterar o modo de controlo do humano virtual durante a simulação.



Figura D.7: Botões do modo interativo

Enumeram-se de seguida, as funcionalidades destes botões.

1. Colocar o humano virtual no estado atento, este estado será mantido enquanto o utilizador não o alterar para o estado distraído;
2. Colocar o humano virtual no estado distraído, este estado será mantido enquanto o utilizador não o alterar para o estado atento;
3. Ativar o evento “Discordar” no humano virtual, pode ser associado com todos os outros eventos excetuando o do número 7;
4. Ativar o evento “Concordar” no humano virtual, pode ser associado com todos os outros eventos excetuando o do número 7;
5. Ativar o evento “Receber um SMS” no humano virtual;
6. Ativar o evento “Escrever no computador” no humano virtual, quando este evento é ativado o humano virtual vai escrever no computador até o utilizador ativar o evento “Parar de escrever” que funciona no mesmo botão;
7. Ativar o evento “Adormecer” no humano virtual, quando este evento é ativado o humano virtual vai adormecer até o utilizador ativar o evento “Acordar” que funciona no mesmo botão;
8. Ativar o evento “Olhar para à direita” no humano virtual, pode ser associado com todos os outros eventos excetuando o do número 7;
9. Ativar o evento “Sussurrar” no humano virtual. Atualmente este evento só está disponível para os humanos virtuais que tenham outro humano virtual à sua esquerda;
10. Abrir o painel de controlo das expressões faciais (figura D.12) do humano virtual, as expressões aqui definidas podem ser associadas com todos os outros eventos excetuando o do número 7;
11. Colocar o humano virtual com uma inclinação neutra. Pode ser associado com todos os outros eventos excetuando os dos números 6 e 7;
12. Inclinar o humano virtual para a frente. Pode ser associado com todos os outros eventos excetuando os dos números 6 e 7;
13. Inclinar o humano virtual para trás. Pode ser associado com todos os outros eventos excetuando os dos números 6 e 7;
14. Ativar o evento “Cruzar os braços” no humano virtual, quando este evento é ativado o humano virtual vai manter os braços cruzados até o utilizador ativar o evento “Descruzar os braços” que funciona no mesmo botão ou até que execute os eventos dos números 6 e 7;

15. Inclinar o humano virtual para trás e cruzar os braços. Pode ser associado com todos os outros eventos excetuando os dos números 6 e 7;



Figura D.8: Botões do modo automático

Enumeram-se de seguida, as funcionalidades destes botões.

1. Colocar o humano virtual no estado atento;
2. Colocar o humano virtual no estado atento concordante: o humano virtual vai de x em x segundos abanar a cabeça em sinal de concordância;
3. Colocar o humano virtual no estado atento discordante: o humano virtual vai de x em x segundos abanar a cabeça em sinal de discordância;
4. Colocar o humano virtual no estado distraído concordante: o humano virtual vai de x em x segundos abanar a cabeça em sinal de concordância;
5. Colocar o humano virtual no estado distraído discordante: o humano virtual vai de x em x segundos abanar a cabeça em sinal de discordância;
6. Colocar o humano virtual no estado: inclinado para trás com os braços cruzados e com a expressão facial "*Brows brought together (AU4)*";

Estas opções irão manter-se enquanto o utilizador não escolher um evento do modo interativo para o humano virtual a que dizem respeito.

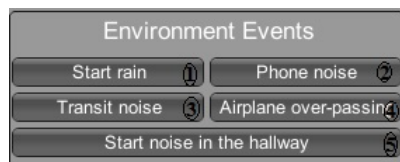


Figura D.9: Botões para o controlo dos eventos sonoros

Enumeram-se de seguida, as funcionalidades destes botões.

1. Ativar o evento “Chuva na rua”, a chuva vai manter-se até que o utilizado ative o evento “Parar de chover” que funciona no mesmo botão;
2. Ativar o evento “Toque de telefone”;
3. Ativar o evento “Ruído do trânsito”;
4. Ativar o evento “Avião a sobrevoar a sala”;
5. Ativar o evento “Ruído no corredor”, ruído vai manter-se até que o utilizado ative o evento “Parar o ruído” que funciona no mesmo botão;

Nota: se forem ativados muitos eventos sonoros em simultâneo, podem-se transformar num ruído pouco realista.



Figura D.10: Botões para aproximar/afastar a câmara

Enumeram-se de seguida, as funcionalidades destes botões.

1. Coloca a câmara numa posição central onde é possível ver-se as três cadeiras da sala;
2. Efetua um *close up* (aproximação da câmara) ao corpo do humano virtual que estiver no modo interativo. Quando não está nenhum humano virtual no modo interativo esta opção é desativada;
3. Efetua um *close up* (aproximação da câmara) à face do humano virtual que estiver no modo interativo. Quando não está nenhum humano virtual no modo interativo esta opção é desativada;

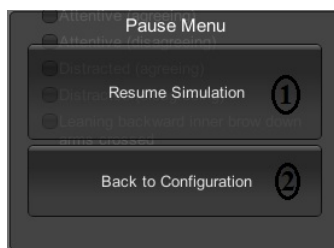


Figura D.11: Menu de Pause

Enumeram-se de seguida, as funcionalidades deste menu.

1. Botão para retomar a simulação;
2. Botão para interromper a simulação e regressar ao menu de configuração;

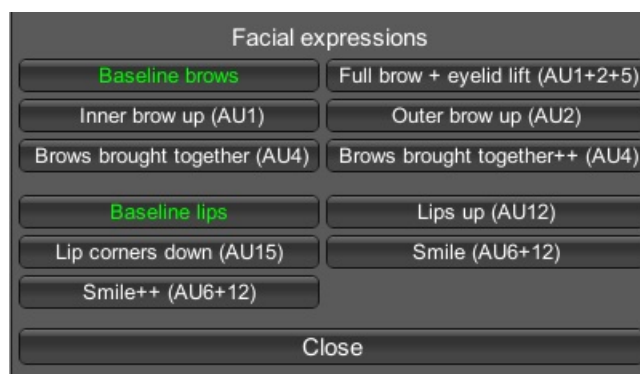


Figura D.12: Painel de controlo da expressão facial

Painel flutuante para o controlo da expressão facial do humano virtual que estiver no modo interativo. O painel pode ser arrastado livremente dentro da janela de interação.

O controlo da expressão facial encontra-se dividido em dois grupos: zona das sobrancelhas e zona dos lábios. Na zona das sobrancelhas encontram-se os seis primeiros botões do menu, sendo que os cinco restantes pertencem ao grupo da zona dos lábios.

A ação dos botões de duas zonas diferentes podem ser conjugados para criar as expressões faciais.

O botão “Close” permite fechar o painel.

D.3.4 aspetos práticos a ter em atenção

- Ter em atenção o tamanho da projeção, de modo a que os humanos virtuais não fiquem com um tamanho irreal;
- Diminuir a iluminação da sala onde se está a efetuar a terapia de modo a criar um ambiente com maior imersão;

- O projetor deve estar pendurado no teto, mas caso não seja possível tem que se garantir que o paciente não se coloque entre o projetor e a tela, de modo a não gerar a sua sombra sobre a projeção;
- Durante a sessão de terapia o paciente deverá manter-se no mesmo sítio, sentado ou em pé;
- Verificar o nível do som das colunas para evitar sons muito altos ou muito baixos;
- Garantir que o paciente não tem acesso à janela de interação, o que pode influenciar negativamente a sensação de imersão;

D.4 Resolução de problemas

Problema: o executável não corre.

Solução:

1. Verificar se o computador cumpre os requisitos indicados anteriormente.

Problema: o executável não corre e apresenta o erro: *"Data folder not found"*.

Solução:

1. Copiar as pastas: *"interface_paciente_Data"* e *"interface_terapeuta_Data"* do ficheiro *"VirtualSpectators_v2.0.zip"* para a pasta da aplicação substituindo as que lá se encontram.

Problema: só é apresentada a janela de interação.

Solução 1:

1. Verificar se o ficheiro *"interface_paciente.exe"* encontra-se na mesma pasta do executável.
2. Voltar a copiar o ficheiro *"interface_paciente.exe"* do ficheiro *"VirtualSpectators_v2.0.zip"* para a pasta da aplicação.

Solução 2:

1. Ativar as permissões de rede indicadas na secção (Iniciar a aplicação).

Problema: os atalhos não funcionam.

Solução:

1. Eliminar os atalhos e voltar a criar os atalhos como indicado na secção (Criação de atalhos).

Problema: a aplicação está muito lenta

Solução:

1. Reiniciar a aplicação e escolher uma qualidade de gráficos mais baixa como indicado na secção (Iniciar a aplicação).

Apêndice E

Manual Técnico

Neste anexo encontra-se o manual técnico da aplicação VirtualSpectators v2.0.

Neste manual encontra-se a especificação de como a aplicação foi construída.

E.1 Introdução

O VirtualSpectators v2.0 é uma aplicação que tem como objetivo o uso da realidade virtual no tratamento da ansiedade social, mais precisamente no medo de falar em público, numa situação de avaliação perante um júri ou numa entrevista. O utilizador é confrontado com um júri composto por HV dotados de movimentos, comportamentos e expressões faciais realistas. A aplicação poderá ainda ser usada em trabalhos de investigação na área das emoções, devido às funcionalidades de definição de expressões faciais e corporais que oferece.

Esta aplicação é dirigida a dois tipos de utilizadores, um terapeuta e um paciente. Enquanto o paciente interage (fala) com os humanos virtuais (HV) presentes no cenário, o terapeuta terá como função interpretar o comportamento do paciente e modificar os parâmetros (comportamento dos HV, luzes no ambiente, etc.) da aplicação conforme necessário.

E.2 Software utilizado

A aplicação foi concebida no software Unity 3D¹, mas também foram utilizados os seguintes software para apoiar a construção da aplicação: Blender² (modelação de objetos 3D), MakeHuman³ (modelação dos HV), GIMP⁴ (criar/editar as texturas dos objetos 3D) e Free Audio Editor⁵ (criar/editar os efeitos sonoros).

¹<http://unity3d.com/>

²<http://www.blender.org/>

³<http://www.makehuman.org/>

⁴<http://www.gimp.org/>

⁵<http://www.free-audio-editor.com/>

E.3 MakeHuman

O MakeHuman (1.0 Alpha 7) é um software *open source* que permite criar HV realistas que podem ser exportados em diferentes formatos.

E.3.1 Criação dos HV

A janela de criação dos HV no MakeHuman (figura E.1) permite alterar diversos parâmetros sobre os HV, tais como: gênero, tamanho, peso, roupa, cabelo, cor de pele, .etc.

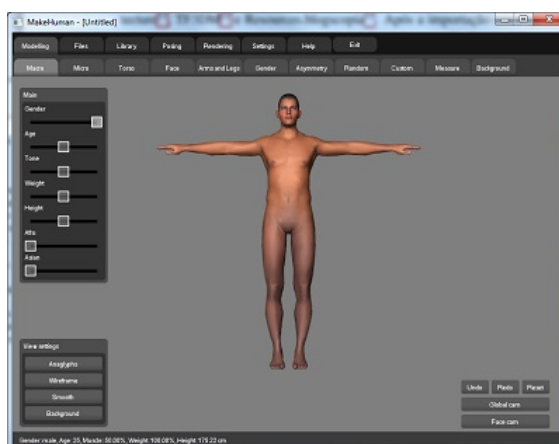


Figura E.1: Criação dos HV (MakeHuman)

Para mais informações, consultar :

- <http://makehuman.org/documentation>;

E.3.2 Exportação dos HV

Após a criação do HV, este tem que ser exportado para um formato compatível com o Blender, que neste caso é o “*Blender exchange (.mhx)*”.

As opções de exportação encontram-se no painel “*Files*” da janela do MakeHuman (figura E.2).

Neste painel deve-se escolher o sub-painel “*Export*”, onde deverão ser selecionadas todas as opções indicadas na figura E.2).

Para mais informações, consultar :

- http://makehuman.org/doc/node/export_your_work.html;

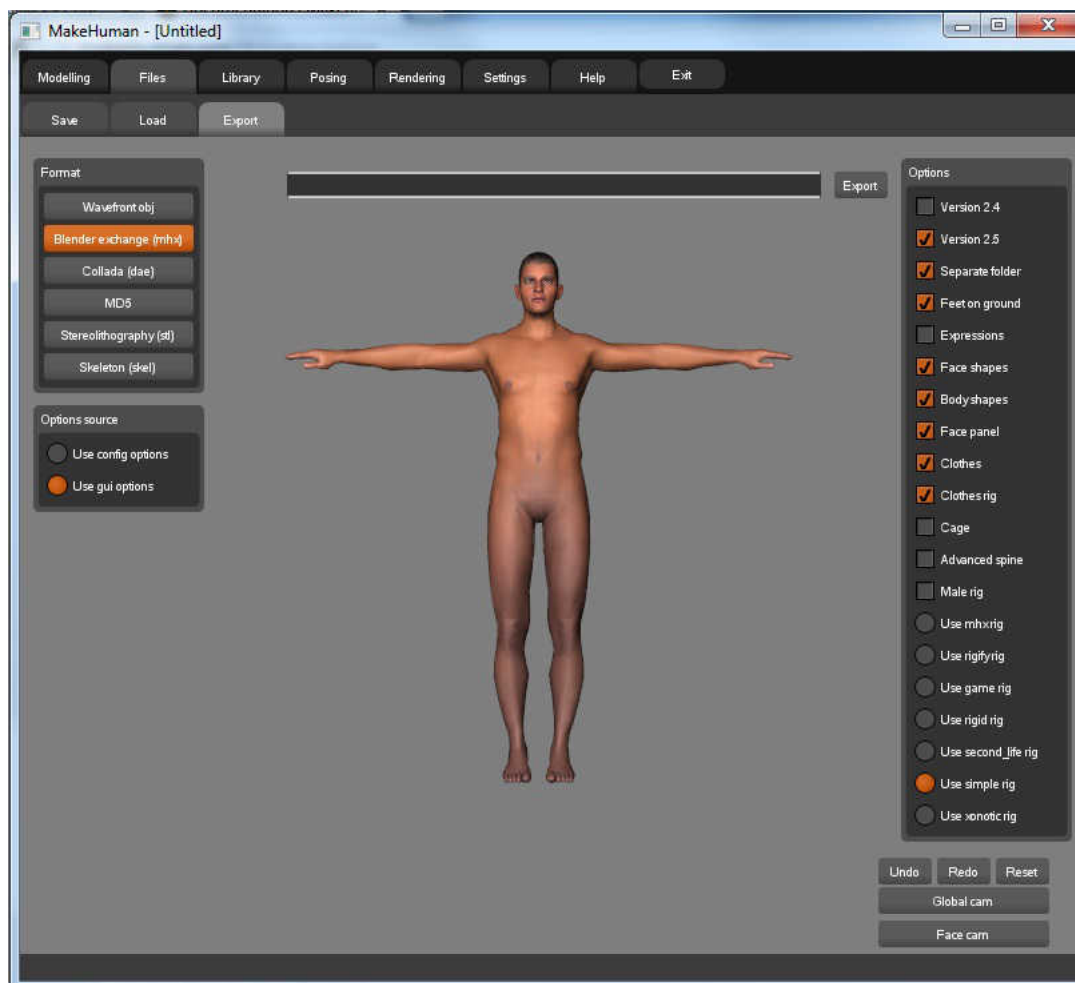


Figura E.2: Painel de exportação (MakeHuman)

E.4 Blender

O Blender (2.64) é um software *open source* de modelação e animação de objetos 3D, pelo que foi utilizado para efetuar a modelação e animação dos objetos 3D a serem incorporados na plataforma.

Nota: caso alguma das opções de importação/exportação não estiver no respetivo menu, tem-se que verificar se os *Add-Ons* estão ativados.

Para mais informações, consultar :

- <http://wiki.blender.org/index.php/Doc:2.6/Manual;>

E.4.1 Importação dos HV no Blender

A opção de importação encontra-se no painel "File" do Blender (figura E.3)

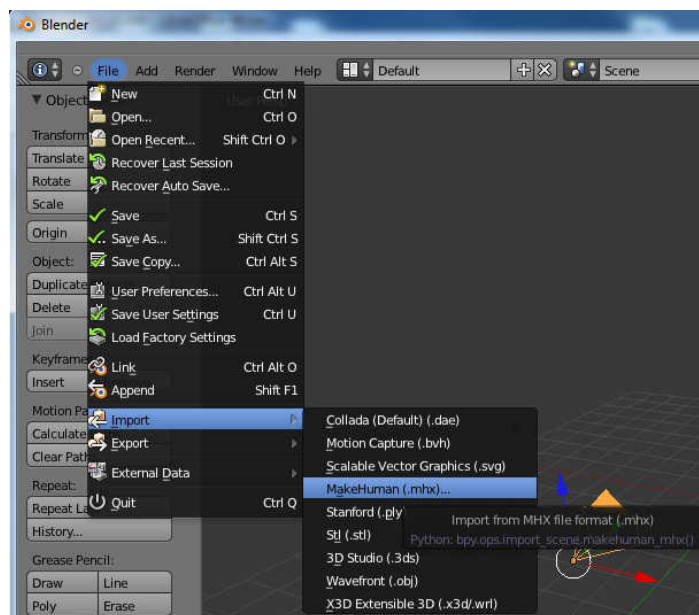


Figura E.3: Importação de ficheiro ".mhx"(Blender)

Após a escolha da opção "MakeHuman (.mhx)", será apresentada a janela de escolha de ficheiro onde podemos encontrar o painel de configuração de parâmetros (figura E.4).

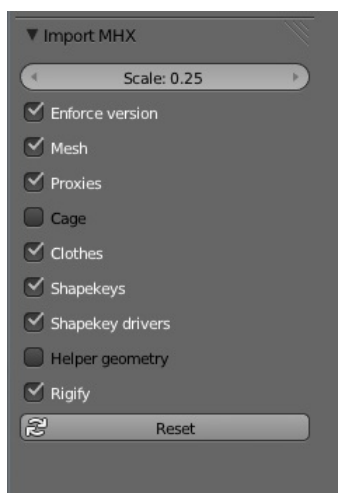


Figura E.4: Opções de importação (Blender)

Neste painel devem ser selecionadas as opções indicadas na figura E.4.

Para mais informações, consultar :

- <https://sites.google.com/site/makehumandocs/blender-export-and-mhx/mhx-import-in-blender-2-5;>

E.4.2 Animação dos HV no Blender

Uma animação no Blender consiste na alteração das propriedades de um ou mais objetos ao longo do tempo. O Blender guarda cada animação como uma “ação” identificada com um nome introduzido pelo utilizador.

Animação por *Motion Capture*

As animações podem ser criadas através da utilização de ficheiros de *motion capture* (.bvh).

Para mais informações, consultar :

- <http://blenderunderground.com/forums/viewtopic.php?t=1664>;

Animação manual através de *Keyframes*

As animações também podem ser criadas manualmente através da introdução das *Keyframes*, que permitem definir valores (tamanho, posição, rotação, ...) de um objeto numa determinada *frame*. Pelo que o Blender faz a interpolação entre as *keyframes* para gerar a animação dos objetos, que podem ser editadas posteriormente.

Estas animações são criadas da seguinte forma:

1. Selecionar o esqueleto;
2. Mudar para *Pose Mode*;
3. Criar uma nova ação (figura E.5);
4. Escolher o osso que pretendemos animar;
5. Efetuar a alteração pretendida no osso;
6. Utilizar a tecla “I” (com o ponteiro do rato na área de modelação);
 - (a) Escolher o tipo de *Keyframes* que pretende introduzir (figura E.6);
7. Regressar ao passo 4 para animar mais ossos;

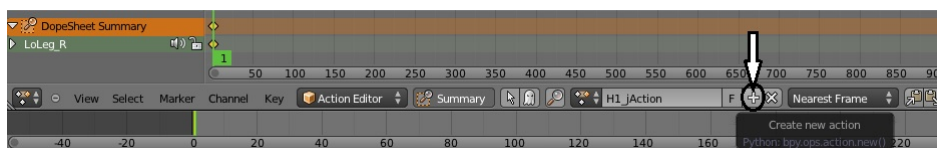


Figura E.5: Criação de uma nova ação (Blender)

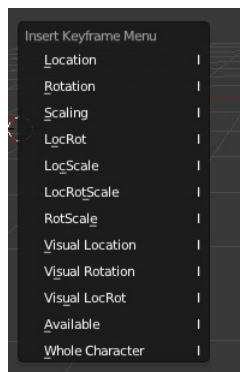


Figura E.6: Inserção de uma *Keyframe* (Blender)

Para mais informações, consultar :

- <http://wiki.blender.org/index.php/Doc:2.6/Manual/Animation/Keyframes>;

Importação de animações

As animações podem ser transferidas de HV para HV desde que tenham esqueletos idênticos.

A transferência de animações é efetuada do seguinte modo:

1. Painei *File*;
2. Opção *Append*;
3. Escolher o ficheiro “.blend” de onde se pretende importar a animação;
 - (a) Abrir a pasta “*Action*” do ficheiro;
 - (b) Selecionar as animações que se pretende importar;
4. Efetuar a importação através do botão “*Link/Append from Library*”;
5. As animações passam a estar disponíveis na opção *Action Editor* no menu *DopeSheet*;

Edição de animações

Todas as animações podem ser editadas através do *Action Editor* no menu *DopeSheet* (figura E.7).

Para mais informações, consultar :

- <http://wiki.blender.org/index.php/Doc:2.6/Manual/Animation/Editors/DopeSheet/Action>;

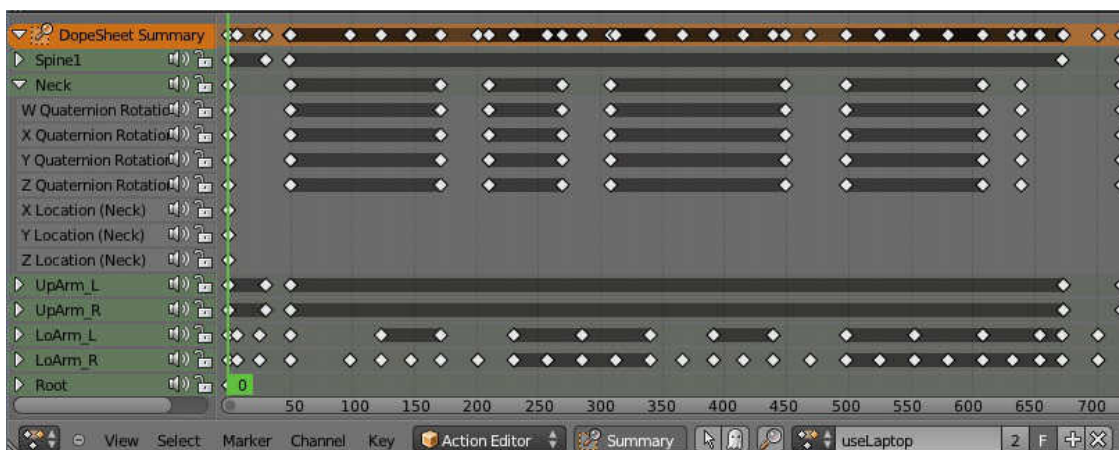


Figura E.7: Action Editor, edição das Keyframes (Blender)

E.4.3 Criação do esqueleto facial

Os modelos dos HV importados do MakeHuman não têm ossos para controlar as expressões faciais, razão pela qual é necessário criar um esqueleto para a face.

Facial Rig

1. Obter o “*AutoFacialRig.py*” do website: <http://www.rulflinks.blogspot.pt/>;
2. Importar um HV no Blender (2.62);
3. Utilizar o *script* “*AutoFacialRig.py*”, no Blender (2.62);
4. Ajustar à face do HV o molde gerado;
5. Gerar o esqueleto da face;
6. Gravar o ficheiro;

Para mais informações, consultar :

- <http://www.rulflinks.blogspot.pt/2012/02/autofacialrig-y-facialstore-para-261.html>;

Importar o esqueleto da face

Após a criação do esqueleto da face num HV esse esqueleto pode ser importado para outros HV's desde que tenham as mesmas medidas faciais.

A importação do esqueleto é efetuado do seguinte modo:

1. Painel *File*;

2. Opção *Append*;
3. Escolher o ficheiro “.blend” de onde se pretende importar o esqueleto;
 - (a) Abrir a pasta “*Object*”, do ficheiro;
 - (b) Selecionar o esqueleto da face que pretende importar (o nome será o que lhe foi atribuído a quando da sua criação no ficheiro de origem);
4. Efetuar a importação através do botão “*Link/Append from Library*”;

Fundir o esqueleto da face com o esqueleto do corpo

Sendo que o Unity só consegue importar um esqueleto de cada vez, tem que se fundir o esqueleto da face e o do corpo criando assim um esqueleto único para o HV.

Esta fusão é efetuada através dos seguintes passos:

1. Mudar a vista para “*Pose Mode*”;
2. Remover os “*Bone Constraints*” de todos os ossos do esqueleto facial do seguinte modo:
 - (a) Selecionar o osso pretendido (que estará com a cor verde caso tenha *constraints*);
 - (b) Abrir o menu “*Bone Constraints*” (figura E.8);
 - (c) Eliminar todos os *constraints*, pelo que o osso deixará de ter a cor verde;
 - (d) Efetuar o mesmo para todos os outros ossos com *constraints*;
3. Juntar os dois esqueletos:
 - (a) Mudar a vista para “*Object Mode*”;
 - (b) Selecionar o esqueleto da face;
 - (c) Selecionar o esqueleto do corpo;
 - (d) Efetuar “ctrl + J” (esta *short cut* equivale a fazer a operação *Join*);
4. Identificar o osso “filho” que deve “herdar” os movimentos do osso “pai”:
 - (a) Mudar a vista para “*Edit Mode*”;
 - (b) Selecionar o osso “filho”
 - (c) Selecionar o osso “pai”
 - (d) Efetuar “ctrl + P” (esta *short cut* equivale a fazer a operação *Parent*):
 - i. Escolher opção: “*Keep Offset*”;
5. Efetuar o passo 4 para todos os ossos em que seja necessário;

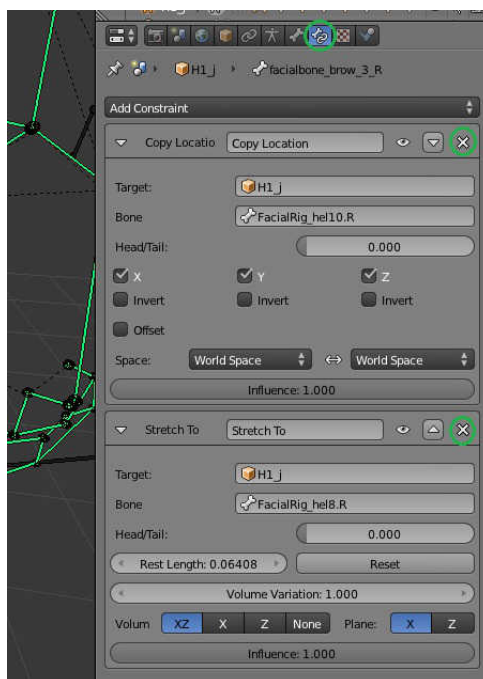


Figura E.8: Remoção dos constraints (Blender)

Weight Painting Manual

Após à fusão dos esqueletos é preciso associar os vértices da malha da face aos respectivos ossos (criar os *Vertex Groups*). Esta associação é efetuada através da funcionalidade de *Weight Paint* manual disponível no Blender.

Mas antes de efetuar o *Weight Paint*, tem que se separar a malha dos olhos e dos dentes da malha do corpo (figura E.9)



Figura E.9: Malha dos olhos e dos dentes separados da malha do corpo (Blender)

Esta separação foi efetuada através dos seguintes passos:

1. Mudar a vista para “*Edit Mode*”;
2. Selecionar os vértices dos olhos e dos dentes;
3. Utilizar a tecla “P”:

(a) Escolher a opção: “*Selection*”;

Após a separação das malhas pode-se efetuar o *Weight Paint* manual (figura E.10) através dos seguintes passos:

1. Mudar a vista para “*Weight Paint*”;
2. Escolher o osso:
 - (a) Escolher os parâmetros no painel “*Brush*”;
 - (b) Efetuar o “*Weight Paint*”;
3. Efetuar o passo 2 para os restantes ossos da face;

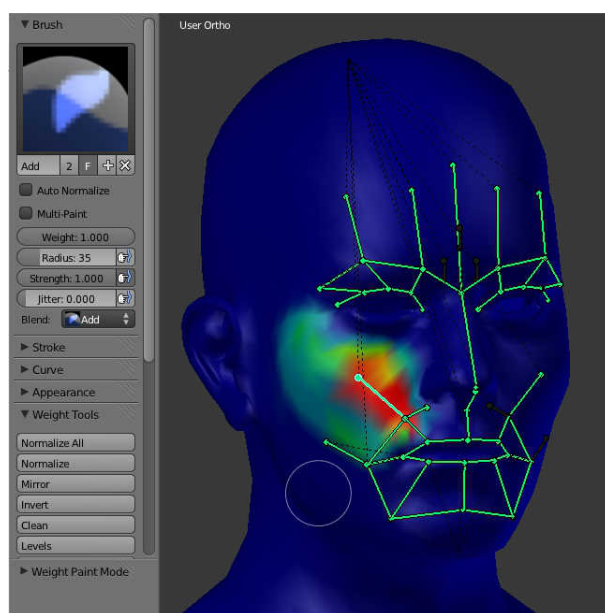


Figura E.10: *Weight Paint*, osso seleccionado (verde claro) e representação do peso do osso nos vértices (Blender)

Para mais informações, consultar :

- http://wiki.blender.org/index.php/Doc:2.6/Manual/Modeling/Meshes/Vertex_Groups/Weight_Paint;

E.4.4 Correção da malha escondida pela roupa

1. Mudar a vista para “*Edit Mode*”;
2. Seleccionar todos os vértices que devem ficar por baixo da roupa;
3. Criar um novo material no painel “*Material*”:

- (a) Associar os vértices a esse material através do botão “*Assign*”;
- (b) Este material, depois de exportado para o Unity terá de ser definido como transparente (ver secção E.5.2);

E.4.5 Adição de objetos aos HV

A adição de objetos tais como: telemóvel e óculos aos HV é efetuado através dos seguintes passos:

1. Importar os objetos para o ficheiro, caso tenham sido criados noutra ficheiro;
2. Adicionar um esqueleto ao objeto (apenas um osso);
3. Efetuar os passos 3 e 4 indicados na secção (E.4.3);
4. Selecionar o objeto (em “*Object Mode*”):
 - (a) Abrir o painel: “*Object Modifiers*”;
 - (b) Introduzir o nome do esqueleto do HV no campo: “*Object*”;
5. Corrigir o posicionamento do objeto caso seja necessário (arrastando o objeto em “*Object Mode*”);

E.4.6 Exportação para Autodesk FBX

Os modelos 3D (HV e objetos) têm que ser exportados para um formato que seja compatível com o Unity, que neste caso será o *Autodesk FBX (.fbx)*.

A exportação é efetuada através dos seguintes passos:

1. Mudar a vista para “*Object Mode*”;
2. Selecionar o(s) objeto(s) que pretende exportar;
3. Selecionar a opção “*Export*” do menu “*File*”:
 - (a) Escolher a opção: “*Autodesk FBX (.fbx)*”;
4. Configurar as opções de exportação no painel “*Export FBX*”:
 - (a) Ativar a opção: “*Selected Objects*”, para exportar apenas os objetos que foram selecionados;
 - (b) Ativar as opções: “*Include Animation*”, “*All Actions*”, “*Include Default Take*” e “*Optimize Keyframes*” quando o objeto selecionado contem animações, para que essas animações possam ser exportadas.

5. Exportar o objeto através do botão: “*Export FBX*”;

Nota: só é possível exportar um esqueleto de cada vez, pelo que se for preciso exportar vários esqueletos terão de ser exportados um de cada vez. Quanto mais complexo for o modelo a ser exportado maior será a duração do processo. Por exemplo: para um modelo com 57706 vértices e 33 animações o processo demora cerca de uma hora, numa máquina com um Processador: 2x Intel® CORE™ 2 Duo E8400 @3.00GHz e 4GB de memória.

E.5 Unity

O Unity (versão 4.1.5f1) é um motor de jogo com um conjunto de ferramentas simples e intuitivas que permitem um rápido fluxo de trabalho na criação de conteúdos 3D interativos, e com suporte para diferentes plataformas.

Para mais informações, consultar :

- <http://unity3d.com/learn>;
- <http://devmag.org.za/2012/07/12/50-tips-for-working-with-unity-best-practices/>;

E.5.1 Importação de ficheiros Autodesk FBX no Unity

Para importar um ficheiro para o projeto no Unity tem que se arrastar o ficheiro “.fbx” para a pasta “*Blender_Models*” que se encontra disponível no painel “*Project*” do editor do Unity.

Nota: por questões de organização convém criar uma pasta, dentro da pasta “*Blender_Models*”, para cada objeto importado. Quanto mais complexo for o ficheiro “.fbx” maior será o tempo de importação.

E.5.2 Configuração dos modelos importados

Após a importação dos modelos para o projeto, esses modelos têm que ser editados.

Parâmetros de importação

A parametrização da importação pode ser efetuado através dos três menus (figura E.11) que são apresentados: *Model*, *Rig* e *Animations*.

No *Model* pode-se: mudar a escala, otimizar a malha poligonal e controlar outros aspetos do modelo.

O *Rig* permite definir o tipo das animações e como é que serão armazenados no modelo. Este menu é muito importante para a configuração dos objetos com animações baseadas em esqueletos (por exemplo, HV).

O menu *Animations* permite configurar alguns parâmetros das animações, tais como tempo de início/fim, modo de reprodução, .etc.

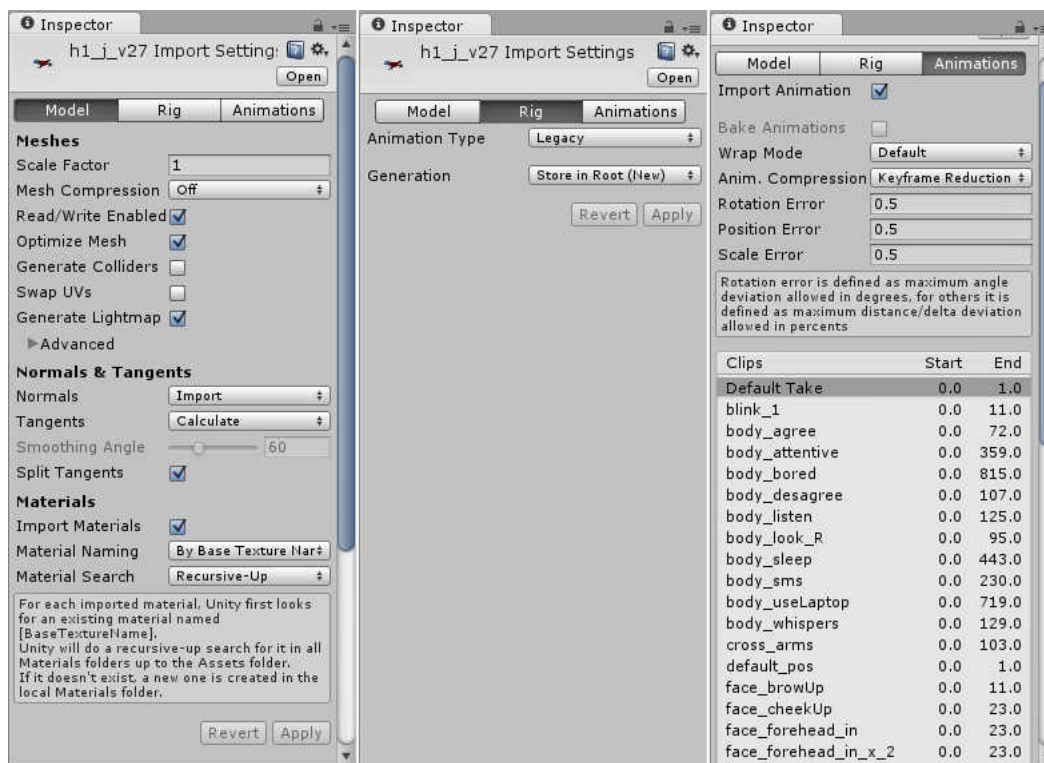


Figura E.11: Menus do processo de importação (Unity)

As configurações dos modelos que foram utilizados na aplicação são aqueles indicadas na figura E.11, sendo que só as configurações do menu *Animations* é que variam de modelo para modelo.

Este processo de configuração pode ser muito moroso em função da complexidade do modelo e do número de animações.

Nota: a utilização dos menus *Rig* e *Animations* só é necessário para os objetos que tenham animações.

Correção das texturas

A opção de exportação para "Autodesk FBX (.fbx)" do Blender não consegue exportar as texturas (ficheiros de imagem) dos materiais que constituem os objetos, pelo que é preciso importar e associar essas texturas manualmente no Unity.

A importação e associação das texturas é efetuado do seguinte modo:

1. Arrastar a pasta contendo as texturas do objeto, para a pasta do respectivo objeto (pasta criada aquando da importação do objeto);
2. Selecionar a textura e editar os parametros caso seja necessário;
3. Abrir a pasta “*Materials*” do objeto, esta pasta foi criada automaticamente aquando da importação do objeto e encontra-se juntamente com o objeto importado (dentro da pasta que foi criada para esse objeto):
 - (a) Selecionar o primeiro material da lista;
 - (b) Arrastar a respetiva textura para dentro da caixa de textura que se encontra presente;
 - (c) Escolher qual o tipo de “*Shader*” que se pretende aplicar a textura;
 - (d) Efetuar os três ultimos passos para os restantes materiais do objeto;
4. Efetuar o passo 3 em todos os outros objetos;
5. Definir o nível máximo de transparência para o material do corpo que deve ficar escondido pela roupa;

Nota: quando um objeto é reimportado para o mesmo local e tenha o mesmo nome, as texturas que tinham sido associados serão mantidas;

Para mais informações, consultar :

- <http://cgcookie.com/unity/2011/12/05/exporting-characters-from-blender/>;

E.5.3 Criação de *Prefab*

Os objetos importados do Blender foram transformados em objetos do tipo *Prefab* no Unity. O que permite que sejam fundidos criando novos objetos, instanciados e destruídos dinamicamente durante a execução da aplicação.

Para mais informações, consultar :

- <http://docs.unity3d.com/Documentation/Manual/Prefabs.html>;

Instanciação de um *Prefab*

Nesta secção será apresentado o exemplo da instanciação de um *Prefab* contendo um HV, no *script* “*simulator.cs*”;

1. Declaração das variáveis:

```
private GameObject clone_human_AI;  
private characterControler humano_AI_cC;
```

2. Instanciação do *Prefab*, obtenção da referência para o *script* que o controla (*characterControler.cs*) e posicionamento do HV no cenário:

```
clone_human_AI=Instantiate(human_AI, vect_oculto, Quaternion.Euler(0, 180,0))  
as GameObject;  
humano_AI_cC = clone_human_AI.GetComponent<characterControler>();  
clone_human_AI.transform.position = vect;
```

Para mais informações, consultar :

- <http://docs.unity3d.com/Documentation/Manual/InstantiatingPrefabs.htm>;

Destruição de um *Prefab*

Nesta secção será apresentado o exemplo da destruição de um *Prefab* contendo um HV, no *script* “*simulator.cs*”;

```
Destroy(clone_human_AI);
```

Para mais informações, consultar :

- <http://docs.unity3d.com/Documentation/Manual/InstantiatingPrefabs.htm>;

E.5.4 Criação de novos cenários

A aplicação encontra-se preparada para receber novos cenários, bastando para tal efetuar os seguintes passos:

1. Criar um novo cenário;
2. Gravar o cenário na pasta: “*Scenes*” do projeto;

3. Adicionar o cenário ao *Build Settings*;
4. Criar o código para abrir o cenário no *script*: “*Choose_scenario.cs*”;

```
[RPC]
public void loadScenario(int x){
    switch (x){
        case 1 :
            //interview
            Application.LoadLevel("simulator");
            break;
        case 2 :
            //auditorium
            Application.LoadLevel("auditorium_scenario");
            break;
        case 3 :
            //novo cenário
            Application.LoadLevel("nome_do_cenário");
            break;
    }
}
```

5. Criar o botão para o novo cenário na função “*menuFunc (int)*” do *script*: “*Menu_0.cs*”;

```
private void menuFunc(int id){
    ...
    GUI.enabled = controler_data.getFlag_connected();
    if (GUI.Button(new Rect(posX,posY,sizeX,sizeY),"Titulo_do_botão",
        customButton)){
        networkView.RPC("loadScenario", RPCMode.Others,Número_do_cenário);
        Application.LoadLevel("Nome_do_cenário_com_o_menu_para_controlar
            _o_cenário_que_foi_criado");
    }
    ...
}
```

Nota: sendo que a aplicação tem uma interface separada para controlar a simulação, é preciso criar sempre um cenário para conter o menu que controla o novo cenário de simulação.

Para mais informações, consultar :

- <http://docs.unity3d.com/Documentation/ScriptReference/Application.LoadLevel.html>;

E.5.5 Criação de novos *scripts*

Os novos *scripts* devem ser guardados na pasta “*Scripts*” do projeto.

Adicionar um *script* a um objeto

Para adicionar um *script* a um objeto, basta arrastar o *script* para o objeto no painel “*Hierarchy*” ou selecionar o objeto e utilizar o botão “*Add Component*” e escolher o *script* que pretende adicionar.

Adicionar um *script* a um cenário

É idêntico a adicionar um *script* a um objeto, porém como o cenário não é um objeto tem que se criar um objeto para permitir a associação. Esse objeto é o “*empty GameObjects*” que é um objeto sem representação gráfica cuja única função é a de permitir a associação de componentes (por exemplo, *scripts*) que têm como função controlar todo o cenário.

Estes objetos podem ser criados através do painel “*GameObject*” opção “*Create Empty*”.

E.5.6 Adicionar novo HV a aplicação

Para adicionar um novo HV à aplicação é preciso:

1. Importar o modelo (ver secção Importação de ficheiros Autodesk FBX no Unity);
2. Configurar o modelo (ver secção Configuração dos modelos importados);
3. Desativar o “*Skinned Mesh Renderer*” do componente “*oculos*” do HV;
4. Desativar o “*Skinned Mesh Renderer*” do componente “*phone*” do HV;
5. Criar um *Prefab* (ver secção Criação de *Prefab*);
6. Adicionar os seguintes *scripts* ao HV (ver secção Adicionar um *script* a um objeto):
 - (a) *characterControler.cs*;
 - (b) *eye_rotation.cs*;
 - (c) *rotation.cs*;
7. Adicionar o botão para o novo HV no menu de configuração de cenário, *script* “*menu_interview_configuration.cs*”, e criar o respetivo código para permitir a utilização desse HV;
8. Editar o *script* “*simulator.cs*”, para criar a referência ao HV e permitir o seu controlo;

Restrições dos HV

Todos os HV têm que ter as seguintes características:

1. Têm que ter o mesmo número de ossos;
2. Os ossos têm que ter os mesmos nomes;
3. Têm que ter óculos e o nome tem que ser “*oculos*”;
4. Têm que ter um telemóvel e o nome tem que ser “*phone*”;
5. Têm que ter todos as mesmas animações;

Nota: se alguma dessas características não for respeitada a aplicação poderá deixar de funcionar, pois para os *scripts* da aplicação os HV são todos objetos do tipo HV logo têm que ser idênticos.

E.5.7 Comunicação entre as janelas

A comunicação entre as duas janelas é efetuada através do recurso a RPC em *localhost*.

Para mais informações, consultar :

- <http://docs.unity3d.ru/ScriptReference/Network.html>;
- <http://developer.muchdifferent.com/unitypark/uLink/RPCDetails>;
- *Unity: Tutorial on intro to networking* - <http://vimeo.com/33996023>;

Criação do servidor

Para criar o servidor é preciso efetuar os seguintes passos:

1. Criar um “*Network View*” em todos os cenários do servidor;
2. Definir o *porto* no cenário que contém o servidor (neste caso o “*Menu.0.cs*”);

```
private int Port = 25001;
```

3. Inicializar o servidor;

```
if(Network.peerType == NetworkPeerType.Disconnected){  
    Network.InitializeServer(1,Port,false);  
}
```

Criação do cliente

Para criar o cliente é preciso efetuar os seguintes passos:

1. Criar um “*Network View*” em todos os cenários do cliente;
2. Definir o *IP* e *porto* no cenário que contém o cliente (neste caso o “*Choose_scenario.cs*”);

```
private string IP = "127.0.0.1";  
private int Port = 25001;
```

3. Efetuar a conexão;

```
if(Network.peerType == NetworkPeerType.Disconnected){  
    Network.Connect(IP,Port);  
}
```


Apêndice F

Glossário

Empty GameObject	São objetos, do Unity, sem representação gráfica cuja única função é a de permitir a associação de componentes (por exemplo, <i>scripts</i>) que têm como função controlar todo o cenário.
Keyframes	Técnica de animação que permite definir valores (tamanho, posição, rotação, . . .) de um objeto numa determinada <i>frame</i> . O Blender faz a interpolação entre as <i>keyframes</i> para gerar a animação dos objetos.
Kinect	É uma câmara com sensores de profundidade desenvolvido para a consola de jogos Xbox 360, que permite capturar os movimentos dos utilizadores e replicar estes movimentos num ambiente virtual.
Mesh Modeling	Técnica de modelação de objetos 3D que permite alterar diretamente a posição dos vértices da malha poligonal.
Motion Capture	Técnica de animação que consiste em capturar movimentos realizados por um humano e transferi-los para um modelo virtual de um humano.
Prefab	É um componente do Unity ao qual podemos associar vários tipos de objetos criando um novo objeto que pode ser inserido em qualquer cena do projeto ou mesmo instanciado em tempo de execução.
Shape Keys	Permitem guardar diferentes formatos (posições dos vértices) da malha de um objeto.
Vertex Groups	Conjunto de vértices da malha poligonal associados a um determinado osso do esqueleto.
Weight Paint	Técnica que permite associar vértices a um determinado osso. Pelo que esses vértices passam a seguir os movimentos desse osso.

Apêndice G

Abreviaturas

AS	Ansiedade Social
AU	<i>Action Units</i>
CAVE	<i>Computer Automatic Virtual Environment</i>
DSM-IV	<i>Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 4th edition</i>
FACS	<i>Facial Action Coding System</i>
HMD	<i>Head-mounted Display</i>
HV	Humanos Virtuais
IA	Inteligência Artificial
LabMAg	Laboratório de Modelação de Agentes
RV	Realidade Virtual
SPIN	<i>Social Phobia Inventory</i>
SPT	Stress Pós-traumático
TCC	Terapia Cognitivo-comportamental
TERV	Terapia de Exposição Baseada em Realidade Virtual
UML	<i>Unified Modeling Language</i>

Bibliografia

- [1] Tânia Pinheiro, Ana Paula Cláudio, Maria Beatriz Carmo, and Francisco Esteves. Realidade virtual aplicada ao tratamento da ansiedade social. *Actas do 20º EPCG*, pages 43–49, 2012.
- [2] Unity Technologies. <http://unity3d.com/>. accessed in September, 2013.
- [3] Tomas Furmark. *Social Phobia. From Epidemiology to Brain Function*. PhD thesis, Uppsala University, 2000. ISBN: 91-554-4873-9.
- [4] Deborah C Beidel and Samuel M Turner. *Shy children, phobic adults: Nature and treatment of social anxiety disorder*. American Psychological Association Washington, DC, 2007.
- [5] Mark B Powers and Paul MG Emmelkamp. Virtual reality exposure therapy for anxiety disorders: A meta-analysis. *Journal of Anxiety Disorders*, 22:561–569, 2008.
- [6] Thomas D Parsons and Albert A Rizzo. Affective outcomes of virtual reality exposure therapy for anxiety and specific phobias: A meta-analysis. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 39:250–261, 2008.
- [7] Page Anderson, Barbara O Rothbaum, and Larry F Hodges. Virtual reality exposure in the treatment of social anxiety. *Cognitive and Behavioral Practice*, 10(3):240–247, 2003.
- [8] Ni Kang, Willem-Paul Brinkman, M Birna van Riemsdijk, and Mark A Neerincx. Internet-delivered multi-patient virtual reality exposure therapy system for the treatment of anxiety disorders. In *ECCE*, pages 233–236, 2011.
- [9] Evelyne Klinger. *Apports de la réalité virtuelle à la prise en charge de troubles cognitifs et comportementaux*. PhD thesis, École National Supérieure des Télécommunications, February 2006. <http://pastel.archives-ouvertes.fr/tel-00161903/>, accessed in September, 2013.
- [10] Blender Foundation. <http://www.blender.org/>. accessed in September, 2013.

- [11] MakeHuman. <http://www.makehuman.org/>. accessed in September, 2013.
- [12] Mauro Carrozzo and Francesco Lacquaniti. Virtual reality: a tutorial. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Electromyography and Motor Control*, 109(1):1–9, 1998.
- [13] Alberto Barbosa Raposo, Alexandre Cardoso, Andréa Toti, et al. *Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada*. Editora SBC – Sociedade Brasileira de Computação, Porto Alegre, 2006, May 2006. ISBN= 85-7669-068-3.
- [14] Virtual reality. <http://sweb.cityu.edu.hk/sm2203/oldclass2007/lab1/toc02/index.html>. accessed in July, 2013.
- [15] Tomás Miranda da Cunha Saraiva. Realidade virtual e agorafobia. Master’s thesis, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, June 2008.
- [16] Arlin Cuncic. Overview of social anxiety disorder. <http://socialanxietydisorder.about.com/od/overviewofsad/a/overview.htm>, July 2012. accessed in November, 2012.
- [17] Jessica Rosenthal, Leslie Jacobs, Madalyn Marcus, and Martin A Katzman. Beyond shy: When to suspect social anxiety disorder. *The Journal of Family Practice*, 56(5):369–374, May 2007.
- [18] Arlin Cuncic. A brief history of social anxiety disorder. <http://socialanxietydisorder.about.com/od/overviewofsad/a/history.htm>, July 2012. accessed in November, 2012.
- [19] Wikipedia. Autonomic nervous system. http://en.wikipedia.org/wiki/Autonomic_nervous_system. accessed in November, 2012.
- [20] Evelyne Klinger, Patrick Légeron, Stéphane Roy, Isabelle Chemin, Françoise Lauer, and Pierre Nugues. Virtual reality exposure in the treatment of social phobia. *Studies in health technology and informatics*, 99:91, 2004.
- [21] Jimmy Bush. Viability of virtual reality exposure therapy as a treatment alternative. *Computers in Human Behavior*, 24(3):1032–1040, 2008.
- [22] Christiane Eichenberg. *Application of “Virtual Realities“ in Psychotherapy: Possibilities, Limitations and Effectiveness*, page 469. In Tech, December 2010. Chapter 22, ISBN: 978-953-307-518-1, DOI: 10.5772/12914, URL: <http://www.intechopen.com/books/virtual-reality/application-of-virtual-realities-in-psychotherapy-possibilities-limitations-and-effectiveness>.

- [23] Carrie Heeter. Being there: The subjective experience of presence. *Presence: Teleoperators and virtual environments*, 1(2):262–271, 1992.
- [24] Martin Usoh, Christina Alberto, and Mel Slater. Presence: Experiments in the psychology of virtual environments. http://www8.cs.umu.se/kurser/TDBD12/VT06/articles/precense-paper-teap_full196.pdf, accessed in September, 2013.
- [25] Thomas Schubert, Frank Friedmann, and Holger Regenbrecht. The experience of presence: Factor analytic insights. *Presence: Teleoperators and virtual environments*, 10(3):266–281, 2001.
- [26] Thomas W Schubert. A new conception of spatial presence: once again, with feeling. *Communication Theory*, 19(2):161–187, 2009.
- [27] Merel Krijn, Paul MG Emmelkamp, Ragnar P Olafsson, and Roeline Biemond. Virtual reality exposure therapy of anxiety disorders: A review. *Clinical psychology review*, 24(3):259–281, 2004.
- [28] Edna B Foa and Michael J Kozak. Emotional processing of fear: exposure to corrective information. *Psychological bulletin*, 99(1):20–35, 1986.
- [29] Evelyne Klinger, Stéphane Bouchard, Patrick Légeron, Stéphane Roy, Françoise Lauer, Isabelle Chemin, and Pierre Nugues. Virtual reality therapy versus cognitive behavior therapy for social phobia: A preliminary controlled study. *Cyberpsychology & behavior*, 8(1):76–88, 2005.
- [30] Y-I Tian, Takeo Kanade, and Jeffrey F Cohn. Recognizing action units for facial expression analysis. *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, 23(2):97–115, 2001.
- [31] DataFace. Description of facial action coding system. <http://face-and-emotion.com/dataface/facs/description.jsp>. accessed in November, 2012.
- [32] Wikipedia. Facial action coding system. http://en.wikipedia.org/wiki/Facial_Action_Coding_System. accessed in November, 2012.
- [33] Facs - facial action coding system. <http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/project/face/www/facs.htm>. accessed in June, 2013.
- [34] Helena Grillon. *Simulating Interactions with Virtual Characters for the Treatment of Social Phobia*. PhD thesis, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, 2009. http://infoscience.epfl.ch/record/138659/files/EPFL_TH4466.pdf, accessed in September, 2013.

- [35] Bruno Herbelin. *Virtual reality exposure therapy for social phobia*. PhD thesis, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, 2005. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.83.1027&rep=rep1&type=pdf>, accessed in September, 2013.
- [36] Lorin Smith. Virtual reality exposure therapy to combat ptsd. <http://www.army.mil/article/33128/>, January 2010. accessed in November, 2012.
- [37] Joann Difede and Hunter G Hoffman. Virtual reality exposure therapy for world trade center post-traumatic stress disorder: A case report. *Cyberpsychology & Behavior*, 5(6):529–535, 2002.
- [38] Naomi Josman, Ayelet Reisberg, Patrice L Weiss, Azucena Garcia-Palacios, and Hunter G Hoffman. Busworld: an analog pilot test of a virtual environment designed to treat posttraumatic stress disorder originating from a terrorist suicide bomb attack. *CyberPsychology & Behavior*, 11(6):775–777, 2008.
- [39] Susan M Schneider and ML Workman. Virtual reality as a distraction intervention for older children receiving chemotherapy. *Pediatric Nursing*, 26(6):593, 2000.
- [40] E Zimand, P Anderson, J Gershon, K Graap, L Hodges, and B Rothbaum. Virtual reality therapy: Innovative treatment for anxiety disorders. *Primary Psychiatry*, 9(7):51–54, 2002.
- [41] Hunter G Hoffman, Jason N Doctor, David R Patterson, Gretchen J Carrougner, and Thomas A Furness III. Virtual reality as an adjunctive pain control during burn wound care in adolescent patients. *Pain*, 85(1):305–309, 2000.
- [42] Max M North, Sarah M North, Joseph R Coble, C Botella, S Quero, C Perpina, RM Banos, M Alcaniz, JA Lozano, A Rey, et al. Virtual reality therapy: an effective treatment for the fear of public speaking. *The International Journal of Virtual Reality 3 (1998)*, 1, 6, 2008.
- [43] Mel Slater, D-P Pertaub, and Anthony Steed. Public speaking in virtual reality: Facing an audience of avatars. *Computer Graphics and Applications, IEEE*, 19(2):6–9, 1999.
- [44] B Herbelin, F Riquier, F Vexo, and D Thalmann. Virtual reality in cognitive behavioral therapy: a preliminary study on social anxiety disorder. In *8th International Conference on Virtual Systems and Multimedia, VSMM2002*, 2002.
- [45] Kaye Horley, Lea M Williams, Craig Gonsalvez, and Evian Gordon. Social phobics do not see eye to eye:: A visual scanpath study of emotional expression processing. *Journal of Anxiety Disorders*, 17(1):33–44, 2003.

- [46] Dorothy Strickland, Larry Hodges, Max North, and Suzanne Weghorst. Overcoming phobias by virtual exposure. *Communications of the ACM*, 40(8):34–39, 1997.
- [47] Mel Slater, David-Paul Pertaub, Chris Barker, and David M Clark. An experimental study on fear of public speaking using a virtual environment. *CyberPsychology & Behavior*, 9(5):627–633, 2006.
- [48] Virtual reality medical center. <http://www.vrphobia.com/index.htm>. accessed in November, 2012.
- [49] Giuseppe Riva, Cristina Botella, Gianluca Castelnuovo, Andrea Gaggioli, Fabrizia Mantovani, and Enrico Molinari. Cybertherapy in practice: the vepsy updated project. *Stud Health Technol Inform*, 99(3), 2004.
- [50] Gianluca Castelnuovo, Claudio Buselli, R De Ferrari, Andrea Gaggioli, Fabrizia Mantovani, Enrico Molinari, Marco Villamira, and Giuseppe Riva. New tools in cybertherapy: the vepsy web site. *Studies in health technology and informatics*, 99:15, 2004.
- [51] Wikipedia. Iterative and incremental development. http://en.wikipedia.org/wiki/Iterative_and_incremental_development. accessed in November, 2012.
- [52] Epic Games. <http://www.unrealengine.com/udk/>. accessed in November, 2012.
- [53] DAZ Productions. <http://www.daz3d.com/>. accessed in September, 2012.
- [54] Master server. <http://docs.unity3d.ru/Components/net-MasterServer.html>. accessed in August, 2012.
- [55] Networked multiplayer. <http://docs.unity3d.com/Documentation/Manual/NetworkedMultiplayer.html>. accessed in August, 2012.
- [56] Network. <http://docs.unity3d.ru/ScriptReference/Network.html>. accessed in August, 2012.
- [57] Unity network: Introduction to networking in unity tutorial. <http://cgcookie.com/unity/2011/12/20/introduction-to-networking-in-unity/>. accessed in September, 2013.
- [58] <http://unitybuster.blogspot.pt/2010/08/unity-3d-clientserver-socket-connection.html>. accessed in August, 2012.

- [59] <http://answers.unity3d.com/questions/15422/unity-project-and-3rd-party-apps.html>. accessed in August, 2012.
- [60] Rpc details. <http://developer.muchdifferent.com/unitypark/uLink/RPCDetails>. accessed in August, 2012.
- [61] Wikipedia. Fat client. http://en.wikipedia.org/wiki/Fat_client. accessed in August, 2012.
- [62] Wikipedia. Lag. <http://en.wikipedia.org/wiki/Lag>. accessed in August, 2012.
- [63] rulflinks Blender. <http://www.rulflinks.blogspot.pt/>. accessed in June, 2013.
- [64] Tânia Cristina Martins Pinheiro. Realidade virtual aplicada ao tratamento da ansiedade social. Master's thesis, Universidade de Lisboa, 2013.
- [65] Eder Lopes, Ana Paula Cláudio, Maria Beatriz Carmo, and Augusta Gaspar. Personagens virtuais na terapia de exposição. 2013. Aceite como artigo longo para a Conferência: Interação 2013.
- [66] Ana Paula Cláudio, Maria Beatriz Carmo, Augusta Gaspar, and Eder Lopes. Virtual characters with affective facial behavior. 2013. Submetido para a conferência: International Conference on Computer Graphics Theory and Applications- GRAPP 2014.
- [67] David Capino. Facial action coding system - khappucino's tutorial. <http://www.scribd.com/doc/18649644/Facial-Action-Coding-System-Khappucinos-Tutorial>. accessed in August, 2012.
- [68] Unity Script Reference. Animationstate. <http://docs.unity3d.com/Documentation/ScriptReference/AnimationState.html>. accessed in August, 2012.
- [69] Unity Script Reference. Monobehaviour. <http://docs.unity3d.com/Documentation/ScriptReference/MonoBehaviour.html>. accessed in August, 2012.
- [70] Unity Answers. <http://answers.unity3d.com/questions/402259/how-to-combine-mecanim-and-script-based-bone-movement.html>. accessed in August, 2012.

-
- [71] wikipedia. Uncanny valley. http://en.wikipedia.org/wiki/Uncanny_valley. accessed in August, 2012.