

UNIVERSIDADE DE LISBOA
Faculdade de Ciências
Departamento de Informática



**REALIDADE VIRTUAL APLICADA AO
TRATAMENTO DA ANSIEDADE SOCIAL**

Tânia Cristina Martins Pinheiro

PROJETO

MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA
Especialização em Engenharia de Software

2012

UNIVERSIDADE DE LISBOA
Faculdade de Ciências
Departamento de Informática



**REALIDADE VIRTUAL APLICADA AO
TRATAMENTO DA ANSIEDADE SOCIAL**

Tânia Cristina Martins Pinheiro

PROJETO

Projecto orientado pela Prof^a Doutora Ana Paula Cláudio
e co-orientado pelo Prof^a Doutora Maria Beatriz Duarte Pereira do Carmo

MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA
Especialização em Engenharia de Software

2012

Agradecimentos

Este documento marca o final de uma fase na minha vida e sem o apoio de muitas pessoas não teria conseguido chegar até aqui.

Gostaria de agradecer ao meu namorado João Veiga, que sempre me apoiou, aturou os meus momentos menos felizes e nunca me deixou desistir. Ele, que para além de namorado foi o meu fiel colega de grupo e companheiro de estudo ao longo da licenciatura e do mestrado.

Gostaria também de agradecer à minha família por todo o apoio que me deu ao longo destes anos e que sempre acreditaram em mim.

Não posso deixar de agradecer às minhas coordenadoras, a Prof. Ana Paula Cláudio e a Prof. Beatriz Carmo que foram uma presença fundamental para o desenvolvimento deste projeto.

Agradeço também ao Prof. Francisco Esteves e ao Dr. Cláudio pela disponibilidade que tiveram em participar nas reuniões e darem as suas opiniões.

Por final agradeço ao centro de investigação LabMAG (Laboratório de Modelação de Agentes).

Ao Neninhas.

Resumo

A ansiedade social é uma patologia debilitante que prejudica e diminui a qualidade de vida. O tratamento existe e é composto por várias terapias realizadas em simultâneo, sendo uma delas a terapia de exposição. Com a evolução tecnológica, surgiu a possibilidade de aplicar a Realidade Virtual à terapia de exposição (Terapia de Exposição baseada em Realidade Virtual).

Neste trabalho desenvolvemos uma aplicação, designada por *VirtualSpectators*, que tem como objectivo suportar simulações que possam ser usadas na terapia de exposição para o tratamento da ansiedade social e, em particular do medo de falar em público

A aplicação envolve: i) uma simulação que se desenrola num cenário virtual de um auditório populado por humanos virtuais animados com comportamentos controláveis dinamicamente e ii) uma interface através da qual é efectuado o controlo destes comportamentos e de um conjunto de eventos que podem ser desencadeados na simulação. A interface que desenvolvemos pretende ser simples e intuitiva, fornecendo ao terapeuta um leque de opções de configuração do auditório e de eventos na simulação.

A simulação tenta representar o mais realisticamente possível uma audiência que cause no paciente sensação de imersão recorrendo a humanos virtuais realistas e a animações produzidas com dados de *motion capture*. Neste tipo de aplicações é preciso sempre encontrar o equilíbrio entre o realismo do ambiente 3D e a necessidade de que este seja gerado em tempo real.

A solução adoptada é de baixo custo de desenvolvimento, de instalação e de manutenção, e este facto contribuirá certamente para a disseminar e facilitar o seu uso.

Através da avaliação por peritos que foi realizada concluímos que atingimos os objetivos estipulados apresentando uma aplicação com um interface simples e um nível de realismo aceitável. Também obtivemos diversas sugestões em relação a melhoramentos e adição de novas funcionalidades que poderão ser implementadas no futuro.

Palavras-chave: ansiedade social, realidade virtual, humanos virtuais, terapia de exposição baseada em realidade virtual, medo de falar em público

Abstract

Social anxiety is a debilitating pathology that harms and diminishes our quality of life. The treatment for this pathology is composed by several therapies which are applied simultaneously. One of this therapies is called exposure therapy and consists in exposing the patient to the feared context.

Virtual reality technology has been used in the last decades to treat phobias and anxiety disorders, and it has proven very effective.

The main objective of the application we developed, called *VirtualSpectators*, is to support simulations that can be used in exposure-based therapy to treat social anxiety, and especially fear of speaking in public.

This application involves: i) a simulation taking place in a virtual scenario with an auditorium inhabited by virtual humans with dynamically controlled behaviours and ii) an interface to control these behaviours as well as a set of events in the simulation.

The interface is intended to be simple and intuitive, giving the therapist a large set of configurations of the auditorium and simulation events.

The simulation attempts to recreate the realism of an audience which induces the sense of immersion on the patient using virtual humans and motion capture animations.

In this kind of application it is necessary to find a balance between the realism of the elements in the 3D environment and its generation in real time.

The chosen solution has a low cost in development, installation and maintenance, and we consider that a fact which contributes to facilitate and disseminate its use.

We performed an evaluation test with experts (therapists) and the feedback obtained lead to the conclusion that we attained the stipulated objectives by presenting an easy to use application with an acceptable level of realism.

We also obtained some suggestions for improvements and new functionalities to improve future iterations of the application.

Keywords: social anxiety, virtual reality, virtual humans, virtual reality exposure therapy, fear of public speaking

Conteúdo

Lista de Figuras	xiv
1 Introdução	1
1.1 Motivação	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Contribuições	3
1.4 Estrutura do documento	4
2 Conceitos e Trabalho relacionado	5
2.1 Ansiedade Social	5
2.2 Realidade Virtual	6
2.3 Terapia de exposição baseada em Realidade Virtual	7
2.4 Presença e imersividade	8
2.5 Jogos Sérios	10
2.6 Trabalho relacionado	10
3 Trabalho realizado	17
3.1 Análise de Requisitos	17
3.1.1 Definição dos <i>Stakeholders</i>	17
3.1.2 Requisitos Funcionais	18
3.1.3 Requisitos Não-funcionais	19
3.2 Planeamento	20
3.2.1 Recursos	20
3.2.2 Processo de Desenvolvimento de Software	21
3.2.3 Desvios do plano de trabalhos inicial	22
3.3 Desenvolvimento	22
3.3.1 Trabalho de pesquisa	22
3.3.2 A aplicação <i>VirtualSpectators</i>	25
3.3.3 Ferramentas utilizadas	28
3.3.4 Arquitetura da Aplicação	30
3.3.5 A construção do cenário 3D	32

3.3.6	Comunicação entre janelas	39
3.3.7	Transição de estados dos Humanos Virtuais	41
3.3.8	Controlo do olhar dos Humanos Virtuais	42
3.3.9	O Humano Virtual Autónomo	44
3.3.10	<i>Deployment</i> da aplicação	46
3.3.11	Interação com a aplicação	47
3.3.12	Avaliação da Aplicação	49
3.3.13	Discussão	50
4	Conclusão e Trabalho futuro	53
4.1	Conclusões	53
4.2	Trabalho futuro	55
A	Lista de Siglas	57
B	Glossário	59
C	Diagrama de Classes	61
D	Teste de Usabilidade	63
E	Manual de Utilizador	67
	Bibliografia	81

Lista de Figuras

2.1	Os 3 I's da Realidade virtual [39]	6
2.2	Ambiente de Assertividade e Ambiente Íntimo[36]	11
2.3	Ambiente de Avaliação e Ambiente de Performance[36]	11
2.4	Ambiente de escritório com os humanos virtuais a apresentarem atitudes negativas e positivas[28]	12
2.5	Ambiente de café com os humanos virtuais a mudarem de atitude quando o paciente entra no cenário[28]	12
2.6	Interface gráfica para controlo do cenário do escritório[28]	13
2.7	Ambientes terapêuticos da Virtually Better, Inc[28]	13
2.8	Ambientes terapêuticos da Virtual Reality Medical Centers[28]	14
2.9	Ambientes terapêuticos do Projecto VR Therapy[28]	14
3.1	Diagrama do modelo de desenvolvimento iterativo e incremental[63]	21
3.2	Testes para averiguar as capacidades do modo de jogo (câmaras e movimento dos HV)	23
3.3	Testes com incorporação de dados obtidos por <i>motion capture</i>	24
3.4	Diagrama de utilização da aplicação	26
3.5	Janela de Simulação	26
3.6	Janela de Interação (Modo de configuração)	27
3.7	Diagrama do Menu Logic do Blender	29
3.8	Esquema da arquitectura da aplicação	30
3.9	Modelo de Domínio	31
3.10	Esquema da criação do cenário 3D	33
3.11	Menu principal do MakeHuman	34
3.12	Técnica de <i>UVMapping</i> aplicada a um HV	36
3.13	Menu principal do iPiStudio[18]	37
3.14	Menu principal do BvHacker	38
3.15	Menu Dopesheet do Blender[17]	39
3.16	Diagrama de Comunicação - Startup	40
3.17	Diagrama de Comunicação - Actualização da Simulação	40
3.18	Diagrama de Comunicação - Interação do utilizador com o sistema	41
3.19	Diagrama de Comunicação - Actualização da janela de interacção	41

3.20	Diagrama de Estados dos HV	42
3.21	Relação entre <i>armature</i> , <i>pose channels</i> e <i>actions</i> [29]	43
3.22	rotações do osso da cabeça no eixo dos z e do x	44
3.23	O HV à direita na fila da frente está atento se o resto da audiência também estiver	45
3.24	O HV à direita na fila da frente está distraído porque mais de metade da audiência está distraída	45
3.25	Janela de Interação (Modo Configuração)	48
3.26	Janela de Interação (Modo Simulação)	48
3.27	Vários eventos a decorrer em simultâneo na janela de simulação	49

Capítulo 1

Introdução

Este trabalho foi realizado no âmbito do Projeto de Engenharia Informática do Mestrado de Engenharia Informática da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Em concreto o trabalho foi realizado no Laboratório de Modelação de Agentes (LabMAg) uma das unidade de I&D do Departamento de Informática.

A Realidade Virtual (RV) tem vindo a ser aplicada nas mais variadas áreas, entre elas os videojogos, a publicidade, a educação e a medicina. Uma área particular de aplicação tem sido no tratamento da ansiedade social através da Terapia de Exposição baseada em Realidade Virtual.

1.1 Motivação

A ansiedade social é o medo persistente de uma ou mais situações de exposição social[24]. Esta patologia consiste num medo irracional e excessivo de situações sociais e/ou de interação com outras pessoas. Este medo leva automaticamente a sentimentos de auto-perceção, avaliação, escrutínio e inferioridade.

Pessoas com esta patologia sentem uma perturbação emocional acompanhada de manifestações físicas que podem incluir medo intenso, pulsação acelerada, sudação, garganta e boca seca, tremores, dificuldade em engolir e contrações involuntárias dos músculos (particularmente na face e no pescoço).

O tratamento é aplicado de duas formas cientificamente validadas e que se podem complementar: drogas anti-depressivas e terapia cognitivo-comportamental (TCC).

A TCC recorre a três técnicas que se complementam: a terapia de assertividade, a terapia cognitiva e a terapia de exposição.

Tradicionalmente as terapias de exposição são realizadas *in vivo* ou *in imagino*. A primeira consiste em expor o paciente à situação temida e a segunda requer que o paciente imagine a situação. Esta última é mais difícil de realizar pois o paciente não deseja imaginar a situação de que tem medo .

A terapia de exposição baseada em Realidade Virtual é uma técnica alternativa já que

induz a sensação de presença do paciente num determinado ambiente que é simulado virtualmente. Esta técnica permite expor os pacientes a simulações das situações temidas, mesmo em casos em que a exposição real não é possível ou é difícil (por exemplo, demasiado perigosas ou de elevado custo).

No entanto o elevado custo de desenvolvimento, de instalação e de manutenção não permite que esta técnica seja difundida de uma forma mais abrangente. Ainda existem os efeitos secundários provenientes da utilização dos equipamentos de Realidade Virtual, tais como tonturas, sensação de desconforto e náuseas que impedem um número considerável de pacientes de realizar o tratamento.

1.2 Objetivos

O objetivo deste projeto foi o desenvolvimento de uma aplicação, o *VirtualSpectators*, que suporta simulações que possam ser usadas na terapia de exposição para o tratamento da ansiedade social, em concreto o medo de falar em público, e que se desenrolam num cenário de RV interativo.

Um desafio que perseguimos foi o de desenvolver uma solução de baixo custo para aplicar a terapia de exposição baseada em Realidade Virtual que possa ser utilizada num ambiente clínico comum.

Neste cenário existem humanos virtuais (HV) que se comportam de modo realista, exibindo um comportamento que tem como objetivo oferecer ao paciente uma experiência credível.

A aplicação desenvolvida tem dois tipos de utilizadores: o terapeuta e o paciente. O paciente recebe os estímulos provenientes da simulação que observa e o terapeuta interage com a aplicação de modo a afetar o decurso da sessão, quer alterando o comportamento dos humanos virtuais, quer desencadeando eventos. O terapeuta também tem a possibilidade de configurar o cenário inicial da simulação.

A simulação tenta representar o mais realisticamente possível uma audiência que cause impacto no paciente recorrendo a humanos virtuais realistas e a animações de *motion capture*. A interface que desenvolvemos pretende ser simples e intuitiva, fornecendo ao terapeuta um leque de opções de configuração do auditório e de eventos na simulação.

Criámos uma solução que não só é de baixo custo de desenvolvimento devido à utilização de software livre e equipamento pouco dispendioso como também é de baixo custo de instalação e manutenção devido à simplicidade do equipamento necessário para a execução da aplicação.

1.3 Contribuições

Na abordagem que escolhemos, o cenário virtual e a aplicação informática são desenvolvidos recorrendo a software e a hardware não dispendiosos.

Tirámos partido das potencialidades do Blender[9], um software público vocacionado para o desenvolvimento de vídeo jogos, que já disponibiliza parte das funcionalidades que nos são necessárias minimizando o problema das integrações e conversões entre softwares. Principalmente recorreremos ao motor de jogo incorporado (*Blender Game Engine* [10]) para a implementação da aplicação e aproveitámos a capacidade de modelação 3D e edição de animações para a integração automática de todos os elementos do cenário virtual.

Dada a utilização de um motor de jogo e o estilo de interação escolhido para a concretização da aplicação, podemos dizer que esta insere-se na categoria de jogos sérios. Os jogos sérios são jogos com várias características em comum com os jogos de entretenimento mas com um objetivo final que não é apenas lúdico. Este tipo de jogos tem a capacidade de ajudar e facilitar o processo de aprendizagem de uma determinada tarefa ou objetivo.

O cenário virtual criado é composto por um auditório com uma audiência de humanos virtuais que se movimentam recorrendo a animações criadas em *motion capture* para a obtenção de um ambiente mais realista. Este auditório é controlado por uma janela de interação de utilização simples e intuitiva.

O nosso auditório virtual é exibido numa tela com os humanos virtuais projetados em tamanho real. É possível ajustar a câmara de forma a adaptar a simulação às características da sala onde vai decorrer a sessão de terapia. O som também está incluído nas simulações, para que ambos os sentidos da visão e da audição sejam estimulados facilitando o sentimento de imersão.

A simulação é controlada exclusivamente pelo terapeuta e pode ser repetida inúmeras vezes. Através da configuração do auditório é possível variar o número de membros no auditório, controlar as luzes e a cor da decoração para um maior controlo e variabilidade em diferentes sessões. O terapeuta pode assim adaptar o auditório de acordo com o paciente e o tipo de paciente a tratar.

Também foi adicionado um humano virtual que não é controlável pelo terapeuta mas que reage de forma diferente consoante o ambiente à sua volta. Esta funcionalidade permitiu verificar a extensibilidade da aplicação em relação à adição de inteligência artificial nos humanos virtuais.

O equipamento necessário para a incorporação da aplicação em ambiente clínico consiste num projetor, tela, duas colunas de som, um computador com uma placa gráfica moderna e um monitor. Este equipamento é de custo e manutenção relativamente baixos relação aos equipamentos de Realidade Virtual utilizados habitualmente.

O desenvolvimento da aplicação foi acompanhado de perto por um psicólogo da equipa de trabalho que tem experiência neste tipo de terapias.

Para validar a aplicação fizemos uma avaliação por peritos de forma a aferir a usabilidade da ferramenta do ponto de vista do utilizador (terapeuta). Esta avaliação consistiu em duas fases que permitiram obter conclusões sobre a facilidade de interação com a ferramenta e o realismo da simulação. Os peritos tiveram uma opinião favorável em relação à interface relatando que esta é simples e intuitiva. Acerca do realismo da simulação os peritos afirmaram que embora o realismo das animações e dos humanos virtuais não seja o ideal, o aspecto global é de um modo geral bastante credível.

Durante o decorrer do projeto foram redigidos dois artigos baseados na aplicação criada. O primeiro foi apresentado como *short paper* na Second Iberian Workshop on Serious Games and Meaningful Play (SGaMePlay 2012) intitulado "Virtual environments to cope with anxiety situations: Two case-studies"[55] e o segundo irá ser apresentado como *long paper* no 20º Encontro Português de Computação Gráfica intitulado "Realidade Virtual Aplicada ao Tratamento da Ansiedade Social"[60].

1.4 Estrutura do documento

Este documento está organizado da seguinte forma:

- Capítulo 2 – Conceitos de Trabalho Relacionado
Apresenta os conceitos fundamentais e descreve um conjunto de trabalhos na área de aplicação da Realidade Virtual na terapia de exposição.
- Capítulo 3 – Trabalho Realizado
Descreve o trabalho realizado. Inclui a análise de requisitos, o planeamento do projeto e detalha todos os passos efectuados para a implementação do mesmo. Finalmente, apresenta os resultados dos testes de usabilidade realizados por peritos.
- Capítulo 4 – Conclusão e Trabalho Futuro
Apresenta as conclusões do trabalho realizado e possibilidades de trabalho futuro.
- Anexo A – Lista de siglas.
- Anexo B – Glossário.
- Anexo C – Diagrama de classes da solução implementada.
- Anexo D – Questionário utilizado durante os testes de avaliação.
- Anexo E – Manual de Utilizador para a aplicação *VirtualSpectators*.

Capítulo 2

Conceitos e Trabalho relacionado

O trabalho descrito nesta tese apresenta uma aplicação desenvolvida para o tratamento de uma situação particular de ansiedade social, o medo de falar em público, e que envolve um auditório virtual interativo.

Os conceitos fundamentais que descrevemos neste capítulo são: ansiedade social, realidade virtual, jogos sérios e finalmente, presença e imersividade. Após a apresentação destes conceitos, descreveremos alguns trabalhos nesta área.

2.1 Ansiedade Social

A ansiedade social (AS) é descrita no *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (Revised 4th ed.)*[24] como um medo acentuado e persistente de embaraço em situações que exigem algum tipo de desempenho social, por exemplo, falar em público.

As pessoas com AS preocupam-se com o que os outros possam pensar delas, evitam muitas situações sociais, e recorrem frequentemente ao uso de drogas e/ou álcool a fim de serem capazes de as enfrentar.

Embora um certo nível de ansiedade seja natural e possa ter um valor motivacional positivo, em geral a ansiedade é difícil de tratar e em alguns casos pode ser altamente debilitante. Nestes casos, e se não for devidamente tratada, pode evoluir para problemas mais graves como, por exemplo, transtornos de ansiedade, comportamentos fóbicos ou ataques de pânico. A ansiedade social tem sido considerada a terceira desordem mental mais comum, com níveis de prevalência que variam entre 5 a 13% [56].

O tratamento é aplicado de duas formas cientificamente validadas e que se podem complementar: drogas anti-depressivas e terapia cognitivo-comportamental (TCC).

Holt et al[32] propuseram uma classificação hierárquica com os quatro domínios do medo: ansiedade de desempenho (por exemplo, o medo de falar em público), ansiedade de intimidade (por exemplo, o medo de estabelecer contatos), ansiedade de assertividade (por exemplo, a dificuldade em proteger os pontos de vista e ser respeitado) e ansiedade de escrutínio (por exemplo, o medo de agir sob observação).

A TCC recorre a três técnicas que se complementam:

- Terapia de exposição: Confrontação regular e prolongada do paciente a situações sociais.
- Terapia cognitiva: Modificação dos pensamentos do paciente e das suas crenças sobre as situações sociais.
- Terapia de assertividade: Aprendizagem de comportamentos adequados.

Ainda não se sabe qual destas três componentes tem um peso maior na cura da ansiedade social. No entanto, a terapia de exposição é fundamental no tratamento pois possibilita a oportunidade de aplicação dos resultados obtidos nas outras terapias.

2.2 Realidade Virtual

A Realidade Virtual(RV) é um paradigma de interação homem-máquina, no qual os utilizadores são participantes ativos num ambiente tridimensional virtual que suporta a representação de entidades virtuais que interagem com o humano de forma similar à das entidades reais e com as quais o humano também pode interagir.

A RV teve origem na década de 60 mas só ganhou força na década de 90 quando o avanço tecnológico permitiu a execução da computação gráfica interativa em tempo real. Os pioneiros da RV, Ivan Sutherland e Jaron Lanier, criaram hardware específico capaz de estimular os sentidos humanos de forma similar à realidade. As suas experiências mostraram que apesar da baixa qualidade dos gráficos e dos dispositivos “estranhos”, o nosso cérebro compensa a falta de precisão e é bastante flexível em relação ao sentimento de presença de estar em outro lugar.

Existem 3 características que nos permitem avaliar o desempenho de qualquer sistema de VR, e estas são: imersão, interação e imaginação (figura 2.1)[39].

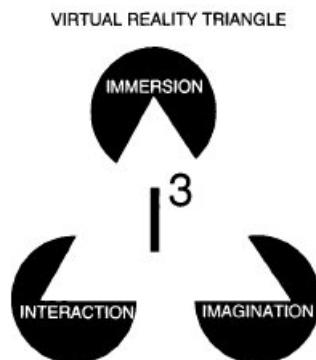


Figura 2.1: Os 3 I's da Realidade virtual [39]

A imersão é a capacidade dos sentidos do utilizador ficarem isolados do mundo real e serem “transportados” para o ambiente virtual, dando a ilusão de o utilizador estar noutra lugar. Permite que o utilizador se esqueça que está a interagir com um ambiente virtual e que tenha reações e emoções reais como se o ambiente fosse real. O grau de imersividade de um sistema de RV é não só dependente do tipo de interface utilizado mas também é o resultado do número e tipo de sentidos que estão a ser estimulados.

Um sistema de RV diz-se interativo quando é possível o utilizador alterar o ambiente virtual em tempo real, ou seja, afetar a cena que está a ser apresentada pelo sistema. O grau de interatividade é a medida não só da velocidade a que o sistema reage ao input do utilizador mas também a capacidade de resposta do sistema.

O objetivo final dos sistemas de RV é que o utilizador se sinta totalmente imerso num ambiente virtual, sendo incapaz de o diferenciar da realidade. No entanto este tipo de RV ainda não foi alcançado, e é aqui que a imaginação tem um papel fundamental. Através da imaginação, o nosso cérebro compensa o que a imersão e a interatividade não conseguiram recriar, dando ao utilizador a sensação de presença no ambiente de RV.

2.3 Terapia de exposição baseada em Realidade Virtual

Segundo alguns estudos [36] [28], a eficácia da terapia de exposição baseada em realidade virtual (TERV) é similar à da terapia cognitivo-comportamental (TCC).

A TERV apresenta vantagens em relação à TCC, tais como a possibilidade de repetir e controlar o que ocorre durante a sessão de terapia, o controlo do risco da situação ao mesmo tempo que a confidencialidade do paciente é mantida. Fatores estes, que podem contribuir positivamente para a vontade do paciente continuar a terapia.

A maior vantagem na aplicação da TERV é a possibilidade do terapeuta poder controlar a intensidade do estímulo o que é especialmente relevante no tratamento do medo de falar em público. A simulação deste tipo de cenários usando ambientes virtuais ultrapassa uma grande barreira ao tratamento, pois facilita a recriação de situações perigosas ou muito dispendiosas.

No entanto também existem desvantagens tais como o alto custo de desenvolvimento dos ambientes virtuais e os equipamentos de RV dispendiosos, por exemplo os Head Mounted Displays (HMD) e as Computer Assisted Virtual Environment (CAVE). Por vezes estes equipamentos são incómodos para o utilizador e causam efeitos secundários que impossibilitam o tratamento tais como tonturas e náuseas.

Como já foi referido, uma das componentes do tratamento da AS é a terapia de exposição. No tratamento do medo de falar em público utilizando a TCC esta exposição é realizada *in vivo* ou *in imagino*. A exposição *in vivo* é por vezes complicada, já que envolve habitualmente a presença de outras pessoas durante a terapia em múltiplas sessões. A exposição *in imagino* também é difícil de concretizar pois o paciente é relutante em

imaginar a situação fóbica. Além disso muitas vezes os pacientes desistem do tratamento por não se sentirem à vontade em confrontarem o seu medo[31] e muito menos ao terem de imaginar que se encontram na situação temida.

Em 1953, Skinner[27] descreveu os efeitos dos reforços condicionados generalizados, tais como elogios e afectos. Este tipo de reforços pode ser aprendido e tem o poder de reforçar um grande número de diferentes comportamentos. Em 1972, fez uma distinção entre os vários tipos de reforços: reforço positivo, reforço negativo, punição positiva e punição negativa.

O reforço positivo ocorre quando é introduzido um estímulo atrativo.

O reforço negativo ocorre quando é retirado um estímulo aversivo.

A punição positiva ocorre quando é introduzido um estímulo aversivo.

A punição negativa ocorre quando é retirado um estímulo atrativo.

Os reforços servem para aumentar a frequência um certo comportamento e as punições servem para diminuir a frequência um certo comportamento.

Mais tarde, Skinner observou que a punição negativa é a técnica mais comum de controlo comportamental na nossa sociedade. No entanto, destacou que o reforço positivo é o reforço mais eficaz para iniciar e manter novos comportamentos.

É pressuposto que a exposição prolongada e repetida conduza à extinção do medo através da redução de ansiedade e à reformulação de novas respostas condicionadas. Isto ocorre quando o paciente sente uma redução na ansiedade durante a exposição (habituação) e a ausência do evento catastrófico que este antecipou (extinção do medo)[52][44][42].

A TERV pretende trazer vantagens significativas eliminando muitas restrições do mundo real e permitindo exposição a várias situações, que de outra forma, seriam difíceis de reproduzir ou perigosas para o paciente. Ainda permite que através da criação de um grande sentimento de presença o paciente se sinta imerso na situação durante a terapia. No entanto ainda não há consenso sobre o significado e avaliação do sentimento de presença pois a complexidade do problema reside no entendimento da mente humana.

2.4 Presença e imersividade

Em estudos realizados por psicólogos aplicando a TERV, alguns pacientes mostraram imediatamente que se sentiam imersos no ambiente, enquanto que outros necessitaram de várias sessões para o conseguir. Wiederhold et al[33], aperceberam-se do valor clínico desta sensação de presença e avaliando o nível de excitação objetiva e subjetiva, começaram a entender em que momento este estado é atingido. Estes autores afirmam que níveis altos de sensação de presença parecem estar associados com o aumento na resposta à terapia, o aumento na eficácia do tratamento e o prolongamento dos efeitos positivos da terapia.

A presença foi conceptualizada como multidimensional com três fatores primários: envolvimento, realismo e presença espacial[48].

O fator de envolvimento reflete a atenção ao estímulo virtual e é afetado pelo nível de distração do paciente. Presume-se que um maior envolvimento com o ambiente virtual está associado a uma maior atenção ao estímulo temido, aumentando assim a eficácia do ambiente virtual dentro do contexto.

O fator de realismo da presença correlaciona o conceito de quão real o ambiente virtual aparenta ser.

Finalmente, o fator de presença espacial está associado à excitação depois de ter completado algum objetivo num ambiente virtual interativo. Para os pacientes com ansiedade social, interagir com uma audiência virtual deve ser uma experiência que os estimule a completar o tratamento.

Estes fatores podem facilmente ser associados com a experiência do medo durante a exposição à situação simulada em RV. Price et al[49] sugerem que sentimentos de presença total e realismo estão associados a picos de medo durante as exposições.

No entanto, de acordo com a teoria de processamento emocional, a ativação do medo por si só não garante que a terapia seja bem sucedida[37]. Esta teoria também sugere que para o total sucesso da terapia é necessário que a exposição seja prolongada, repetida e controlada para que a extinção do medo ocorra.

Embora a TERV seja descrita como o mecanismo ideal para terapia de exposição já que pode ser manipulada mais facilmente do que a exposição *in vivo*, apenas está inserida num contexto que proporciona o potencial para a extinção do medo. Como resultado, a presença é descrita como necessária mas não suficiente para o tratamento[49].

North et al[47] apresentam um conjunto de asserções relativas à TERV:

- A experiência de uma pessoa numa situação num ambiente virtual pode despoletar uma experiência similar à de uma situação passada num ambiente real
- Uma pessoa pode sentir uma sensação de presença virtual similar à do mundo real mesmo quando o ambiente virtual não é muito realista ou completo.
- Cada pessoa leva a sua história pessoal para a experiência no ambiente virtual
- A experiência com um ambiente virtual aumenta a sensação de presença no participante. A sensação de presença em ambientes virtuais e reais é constante e os utilizadores têm de se concentrar num dos ambientes para conseguirem ter uma maior sensação de presença nesse ambiente.
- A concentração do paciente aumenta significativamente no mundo virtual em comparação com o mundo real, quando este obtém interação suficiente para desenvolver um maior sentimento de presença
- As perceções e comportamentos de uma pessoa no mundo real podem ser modificados quando baseados nas suas experiências dentro de um mundo virtual

A presença e imersão de um indivíduo num ambiente virtual é largamente discutida como um fator crítico para a experiência da ansiedade.

2.5 Jogos Sérios

Estes jogos são criados tendo em vista melhorar ou facilitar um aspecto específico da aprendizagem. Sendo a aprendizagem um processo ativo, construtivo, pessoal e emocional, este tipo de jogos tem o potencial de ajudar no processo de aprendizagem e ser utilizado em diversas áreas tais como o treino militar, a educação e a saúde[43].

Estes jogos não são um género de videojogo mas sim uma categoria de jogos com diferentes propósitos. Possuem bastantes características em comum com os vídeo jogos de entretenimento, tais como a *story line*, a mecânica do jogo, as regras, o ambiente gráfico imersivo, a interatividade e a dificuldade dos desafios.

O *design* tem de ser diferente e baseia-se no conhecimento sobre pedagogia e no estilo de aprendizagem. As interfaces têm de ser intuitivas para os jogadores não despenderem muito tempo a entendê-las e a aprender a usá-las.

Os jogos deste tipo têm de constantemente motivar o jogador com novos papéis ou identidades, envolvê-lo em situações emocionantes e desafiá-lo a resolvê-las. Os problemas têm de ser bem ordenados e com uma ordem crescente de dificuldade para motivar o alcançar do objetivo. Os ambientes gráficos devem ser atrativos e as personagens devem ajudar a manter o interesse do jogador.

Os jogos sérios não conseguem motivar utilizadores que à partida não estão dispostos a atingir um determinado objetivo, mas se forem bem construídos têm o potencial para motivar os utilizadores a terem vontade de atingir o objectivo.

2.6 Trabalho relacionado

Desde meados dos anos noventa que o número de publicações sobre a aplicação da RV na psicoterapia tem vindo a aumentar, o que reflete o crescente interesse e o sucesso obtido. Além disso, a grande variedade de patologias estudadas prova a flexibilidade da RV nesta técnica.

Não é surpreendente que as fobias cuja exposição está relacionada com cenários de simulação concretos tenham sido os primeiros e os mais estudados, como é o caso dos simuladores de voo para o medo de voar e dos ambientes virtuais para o medo de alturas.

Um dos primeiros investigadores da TERV é o Dr. Ralph Lamson que começou a publicar o seu trabalho em 1993[64]. A sua investigação permitiu concluir que o ambiente não precisava de ser totalmente realista, apenas o suficiente para replicar a situação temida. Após a publicação destes resultados, o Dr. Larry Hodges começou a sua investigação em TERV e algum tempo mais tarde criou a companhia Virtually Better[61]

juntamente com a Dra. Barbara Rorhbaum. Os resultados destes investigadores levaram a que outros investigadores tais como Dr. Rizzo[25], Dra. Wiederhold[33] e Dr. Price[49] pudessem realizar experiências clínicas utilizando a TERV.

Em 2004, Klinger realizou um estudo em que examinou as mudanças no medo de falar em público em 36 participantes ao longo de 12 sessões [36]. Os participantes foram divididos em 2 grupos, um recebeu TCC e o outro TERV. As exposições de TERV foram conduzidas em 4 ambientes virtuais (figuras 2.2 e 2.3) e estes ambientes simulavam situações sociais que envolviam desempenho (por exemplo falar em público), interação inter-pessoal (por exemplo uma conversa ao jantar), assertividade (por exemplo ter de defender uma ideia) e avaliação (por exemplo conversar enquanto se está a ser observado).

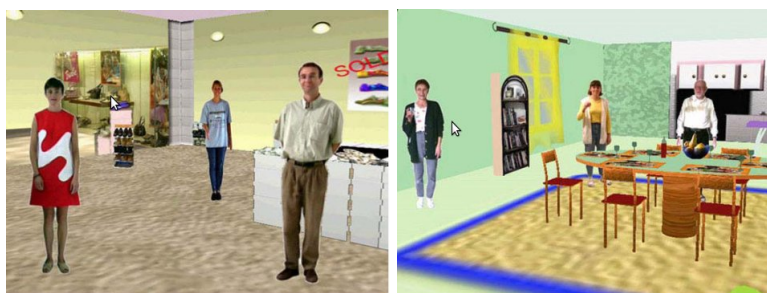


Figura 2.2: Ambiente de Assertividade e Ambiente Íntimo[36]



Figura 2.3: Ambiente de Avaliação e Ambiente de Performance[36]

Nesta experiência, o paciente interage com a simulação através de um capacete de RV (*Head Mounted Display*) mas apesar deste equipamento ser capaz de induzir um maior sentimento de presença é incomodo devido ao seu peso e ao facto da imagem apresentada no ecrã ser de pequena dimensão. Uma futura solução discutida para resolver estes problemas irá passar por usar um ecrã de maiores dimensões e um projector[35].

De acordo com o critério principal do estudo, a pontuação da *Liebowitz Social Anxiety Scale (LSAS)*, os pacientes do grupo TERV mostraram uma redução mais significativa da sua ansiedade social do que os pacientes do grupo de TCC. Do ponto de vista clínico, a diminuição dos sintomas nos 2 grupos foi similar tendo em conta os critérios psicométricos.

Em 2005, Herbelin[28] publicou um estudo de validação com 200 pacientes, confirmando que a sua plataforma de TERV cumpria os requisitos terapêuticos de exposição para a fobia social. Através de testes de avaliação com vários tipos de cenários(figuras 2.4 e 2.5) provou que é possível melhorar a avaliação clínica com ferramentas de monitorização integradas na aplicação, tais como o *eye-tracking*.

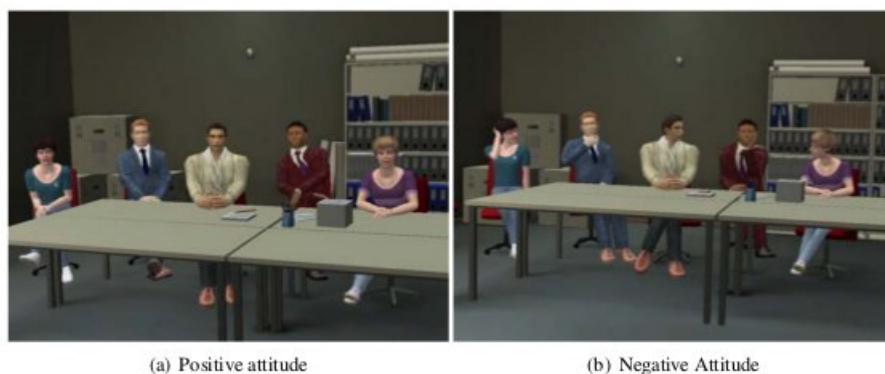


Figura 2.4: Ambiente de escritório com os humanos virtuais a apresentarem atitudes negativas e positivas[28]

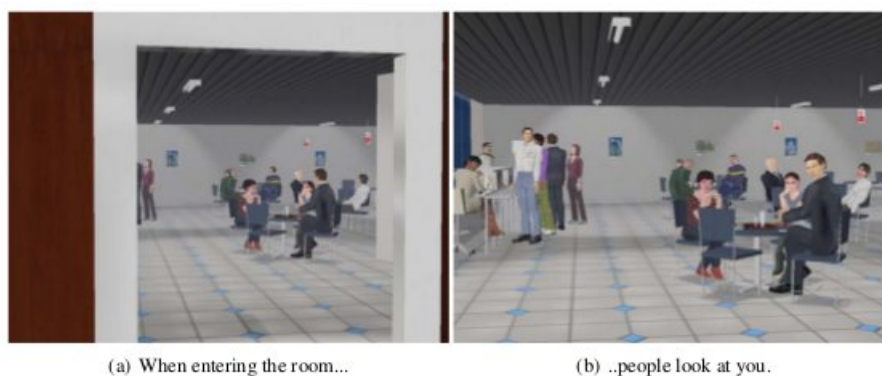


Figura 2.5: Ambiente de café com os humanos virtuais a mudarem de atitude quando o paciente entra no cenário[28]

No entanto, Herbelin não pôde validar o uso destes cenários em ambiente clínico. A principal razão foi a dificuldade de aprendizagem na interação com os protótipos criados por parte do terapeuta. A interface não era intuitiva (figura 2.6) e é era necessário fazer uso da linha de comandos.



Figura 2.6: Interface gráfica para controlo do cenário do escritório[28]

A evolução tecnológica permitiu que estas técnicas se tornassem na especialidade de clínicas e hospitais. A Virtually Better[61], o Virtual Reality Medical Center[62] e o Duke University Medical Center[59] são centros de tratamento de fobia e aplicam o resultado da investigação realizada ao longo destes anos.



Figura 2.7: Ambientes terapêuticos da Virtually Better, Inc[28]

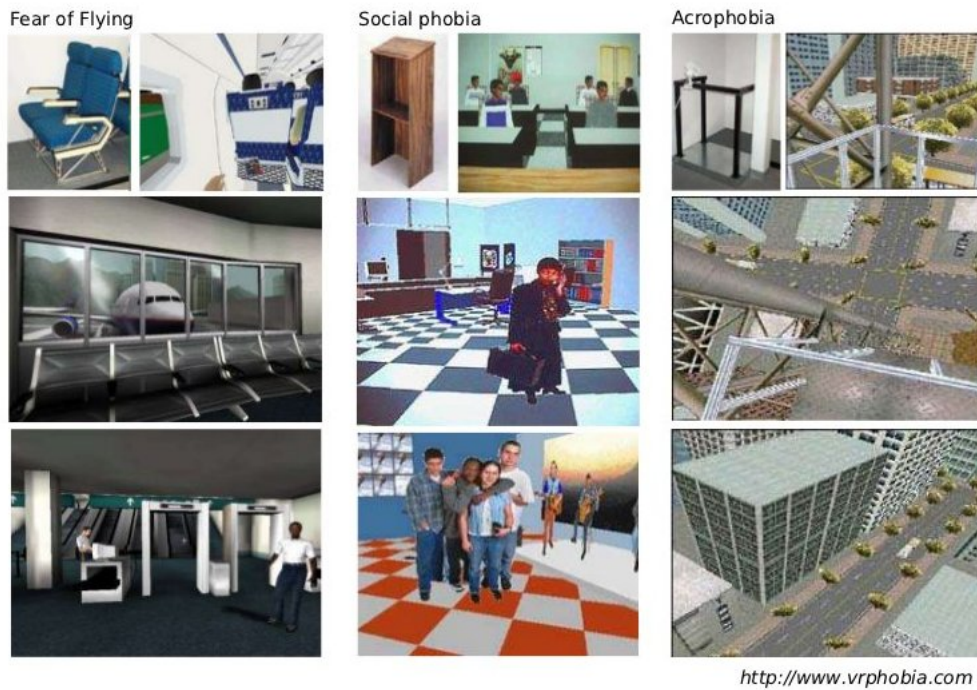


Figura 2.8: Ambientes terapêuticos da Virtual Reality Medical Centers[28]

Também existem soluções de uso livre tal como o projecto VRTherapy[45] que oferece várias ferramentas e cenários para o *design* de ambientes.



Figura 2.9: Ambientes terapêuticos do Projecto VR Therapy[28]

O maior problema para a implementação deste tipo de projetos reside na complexidade das tecnologias, quer no que se refere ao hardware, quer ao software. Como consequência existe uma enorme lacuna entre os resultados obtidos por estudos experimentais e os sistemas clínicos efetivos de apoio à terapia, utilizando tecnologias mais simples e baratas.

Capítulo 3

Trabalho realizado

Tendo em conta os desenvolvimentos tecnológicos já realizados na área da RV aplicada ao tratamento da AS, conseguimos ter uma perspectiva global das características e funcionalidades que se pretendiam para a nossa aplicação.

O trabalho que propomos tem em vista eliminar a lacuna que existe entre os resultados da investigação e a aplicação da TERV num ambiente clínico comum. A solução que criámos minimiza a complexidade da tecnologia utilizando software e hardware de baixo custo. Contudo, é de salientar que tivémos em conta no desenvolvimento da nossa aplicação resultados de investigação desta área que estudámos previamente.

A aplicação envolve: i) uma simulação que se desenrola num cenário virtual de um auditório contendo um conjunto de humanos virtuais animados com comportamentos controláveis dinamicamente e ii) uma interface através da qual é efetuado o controlo destes comportamentos e de um conjunto de eventos que podem ser desencadeados na simulação.

De seguida será apresentada a análise de requisitos, o planeamento e a implementação do projeto.

3.1 Análise de Requisitos

Esta secção apresenta a definição dos *stakeholders* do projeto, os requisitos funcionais e os requisitos não-funcionais.

3.1.1 Definição dos *Stakeholders*

Sumário dos *Stakeholders* não-utilizadores:

- Ana Paula Cláudio, Beatriz Carmo, envolvidas no desenvolvimento do projeto e coordenadoras do projecto

- Francisco Esteves, Doutorado em Psicologia e Professor do Departamento de Psicologia Social e das Organizações do ISCTE, pretende validar o projeto como aplicação para uso clínico.
- Tânia Cristina Martins Pinheiro, envolvida no desenvolvimento do projeto e aluna de PEI (Projeto de Engenharia Informática).

Sumário dos *Stakeholders* utilizadores:

- Terapeuta, recebe *feedback* do paciente e guia a sessão de terapia. Interage diretamente com a aplicação.
- Paciente, observa a simulação e fornece *feedback* ao terapeuta. Interage de forma indireta com a aplicação.

Objetivos chave dos *Stakeholders* utilizadores:

- Terapeuta:
 - Configurar o auditório.
 - Interagir e controlar os humanos virtuais
 - Acionar eventos que despoletem estímulos.
- Paciente:
 - Observar o auditório e sentir-se imerso durante a sessão de terapia.

3.1.2 Requisitos Funcionais

No final do desenvolvimento do projeto, o sistema fornece os seguintes serviços:

- Modo de configuração do auditório
 - Definir o número de humanos virtuais masculinos e femininos no auditório
 - Escolher a cor predominante na decoração do auditório.
 - Acender/Apagar as luzes do auditório.
 - Inserir/Retirar humano virtual não controlável que se comporta consoante o ambiente geral do auditório.
 - Calibrar a posição da câmara para adequar a projeção da simulação ao local e à altura do paciente.
 - Iniciar/Reiniciar o modo de simulação
 - Sair da aplicação

- Modo de simulação
 - Controlar a percentagem de humanos virtuais atentos no auditório
 - Activar o evento “Receber um sms”
 - Activar o evento “Ficar sonolento”
 - Activar o evento “Sussurro ao fundo da sala”
 - Activar o evento “Avião a sobrevoar o auditório”
 - Activar o evento “Alguém concordar”
 - Activar o evento “Alguém discordar”
 - Activar o evento “Vários concordam”
 - Activar o evento “Vários discordam”
 - Parar a simulação a qualquer momento e voltar para o modo de configuração
 - Sair da aplicação

3.1.3 Requisitos Não-funcionais

De seguida descrevem-se os requisitos não-funcionais do sistema:

1. Funcionalidade: Os humanos virtuais que estão a ser controlados devem obedecer aos comandos inseridos pelo utilizador.
2. Usabilidade: O sistema deve ter uma interface gráfica que seja atrativa e fácil de operar de modo a agilizar o processo de aprendizagem e de configuração do cenário.
3. Desempenho: O sistema não deve funcionar com tempos de espera observáveis, ou seja, a simulação deve ser fluída e os comandos inseridos pelo terapeuta devem ser executados num curto intervalo de tempo.
4. Restrições de Execução: O sistema deve correr em ambiente Linux. Os computadores devem ter instalado o Python 3.2 e o wxPython. Os computadores devem ter uma placa gráfica equivalente ou superior à NVIDIA Quadro FX 1700/PCI/SSE2.
5. Restrições de Desenvolvimento: O sistema deve ser desenvolvido em Python, a linguagem de programação associada ao Blender. O processo de desenvolvimento a adotar é o Processo Iterativo e Incremental já que é necessário apresentar o sistema periodicamente ao psicólogo da equipa.

3.2 Planeamento

Nas seguintes secções descrevem-se os recursos do projeto, o processo de desenvolvimento de software escolhido, a calendarização e a análise do plano de trabalhos inicial.

3.2.1 Recursos

Nesta secção são descritos todos os recursos utilizados ao longo do projeto.

Pessoas envolvidas

As pessoas envolvidas no projeto são as mesmas dos Stakeholders não utilizadores.

Hardware e Software

De seguida é descrito o hardware e o software a ser utilizado durante o projeto:

- Hardware
 - Processador: 2x Intel(R) Core(TM)2 Duo CPU E8400 @3.00GHz
 - Memória: 4GB
 - Placa Gráfica: NVIDIA Quadro FX 1700/PCI/SSE2
 - Câmara Kinect para Xbox 360
 - Projetor
 - Tela para projeção
 - Colunas de som
 - *Pen* USB 8 GB
- Software
 - Linux Mint 11
 - Blender (desde a versão 2.56a até à 2.63)
 - Python 3.2
 - MakeHuman 1.6 (e várias versões *nightly build*)
 - SimPE 0.72
 - Bvhacker 1.8
 - Kinect for Windows SDK 1.0[14]
 - iPi Studio 2.0.

- iPi Recorder 2.0.
- Gimp 2.6

3.2.2 Processo de Desenvolvimento de Software

O processo de desenvolvimento de Software escolhido foi o Processo Iterativo e Incremental [57]. Este começa com um planeamento inicial e acaba com uma entrega no final de cada iteração.

A ideia por detrás deste método é desenvolver um sistema através de vários ciclos e em pequenos incrementos de cada vez, permitindo tirar partido do que foi aprendido durante o desenvolvimento das iterações anteriores. O procedimento em si consiste na fase de inicialização, nas fases de iteração e na lista de controlo do projeto.

A fase de inicialização cria uma versão base do sistema em que o utilizador possa interagir. Deverá proporcionar uma amostra dos aspectos chave do sistema e oferecer uma solução que é simples de entender e de implementar.

Para guiar o processo de iteração, é criada uma lista de controlo do projeto que contém a informação sobre todas as tarefas que têm de ser realizadas, incluindo novas funcionalidades e funcionalidades que necessitam de ser melhoradas.

A fase de iteração envolve *redesign* de funcionalidades, a implementação de uma ou mais tarefas da lista de controlo do projeto e a análise da versão atual do sistema. O objetivo para o desenho e implementação de qualquer iteração é simples, direto e modular, preparado para suportar o *redesign* da versão atual do sistema ou a adição de uma nova tarefa da lista de controlo do projeto. A análise de uma iteração é baseada no *feedback* do utilizador e a lista de controlo do projeto é modificada de acordo com estes resultados.

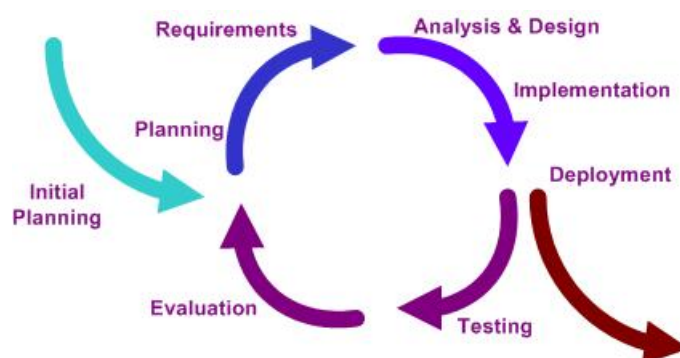


Figura 3.1: Diagrama do modelo de desenvolvimento iterativo e incremental[63]

3.2.3 Desvios do plano de trabalhos inicial

O plano de trabalhos inicial divergiu ligeiramente do previsto.

As etapas previstas no plano inicial mantiveram-se globalmente, registando-se um aumento no tempo efetivo da sua realização relativamente ao previsto, pelas razões enumeradas de seguida.

O primeiro contratempo com que nos deparámos foi a criação dos humanos virtuais que é uma tarefa reconhecidamente morosa. A certa altura foi necessário refazer todos os humanos virtuais pois a malha poligonal utilizada comprometia o desempenho da aplicação. Foi então necessário trocar a malha poligonal dos humanos virtuais por outra mais simples.

Outro dos grandes contratempos foi a criação das animações em *motion capture*, pois o método e software que utilizámos não gravava o movimento das mãos e da cabeça. Este problema levou a que fosse necessário ajustar as animações de forma a incluírem movimentos naturais e realistas.

Também foi necessário arranjar uma solução para a criação de uma janela de interação que comunicasse com a janela de simulação e que permitisse o input do terapeuta. Foi também criada uma solução para controlar o olhar dos humanos virtuais de modo a que estes estivessem a olhar para o paciente independentemente do lugar que ocupassem no auditório.

Finalmente houve alguns atrasos na realização dos testes de usabilidade.

3.3 Desenvolvimento

Esta secção apresenta uma pequena introdução ao projeto e descreve todos os passos realizados no desenvolvimento da aplicação. Devido à especificidade de algumas tarefas realizadas são mencionados alguns termos técnicos que estão definidos no anexo B.

3.3.1 Trabalho de pesquisa

Para termos uma noção dos resultados de investigação na área da TERV foi realizada uma análise a vários artigos de vários autores. Também foi realizada uma pesquisa sobre o processo de tratamento da ansiedade social e que tipo de resultados os investigadores obtiveram.

Antes do desenvolvimento efetivo da aplicação foi essencial averiguar as capacidades e efetuar testes sobre algumas ferramentas de software. Descrevemos de seguida as principais etapas relativas a este trabalho prévio.

Controlo da simulação

A primeira tarefa foi verificar se as capacidades do motor de jogo do Blender (BGE) colmatavam as nossas necessidades. Para isso foram realizadas duas demonstrações com o objetivo de explorar as capacidades de controlo sobre os HV e sobre as câmaras presentes no cenário virtual (figura 3.2).

A primeira é uma demonstração que permite controlar as expressões faciais de um modelo chamado Sintel[58]. Este modelo foi criado para um filme de animação realizado somente em Blender. A nossa demonstração adapta um ficheiro que contém as expressões faciais da Sintel de forma a que a activação das mesmas seja controlada através de atalhos de teclado. Este ficheiro foi gentilmente disponibilizado pela equipa de produção do filme[30].

A segunda demonstração permite controlar duas instâncias do modelo Sintel através de atalhos de teclado. Existem três câmaras no cenário: uma câmara fixa que exhibe o cenário virtual visto de cima, e duas câmaras que seguem cada um dos modelos. Tirando partido das três câmaras é possível selecionar através atalhos de teclado se queremos observar o cenário ou escolher qual modelo iremos controlar.

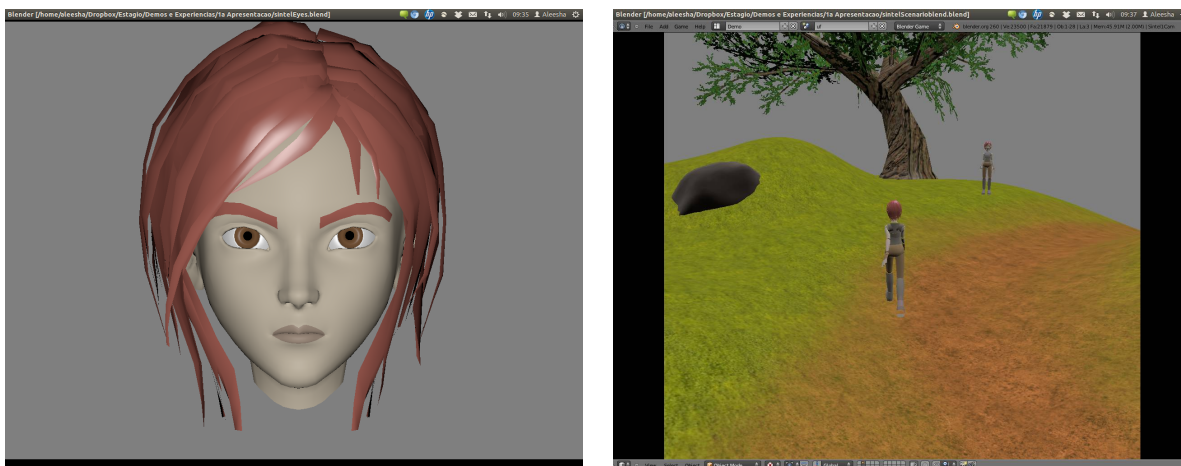


Figura 3.2: Testes para averiguar as capacidades do modo de jogo (câmaras e movimento dos HV)

Motion capture

Outra tarefa igualmente importante foi testar o uso de animações a partir de dados obtidos por *motion capture*. Foi construída uma demonstração com dois humanos virtuais distintos e animados (figura 3.3) através de animações *motion capture* obtidas através da biblioteca MotionCapturedData.com[1]. Esta biblioteca disponibiliza gratuitamente dados obtidos por *motion capture*, relativos a diversos movimentos corporais.

Também foi explorada a relação do efeito de cores e o comportamento dos humanos virtuais através de pontos de luz com cores simbólicas. Por exemplo, o humano virtual

que está a acenar tem iluminação colorida a verde dando a sensação de segurança. Por outro lado o humano virtual que está de braços cruzados está iluminado com uma luz vermelha dando a sensação de perigo.

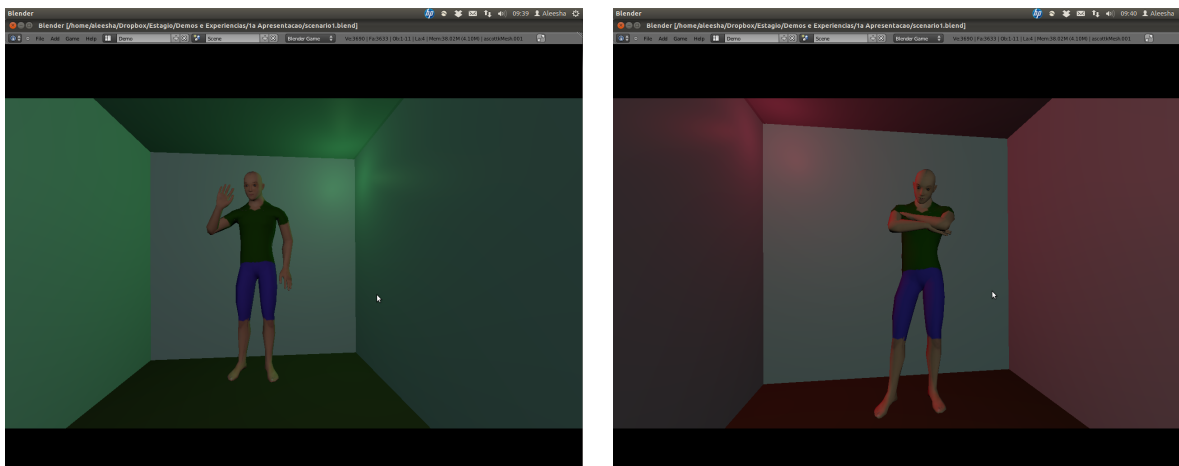


Figura 3.3: Testes com incorporação de dados obtidos por *motion capture*

No entanto esta biblioteca *online* não fornecia animações que retratassem exatamente os eventos que queríamos criar. Surgiu então a ideia de realizarmos os nossos próprios ficheiros de *motion capture* e importá-los para os humanos virtuais.

A solução mais simples seria utilizar a câmara Kinect juntamente com algum software que permitisse o processamento das animações. A primeira opção foi testar o Blender Loop Station (Bloop)[38]. Esta ferramenta é implementada como *addon* do Blender e permite a captura dos movimentos do ator e o mapeamento automático para o modelo virtual. No entanto, não foi possível colocar o ficheiro de demonstração a funcionar e esta ideia foi abandonada.

Outro software testado foi o Brekel Kinect[41]. Este software também realiza o mapeamento automático mas a precisão das animações obtidas não era a ideal. Finalmente testámos um software comercial iPiStudio que permite instalar a aplicação e utilizá-la livremente durante 30 dias. Esta ferramenta não faz mapeamento automático sendo necessário a utilização de outro software, o iPiRecorder, para obter vídeos com informação de profundidade. Apesar disso é uma ferramenta muito completa e permite obter animações muito realistas.

Janela de Interação

O método de *input* por omissão no Blender é o teclado e o *joystick*. A partir da análise das funcionalidades que queríamos implementar verificámos que à partida este tipo de *input* não era o mais adequado. Foram então realizadas várias experiências para tentar controlar a janela de simulação do Blender através de um método externo. A solução para interface foi a criação de uma janela de interação mas ainda era necessário criar um método

de comunicação entre as duas janelas. O primeiro método testado foi a comunicação por rede local que permitia a troca de mensagens mas bloqueava a janela de simulação. Foram adicionadas *threads* para impedir o bloqueio, o que tornou a implementação ainda mais complexa. Foi então testado outro método de comunicação, a comunicação inter processos. A implementação demonstrou-se bastante mais simples mesmo com a adição de *threads*.

O fórum BlenderArtists[11] e o site BlenderCookie[8] revelaram-se uma mais valia no decurso do projecto através dos tutoriais e informação que disponibilizam.

Ao longo do projeto foi muitas vezes necessário parar o desenvolvimento da aplicação para a aprendizagem na interação dos vários softwares utilizados, tais como o SimPE[23] e o iPiStudio[40]. Também foi muitas vezes necessário parar para pesquisar a resolução de problemas, por exemplo, a análise profunda da API do BGE de modo a solucionar o controlo do olhar do humanos virtuais.

3.3.2 A aplicação *VirtualSpectators*

A aplicação desenvolvida, designada por *VirtualSpectators*, tem por objetivo apoiar o tratamento da ansiedade social, mais especificamente o medo de falar em público.

A aplicação é composta por duas janelas: a de simulação e a de interação. Na primeira observa-se uma simulação num cenário virtual de um auditório contendo um conjunto de HV animados com comportamentos controláveis. A janela de interação contém uma interface através da qual é efetuado o controlo destes comportamentos e de um conjunto de eventos que podem ser desencadeados na simulação.

A aplicação tem dois tipos de utilizadores: o terapeuta e o paciente. Durante uma sessão de terapia, o cenário virtual é palco de uma simulação que é controlada pelo terapeuta e observada pelo paciente. O paciente, enquanto efetua o seu discurso perante a assembleia 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 o comportamento dos HV, quer desencadeando eventos específicos no cenário (por exemplo, desencadear o evento "avião a sobrevoar o auditório). O terapeuta também tem a possibilidade de configurar o cenário inicial da simulação.

A instalação que vamos adotar para a aplicação, e que está ilustrada na figura 3.4 é composta por um computador que executa a aplicação, um projetor, uma tela e duas colunas de som.

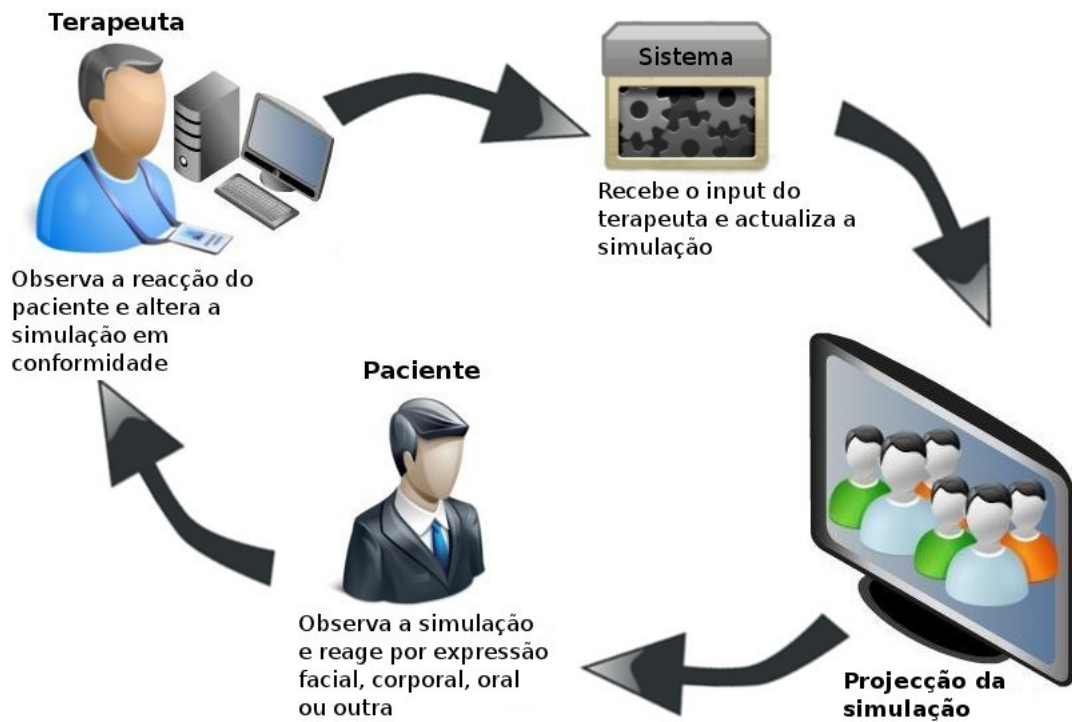


Figura 3.4: Diagrama de utilização da aplicação

A simulação (figura 3.5) é projetada na tela e a janela de interação no computador do terapeuta (figura 3.6), uma vez que a aplicação cria duas janelas de ecrã disjuntas.



Figura 3.5: Janela de Simulação

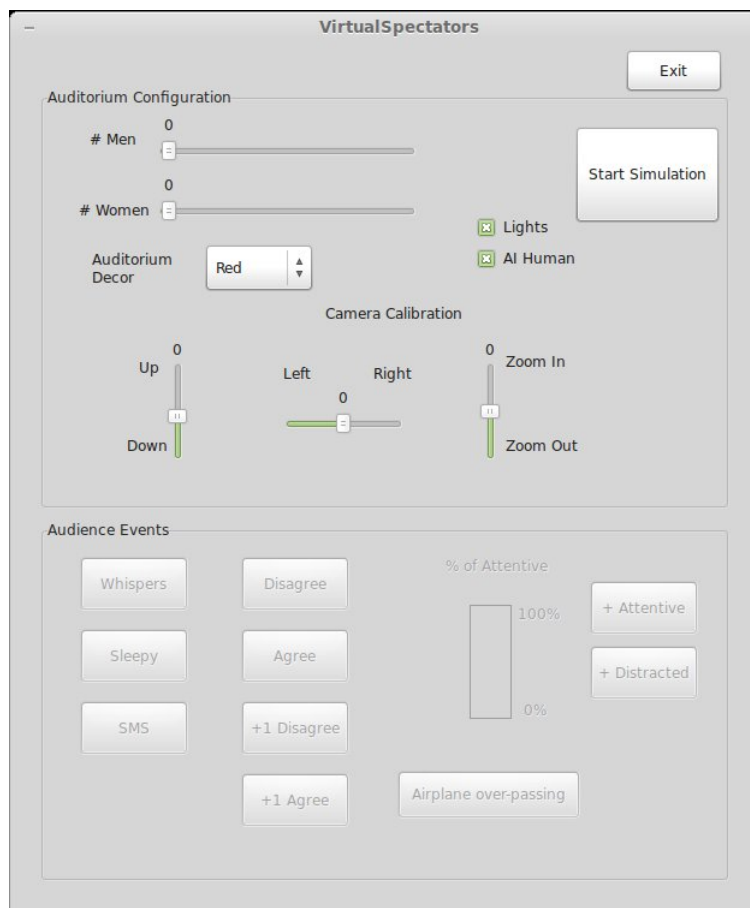


Figura 3.6: Janela de Interação (Modo de configuração)

Assim, temos as vantagens de o equipamento ser relativamente barato e fácil de instalar, de o tamanho da imagem projetada na tela ser de grandes dimensões (o que facilita a sensação de imersão sentida pelo paciente) e de haver a possibilidade de várias pessoas assistirem em simultâneo a uma sessão de terapia, o que pode ser valioso, por exemplo, em ambientes de ensino. Além disto, eliminam-se os eventuais efeitos secundários desagradáveis que podem surgir da utilização de equipamentos de RV, como vertigens e náuseas.

Na janela de interação foram incluídas três barras de deslocamento que permitem ajustar, dentro de certos limites, a posição inicial da câmara dentro do cenário. É possível efetuar translações da câmara segundo três direções ortogonais: aproximar e afastar (zoom), deslocar para a direita e para a esquerda, e deslocar para cima e para baixo. Isto permite calibrar a posição da câmara, adequando-a à posição e altura do paciente relativamente à tela, por forma a que os elementos na projeção tenham, como se pretende, um tamanho próximo do real.

Os eventos da aplicação foram implementados tendo em mente os conceitos de reforço condicionante de Skinner[27]. Por exemplo, os eventos em que os HV concordam e discordam acionam um reforço positivo e uma punição positiva respectivamente. Estes

reforços são importantes porque permitem ao terapeuta criar "recompensas" e "punições" ao paciente pelo seu comportamento correto ou incorrecto.

O conceito de jogo sério foi a principal inspiração na arquitetura e *design* do sistema. Como já foi referido, um jogo sério é um videojogo desenhado com um propósito diferente do puro entretenimento. Estas variantes de videojogos são criadas tendo em vista um desafio específico para o utilizador [43]. Neste caso, o desafio é aprender a interagir com a ferramenta rapidamente e de uma forma intuitiva, sem ter a necessidade de memorizar comandos ou passar por um longo processo de adaptação. As duas janelas que compõem a aplicação seguem a mesma interação e aspecto das janelas do sistema operativo que está a ser utilizado facilitando a utilização. A interface simples e clara permite transmitir quase instantaneamente qual a função de cada botão ou *slider*. A janela de simulação fornece *feedback* ao utilizador quando este aciona eventos ou configura o auditório estimulando a interação com a aplicação.

A aplicação *VirtualSpectators* foi implementada seguindo a arquitetura de um jogo. O motor de jogo do Blender [9] gere todo o conteúdo gráfico enquanto a componente lógica do sistema que implementámos em Python é executada em paralelo.

3.3.3 Ferramentas utilizadas

Para desenvolver a aplicação escolhemos o Blender [9], um software de uso livre. O Blender é uma aplicação de modelação 3D com um motor de jogo incorporado, o *Blender Game Engine* (BGE)[10], e que permite criar aplicações interativas. O BGE é uma ferramenta de programação de alto nível que foi concebida para o desenvolvimento de jogos mas também pode ser utilizada para criar software 3D interativo.

O desenvolvimento de aplicações pode ser programado através de *Logic Bricks* ou através de *scripts* de Python.

Os *Logic Bricks* oferecem uma interface visual para o desenho de aplicações interativas sem ter conhecimentos sobre programação. Para a programação em Python, o BGE tem uma API de Python com bibliotecas de acesso às funcionalidades do Blender.

Para utilizar *scripts* em Blender é sempre necessário que estes estejam ligados a pelo menos um *logic brick*. Os *logic bricks* são de três tipos: *sensors*, *controllers* e *actuators*. Os *sensors* são activados quando ocorre o evento para o qual foram programados e através do tipo de *controller* executam o evento programado no *actuator*. Os *logic bricks* são úteis para projectos pequenos mas a sua programação pode-se revelar confusa em projectos maiores.

A figura 3.7 ilustra a ligação dos *logic bricks* com o *script* que criámos. Limitámos a programação em *logic bricks* criando apenas um *sensor always* que a cada 25 *logic tics* irá executar o *Main Controller Script*.

Os *scripts* em Blender podem funcionar em dois modos: modo interno (*script*), e modo externo (*module*). O *script* em modo interno apenas faz uso das funcionalidades

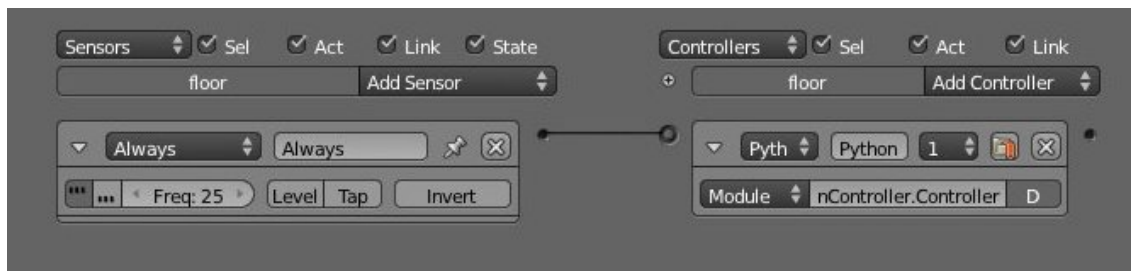


Figura 3.7: Diagrama do Menu Logic do Blender

internas do BGE, enquanto que o *module* permite aceder a outras bibliotecas exteriores.

Dada a complexidade da aplicação, além de utilizarmos as bibliotecas da API de Python fornecida pelo BGE também utilizámos as bibliotecas da linguagem Python[21], mais especificamente wxPython e pexpect, de forma a termos acesso a funcionalidades não disponíveis através do BGE.

A principal vantagem de utilizarmos o Blender é que, para além de suportar toda a criação do conteúdo 3D, possui um motor de jogo integrado, minimizando a necessidade de conversões de formatos entre softwares distintos. Também tivemos a vantagem de integrar módulos em Python, estendendo as capacidades do motor de jogo. Outra das razões principais para a escolha do Blender foi a experiência já adquirida anteriormente durante a licenciatura e o mestrado. Durante o desenvolvimento da aplicação houve o cuidado de utilizar as versões mais recentes do Blender de forma a garantir a sua compatibilidade em versões futuras.

Outras ferramentas de suporte utilizadas foram o MakeHuman, o iPi Studio e iPi Recorder, Bvhacker, SimPE e Gimp. A aplicação destas ferramentas está descrita nas secções que se seguem. A tabela que se segue enumera o software utilizado e indica em que contexto do projecto foi utilizado.

<i>Aplicação</i>	<i>Software</i>
Humanos Virtuais	Blender MakeHuman SimPE Gimp
Animações	Blender iPi Recorder iPiStudio BvHacker
Bibliotecas Python	Python 3.2 BGE audaspace wxPython pexpect

Todo o software utilizado é de uso livre à exceção do iPiStudio do qual foi usada uma versão de teste.

3.3.4 Arquitetura da Aplicação

A articulação da nossa aplicação com o motor de jogo do Blender está esquematizada na fig 3.8. O cenário 3D é atualizado pelo motor de jogo e é controlado através do nosso *script* em Python designado por *Main Controller Script*(MCS). Este script é associado ao cenário através de *Logic Bricks* como *module*. Esta opção permite a utilização de outras bibliotecas Python que não estão presentes na API do BGE.

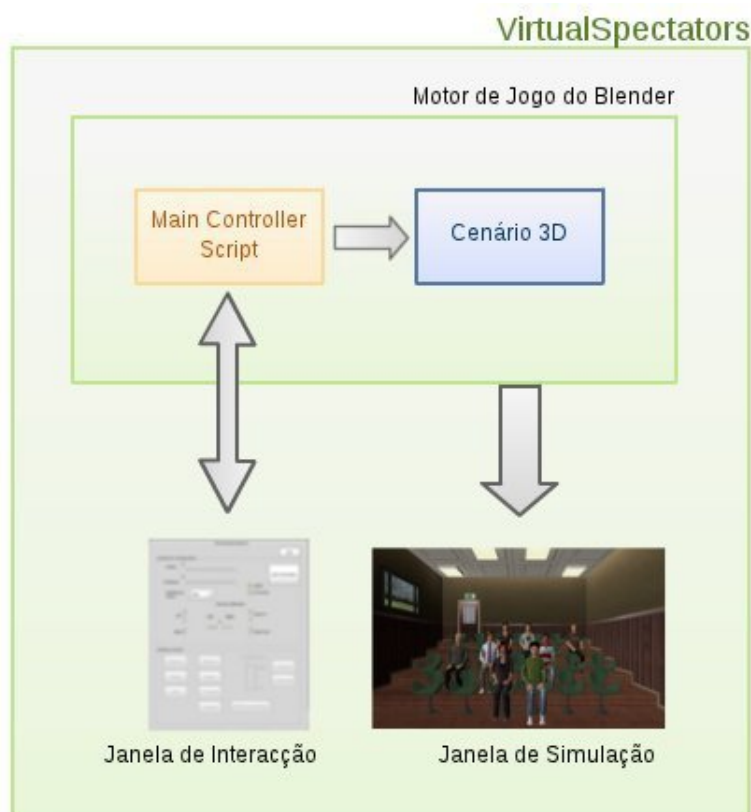


Figura 3.8: Esquema da arquitectura da aplicação

O motor de jogo é responsável por criar a janela de simulação ao mesmo tempo que a janela de interação comunica com o MCS. Este *script* além de acionar os eventos também gere as animações que estão a decorrer recorrendo ao módulo *bge* do Blender. Este módulo possibilita o acesso em tempo de execução aos objetos do cenário bem como a modificação das suas propriedades, tais como visibilidade, texturas, animações, entre outros, o que é fundamental para manipular o cenário. A figura 3.9 apresenta o modelo de domínio da aplicação.

O *Main Controller Script* é acionado a cada 25 *logic tics* e tem dois métodos principais: o *init* e o *update*. O método *init*, como o nome sugere, é executado apenas no

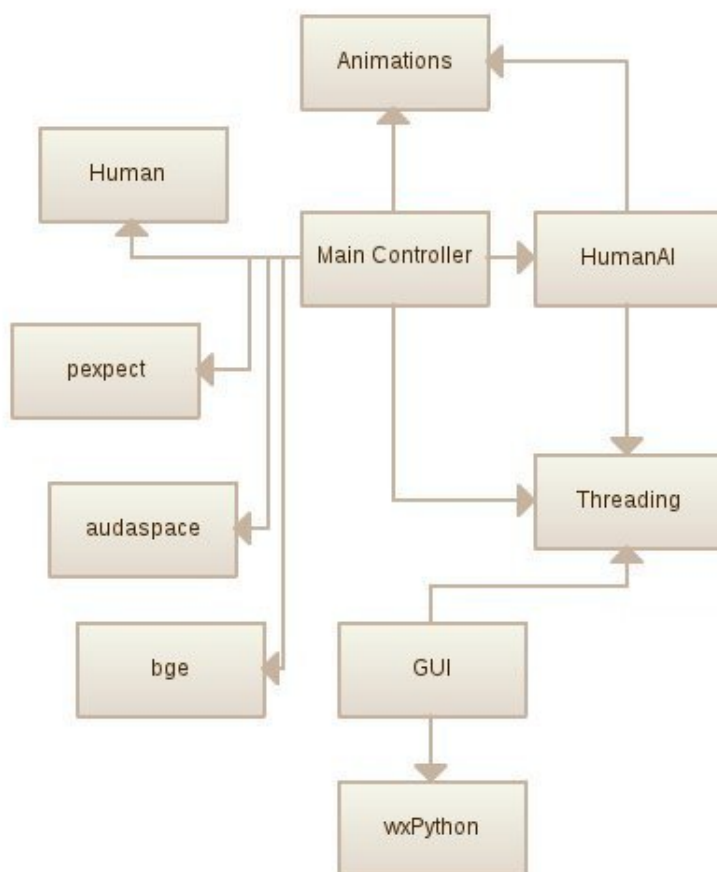


Figura 3.9: Modelo de Domínio

início da simulação e percorre a lista de todos os objetos no cenário e guarda todas as informações relativas a cada HV como uma instância da classe *Human*. Desta forma não necessitamos de voltar a percorrer a lista de objetos. O método `update` é encarregue de acionar os eventos e atualizar os HV se estes já tiverem terminado a animação. Os eventos tratados correspondem a todas funcionalidades disponíveis na janela de interação.

A classe *Human* cria uma instância que guarda todas as informações de um dado HV, tais como o nome da *armature*, da malha poligonal, o género, a visibilidade da malha no auditório, o estado, entre outros de forma a facilitar o acesso rápido a estas informações.

A classe *Animations* contém todos os métodos relacionados com as animações, e a variável *action* que contém a relação com os nomes das animações no Blender. Quando uma animação é ativada pode não começar sempre no mesmo *frame*. Por exemplo as animações "atento" e "distraído" podem começar por qualquer frame mas as animações "adormecer" e "receber um sms" têm obrigatoriamente de começar no primeiro frame. Já as animações "concordar" e "discordar" começam num frame escolhido aleatoriamente a partir de um intervalo antes da animação em si começar. Esta técnica permite que os HV não sincronizem os movimentos das animações, aumentando o realismo da simulação. A transição entre animações é realizada por *blending*, uma técnica que utiliza a interpolação

entre duas animações, permitindo um fluir realista das animações.

A classe *HumanAI* contém os métodos que controlam o HV autónomo que partilha as mesmas animações com os outros HV controlados pelo terapeuta.

A janela de interação foi implementada recorrendo ao módulo *wxPython*[7] que utiliza o *design* de janelas nativo do sistema operativo e foi concebida para ser usada pelo terapeuta em dois instantes de tempo distintos: antes e durante a simulação. Assim, a interface está dividida em duas zonas, estando apenas uma delas ativa em cada um destes instantes.

Recorrendo ao módulo *audaspace*[3], uma biblioteca de controlo de som integrada no Blender, foi possível adicionar sons aos eventos: "cochichar", "receber um sms" e "avião a sobrevoar o auditório". Estes sons foram obtidos através da biblioteca *online* de sons *freesound.org* [2] de domínio público.

Também foram utilizados os módulos *pexpect* e *threading* cuja aplicação se encontra descrita na secção seguinte.

No anexo C encontra-se o Diagrama de Classes que representa a solução implementada.

3.3.5 A construção do cenário 3D

O cenário 3D construído para simular o auditório envolveu a modelação do auditório, a importação de malhas poligonais, a criação de vestuário e cabelos e finalmente as animações necessárias para simular o comportamento dos HV. A figura 3.10 ilustra o resumo da criação da componente gráfica da aplicação.

Modelação do auditório

O auditório do cenário foi inteiramente modelado em Blender. Foram utilizadas as técnicas de modelação 3D habituais, tais como *mesh modeling* e *sculpting*, especialmente na modelação das cadeiras.

As texturas usadas para as paredes e chão são do *website* *LindaKellie*[15]. Estas texturas foram criadas originalmente para o *Second Life*[46].

O uso das luzes é limitado, pois o motor de jogo ainda não implementa todos os tipos de luzes, especialmente em relação às sombras. Então para melhorar o realismo da iluminação foi utilizada a técnica de *baking*, "pintando" as luzes diretamente na textura.

Os Humanos Virtuais

Para a criação dos humanos virtuais (HV) foi utilizado o software *MakeHuman* (MH)[16], uma aplicação que permite criar modelos de humanos virtuais realistas. A ferramenta suporta a exportação destes modelos através de um formato específico para o Blender

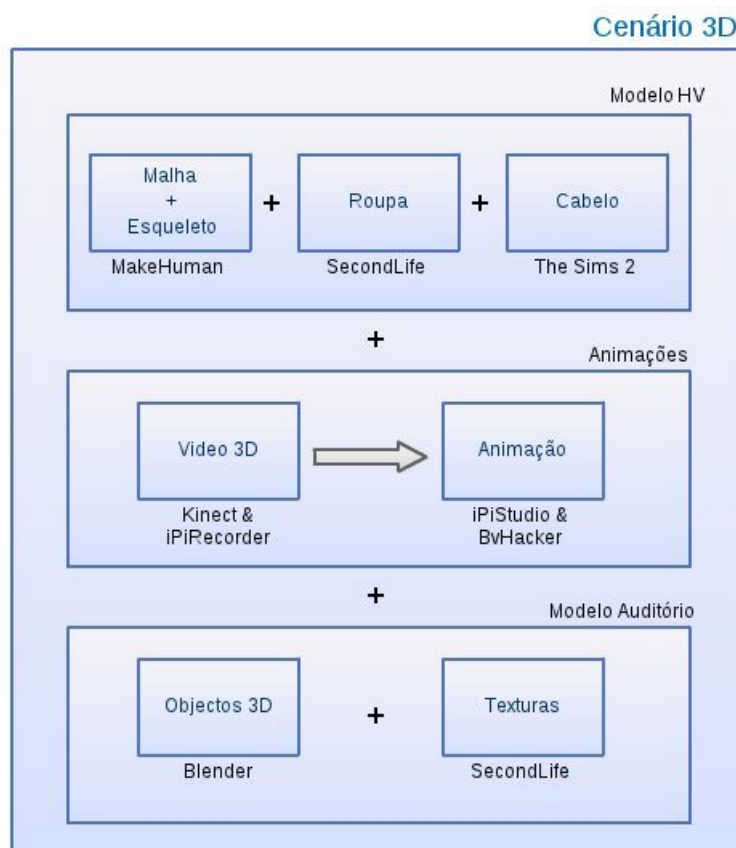


Figura 3.10: Esquema da criação do cenário 3D

(Blender Exchange, .mfx) e permite configurar um conjunto de opções específicas em relação aos personagens, tais como a fisionomia do HV e o tipo de malha (figura 3.11).

Estão disponíveis 3 tipos de malhas poligonais[50]: a malha base, a malha Rorkimaru e a malha ascotk. Os nomes das duas últimas malhas foram atribuídos segundo os nomes dos artistas que as criaram.

A malha base possui um grande número de vértices e é adequada para ambientes de *render* onde é necessário um elevado nível de detalhe.

As malhas Rorkimaru e ascotk têm menos detalhe, mas em contrapartida o número de vértices também é menor favorecendo a sua utilização em ambientes com poucos recursos, tais como *gaming*. A malha ascotk tem um número médio de vértices e foi a malha inicialmente escolhida para a aplicação.

No entanto revelou-se que a complexidade da malha comprometia o desempenho da aplicação sendo então necessário refazer todos os HV criados até então com a outra malha disponível, a malha Rorkimaru. O nível de detalhe desta malha é muito inferior e consequentemente diminui o realismo dos HV. Para colmatar este problema utilizámos texturas de vestuário e cabelo o mais realistas possível.

Na fase do projeto em que foram criados os HV, os métodos disponíveis para a adição de vestuário e cabelo eram bastante limitados. Um dos métodos era a utilização da biblio-



Figura 3.11: Menu principal do MakeHuman

teca do MH mas a variedade de roupas era muito pequena e os cabelos disponibilizados tinham demasiados polígonos para serem viáveis na aplicação. A outra solução era a modelação das roupas de raiz diretamente no Blender.

Atualmente já está disponível o *addon* MakeClothes do MH que permite modelar vestuário e cabelo mais facilmente e é específico para malhas exportadas a partir do MH.

Criação de vestuário e cabelo

Assim importámos para o Blender apenas a malha poligonal do HV e para cada personagem foi criada então o vestuário e o cabelo. O ficheiro importado apresenta 5 camadas (*layers*) diferentes: a iluminação, o esqueleto, a malha base, o vestuário e cabelo (se tiverem sido adicionadas através do MH) e por fim a malha de menor detalhe (se tiver sido aplicada no MH). No início da criação dos HV foi utilizada uma versão anterior do MH em que a textura de pele disponibilizada não era compatível com as malhas de menor detalhe sendo necessário utilizar o processo de *baking* de texturas, ou seja, mapear a textura de uma malha poligonal para outra. Este processo era lento e monótono e o resultado não era muito realista.

A versão actual do MH é a Alpha 6 lançada em Abril de 2011, no entanto as versões *nightly build* apesar de não serem estáveis contêm muitos melhoramentos e novas funcionalidades ao ponto da interface ser completamente diferente. A versão Alpha 7 estava agendada para a primeira metade de 2012 mas ainda não se encontra disponível[51]. Nas

últimas versões *nightly build*, a textura de pele passou a ser compatível para todas as malhas agilizando o processo e eliminando a necessidade de utilizar a malha base.

Inicialmente o vestuário criado era composto por malhas poligonais sobrepostas com a malha do corpo, mas além de aumentarem significativamente o número de vértices no cenário, estas apresentavam diversos problemas de deformação no decorrer das animações. Surgiu então a ideia de aplicar a texturas realistas diretamente à malha do corpo.

As texturas utilizadas foram originalmente concebidas para as aplicações *Second Life* (SL) [46] e *Opensim* [20] e estão disponíveis nos *websites* de conteúdo livre : *Opensim Creations* [19], *Second Life Shirts*[22] e *LindaKellie*[15].

Finalmente criámos uma *shape key* no Blender para cada um dos HV para definir a pose “olhos fechados”, necessária às animações ”pestanejar” e ”adormecer”. As *shape keys* guardam as posições de vértices de um objecto, neste caso a face do HV com os olhos fechados.

A decisão de utilizar a técnica de *shape keys* em vez de criar uma animação facial recorrendo ao esqueleto, deve-se à natureza do movimento muscular involuntário do pestanejar que está sempre presente qualquer que seja a expressão facial. Por exemplo, desta forma tornar-se-ia muito mais simples a adição de animações envolvendo os olhos tais como ”cerrar os olhos de raiva” ou ”piscar o olho a alguém”.

Aplicação de texturas

Utilizámos a técnica *UVMapping* para aplicação das texturas. Esta técnica consiste em ”envolver” uma imagem (2D) numa malha poligonal (3D). Para cada peça de roupa foram estabelecidas ”costuras”(seams) que sinalizam os locais onde a malha será ”recortada”. De seguida é necessário fazer *unwrap* da malha de onde se obtêm os elementos 2D que compõem a malha 3D. Finalmente estes elementos são associados a zonas específicas da textura como está representado na figura 3.12. O fundo negro da textura representa as áreas transparentes, necessárias para criar realismo, neste caso no decote e nos braços.

Devido à necessidade de aplicar texturas diferentes à mesma malha e manter os mesmos *vertex groups*, a malha do corpo foi duplicada tantas vezes quantas o número de peças necessário. Em cada malha criada foram eliminados os vértices que não se aplicavam à peça de roupa, por exemplo, para criar uma camisola foram eliminados os vértices da malha pertencentes às pernas, mãos e cabeça.

É então aplicada a textura à malha, tendo em conta se esta necessita de transparências e que o mapeamento de coordenadas é por UV. De seguida são criados os *seams* e é realizado o *unwrap* da malha. Através do menu *UVMapping* do Blender é possível ajustar os elementos 2D resultantes do *unwrap* de forma a cobrirem pontos chave da textura.

Com todas as peças de roupa e calçado terminadas, estas são ligadas à malha do corpo (já com todos os vértices supérfluos eliminados) através do comando *Join*, resultando numa única malha com várias texturas e mantendo os *vertex groups* originais. Este

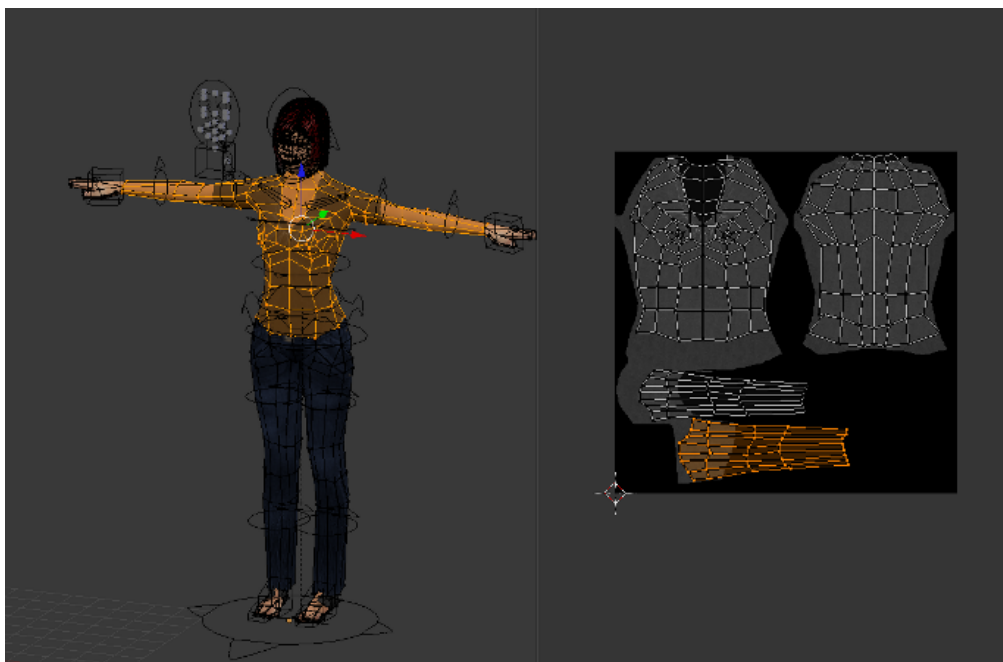


Figura 3.12: Técnica de *UVMapping* aplicada a um HV

método de duplicação de malhas tem a vantagem de simplificar o processo de alteração de peças de roupa, por exemplo, mudar o comprimento das mangas da camisola, e também de facilitar alterações de peças de roupa com transparências, por exemplo, um decote na camisa.

Com o editor de imagens Gimp [13] obteve-se uma maior variedade de vestuário alterando simplesmente a cor base das texturas das peças de roupa.

Os cabelos utilizados foram obtidos recorrendo ao web site de conteúdo livre para o "The Sims 2"(TS2)[26], ModTheSims[12]. Este site disponibiliza vários objetos e texturas de uso livre criados por utilizadores. Os estilos de cabelo escolhidos (tendo em conta os termos de utilização de cada criador e o número de vértices da malha poligonal) foram importados para o software SimPE, um editor especialmente desenhado para personalizar o TS2. Através deste software foi possível extrair os modelos em formato .obj e as respectivas texturas. Também foi utilizada a mesma técnica de variação de cores para obter mais versões das mesmas malhas de cabelo.

Foram ainda realizados pequenos ajustes na face e nos olhos dos HV para haver uma maior diferenciação entre a audiência, pois só são disponibilizadas duas texturas de pele, uma feminina e outra masculina.

Animação dos HV

Cada personagem importada do MH está associada a uma *armature* que permite animar o corpo e a face do HV. Em versões anteriores do MH, as malhas com menor detalhe perdiam a ligação com a parte facial da *armature*, sendo necessária a criação de *shapekeys*

para animar a face. Atualmente, este problema está solucionado possibilitando no futuro a adição de expressões faciais aos HV.

Inicialmente foram utilizadas animações da biblioteca *online* MotionCapturedData.com [1], mas estas não correspondiam exatamente ao estilo de animações pretendido.

Surgiu então a ideia de criar as animações através da técnica de *motion capture*, recorrendo a uma câmara Kinect [53].

O Kinect é uma câmara com sensor de profundidade desenvolvido para a consola de jogos Xbox 360. Esta nova tecnologia permitiu aos jogadores interagir com os jogos eletrónicos sem a necessidade de ter em mãos um controlador ou *joystick*. Em Junho de 2011, a Microsoft lançou o *software development kit* que permite a criar aplicações que tirem partido da câmara.

O iPi Motion Capture da iPiSoft [40] é um sistema que permite criar animações através de *motion capture* recorrendo à câmara Kinect. Este sistema não faz o mapeamento em tempo real e como tal é composto por duas aplicações distintas: o iPiRecorder e o iPiStudio.

O iPiRecorder permite fazer gravações com o Kinect criando um video 3D que pode ser processado pelo iPiStudio. Este processamento consiste no mapeamento do corpo do actor do video para uma *armature*. A animação resultante é depois exportada para o formato .bvh (figura 3.13).

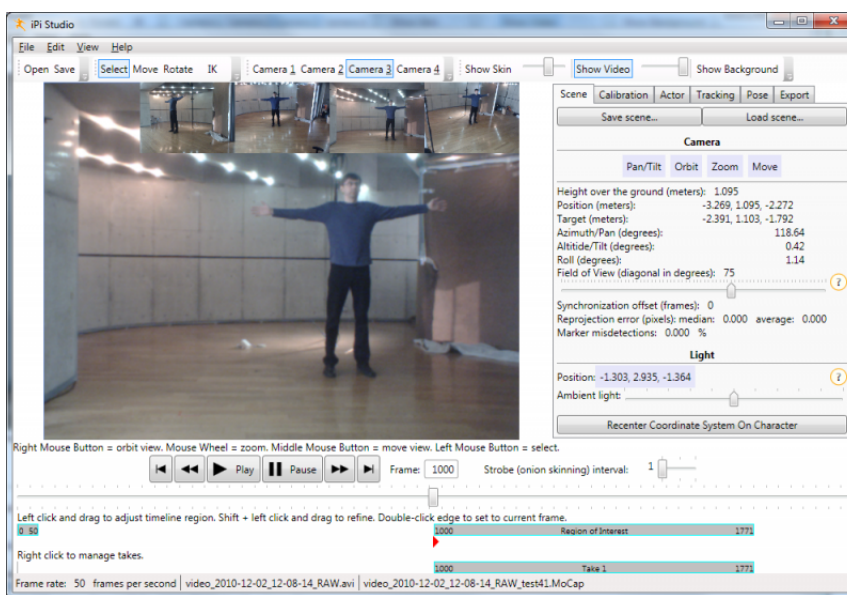


Figura 3.13: Menu principal do iPiStudio[18]

Para editar as animações utilizámos o software BvHacker [34]. Esta aplicação foi originalmente criada para o SL e permite o corte de secções da animação, criação de animações em ciclo, alteração dos limites de rotação e translação, entre outras opções (figura 3.14).

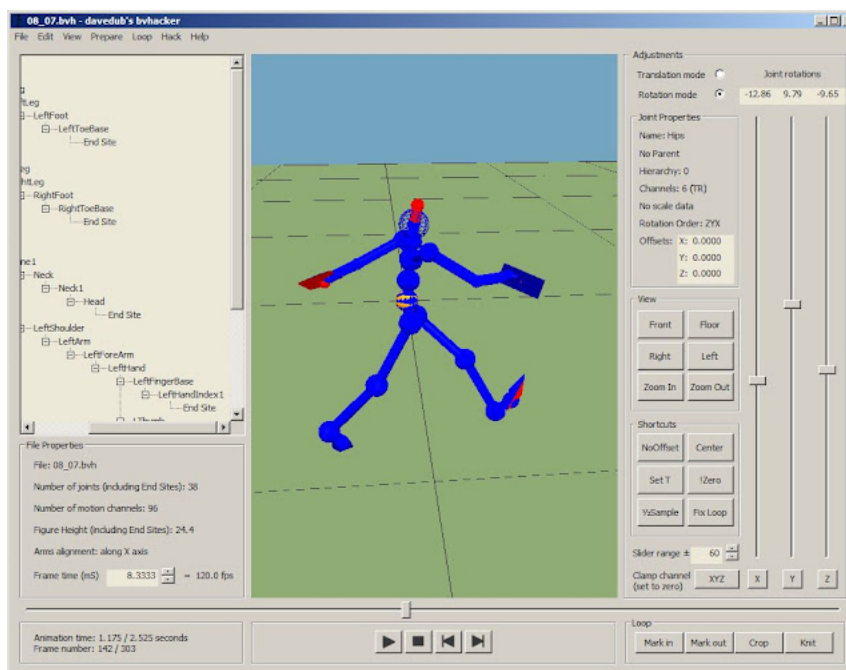


Figura 3.14: Menu principal do BvHacker

O MH fornece vários *addons* para Blender, entre os quais o *mocap tools*. Esta ferramenta importa as animações diretamente para os personagens realizando o mapeamento das *armature* de forma automática.

Devido a restrições dos *drivers* da câmara Kinect, as animações resultantes não contêm as rotações das mãos e da cabeça, tendo sido necessário alterar as animações manualmente. Para isso recorreremos ao *addon mocap tools* para reposicionar a *armature* e adicionámos manualmente as animações da cabeça e das mãos no *Action Editor* no menu *Dopesheet* do Blender (figura 3.15).

As animações criadas tentam simular o comportamento natural de uma audiência. Como nenhum ser humano está perfeitamente imóvel foi crucial a criação de uma animação em que os HV se movimentem simulando pequenos movimentos e ajustes de postura física[54]. Esta animação corresponde ao estado "atento". As outras animações criadas simulam os comportamentos de acordo com os eventos implementados.

De seguida descreve-se o conjunto de animações criado para os HV:

- “estar atento”
- “estar distraído”
- “receber um sms”,
- “dormir”,
- “cochichar”,

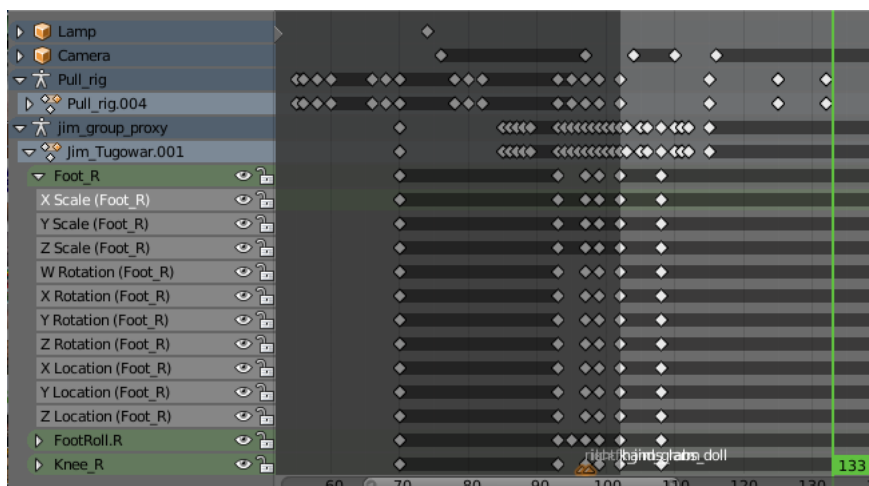


Figura 3.15: Menu Dopesheet do Blender[17]

- ”ouvir o cochicho”,
- “pestanear”
- “adormecer/acordar”.
- ”concordar”
- ”discordar”

Todas as animações, em especial as mais complexas tais como “estar distraído” e “receber um sms” foram alvo de um elevado número de modificações reduzindo o realismo das animações.

3.3.6 Comunicação entre janelas

Para poder controlar os HV e desencadear eventos na simulação foi necessário criar uma forma de comunicação entre a simulação e a interface do terapeuta.

Os dispositivos de input por omissão de um jogo implementado em Blender são o teclado e o *joystick* que não são viáveis para o tipo e quantidade de eventos pretendidos na aplicação. Foi então criada uma janela de interação que utiliza a comunicação entre processos para passar informações à janela de simulação e vice-versa.

A solução criada inicialmente realizava a comunicação em apenas um dos sentidos utilizando o módulo Python *Subprocess* [5]. Mais tarde, com o evoluir da aplicação, achámos necessário adicionar na janela de interação algum tipo de *feedback* em relação à percentagem de humanos virtuais atentos no auditório. Substituímos então o módulo *Subprocess* pelo módulo *pexpect* [4] que permite controlar e automatizar outros programas. Este módulo é composto por um único ficheiro o que facilita a sua instalação e a sua utilização é muito simples.

O *Main Controller script* (MCS) inicializa a janela de interação (GUI) como subprocesso e passa a controlar os seus canais de *input* (*stdin*) e *output* (*stdout*). Desta forma basta enviar mensagens por estes dois canais para efetuar a comunicação entre processos.

No entanto foi ainda necessário implementar *threads* auxiliares recorrendo ao módulo *threading* para gerir o fluxo de mensagens de forma a que as janelas não ficassem bloqueadas à espera de *input*. Para a janela de simulação foi criada uma *thread* (*mcWorker*) auxiliar que captura os eventos enviados pela janela de interação. Esta *thread* adiciona os eventos de forma cronológica numa fila (*Queue*). Para a janela de interação também foi necessário criar uma *thread* auxiliar (*GUIWorker*) para notificar o gestor de eventos (*Publisher*) que tem como função atualizar a interface.

Na inicialização da aplicação (figura 3.16) o MCS cria a *thread* *MCWorker*, a *Queue* e inicializa a GUI como subprocesso. A GUI por sua vez cria a *thread* *GUIWorker*.

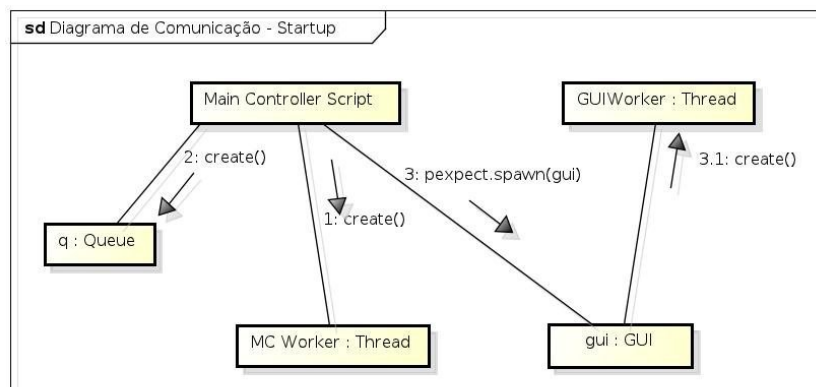


Figura 3.16: Diagrama de Comunicação - Startup

Após a inicialização passam a ocorrer três eventos simultaneamente.

O MCS verifica periodicamente se existem eventos na fila, e trata os eventos que lá encontrar (figura 3.17).

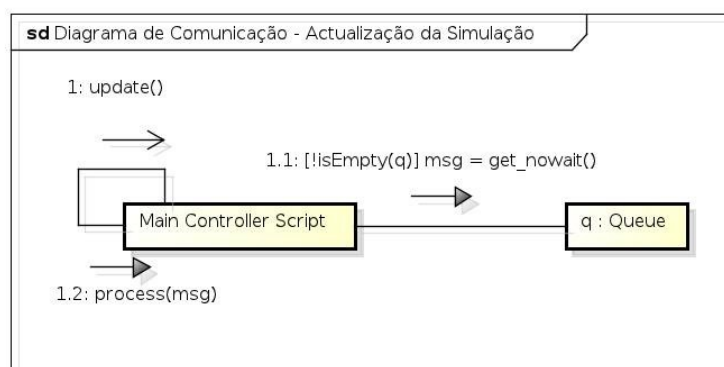


Figura 3.17: Diagrama de Comunicação - Actualização da Simulação

Quando o utilizador aciona um evento na GUI (figura 3.18), este é processado e é enviada através de *stdout* uma mensagem para o MCS de forma a atualizar a janela de simulação de acordo com o evento. Esta mensagem é capturada pela MCWorker que a coloca na Queue para ser processada posteriormente pelo MCS.

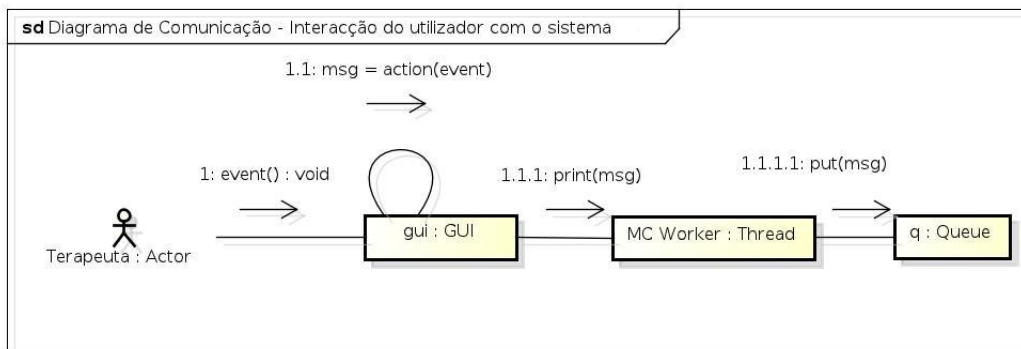


Figura 3.18: Diagrama de Comunicação - Interação do utilizador com o sistema

Por outro lado quando existem alterações na percentagem de HV atentos no auditório é enviada uma mensagem para a GUI que é capturada pela (*GUIWorker*). Esta *thread* notifica o gestor de eventos (Publisher) da janela que por sua vez atualiza a interface (figura 3.19).

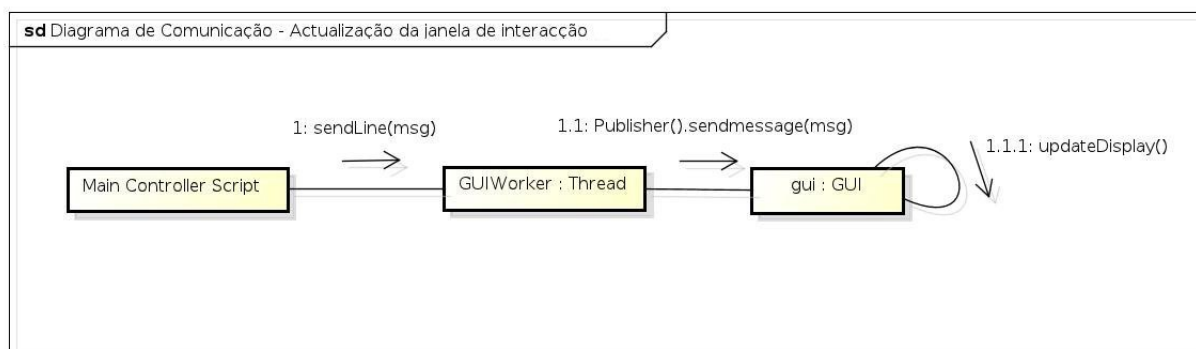


Figura 3.19: Diagrama de Comunicação - Atualização da janela de interação

Com esta solução foi possível controlar o fluxo de mensagens entre as duas janelas de uma forma mais simples e eficiente.

3.3.7 Transição de estados dos Humanos Virtuais

De forma a controlar o comportamento dos HV foram criados diversos estados ativados por eventos, estando cada estado associado a uma animação e som (se for aplicável).

O estado inicial escolhido foi o estado "atento". Este estado e o estado "distraído" constituem o subsistema de estados base (figura 3.20) e as animações associadas funcionam em ciclo infinito.

A partir do subsistema base é possível transitar para os estados "receber um sms", "adormecer" e "sussurrar", cujas animações apenas são executadas uma vez voltando, logo após, o HV ao estado base anterior.

Os estados "concordar" e "discordar" são exceção, pois apenas possuem transições para o estado "atento".

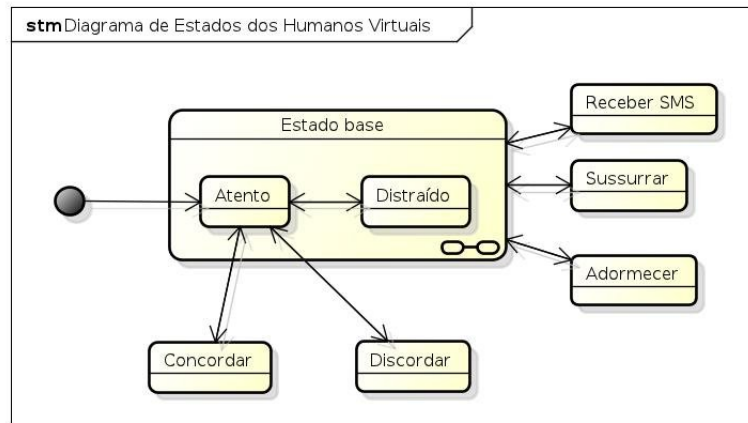


Figura 3.20: Diagrama de Estados dos HV

3.3.8 Controlo do olhar dos Humanos Virtuais

Um dos pormenores mais importantes da simulação é que os HV estejam a olhar para o paciente quando estão atentos.

Antes de podemos explicar como o controlo do olhar foi implementado é necessário entender como uma animação é criada e executada.

Cada HV possui uma *armature* ou esqueleto que tem como função deformar a malha durante as animações. Esta *armature* é composta por *bones* ou ossos que controlam zonas específicas da malha poligonal (*vertex groups*). Para cada osso do esqueleto, é associado um *pose channel* que irá conter todas as informações necessárias para as animações, tais como rotações, translações, ampliações e restrições de movimento (*constraints*).

As animações em Blender chamam-se *actions* e guardam todas as alterações à malha para cada *pose channel* ao longo de toda a animação. Para criar uma animação é necessário guardar a posição e direção de cada osso ao longo de um intervalo de tempo.

Por exemplo, para criar uma animação em que o HV levanta o braço para acenar precisamos de guardar a posição inicial do braço no *frame* inicial (*frame 0*). Depois definimos o intervalo de tempo que o braço levaria até atingir a altura máxima e voltamos a guardar

esta posição do osso, por exemplo no *frame* 50. Neste momento temos duas posições guardadas no *pose channel* separadas por um intervalo de tempo. A partir destas duas posições é possível calcular todas as posições do braço em qualquer *frame* do intervalo de tempo, ou seja, a posição do braço desde o *frame* 0 até ao *frame* 50 formando uma curva de animação. O tamanho do intervalo de tempo controla a velocidade da animação e pode ser facilmente ajustado.

A figura 3.21 mostra a relação entre *armatures*, *pose channels* e *actions*.

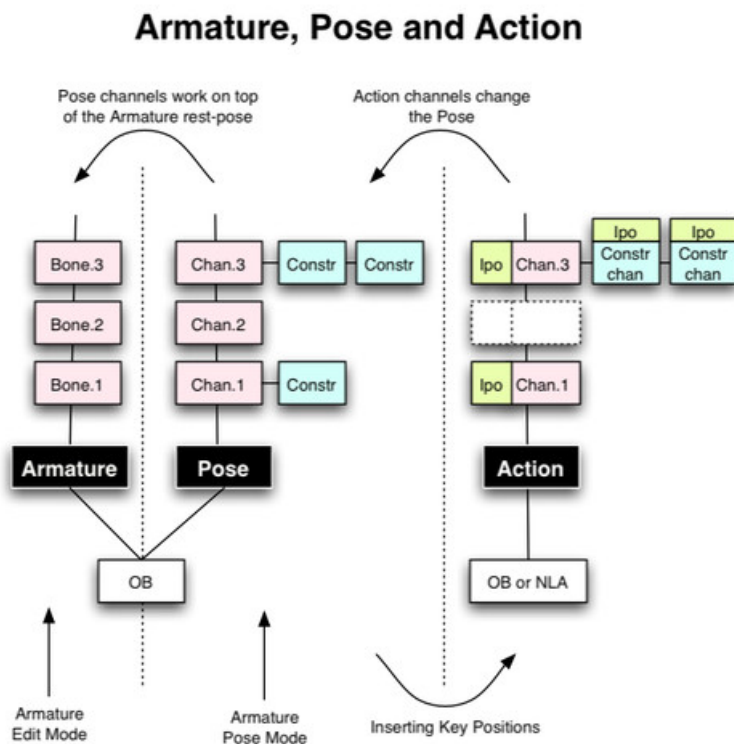


Figura 3.21: Relação entre *armature*, *pose channels* e *actions*[29]

A solução mais simples para implementar o controlo do olhar, seria adicionar uma restrição (*constraint*) no osso da cabeça do HV para que esta seguisse continuamente a posição de um determinado objeto, neste caso a câmara, qualquer que fosse a animação a decorrer.

No entanto a versão atual do Blender, 2.63, não permite ativar este tipo *constraints* para o motor de jogo. Estas *constraints* possibilitariam restringir o movimento de um ou mais ossos específicos durante a execução da animação. No nosso caso esta *constraint* iria alterar continuamente o ângulo de rotação do osso da cabeça durante a animação de forma a que todos os HV estejam a olhar para o mesmo ponto independentemente do lugar onde estão sentados.

A forma que adotámos para conseguir resolver este problema consiste em alterar o ângulo do osso relativo à cabeça diretamente no *pose channel*.

Utilizando trigonometria simples são calculados os ângulos de rotação necessários para o eixo dos x e o eixo dos z (figura 3.22) de forma a que o olhar fique alinhado com o objeto de atenção (por exemplo: o paciente, o telemóvel ou outro HV).

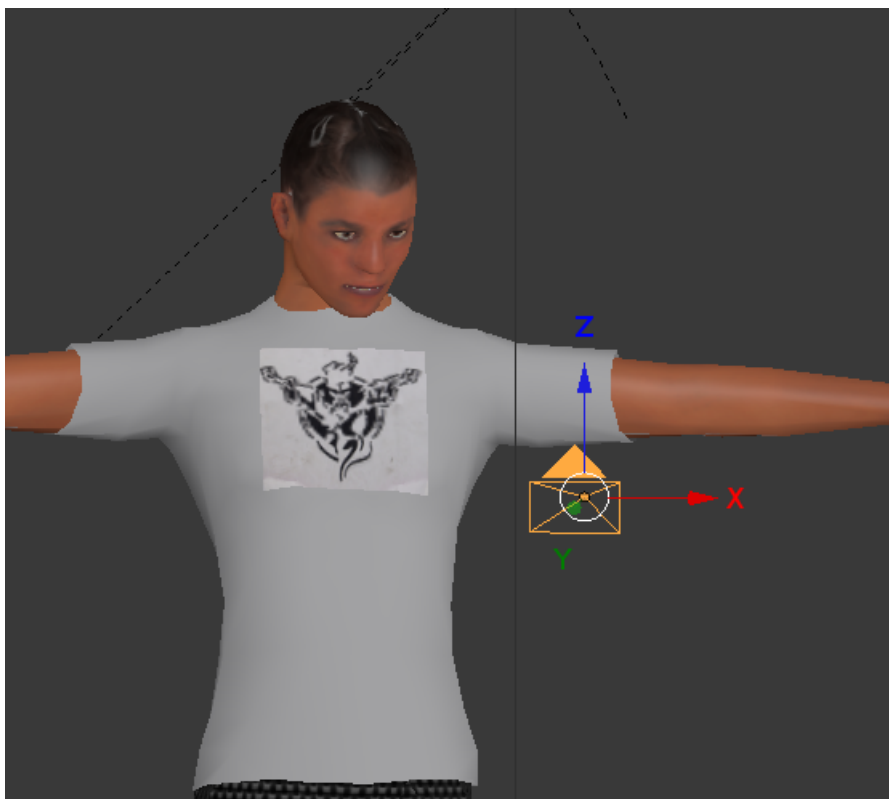


Figura 3.22: Rotações do osso da cabeça no eixo dos z e do x

Os ângulos obtidos são aplicados como rotações diretamente no *pose channel* do osso relativo em tempo de execução.

Só que como estamos a alterar o *pose channel* em tempo de execução sua correspondência com a *action* é perdida, resultando na animação de todos os ossos excepto aquele que foi alterado. Este problema implicou que fosse necessário atribuir um foco de atenção ao HV em todas as animações. Como consequência, nas animações em que existe movimento da cabeça tornaram-se pouco realistas, principalmente na animação "receber um sms". Outra consequência deste problema é a perda do efeito de transição entre animações.

Consideramos que esta solução não é a ideal mas os HV olham efectivamente para a câmara independentemente da sua posição no auditório. Além disso também acompanham o movimento da câmara quando a posição desta é ajustada na janela de interação.

3.3.9 O Humano Virtual Autónomo

Finalmente foi adicionado ao cenário um HV com um certo grau de autonomia. Os comportamentos deste HV (à direita na fila da frente nas figuras 3.23 e 3.24) não são con-

trolados pelo terapeuta mas sim pelos comportamentos dos restantes HV existentes no auditório.



Figura 3.23: O HV à direita na fila da frente está atento se o resto da audiência também estiver



Figura 3.24: O HV à direita na fila da frente está distraído porque mais de metade da audiência está distraída

Este HV partilha as mesmas animações e estados que os outros HV e o seu nível de atenção é alterado recorrendo a uma *timer thread*. Esta *thread* verifica o estado da audiência semi-aleatoriamente, ou seja, as verificações são feitas em intervalos de 15 a 30 segundos.

A introdução deste HV tratou-se de uma funcionalidade extra que permitiu verificar a possibilidade de estender a nossa aplicação incorporando um módulo de inteligência artificial. Esta funcionalidade permite que a audiência seja mais dinâmica podendo, por exemplo, o comportamento de um HV afetar o comportamento dos que o rodeiam. Esta

interação criará oportunidades para novas situações durante a simulação enriquecendo o realismo.

A capacidade de introduzir inteligência artificial aliada à implementação de expressões faciais permitirá criar HV com comportamentos autónomos e expressivos.

Também permitirá criar perfis distintos de HV como, por exemplo, um HV que se exalte quando o evento de "sussurro ao fundo da sala" estiver a ocorrer ou que se assuste quando ocorre o evento "avião a sobrevoar o auditório".

3.3.10 *Deployment da aplicação*

Nesta secção iremos explicar como foi o processo de *deployment* da aplicação e a sua instalação em ambiente clínico.

Criação do executável

Como já foi referido, durante todo o processo de desenvolvimento a aplicação foi criada sobre o motor de jogo do Blender. O Blender Viewer é uma aplicação que permite executar ficheiros `.blend` mas, para tal, é necessário que o Blender esteja instalado.

De forma a não ser necessário recorrer ao Blender ou ao Blender Viewer para executar a aplicação, é possível criar um executável através de um *addon* de exportação. Este *addon* anexa o Blender Viewer ao ficheiro `.blend` e exporta o resultado para uma pasta com o executável e todas as bibliotecas Python necessárias.

Assim é possível executar a aplicação sem a necessidade de instalar outros programas incluindo o próprio Blender. Outra grande vantagem deste *addon* é criar o executável de acordo com o sistema operativo, ou seja, se criarmos o executável utilizando a versão de Blender para Linux temos a certeza de que este corre em Linux. O mesmo se passaria para o sistema operativo Windows e Mac OS X.

Como utilizamos outras bibliotecas de Python que não estão incluídas no Blender é necessário adicioná-las na pasta com o executável, assim como todas as texturas utilizadas e todos os *scripts* e classes criados.

A aplicação que criámos foi testada em Linux Mint 11 e Ubuntu 10.10. Para executar a aplicação em Windows seria necessário criar uma versão com a biblioteca `winpexpect`[6] em vez da `pexpect`. Esta biblioteca é uma versão do `pexpect` para a plataforma Windows e possui uma API idêntica.

Como é necessário ter o Python 3.2 e a biblioteca wxPython instalada previamente, preparámos uma *pen usb* com uma *live distro* Ubuntu 10.10 com *persistent mode*. O sistema operativo é executado a partir da *pen* sem a necessidade da sua instalação no computador. Este tipo de sistema operativo não guarda nenhum tipo de configurações ou dados, ou seja, funciona como *read-only*. O *persistent mode* permite que a *pen* passe a ter uma área para guardar todas as alterações realizadas no sistema operativo, ou seja, passa a

ser possível guardar ficheiros pessoais e manter aplicações extras instaladas. Esta solução foi particularmente útil para o *deployment* da aplicação durante os testes de avaliação.

Instalação da aplicação em ambiente clínico

Para a correta utilização da aplicação em ambiente clínico é necessário ter em conta algumas indicações.

Após a instalação da aplicação no computador é necessário verificar a ligação com o projetor e com as colunas de som. As colunas de som devem ficar dispostas de forma a permitir que o som seja emitido o mais próximo possível da projeção. Normalmente são dispostas uma de cada lado da tela de projeção. Se não for possível utilizar uma tela, projetar a simulação numa parede branca também irá funcionar.

É igualmente necessário ter em atenção o tamanho da projeção de forma a que os HV aparentem ter o tamanho realista.

Se a sala tiver iluminação controlável, será aconselhável diminuir ou eliminar todas as fontes de luz de modo a criar um ambiente com maior envolvimento.

Em relação à posição do projetor, a localização ideal será no teto mas se tal não for possível deve impedir-se que o paciente 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 imóvel em pé ou sentado. Os controlos da câmara na janela de interação permitem ajustar a altura e posição do paciente em relação à simulação.

O paciente não deve ter acesso à janela de interação de forma a não quebrar o sentimento de imersão.

Por último, a facilidade de instalação e utilização da ferramenta permitem que apenas o terapeuta e o paciente estejam presentes durante a sessão de terapia.

3.3.11 Interação com a aplicação

Antes do início da simulação, a janela de interação permite configurar o auditório (figura 3.25).

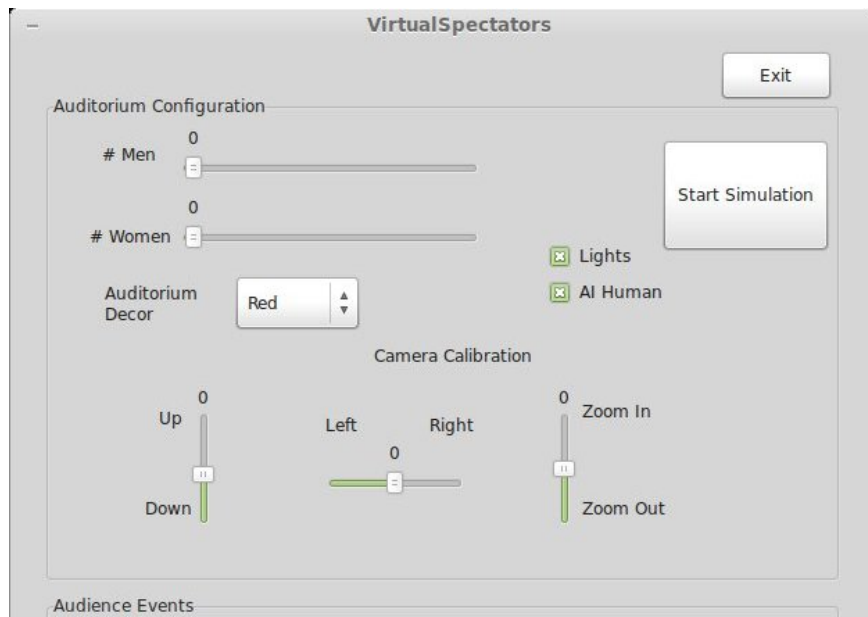


Figura 3.25: Janela de Interação (Modo Configuração)

É possível definir o número de HV masculinos e femininos que estarão presentes na simulação, escolher as cores dos elementos físicos da sala (paredes, cadeiras), definir o estado das luzes do auditório (ligadas, desligadas), ativar/desativar o HV autónomo e a posição da câmara dentro do cenário 3D.

Depois de configurar o cenário, o terapeuta dá início à simulação fazendo uso do botão *Start*; este, depois de acionado, passa a *Pause* e permite suspender a simulação. O botão *Exit* da interface permite sair da aplicação em qualquer altura.

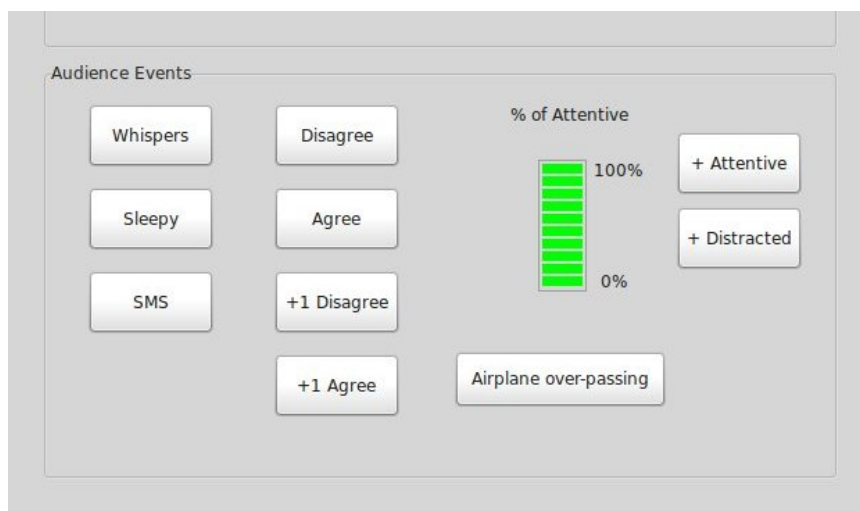


Figura 3.26: Janela de Interação (Modo Simulação)

Durante a simulação (figura 3.26), é permitido alterar o comportamento dos HV para que haja mais atentos ou distraídos, colocar alguns a dormir, desencadear a ocorrência de

um sussurro no fundo da sala ou a receção de um sms no telemóvel seguida da correspondente ação de escrever um sms de resposta. Também é possível fazer um ou mais HV concordarem ou discordarem com o paciente, mas apenas se estes estiverem no estado "atentos". Na figura 3.27 podem observar-se vários destes eventos a ocorrer simultaneamente.



Figura 3.27: Vários eventos a decorrer em simultâneo na janela de simulação

Existe ainda um botão que desencadeia a geração do som de um avião a sobrevoar o auditório. Para um maior realismo, sempre que ocorre um sussurro ou a chegada de um sms ouvem-se os sons correspondentes associados.

3.3.12 Avaliação da Aplicação

Para validar a aplicação numa primeira abordagem, fizemos uma avaliação por quatro peritos psicólogos de forma a aferir a usabilidade da ferramenta do ponto de vista do terapeuta.

A avaliação foi realizada em 2 fases e tanto para os peritos como para os pacientes voluntários, este foi o primeiro contacto com a ferramenta.

No final de cada fase foi preenchido um questionário de avaliação, o qual se encontra no anexo D.

Nos resultados dos questionários aferimos que todos os peritos se sentiam confortáveis com a utilização do computador e com a ideia de utilizar uma ferramenta de auxílio à terapia de exposição.

A primeira fase teve como objectivo avaliar a facilidade de interação e o tempo necessário para a familiarização com a ferramenta.

Após a leitura de uma pequena introdução à ferramenta e o resumo geral das tarefas nas diferentes fases, os peritos prosseguiram experimentando diferentes configurações do

auditório e os diferentes eventos da simulação.

Foram colocadas duas questões relacionadas com esta fase, uma sobre interacção durante o modo de configuração e outra durante o modo de simulação. Analisando os resultados obtidos, podemos dizer de um modo geral que a aprendizagem e a familiarização com a ferramenta foi muito rápida e que, ao mesmo tempo, a simulação fornece o *feedback* correto.

A segunda fase consistiu numa sessão de terapia de exposição com um paciente voluntário. Os pacientes que auxiliaram a sessão não foram alvo de diagnóstico clínico, já que o foco desta avaliação era a usabilidade da ferramenta. As questões relacionadas com esta fase incidem sobre o realismo da simulação, opinião dos peritos sobre os eventos apresentados e sobre futuros eventos a implementar.

Analisando as respostas à primeira pergunta sobre o realismo da simulação concluímos que o realismo dos HV e das animações tiveram uma nota inferior ao realismo dos eventos e do cenário. No entanto, de uma forma geral o realismo da simulação foi considerado bastante aceitável.

No questionário todos os peritos assinalaram que o número de HV deveria ser maior ao ponto de encher o auditório, que os eventos apresentados são interessantes e que estariam dispostos a utilizar a ferramenta numa sessão de terapia em ambiente clínico.

Finalmente houve algumas reacções interessantes por parte dos pacientes voluntários. Um dos pacientes comentou que se sentiu incomodado pelo comportamento de alguns HV e que estes tinham uma expressão antipática apesar todos os HV manterem uma expressão neutra ao longo de toda a simulação. Outro paciente comentou que mesmo tendo consciência que os HV não eram reais, o comportamento destes surtiu algum impacto durante a sessão.

Outro aspecto relevante foi a perda de qualidade de imagem devido ao projector. Este problema levou à incapacidade de percepção de alguns movimentos mais suaves levando à assunção de que os HV estavam um pouco estáticos.

3.3.13 Discussão

O modelo de desenvolvimento do projecto inclui várias iterações durante o decurso do projecto. Estas iterações permitiram ter uma ideia mais completa do estado da aplicação em cada fase. Também foi necessário fazer algumas adaptações para incluir funcionalidades que não estavam previstas e que não tinham solução imediata.

Uma parte importante do tempo disponível foi gasta na pesquisa e na aprendizagem de utilização dos vários tipos software utilizados. O Blender é uma ferramenta bastante complexa e completa e que está em constante actualização. O MH fornece uma versão *nightly build* diariamente que não é estável e também está em constante actualização. O iPiStudio apenas oferece o uso livre da aplicação durante 30 dias, pelo que foi necessário aprender a utilizar a ferramenta, gravar as animações e exportá-las dentro deste intervalo

de tempo.

À partida já sabíamos que a construção do cenário 3D seria morosa principalmente devido à modelação dos HV. Foram realizadas várias experiências até conseguirmos obter o resultado que apresentámos. Também descobrimos no início do projecto que seria necessário implementar uma interface mais simples do que a de atalhos de teclado e que esta teria de comunicar com a janela de simulação.

O controlo do olhar dos HV foi conseguido através da análise da API do BGE e sua implementação. Sabemos que a solução implementada para o controlo do olhar não é perfeita, mas consegue atingir o efeito que desejávamos. O Blender lança actualizações regularmente e possivelmente num futuro próximo poderá adicionar as funcionalidades que necessitamos para a implementação correcta.

A arquitectura da aplicação foi criada tendo em mente a extensibilidade da ferramenta para futuro desenvolvimento, como foi demonstrado pelo HV autónomo. Também é muito simples modificar o auditório e adicionar ou remover HV do auditório sem a necessidade de alterar a parte lógica.

Através dos testes de avaliação foi possível concluir que a aplicação tem um realismo aceitável e uma interface simples e intuitiva.

Capítulo 4

Conclusão e Trabalho futuro

A condição mais importante para realizar uma terapia de exposição bem sucedida é provocar no paciente estímulos análogos aos que surgiriam em situações reais, ou seja, provocar no paciente a sensação de presença [28].

Também é importante que a aplicação permita criar uma exposição controlada interativamente pelo terapeuta ao mesmo tempo que permita a repetição da situação. O terapeuta é o responsável por gerir os níveis de estímulo provocados sobre o paciente durante a sessão de terapia.

4.1 Conclusões

Como referimos no final do capítulo 2, o maior problema para a implementação deste tipo de projetos reside na complexidade das tecnologias. O hardware e o software são dispendiosos e existe um elevado custo de instalação e manutenção. Além disto ainda temos o efeitos secundários dos aparelhos de RV que podem causar incómodo, náuseas e tonturas aos seus utilizadores.

Klinger[36] e Herbelin[28] no decurso das suas investigações também tiveram problemas relacionados com a complexidade das tecnologias. Klinger teve problemas com os efeitos secundários dos equipamentos e Herbelin não conseguiu validar a sua experiência em ambiente clínico por causa da complexidade da interface dos seus protótipos.

Como consequência existe uma enorme lacuna entre os resultados obtidos por estudos experimentais e os sistemas clínicos de apoio à terapia utilizando tecnologias mais simples e baratas.

Assim criámos uma solução que não só é de baixo custo de desenvolvimento devido à utilização de software livre e equipamento pouco dispendioso como também é de baixo custo de instalação e manutenção devido à simplicidade do equipamento necessário para a execução da aplicação.

Esta aplicação é capaz de repetir e controlar interativamente a simulação durante uma terapia de exposição para a ansiedade de falar em público. A aplicação desenvolvida

tem dois tipos de utilizadores: o terapeuta e o paciente. O paciente recebe os estímulos provenientes da simulação e o terapeuta controla a simulação de modo a afetar o decurso da sessão, quer alterando o comportamento dos humanos virtuais, quer desencadeando eventos.

O terapeuta também tem a possibilidade de configurar o cenário inicial da simulação escolhendo de entre um leque de opções de configuração do auditório e de eventos na simulação, disponíveis na aplicação, que permitem adaptar a quantidade de estímulos ao tipo de tratamento necessário.

A instalação em ambiente clínico que propomos é simples e de baixo custo de instalação e manutenção. Recorrendo a um projetor, uma tela, duas colunas de som e um computador com uma placa gráfica moderna conseguimos criar um ambiente virtual para a terapia de exposição.

Como estamos a usar um método de RV não-imersivo, eliminam-se os efeitos secundários dos dispositivos imersivos de RV mas torna-se necessário ter em conta uma série de indicações para o correto uso da ferramenta. Entre estas indicações estão por exemplo o cuidado em colocar as colunas de forma a que o som seja direcionado a partir da tela para o paciente e o cuidado para o paciente não se movimentar pois os humanos virtuais apenas olham para o centro da tela.

Neste tipo de aplicações é preciso sempre encontrar o equilíbrio entre o realismo do ambiente 3D e a necessidade de que este seja gerado em tempo real. Isto leva a que sejam feitas escolhas que podem não ser as ideais mas que atingem o objetivo pretendido, como foi o caso da escolha de uma malha poligonal mais simples para os humanos virtuais.

A simulação tenta representar o mais realisticamente possível uma audiência que cause sensação de imersão no paciente recorrendo a humanos virtuais realistas e a animações de *motion capture*. A interface que desenvolvemos pretende ser simples e intuitiva permitindo ao terapeuta uma rápida e fácil familiarização com a ferramenta.

Através da avaliação por peritos que foi realizada, verificámos que atingimos os objetivos estipulados apresentando uma aplicação com um interface simples e um nível de realismo aceitável.

Os peritos também criticaram que o número de HV na audiência deveria ser maior, que o realismo das animações não era o ideal e que havia um número limitado de eventos.

Podemos argumentar que todos estes aspectos são exequíveis na nossa aplicação, mas morosos.

A criação dos HV foi mais demorada e complexa do que o previsto inicialmente.

A criação e edição das animações também se revelou uma tarefa complexa. Uma parte do tempo dispendido nesta tarefa consistiu na procura de um software que se adequasse às nossas necessidades e a outra parte a corrigir as animações devido às limitações técnicas da câmara Kinect.

O número limitado de eventos foi uma consequência do tempo que ficou disponível

após a realização de todas as outras tarefas essenciais.

O desenvolvimento da aplicação foi seguido de perto pelo Prof. Doutor Francisco Esteves que avaliou informalmente as diferentes fases da aplicação. A sua presença foi muito importante pois alertou-nos para as funcionalidades que necessitavam de melhoramentos e forneceu pistas para novas funcionalidades a implementar.

Em suma, podemos dizer que conseguimos criar uma prova de conceito que pode ser utilizada num ambiente clínico comum. O facto de a solução adotada ser de baixo custo contribuirá para disseminar e facilitar o seu uso.

4.2 Trabalho futuro

Durante os testes de avaliação, os peritos forneceram diversas sugestões sobre novos eventos a adicionar:

- Introduzir novos sons ambiente
- Adicionar expressões faciais
- Gravar configurações do auditório (modo de configuração)
- Adicionar mais HV ao auditório
- Adicionar mais eventos de punição negativa:
 - HV a entrar e sair do auditório
 - HV a tomar notas
 - HV olhar para o relógio
 - HV a tirar fotos ou filmar
- Possibilidade de configurar a aparência dos HV
- Possibilidade de configurar a posição dos HV no auditório

O desenvolvimento da aplicação em Blender permite a sua fácil modificação e extensão de forma a incluir estas sugestões. As alterações ao auditório ou aos HVs podem ser realizadas diretamente no Blender, assim como a adição de novas animações. Para adicionar novos eventos basta modificar a janela de interação e tratar o evento no *Main Controller Script*. A introdução de som ambiente também é simples, pois já fazemos uso da biblioteca *audaspace*.

A introdução de expressões faciais também poderia ser implementada, pois a *armature* facial dos HVs está configurada para a malha que utilizámos. Como os HV partilham uma *armature* similar, as expressões faciais também seriam partilhadas tal como acontece para as animações que foram criadas.

Também surgiu a ideia da implementação de uma forma de *biofeedback* na ferramenta, o que poderá fornecer ao terapeuta pistas para melhor entender o estado psicológico do paciente durante as sessões.

A integração de inteligência artificial na aplicação foi realizada como um pequeno teste mas tem o potencial de ser estendida a todos os HV. Esta funcionalidade permitirá que a audiência seja mais dinâmica e poderá criar oportunidades para novas situações durante a simulação enriquecendo o realismo.

Outra funcionalidade interessante para implementar será a de controlar o olhar dos HV através de uma câmara que filma o paciente. Isto permitirá que o paciente se possa movimentar durante a sessão e proporciona um maior realismo.

A conversão desta aplicação para outro motor de jogo não está posta de lado. O motor de jogo Unity, por exemplo, é uma ferramenta também muito poderosa e virada especialmente para a criação de jogos. No entanto, não permite a modelação direta na ferramenta sendo necessário importar os modelos virtuais. Para realizar a conversão seria necessário averiguar primeiro quais os impactos e modificações que teria no cenário 3D. Os *scripts* e classes criados teriam de ser reconvertidos para as linguagens Boo, C# ou JavaScript. Além disto, o Unity é um software comercial embora forneça uma versão livre com funcionalidades limitadas.

Finalmente, seria muito interessante incorporar esta aplicação numa plataforma que permitisse a escolha de vários cenários, tais como um ambiente de escritório e um ambiente de café. Estes cenários necessitariam da criação de outro tipo de eventos mas com o conhecimento adquirido ao longo deste projeto o tempo necessário para a sua implementação seria menor.

Esperamos que os avanços realizados nesta área e neste tipo de tratamento permitam que um número cada vez maior de pessoas com ansiedade social possam usufruir do tratamento e ter uma melhor qualidade de vida.

Apêndice A

Lista de Siglas

De seguida apresenta-se as siglas utilizadas ao longo do documento:

RV - Realidade Virtual

AS - Ansiedade Social

TCC - Terapia Cognitivo-Comportamental

HV - Humano Virtual

TERV - Terapia de Exposição baseada em Realidade Virtual

MH - MakeHuman

BGE - *Blender Game Engine* (Motor de Jogo do Blender)

MCS - *Main Controller Script*

SL - Second Life

TS2 - The Sims 2

Apêndice B

Glossário

De seguida apresenta-se alguns termos mais específicos relacionados com o projecto:

Mesh Modeling - Técnica de modelação de objectos 3D que altera directamente a posição dos vértices da malha poligonal

Sculpting - Técnica de modelação de objectos 3D que utiliza técnicas que se assemelham à escultura em barro (fazer pregas, agarrar, polir, amolgar, etc)

UVMapping - Técnica que consiste em "envolver" uma imagem (2D) numa malha poligonal (3D).

Seams - Sinalizam as arestas onde a malha poligonal irá ser "recortada".

Unwrap - Transformar a malha poligonal (3D) em uma malha 2D (plana) tornando-a plana através dos *seams*.

Armature - Conjunto de *bones* associados a uma malha poligonal. Possibilita a animação da malha.

Bone - Osso pertencente a uma *armature*.

Constraints - Restrições de movimento aplicadas a um objecto 3D.

Pose Channel - Contém as rotações, translações, ampliações e restrições associadas um osso da *armature*.

Action - Colecção de todas as alterações a serem aplicadas a cada um dos *pose channels*. A sua execução constitui uma animação.

Vertex groups - Conjunto de vértices da malha poligonal associados a um determinado *bone* da *armature*.

Motion capture - Técnica de animação que consiste em transferir os movimentos de um actor para uma *armature* de um modelo virtual.

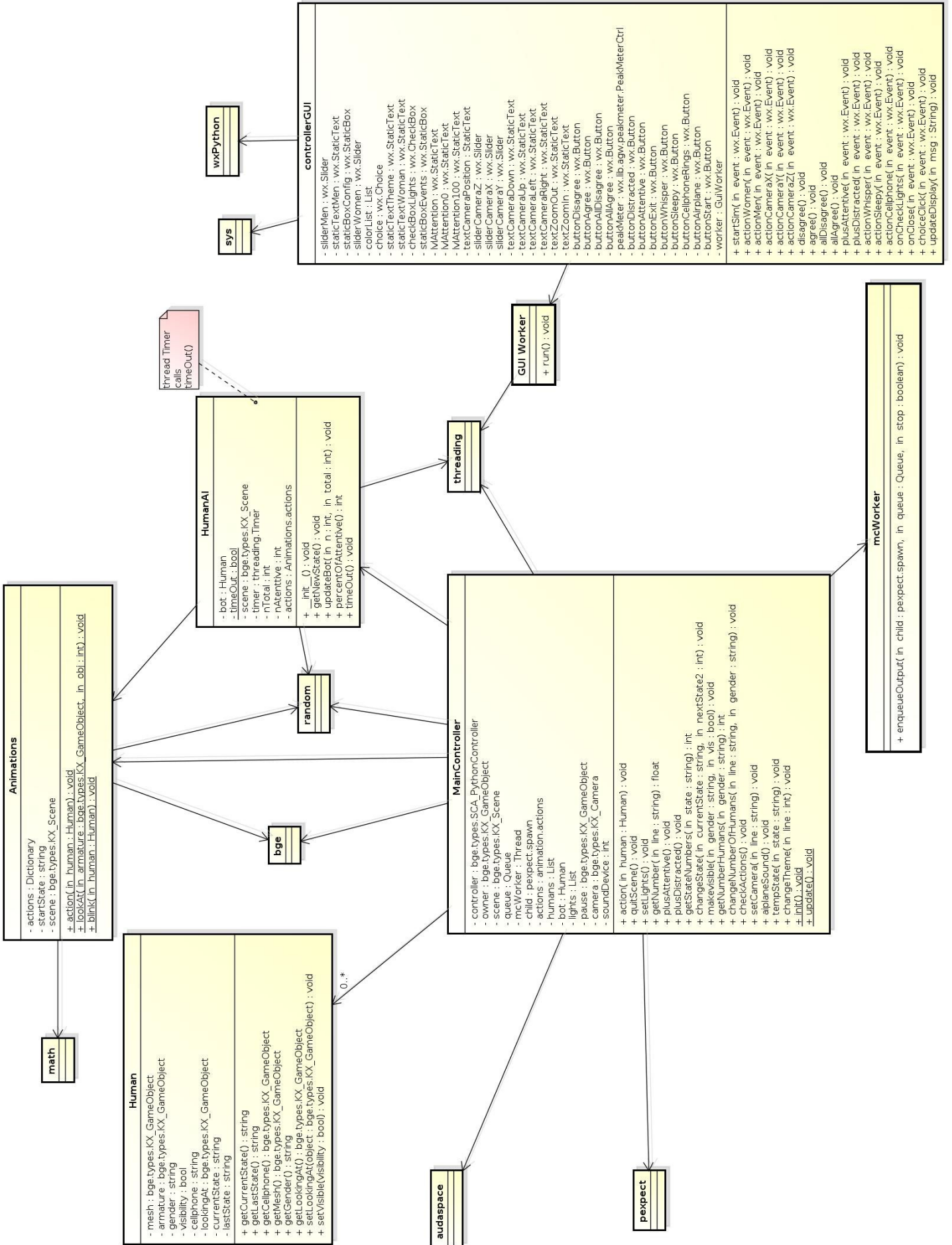
Shape key - Guarda as posições de vértices de um objecto, os quais determinam a sua forma. Úteis para guardar posições chave de animações.

Module - Funcionalidade dos *Logic Bricks* do Blender que permite correr *scripts* em modo externo.

Apêndice C

Diagrama de Classes

De seguida apresenta-se o diagrama de classes que representa a solução implementada.



Apêndice D

Teste de Usabilidade

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

A avaliação foi realizada em 2 fases .

A primeira fase teve como objectivo avaliar a facilidade de interacção e o tempo necessário para a familiarização com a ferramenta. Existem duas questões relacionadas com esta fase, uma sobre interacção durante modo de configuração e outra durante o modo de simulação.

A segunda fase consistiu numa sessão de terapia de exposição com um paciente voluntário. As questões relacionadas com esta fase incidem sobre o realismo da simulação, opinião dos peritos sobre os eventos apresentados e sobre futuros eventos a implementar.

Teste de usabilidade com o terapeuta

Introdução

O Virtual Spectators é um protótipo que tem como objectivo aplicar a Realidade Virtual ao tratamento da ansiedade social, em particular, a ansiedade causada pela necessidade de falar perante uma audiência. Tem como foco apoiar o tratamento no que respeita à terapia de exposição, proporcionando um auditório virtual habitado por humanos virtuais e que é controlável interactivamente.

O protótipo é composto por 2 janelas: a janela de simulação e a janela de interacção. A janela de simulação mostra o auditório virtual e será projectada numa tela e observada pelo paciente como se estivesse perante um auditório real. A janela de interacção apenas é observada pelo terapeuta e permite controlar a simulação e introduzir diferentes tipos de estímulos.

Fases dos Testes

<p>Fase 1: Aprendizagem e familiarização com a ferramenta</p> <p>Duração do teste: 5 minutos</p>	<p>Nesta fase o terapeuta:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Inicia o protótipo e configura as janelas para uma sessão de terapia de exposição.b) Configura o auditório com o número máximo de humanos e coloca metade da audiência distraídac) Experimenta os vários tipos de estímulos disponíveis
<p>Fase 2: Sessão de terapia</p> <p>Duração do teste: 5 minutos</p>	<p>Nesta fase o terapeuta utiliza os conhecimentos adquiridos anteriormente para orientar uma sessão de terapia.</p> <p>A tarefa do paciente consiste em ler um comunicado a um conjunto de pessoas informando as alterações que irão ser impostas na empresa onde trabalham. O descontentamento da audiência deve ser crescente. O terapeuta deverá configurar o auditório de forma a que:</p> <ul style="list-style-type: none">a) No início da sessão o ambiente do auditório esteja calmo (todos os humanos virtuais atentos e não ocorrem eventos extra)b) Algum tempo depois o ambiente do auditório começa a ficar um pouco perturbado (a maioria dos humanos virtuais está atento e ocorre 1 evento extra)c) No final o ambiente do auditório esteja muito perturbado (vários humanos virtuais estão distraídos e ocorrem vários eventos simultaneamente)

Perfil do Utilizador Terapeuta

Idade: _____

Género: M F

Sente-se confortável ao utilizar um computador? Sim Não

Sente-se confortável com a ideia de uma ferramenta de auxílio à terapia de exposição
Sim Não

Questionário ao Utilizador Terapeuta

Fase 1: Aprendizagem e interacção com a ferramenta

1 - Em relação à configuração do auditório, numa escala de 1 a 5 (1 - péssimo, 5- excelente) dê a sua opiniao quanto à:

a) Controlo do número de humanos virtuais no auditório	
b) Alteração da decoração do auditório	
c) Controlo da posição da câmara	
d) Disposição dos botões e sliders	
e) Clareza da funcionalidade de cada botão/slider	

2 - Em relação aos comandos de interacção com a simulação, numa escala de 1 a 5 (1 - péssimo, 5- excelente) dê a sua opiniao quanto à:

a) Facilidade em perceber a percentagem de humanos virtuais atentos no auditório	
b) Facilidade em alterar o estado dos humanos virtuais (mais atentos ou mais distraídos)	
c) Facilidade em activar eventos	
d) Facilidade em interromper a simulação	
d) Disposição dos botões e sliders	
e) Clareza da funcionalidade de cada botão/slider	

Fase 2: Sessão de terapia

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

a) Realismo da simulação	
b) Realismo do cenário	
c) Realismo do humanos virtuais	
d) Realismo dos movimentos percebidos	
e) Realismo dos eventos	

2 - O número de pessoas na audiência é adequado? Se não, então qual seria o número adequado?

3 - Os eventos simulados são interessantes? Sim Não

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

5 - Qual o aspecto da simulação que achou mais interessante? Porquê?

6- Utilizaria esta ferramenta como apoio a uma sessão de terapia de exposição?

Sim Não

7 - Qual o aspecto da ferramenta que mais lhe chamou atenção?

8 - Que aspectos/funcionalidades da ferramenta poderiam ser melhorados ou adicionados?

Apêndice E

Manual de Utilizador

Neste anexo apresenta-se o manual de utilizador para a aplicação *VirtualSpectators*.

Este manual descreve os requisitos e equipamentos necessários para a executar a aplicação, assim como todo o processo de instalação e interação com a ferramenta. Inclui ainda um guia para a resolução de possíveis problemas.

VirtualSpectators

Manual de Utilizador

versão 1.0

| Conteúdo

1	VirtualSpectators	1
2	Requisitos do sistema	2
3	Utilização da aplicação	3
3.1	Instalação da aplicação	3
3.2	Iniciar a aplicação	3
3.3	Modo de configuração	5
3.4	Modo de simulação	6
3.5	Cuidados a ter antes e durante uma sessão de terapia	7
4	Resolução de problemas	8

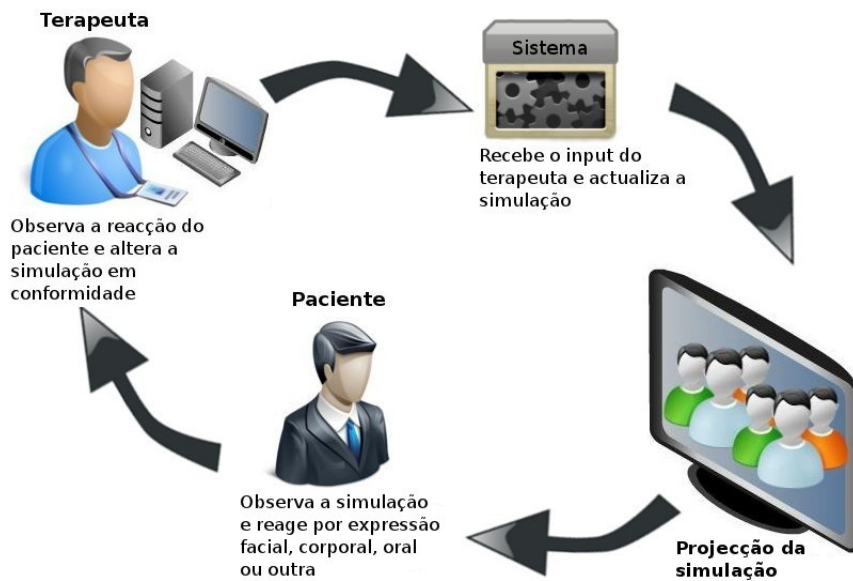
1 | VirtualSpectators

O VirtualSpectators é uma aplicação que tem como objectivo aplicar a Realidade Virtual ao tratamento da ansiedade social, mais especificamente o medo de falar em público. Tem como foco apoiar o tratamento no que respeita à terapia de exposição, proporcionando um ambiente controlado populado por vários humanos virtuais.

A aplicação envolve: i) uma simulação que se desenrola num cenário virtual de um auditório contendo um conjunto de humanos virtuais animados com comportamentos controláveis dinamicamente e ii) uma interface através da qual é efetuado o controlo destes comportamentos e de um conjunto de eventos que podem ser desencadeados na simulação.

A aplicação tem dois tipos de utilizadores: o terapeuta e o paciente. Durante a sessão de terapia, o cenário virtual é palco de uma simulação que é controlada pelo terapeuta e observada pelo paciente.

O paciente, enquanto efetua o seu discurso perante a assembleia 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 o comportamento dos HV, quer desencadeando eventos específicos no cenário (por exemplo, desencadear o evento "avião a sobrevoar o auditório). O terapeuta também tem a possibilidade de configurar o cenário inicial da simulação.

A facilidade de instalação e utilização da ferramenta permitem que apenas o terapeuta e o paciente estejam presentes durante a sessão de terapia.

2 | Requisitos do sistema

- ★ Placa gráfica equivalente ou superior a NVIDIA Quadro FX 1700
- ★ Sistema operativo Linux
- ★ Python 3.2, disponível em <http://www.python.org>
- ★ wxPython, disponível em <http://www.wxpython.org>
- ★ Computador
- ★ Projector (preferencialmente instalado no tecto)
- ★ Tela de projecção (opcional)
- ★ 2 Colunas de som

3 | Utilização da aplicação

3.1 Instalação da aplicação

- **A aplicação deve ser instalada da seguinte forma:**
 - ① Instalar o Python 3.2.
 - ② Instalar o wxPython.
 - ③ Copiar a pasta VirtualSpectators para área de trabalho.
- **Antes de realizar uma sessão de terapia é necessário verificar se:**
 - ✓ O computador está configurado em modo de dois ecrãs.
 - ✓ O computador está ligado ao projetor.
 - ✓ O projetor está configurado consoante as dimensões da tela.
 - ✓ As colunas estão dispostas ao lado da tela, uma de cada lado.

3.2 Iniciar a aplicação

Para iniciar a aplicação VirtualSpectators basta correr o executável. De seguida irão aparecer duas janelas distintas: a janela de simulação e a janela de interacção. As janelas têm o seguinte aspecto:



Figura 3.1: Janela de Simulação

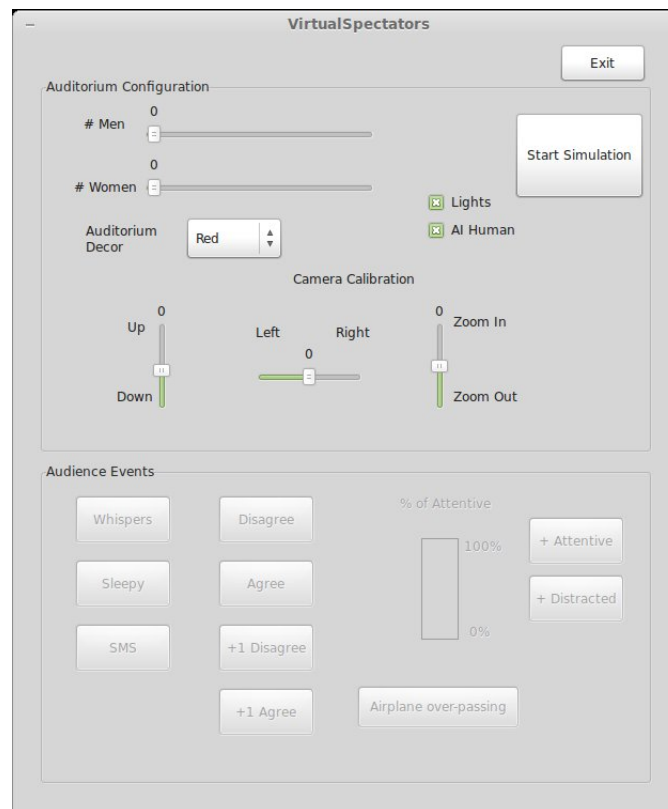


Figura 3.2: Janela de Interação

A janela de simulação deverá ser arrastada para o ecrã do projetor e a janela de interação deverá ficar no monitor do computador.

3.3 Modo de configuração

Após a inicialização da aplicação, a janela de interação apresenta-se no modo de configuração. Este modo permite configurar o auditório de acordo com o tipo de sessão e a configuração geral da sala.

É possível definir o número de HV masculinos e femininos que estarão presentes na simulação, escolher as cores dos elementos físicos da sala (paredes, cadeiras), definir o estado das luzes do auditório (ligadas, desligadas), ativar/desativar o humano virtual autónomo e a posição da câmara dentro do cenário 3D.

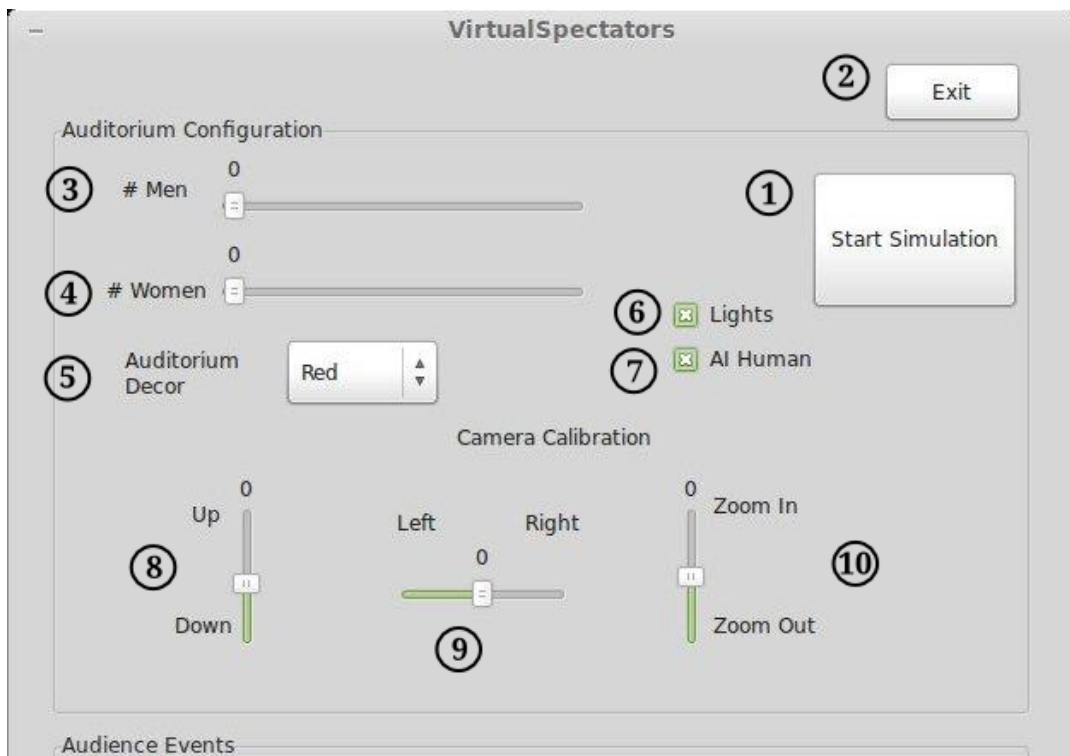


Figura 3.3: Janela de Interação (Modo Configuração)

- ① Inicia o modo de simulação.
- ② Termina a aplicação.
- ③ Define o número de humanos virtuais masculinos.
- ④ Define o número de humanos virtuais femininos.
- ⑤ Permite escolher a cor da decoração do auditório.
- ⑥ Liga/Desliga a iluminação do auditório
- ⑦ Ativa/Desativa o humano virtual autónomo.

- ⑧ Desloca a câmara em altura.
- ⑨ Desloca câmara para a esquerda e para a direita.
- ⑩ Afasta/Aproxima a câmara

O humano virtual autónomo não é controlado pela interface mas sim pelo estado geral do auditório, ou seja, se a maioria dos humanos virtuais no auditório estiverem distraídos o humano virtual autónomo também ficará distraído.

3.4 Modo de simulação

Depois de configurar o cenário, o terapeuta dá início à simulação fazendo uso do botão *Start*; este, depois de acionado, passa a *Pause* e permite suspender a simulação. O botão *Exit* da interface permite sair da aplicação em qualquer altura.

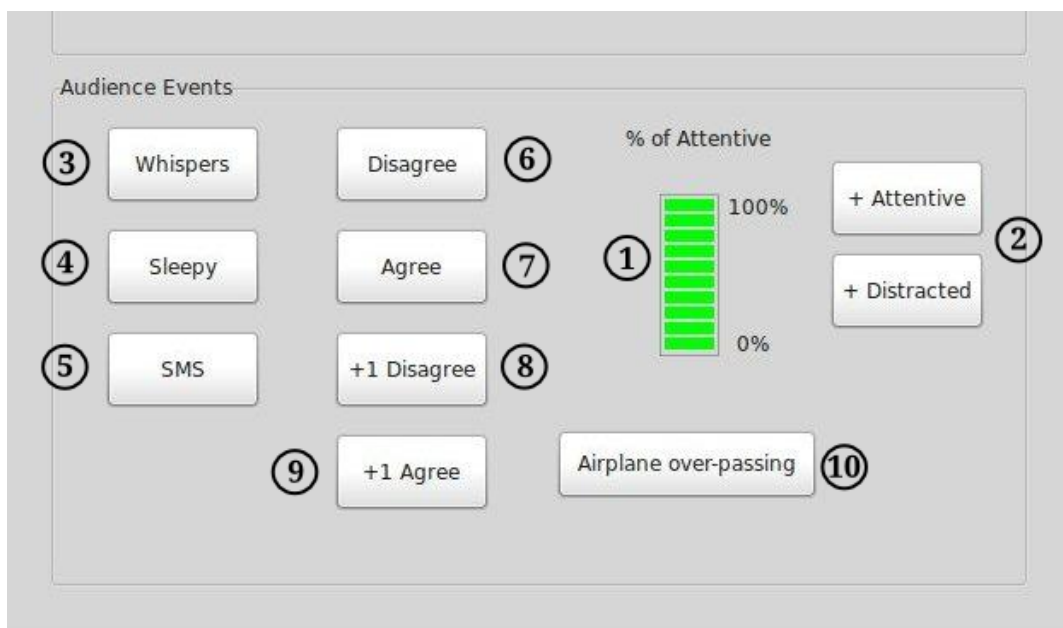


Figura 3.4: Janela de Interacção (Modo Simulação)

- ① Mostra a percentagem de humanos virtuais atentos no auditório.
- ② Estes dois botões permitem aumentar o número humanos virtuais atentos ou aumentar o número de humanos virtuais distraídos.
- ③ Ativa o evento "Sussurar no fundo da sala". Este evento só está disponível se estiverem 4 humanos virtuais femininos no auditório.

- ④ Ativa o evento "Adormecer" aleatoriamente para um dos humanos virtuais
- ⑤ Ativa o evento "Receber um SMS" aleatoriamente para um dos humanos virtuais. A ativação consecutiva deste evento pode tornar a simulação irrealista.
- ⑥ Ativa o evento "Discordar" aleatoriamente para um dos humanos virtuais atentos.
- ⑦ Ativa o evento "Concordar" aleatoriamente para um dos humanos virtuais atentos.
- ⑧ Ativa o evento "Discordar" aleatoriamente para um conjunto de humanos virtuais atentos.
- ⑨ Ativa o evento "Concordar" aleatoriamente para um conjunto de humanos virtuais atentos.
- ⑩ Ativa o evento "Avião a sobrevoar o auditório". Este evento é apenas sonoro.

3.5 Cuidados a ter antes e durante uma sessão de terapia

- Ter em atenção o tamanho da projeção de forma a que os humanos virtuais aparentem ter um tamanho realista.
- Se a sala tiver iluminação controlável, será aconselhável diminuir ou eliminar todas as fontes de luz de modo a criar um ambiente com maior envolvimento.
- A localização ideal para o projetor será no teto mas se tal não for possível deve impedir-se que o paciente 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 imóvel em pé ou sentado.
- Os controlos da câmara na janela de interação permitem ajustar a altura do paciente em relação à simulação. Estes controlos também permitem ajustar em relação à posição relativa do paciente em relação à projecção (mais à direita, mais à esquerda, ao centro).
- O paciente não deve ter acesso à janela de interação de forma a não quebrar o sentimento de imersão.

4 | Resolução de problemas

- **Problema:** O executável não corre.
- **Solução:**
 1. Verificar se a placa gráfica é adequada.
 2. Descarregar a última versão do Blender em formato .zip
 3. Descarregar o ficheiro .blend
 4. Extrair o conteúdo do zip para uma pasta.
 5. Executar o Blender.
 6. Ir ao menu *File* e seleccionar *addons*.
 7. Carregar na tab *Game Engine* e seleccionar o *addon*.
 8. Ir ao menu *File* e fazer *Load* do ficheiro .blend.
 9. Voltar a ir ao menu *File* e seleccionar a opção *Extract as Runtime*.
 10. Salvar o executável substituindo-o pelo anterior.
 11. Correr a aplicação. Quando este problema estiver solucionado é seguro eliminar o Blender e ficheiro.bend.
- **Problema:** A aplicação apenas apresenta a janela de simulação.
- **Solução:**
 1. Verificar se o Python3.2 e o wxPython estão instalados.
 2. Abrir um terminal e escrever: python3.2
 3. Se ocorrer um erro é necessário instalar o Python3.2
 4. Dentro do interpretador escrever: import wx.
 5. Se ocorrer um erro é necessário instalar o wxPython.
- **Problema:** Os humanos virtuais aparecem com zonas brancas ou todos brancos.
- **Solução:**
 1. Verificar se a pasta *textures* está dentro da pasta *VirtualSpectators*.

Bibliografia

- [1] Biblioteca de ficheiros *motion capture* freesound (último acesso em setembro 2012). <http://motioncapturedata.com/>.
- [2] Biblioteca de sons freesound (último acesso em setembro 2012). <http://www.freesound.org/>.
- [3] Biblioteca python audaspace (último acesso em setembro 2012). <http://wiki.blender.org/index.php/User:NeXyon/GSoC2010/Audaspace>.
- [4] Biblioteca python pexpect (último acesso em setembro 2012). <http://www.noah.org/wiki/pexpect>.
- [5] Biblioteca python subprocess (último acesso em setembro 2012). <http://docs.python.org/library/subprocess.html>.
- [6] Biblioteca python winpexpect (último acesso em setembro 2012). <http://bitbucket.org/geertj/winpexpect/wiki/home>.
- [7] Biblioteca python wxpython (último acesso em setembro 2012). <http://www.wxpython.org>.
- [8] Blender cookie (último acesso em setembro 2012). <http://cgcookie.com/blender/>.
- [9] Blender (último acesso em setembro 2012). <http://www.blender.org>.
- [10] Documentação do blender game engine (último acesso em setembro 2012). http://www.blender.org/documentation/blender_python_api_2_63_11/.
- [11] Forum blender artists (último acesso em setembro 2012). <http://blenderartists.org/>.
- [12] Forum mod the sims (último acesso em setembro 2012). <http://www.modthesims.info>.
- [13] Gimp (último acesso em setembro 2012). <http://www.gimp.org/>.

- [14] Kinect for windows (último acesso em setembro 2012). <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/>.
- [15] Linda kellie (último acesso em setembro 2012). <http://www.lindakellie.com>.
- [16] Makehuman (último acesso em setembro 2012). <http://www.makehuman.org>.
- [17] Menu dopesheet do blender (último acesso em setembro 2012). <http://wiki.blender.org/index.php/Doc:2.6/Manual/Animation/Editors/Dopesheet>.
- [18] Menu principal do ipistudio (último acesso em setembro 2012). <http://wiki.ipisoft.com/File:t-pose.png>.
- [19] Opensim creations (último acesso em setembro 2012). <http://opensim-creations.com>.
- [20] Opensim (último acesso em setembro 2012). <http://opensimulator.org>.
- [21] Python (último acesso em setembro 2012). <http://www.python.org>.
- [22] Second life shirts (último acesso em setembro 2012). <http://www.secondlife-shirts.com>.
- [23] Simpe (último acesso em setembro 2012). <http://sims.ambertation.de>.
- [24] *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (Revised 4th ed.)*. Washington DC: American Psychiatric Press, 2000.
- [25] Rizzo A., Difede J., Rothbaum B. O., and Reger G. Virtual Iraq/Afghanistan: development and early evaluation of a virtual reality exposure therapy system for Combat-Related PTSD. *Annals of the New York Academy of Sciences (NYAS)*, 1208:114–125, 2010.
- [26] Electronic Arts. The sims 2 (último acesso em setembro 2012). <http://thesims2.ea.com/>.
- [27] Engler B. *Personality theories: an introduction*. Houghton Mifflin Co., 1991.
- [28] Herbelin B. *Virtual reality exposure therapy for social phobia*. PhD thesis, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 2005.
- [29] Blender. How armatures work (último acesso em setembro 2012). <http://wiki.blender.org/index.php/Doc:2.6/Manual/Animation/Editors/Dopesheet>.

- [30] Blender. Sintel face rig (último acesso em setembro 2012). http://storage.cessen.com/perm_links/2010/durian/sintel_face_rig.blend.
- [31] Coelho C., Santos J., Silvério J., and Silva C. Virtual reality and acrophobia: One-year follow-up and case study. *Cyberpsychology and Behavior*, 9(3), 2006.
- [32] Holt C.S., Heimberg R., and Hope D. Situational domains of social phobia. *Journal of Anxiety Disorders*, 6(1):63–77, 1992.
- [33] Wood D., Wiederhold B., and Spira J. Lessons learned from 350 virtual-reality sessions with warriors diagnosed with combat-related posttraumatic stress disorder. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 13(1):3–11, February 2010.
- [34] Wooldridge D. Bvhacker (último acesso em setembro 2012). <http://davedub.co.uk/bvhacker>.
- [35] Klinger E., Chemin I., Légeron P., Lauer F, and Nugues P. Issues in the design of virtual environments for the treatment of social phobia, 2002.
- [36] Klinger E., Légeron P., Roy S., Chemin I., Lauer F., and Nugues P. Virtual reality exposure in the treatment of social phobia. *Studies in Health Technology and Informatics*, 99:91–119, 2004.
- [37] Foa E.B. and Kozak M.J. Emotional processing of fear: Exposure to corrective information. *Psychological Bulletin*, 99(1):20–35, 1986.
- [38] Biermann F., Steenbergen N., and Walther-Franks B. The blender loop station (último acesso em setembro 2012). <http://dm.tzi.de/bloop/>.
- [39] Burdea G. and Coiffet P. *Virtual Reality Technology*. Wiley Interscience, IEEE Press, 2003.
- [40] iPiSoft. ipirecorder e ipistudio (último acesso em setembro 2012). <http://www.ipisoft.com/>.
- [41] Brekelmans J. Brekel kinect (último acesso em setembro 2012). <http://www.brekel.com/>.
- [42] Goldberg J., Zwibel A., Safir M.P., and Merbaum M. Mediating factors in the modification of smoking behavior. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 14(4):325–330, December 1983.
- [43] Hertzschuch K. Serious games hauptseminar “e-learning – sommersemester, ludwig maximilians universität münchen (último acesso em novembro 2011). <http://www.medien.ifi.lmu.de/lehre/ss08/hs/presentations/hertzschuch.pdf>.

- [44] Wolitzky-Taylor K.B., Horowitz J.D., Powers M.B., and Telch M.J. Psychological approaches in the treatment of specific phobias: A meta-analysis. *Clinical Psychology Review*, 28(6):1021–1037, July 2008.
- [45] ATN-P Lab. Vrtherapy (último acesso em setembro 2012). <http://www.vrtherapy.net>.
- [46] Liden Lab. Second life (último acesso em setembro 2012). <http://secondlife.com/>.
- [47] North M., North S., and Coble J. Virtual reality therapy - an effective treatment for psychological disorders. In *International Journal of Virtual Reality*, pages 2–6, 1997.
- [48] Price M., Mehta N., Tone E.B., and Anderson P. L. Does engagement with exposure yield better outcomes? components of presence as a predictor of treatment response for virtual reality exposure therapy for social phobia. *Journal of anxiety disorders*, 25(6):763 – 770, 2011.
- [49] Price M. and Anderson P. The role of presence in virtual reality exposure therapy. *Journal of Anxiety Disorders*, 21(5):742–751, 2007.
- [50] MakeHuman. Makeclothes (último acesso em setembro 2012). <http://www.makehuman.org/node/235>.
- [51] MakeHuman. Versions road-map (último acesso em setembro 2012). <https://sites.google.com/site/makehumandocs/road-map>.
- [52] Craske M.G. *Anxiety Disorders: Psychological Approaches to Theory and Treatment*. Westview Press, 1999.
- [53] Microsoft. Kinect (último acesso em setembro 2012). <http://www.xbox.com/en-US/kinect>.
- [54] Magnenat-Thalmann N. and Egges A. Interactive virtual humans in real-time virtual environments. *The International Journal of Virtual Reality*, 5:15–24, 2006.
- [55] Cláudio A. P., Carmo M. B., Pinheiro T., Lima J., and Esteves F. Virtual environments to cope with anxiety situations: Two case-studies. In *7th Iberian Conference on Serious Games and Meaningful Play (SGaMePlay 2012)*, June 2012.
- [56] Gouveia J. P. *Ansiedade Social: da timidez à Fobia Social*. Quarteto, 2000.
- [57] Roger S. Pressman. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. McGraw-Hill Higher Education, 5th edition, 2001.

- [58] Sintel. Filme realizado em blender (último acesso em setembro 2012). <http://www.sintel.org>.
- [59] Duke University Health System. Duke health (último acesso em setembro 2012). <http://www.dukehealth.org>.
- [60] Pinheiro T., Cláudio A. P., Carmo M. B., and Esteves F. Realidade virtual aplicada ao tratamento da ansiedade social. In *Proceedings of 20^o Encontro Português de Computação Gráfica*, October 2012. to be presented.
- [61] Inc Virtually Better. The clinic at virtually better (último acesso em setembro 2012). <http://www.virtuallybetter.com>.
- [62] VRPhobia. The virtual reality medical center (último acesso em setembro 2012). <http://www.vrphobia.com>.
- [63] Wikipedia. Iterative development model (último acesso em setembro 2012). http://en.wikipedia.org/wiki/File:Iterative_development_model_V2.jpg.
- [64] Wikipedia. Virtual reality therapy (último acesso em setembro 2012). http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality_therapy.