

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

**Desenho e Avaliação de Ambientes Virtuais multissensoriais**

Dissertação de Mestrado em  
Comunicação e Multimédia

Guilherme Santos Gonçalves

**Orientador:** Professor Doutor Maximino Esteves Correia Bessa

**Coorientador:** Professor Doutor Miguel Ângelo Correia de Melo



Vila Real, 2017



Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

## **Desenho e Avaliação de Ambientes Virtuais multissensoriais**

Dissertação de Mestrado em  
Comunicação e Multimédia

Guilherme Santos Gonçalves

**Orientador:** Professor Doutor Maximino Esteves Correia Bessa

**Coorientador:** Professor Doutor Miguel Ângelo Correia de Melo

Composição do Júri:

Doutor Emanuel Soares Peres Correia

Doutor António Fernando Vasconcelos Cunha Castro Coelho

Doutor Miguel Ângelo Correia de Melo

Vila Real, 2017



*“Anything worth having doesn't come easy”*

À minha família, namorada e amigos



## Agradecimentos

Gostava de agradecer à melhor mãe que poderia ter, Melinda Morgado dos Santos, por me ter sempre apoiado em qualquer coisa que fosse preciso e por me motivar a avançar no percurso académico sem nunca duvidar de mim. Ao meu irmão David Santos Gonçalves um obrigado por fazer parte da minha vida. Um agradecimento também ao resto da minha família, que me ajudaram/apoiaram de forma direta ou indireta neste percurso académico.

À minha namorada, Ana Beatriz Gonçalves, não posso reforçar o suficiente do quanto me ajudaste a crescer e a ser feliz nestes anos todos. Muito obrigado por tudo, do fundo do coração, por estares sempre presente, sem falhar nos altos e no baixo da minha vida. Igualmente um enorme agradecimento à família dela, que me acolheu e muitas vezes me ajudou quando precisei. A todos os meus amigos, que me ajudaram de forma direta ou indireta no percurso académico e com os quais partilhei momentos de enorme felicidade. Ao pessoal com quem neste último ano tive um enorme prazer trabalhar no laboratório MASSIVE, e que me ajudaram sempre que precisei: Manuel, Pedro, Hugo e David. Aos amigos que ficaram e que sempre me apoiaram e estiver cá para tudo. Ao meu melhor amigo Francisco Neves, Francisco Silva, Nelson, Rui, à minha afilhada Inês e muitos outros que não serão menos importantes por aqui não se encontrarem referidos, um muito obrigado a todos!

Um enorme obrigado ao orientador Maximino Bessa por me ter ajudado e motivado ao longo desta dissertação, sempre presente quando necessário e sempre interessado no meu percurso. Ao meu co-orientador Miguel de Melo, um grande agradecimento não só por se ter esforçado bastante nesta dissertação e ajudado em qualquer dúvida a qualquer hora, mas também como um grande amigo que este foi desde que o conheci. Agradeço também aos meus professores de curso que ajudaram sempre que necessitei ao longo deste percurso académico. Ao Emanuel Peres, Miguel Candeias. Joaquim Sousa, José Sousa, entre outros, um muito obrigado!

Parte desta dissertação foi suportada pelo projeto RECI/EEI-SII/0360/2012 intitulado MASSIVE – “*Multimodal Acknowledgeable multiSenSory Immersive Virtual Environments*” financiado pela União Europeia (COMPETE, QREN and FEDER) e “*TEC4Growth - Pervasive Intelligence, Enhancers and Proofs of Concept with Industrial Impact/NORTE-01-0145-*

*FEDER-000020*", cofinanciado pelo Programa Operacional Regional do Norte (NORTE 2020), através do Portugal 2020 e do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER). Todos os trabalhos foram conduzidos no Laboratório de Realidade Virtual MASSIVE do INESC TEC.

Guilherme Gonçalves

UTAD, Vila Real

16/10/2017

## Resumo

Dada a natureza das aplicações de Realidade Virtual (RV), a sensação de presença e os sintomas de *cybersickness* são parâmetros determinantes para a avaliação de um Ambiente Virtual (AV). Assim, torna-se crucial perceber que aspectos dos AV imersivos influenciam a sensação de presença e *cybersickness*. Sendo os jogos de RV aplicações que oferecem uma elevada imersão, estes foram usados como meio para a avaliação dos aspectos que maior contributo têm para altos níveis de sensação de presença e na redução dos sintomas de *cybersickness*. Tendo em conta que foram utilizados jogos VR como objeto de estudo, a variável *game experience* foi também considerada pois descreve a satisfação pessoal dos utilizadores acerca da sua experiência virtual no jogo. Assim, nos dois estudos realizados foram consideradas como variáveis dependentes a sensação de presença, *cybersickness* e *game experience*.

O primeiro estudo consistiu na avaliação subjetiva de cinco jogos de RV que contou com uma amostra de 78 participantes. Neste estudo foram encontradas diferenças significativas apenas entre jogos na componente de *game experience*. Para além disso, foram encontradas correlações significativas entre algumas escalas de presença e *game experience*, de *cybersickness* e *game experience* e de *game experience* e fatores sociodemográficos, nomeadamente ao nível de conhecimentos acerca de RV e de hábitos de jogo dos utilizadores.

Com base nos dados obtidos deste primeiro estudo, foi proposto e desenvolvido um jogo imersivo de RV Multissensorial. A componente multissensorial foi explorada, pois a literatura documenta que quantos mais sentidos são estimulados, melhor a experiência do utilizador. A componente multissensorial foi assegurada através de estímulos hápticos (vento e vibração) e olfativos. Com uma amostra de 50 participantes, não foram encontradas diferenças significativas na sensação de presença, *cybersickness* e *game experience* entre as condições com e sem multissensorial no jogo RV proposto. Quando comparado com os jogos avaliados no primeiro estudo, o jogo proposto apresentou diferenças estatisticamente significativas ao nível de *game experience*.

**Palavras-chave** – Realidade Virtual; Imersão; Sensação de Presença; *Cybersickness*; *Game experience*; Multissensorial



## **Abstract**

Given the nature of Virtual Reality (VR) applications, the sense of presence and the symptoms of cybersickness are specific parameters for an assessment of Virtual Environment (VE). Thus, it becomes crucial to realize what aspects of immersive VEs influence the sense of presence and cybersickness. Since VR games are applications that offer high levels of immersion, these were used as means for evaluating the aspects that offer a higher contribution for high levels of presence and fewer cybersickness symptoms. Considering VR games were the object of study, the variable gaming experience was also considered since it describes the satisfaction of the users in games. Thus, in the two performed studies the dependent variables sense of presence, cybersickness and game experience were considered.

The first study consisted on the subjective evaluation of five VR games with a sample of 78 participants. In this study significant differences were found only between games in the game experience component. In addition, significant correlations were found between some presence and game experience subscales, cybersickness and gaming experience, gaming experience and socio-demographic factors, for example, information about the VR knowledge and gaming habits of users.

Based on the data obtained from this first study, an immersive VR Multisensory game was proposed and developed. A multisensory component was explored, as the literature states that the more senses are stimulated, the better the user experience. The multisensory component was ensured through haptic (wind and vibration) and olfactory stimuli. With a sample of 50 participants, there were no results found in the sense of presence, cybersickness and game experience between conditions, with or without multisensory stimuli present in the proposed VR game. When compared to games evaluated in the first study, the proposed game showed statistically significant differences at the game experience level.

**Keywords** – Virtual Reality; Immersion; Sense of presence; Cybersickness; Game experience; Multisensory



# Índice Geral

|  |      |
|--|------|
| Agradecimentos.....  | iii  |
| Resumo.....  | v    |
| Abstract.....  | vii  |
| Índice Geral.....  | ix   |
| Índice de Figuras.....                                     | xiii |
| Índice de Tabelas.....                                     | xv   |
| Glossário de Acrónimos e Abreviaturas.....                 | xvii |
| 1. Introdução.....   | 1    |
| 1.1. Motivação e objetivos.....                            | 2    |
| 1.2. Contribuições da dissertação.....                     | 3    |
| 1.3. Organização da dissertação.....                       | 4    |
| 2. Estado da Arte.....                                     | 5    |
| 2.1. Imersão.....  | 5    |
| 2.2. Presença.....   | 9    |
| 2.3. Cybersickness.....                                    | 13   |
| 2.4. Game Experience.....                                  | 14   |
| 2.5. Estímulos multissensoriais.....                       | 17   |
| 2.5.1. Visão.....  | 17   |
| 2.5.2. Audição.....  | 18   |
| 2.5.3. Olfato.....   | 18   |
| 2.5.4. Háptico.....  | 19   |
| 2.6. Equipamentos de Realidade Virtual.....                | 20   |
| 2.6.1. Equipamentos de Tracking.....                       | 20   |
| 2.6.2. Equipamentos para visualização imersiva de AVs..... | 21   |

|  |    |
|--|----|
| 2.6.3. Equipamento de interação .....  | 24 |
| 3. Avaliação de jogos de RV imersivos .....  | 27 |
| 3.1. Materiais e métodos .....   | 27 |
| 3.1.1. Endless Night (Alpha).....  | 28 |
| 3.1.2. Quanero .....   | 30 |
| 3.1.3. Budget Cuts (Demo).....   | 31 |
| 3.1.4. The price of freedom .....  | 33 |
| 3.1.5. The About's Book (Demo).....  | 34 |
| 3.2. Variáveis do estudo .....   | 35 |
| 3.3. Hipóteses .....   | 35 |
| 3.4. Amostra .....   | 36 |
| 3.5. Procedimento.....   | 36 |
| 3.6. Resultados .....  | 37 |
| 3.6.1. Diferenças entre jogos na sensação de presença, cybersickness e game experience .....   | 37 |
| 3.6.2. Diferenças entre géneros na sensação de presença, cybersickness e game experience ..... | 39 |
| 3.6.3. Correlação entre subescalas do questionário GUESS e IPQp.....                           | 41 |
| 3.6.4. Correlação entre subescalas do questionário GUESS e SSQ.....                            | 41 |
| 3.6.5. Correlação entre subescalas do questionário GUESS e Sócio Demográfico. ....             | 42 |
| 3.6.6. Correlação das subescalas dos questionários IPQp e SSQ com Sócio Demográfico .....      | 42 |
| 3.6.7. Correlação entre as subescalas dos questionários IPQp e SSQ.....                        | 43 |
| 3.7. Discussão.....  | 43 |
| 3.8. Sumário .....   | 46 |
| 4. Desenho de jogos de RV multissensoriais .....   | 47 |
| 4.1. Caracterização do jogo de RV Multissensorial .....  | 47 |

|   |    |
|---|----|
| 4.1.1. Usability/Playability.....                                 | 47 |
| 4.1.2. Narratives .....   | 48 |
| 4.1.3. Play Engrossment.....                                      | 48 |
| 4.1.4. Enjoyment .....  | 48 |
| 4.1.5. Creative Freedom .....                                     | 48 |
| 4.1.6. Audio Aesthetics .....                                     | 49 |
| 4.1.7. Personal Gratification.....                                | 49 |
| 4.1.8. Visual Aesthetics.....                                     | 50 |
| 4.1.9. Multissensorial .....                                      | 50 |
| 4.2. Especificação da proposta de jogo de RV multissensorial..... | 50 |
| 4.2.1. Nível 1 (Estímulo háptico - vento).....                    | 50 |
| 4.2.2. Nível 2 (Estímulo háptico - vibração).....                 | 51 |
| 4.2.3. Nível 3 (Estímulo olfativo) .....                          | 52 |
| 4.2.4. Nível 4 (Fim).....   | 53 |
| 4.3. Implementação do jogo de RV multissensorial proposto.....    | 54 |
| 4.4. Jogo de RV multissensorial.....                              | 55 |
| 4.4.1. Nível 1 .....  | 55 |
| 4.4.2. Nível 2 .....  | 57 |
| 4.4.3. Nível 3 .....  | 58 |
| 4.4.4. Nível 4 .....  | 59 |
| 4.5. Avaliação do jogo RV multissensorial.....                    | 60 |
| 4.5.1. Materiais e métodos .....                                  | 60 |
| 4.5.2. Variáveis do estudo .....                                  | 61 |
| 4.5.3. Hipóteses .....  | 62 |
| 4.5.4. Amostra .....  | 63 |
| 4.5.5. Procedimento.....  | 63 |

|   |    |
|---|----|
| 4.5.6. Resultados .....                 | 64 |
| 4.5.7. Discussão.....                   | 72 |
| 4.6. Sumário .....                      | 76 |
| 5. Conclusões .....                     | 77 |
| 5.1. Limitações e Trabalho Futuro ..... | 79 |
| Referências Bibliográficas .....        | 81 |
| Anexos.....                             | 89 |

# Índice de Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 Participante verificando a beira da tábua .....  | 20 |
| Figura 2 Exemplo de um sistema CAVE com 4 ecrãs .....   | 22 |
| Figura 3 Parte interior com as óticas visíveis dos HMD HTC Vive .....   | 24 |
| Figura 4 Endless Night (Alpha) - Jogador segurando armas diferentes em cada mão, enfrentando um troll .....   | 29 |
| Figura 5 Quanero - Exemplo de uma das personagens da experiência.....   | 30 |
| Figura 6 Budget Cuts Demo Pre-alpha: Arma de teleporte na mão esquerda e de interação com objetos na mão direita. ....  | 32 |
| Figura 7 The price of freedom - O jogador segura um documento sobre dosagens de drogas.34   |    |
| Figura 8 The abbot's book (demo) – À esquerda o ambiente exterior com o jogador a segurar a tocha e com a personagem que o acompanha pelo caminho à sua frente. À direita o ambiente interior (gruta). .... | 35 |
| Figura 9 Layout do Nível 1 .....  | 51 |
| Figura 10 Layout do Nível 2 .....   | 52 |
| Figura 11 Layout do Nível 3 .....   | 53 |
| Figura 12 Layout do Nível 4 .....   | 54 |
| Figura 13 Imagens in-game do nível 1 do jogo implementado.....  | 56 |
| Figura 14 Imagens in-game do nível 2 do jogo implementado.....  | 58 |
| Figura 15 Imagens in-game do nível 3 do jogo implementado.....  | 60 |
| Figura 16 Layout da sala onde se efetuou o estudo experimental com um participante a realizar a experiência.....  | 64 |



# Índice de Tabelas

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 Descrição das subescalas do questionário GUESS .....  | 16 |
| Tabela 2 Comparação entre os três HMD mais usados atualmente .....   | 23 |
| Tabela 3 Resultados da sensação de presença entre os 5 jogos testados.....                                   | 37 |
| Tabela 4 Resultados do cybersickness entre os 5 jogos testados .....   | 38 |
| Tabela 5 Resultados do game experience entre os 5 jogos testados .....                                       | 39 |
| Tabela 6 Diferenças entre géneros nos 5 jogos testados relativos à sensação de presença.....                 | 40 |
| Tabela 7 Diferenças entre géneros nos 5 jogos testados relativos ao cybersickness .....                      | 40 |
| Tabela 8 Diferenças entre géneros nos 5 jogos testados relativos ao game experience.....                     | 40 |
| Tabela 9 Sig. (2-Tailed) e Coeficiente Pearson entre as subescalas IPQp e GUESS .....                        | 41 |
| Tabela 10 Sig. (2-Tailed) e Coeficiente Pearson entre GUESS e SSQ.....                                       | 41 |
| Tabela 11 Sig. (2-Tailed) e correlação Pearson entre os questionários GUESS e Sociodemográfico.....          | 42 |
| Tabela 12 Sig. (2-Tailed) e correlação Pearson das subescalas do questionário IPQp com Sociodemográfico..... | 42 |
| Tabela 13 Sig. (2-Tailed) e correlação Pearson das subescalas do questionário SSQ com Sociodemográfico.....  | 43 |
| Tabela 14 Sig. (2-Tailed) e correlação Pearson das subescalas do questionário IPQp com SSQ .....             | 43 |
| Tabela 15 Resultados da sensação de presença entre condições do jogo proposto.....                           | 65 |
| Tabela 16 Resultados de cybersickness entre condições do jogo proposto .....                                 | 65 |
| Tabela 17 Resultados de game experience entre condições do jogo proposto.....                                | 66 |

|  |    |
|--|----|
| Tabela 18 Resultados da sensação de presença entre jogos .....   | 67 |
| Tabela 19 Resultados do cybersickness entre jogos.....   | 68 |
| Tabela 20 Resultados do game experience entre jogos.....   | 68 |
| Tabela 21 (Sig-2 Tailed) e correlação Pearson entre subescalas do questionário GUESS e IPQp no jogo proposto.....              | 69 |
| Tabela 22 (Sig-2 Tailed) e correlação Pearson entre subescalas do questionário GUESS e SSQ no jogo proposto.....               | 70 |
| Tabela 23 (Sig-2 Tailed) e correlação Pearson entre subescalas do questionário GUESS e Sociodemográfico no jogo proposto ..... | 70 |
| Tabela 24 (Sig-2 Tailed) e correlação Pearson entre subescalas do questionário IPQp e Sociodemográfico no jogo proposto .....  | 71 |
| Tabela 25 (Sig-2 Tailed) e correlação Pearson entre subescalas do questionário SSQ e Sociodemográfico no jogo proposto .....   | 71 |
| Tabela 26 (Sig-2 Tailed) e correlação Pearson entre subescalas do questionário IPQp e SSQ no jogo proposto.....                | 71 |

# Glossário de Acrónimos e Abreviaturas

## Lista de acrónimos

| <b>Sigla</b> | <b>Expansão</b>                           |
|--------------|---|
| AV           | Ambiente virtual                          |
| CAVE         | <i>CAVE Automatic Virtual Environment</i> |
| HMD          | <i>Head Mounted Display</i>               |
| HZ           | <i>Hertz</i>                              |
| OLED         | <i>Organic light-emitting diode</i>       |
| <i>PI</i>    | <i>Place Illusion</i>                     |
| Psi          | <i>Plausibility Illusion</i>              |
| RV           | Realidade Virtual                         |



## **Lista de abreviaturas**

| <b>Abreviatura</b> | <b>Significado(s)</b>                     |
|--------------------|---|
| Aprox.             | Aproximado                                |
| Ex.                | Exemplo                                   |
| Freq. Jogos        | Frequência com que os participantes jogam |



# 1. Introdução

Os sistemas de Realidade Virtual (RV) têm vindo a mostrar provas do seu enorme potencial ao longo dos anos. O seu crescimento deve-se, em parte, ao aumento do poder de processamento dos computadores. Permite a síntese de imagens e as interações entre o utilizador e o mundo virtual em tempo real (Fuchs, Moreau, & Guitton, 2011). A RV diferencia-se de fotografias e filmes reais ou gerados por computador devido à possibilidade de interação que esta oferece. Consequentemente, os utilizadores deixam de ser meros espetadores para passarem a ser os “atores” num mundo virtual. Um dos objetivos principais da RV é tornar possíveis as atividades cognitivas e sensoriomotoras de um utilizador num mundo gerado por computador (Fuchs, 1996). Portanto o utilizador deve ter a capacidade de interagir, fazendo uso de ações físicas, com o mundo virtual e por sua vez ter estímulos correspondentes a essas ações por parte do sistema de RV. Sem a componente de interação, tudo não passará de meras representações de imagem onde o utilizador se encontra como sendo o espetador e não um elemento que possa causar alterações no ambiente.

A sensação de presença é um dos fatores que permitem avaliar um AV imersivo. É considerado como a sensação psicológica de estar dentro de um mundo virtual como se fosse real (Mel Slater & Wilbur, 1997). Os estímulos multissensoriais apresentam um grande potencial na área da RV. O número de estímulos que um utilizador sente (visão, audição, háptico, olfativo) e a sua coerência com o AV elevam a sua sensação de presença no mundo virtual (Dinh, Walker, Hodges, Chang Song, & Kobayashi, 1999).

O *cybersickness* é considerado como um conjunto de possíveis efeitos secundários parecidos aos do *motion sickness* que podem prejudicar a experiência dos utilizadores de RV (LaViola, 2000). Entre os sintomas temos por exemplo: tensão ocular, dor de cabeça, náuseas, ataxia, entre outros. Existem vários fatores que podem causar estes sintomas, alguns a nível técnico e da responsabilidade dos equipamentos e outros a nível de jogabilidade e usabilidade. É ao nível de jogabilidade e usabilidade de uma aplicação RV que é pretendido, com este estudo, saber o que pode evitar estes sintomas de maneira a que não influenciem negativamente a presença e experiência dos utilizadores.

O *game experience* representa-se nesta dissertação como sendo a satisfação do jogador face aos vários aspetos do jogo. Entre alguns dos parâmetros do *game experience* encontram-se: Visuais, Auditivos, Diversão, a atenção do jogador, usabilidade, entre outros. A análise de

quais os parâmetros de *game experience* que se destacam nos diversos jogos e a comparação com a sensação de presença nesses mesmos jogos, é possível encontrar ligações entre *game experience* e presença. Tal poderá permitir a obtenção de informações sobre o que funciona nos jogos de RV que permitam melhorar a presença.

### **1.1. Motivação e objetivos**

A potencialidade da RV abrange uma vasta área de usos no nosso dia a dia (entretenimento, turismo, promoção, treino e certificação...). A RV imersiva tem enormes vantagens sobre a RV pouca imersiva (ex. ecrãs de computador) pois estes permitem que o seu utilizador se sinta realmente presente no AV como se este fosse real. Portanto a criação de AVs verdadeiramente imersivos e com os quais os utilizadores possam interagir de forma natural e intuitiva é de grande importância no contexto da nossa atualidade.

De forma a otimizar o desenvolvimento de AV imersivos, a presente dissertação tem como objetivo identificar que características de um AV contribuem para uma maior sensação de presença, menor *cybersickness* e um *game experience* elevado. Como objetivo secundário pretende-se também verificar a existência de correlações entre a sensação de presença e o *game experience*, a sensação de presença e *cybersickness* e *cybersickness* e *game experience*. Para além disso, o género, conhecimentos sobre RV ou a frequência com que os participantes costumam jogar, também serão considerados.

Assim, definiram-se os seguintes objetivos específicos:

- Analisar a sensação de presença em jogos de RV;
- Analisar os sintomas de *cybersickness* em jogos de RV;
- Analisar o *game experience* nos jogos de RV;
- Analisar os aspetos comuns nos jogos de RV que induzem uma maior sensação de presença entre os participantes;
- Analisar a correlação entre a sensação de presença e *game experience*;
- Analisar a correlação entre a sensação de presença e *cybersickness*;
- Analisar a correlação entre *game experience* e *cybersickness*;
- Avaliar o impacto do género ao nível da sensação de presença, *cybersickness* e *game experience*;

- Avaliar o impacto dos conhecimentos do utilizador sobre RV ao nível da sensação de presença, *cybersickness* e *game experience*;
- Avaliar o impacto da frequência com que o utilizador joga ao nível da sensação de presença, *cybersickness* e *game experience*;
- O desenho e avaliação de um jogo RV multissensorial.
- Verificar se os estímulos multissensoriais influenciam as decisões do participante;
- Analisar se o conhecimento prévio da possibilidade de decisão influencia as decisões do participante;

## **1.2. Contribuições da dissertação**

O principal contributo desta dissertação é a identificação das principais características dos AVs que maior contributo tem para a sensação de presença, menor *cybersickness* e maior *game experience*. O género foi tido em conta como variável independente, sobre a qual não foram encontradas diferenças na sensação de presença, *cybersickness* e *game experience*. Esta dissertação identifica também correlações entre as diferentes componentes de presença, *cybersickness* e *game experience* perante os jogos de RV. Foram encontradas correlações entre a frequência com que os participantes jogam com o *game experience*.

Com base nas características, foi desenvolvido um jogo de forma a validar os dados obtidos. Para além disso, foi também adicionada uma componente multissensorial no jogo para permitir a avaliação do impacto dos estímulos hápticos (vento e vibração) e olfativos na sensação de presença, *cybersickness* e *game experience*. Tal não produziu diferenças em qualquer uma das variáveis dependentes. A introdução do multissensorial permitiu também estudar se os estímulos não visuais e auditivos poderiam influenciar as decisões do jogador nos caminhos que poderia seguir, onde se verificou que tal não aconteceu. Não houve diferenças na presença e *cybersickness* quando comparado o jogo proposto com os jogos analisados anteriormente. Já no *game experience* foram encontradas diferenças com um dos jogos analisados. Correlações entre a frequência com que participantes jogam e o nível de conhecimento destes foram encontradas com a sensação de presença e *game experience*.

### **1.3. Organização da dissertação**

A dissertação encontra-se dividida em 5 capítulos. No primeiro, é feita uma introdução aos conceitos-chave da área de conhecimento que esta dissertação visa, assim como é apresentada a motivação, objetivos e contribuições da mesma. O segundo capítulo contempla o estado de arte, apresentando, de uma forma mais aprofundada, ao leitor os conceitos de RV, presença, imersão, *cybersickness*, *game flow* assim com alguns dos equipamentos de RV disponíveis e trabalhos que consideram estímulos multissensoriais em AV. No terceiro capítulo encontra-se a avaliação de jogos de RV e a análise dos dados obtidos do estudo. No quarto, propõe-se um jogo de RV desenhado tendo em conta avaliação feita no terceiro capítulo com o objetivo de proporcionar uma boa experiência de jogo de RV e que permita um grande nível de presença e *game experience* e baixos níveis de *cybersickness*. Neste mesmo capítulo é ainda avaliado o jogo proposto de maneira a validar os resultados encontrados no terceiro capítulo. Foi analisado também o impacto entre o multissensorial e não multissensorial na sensação de presença, *cybersickness* e *game experience* e a influência do multissensorial sobre as decisões do jogador. O último capítulo consiste na apresentação das conclusões obtidas através do trabalho realizado e algumas considerações finais.

## 2. Estado da Arte

A RV, apesar de ser bastante comum e popular atualmente, não é uma tecnologia propriamente recente e o seu surgimento não foi espontâneo, mas sim gradual. Por volta de 50 anos atrás as pessoas já usavam RV sem a noção que estavam a usa-la efetivamente. Na altura o seu uso era essencialmente destinado para profissionais em simuladores de avião, comboio ou carros. Atualmente RV estende-se por vários campos como o das ciências sociais, ciências humanas, ciências e tecnologias. Podemos assumir a definição técnica de RV dada por (Fuchs et al., 2011):

*“Realidade virtual é um domínio científico e técnico que usa ciências da computação e interfaces comportamentais para simular num mundo virtual o comportamento de entidades 3D, que interajam em tempo real umas com as outras e com um ou mais utilizadores numa imersão pseudo natural através de canais sensoriomotores.”*

De forma a cumprir os objetivos da presente dissertação, torna-se importante conhecer os equipamentos de RV assim como os termos Imersão, Presença, *Cybersickness* e *Game Flow* que têm sido usados amplamente no campo da RV como uns dos pontos mais importantes em certas áreas (ex. entretenimento) (Baños et al., 2004; LaViola, 2000; Meehan, Insko, Whitton, & Brooks, 2002; Sweetser & Wyeth, 2005). Dado também que está provado que quanto mais sentidos são estimulados de forma coerente numa experiência de RV, melhor é a experiência do utilizador, torna-se pertinente considerar a estimulação multissensorial em AVs (Dinh et al., 1999; Fröhlich & Wachsmuth, 2013; Mel Slater & Wilbur, 1997).

### 2.1. Imersão

Vários autores reúnem consenso em relação ao conceito de Imersão, definindo-o como sendo o conjunto de elementos sensoriais disponíveis ao utilizador através da tecnologia, as características dos aparelhos usados na RV e o quão capazes são de isolar o utilizador do mundo real ao fornecerem uma ilusão de realidade aos sentidos deste, sendo a imersão considerada uma componente objetiva (Mel Slater & Wilbur, 1997), (Baños et al., 2004) e (Fuchs et al., 2011). Já Slater et. al (Mel Slater & Wilbur, 1997) dividem imersão em quatro dimensões (*Intensive, Extensive, Surrounding, Vivid*). Definindo-as da seguinte forma:

- “*Intensive*” é o ponto até ao qual a realidade física é impedida de ser percebida. Alguns dos problemas que surgem ao tentar atingir uma situação perfeita poderão ser, por exemplo, o peso dos HMD e *headphones* sobre a cabeça do utilizador ou os seus cabos enrolarem-se no corpo. Estas situações impedem que o utilizador se desligue totalmente do mundo físico real.
- “*Extensive*” é variedade de elementos sensoriais disponíveis. Aqui poderemos considerar a quantidade de sentidos estimulados, a sua coerência, a qualidade da sua estimulação (visão, audição, tato, olfato e paladar). Por exemplo, no caso do sentido da audição, o AV deverá proporcionar o máximo de sons diferenciados possíveis e toca-los assim que necessário, por exemplo, aquando a queda de um copo, ou no próprio caminhar do corpo virtual.
- “*Surrounding*” indica o quão largo é o campo de visão. Um ecrã de *desktop* oferecerá um menor campo de visão que um *Head Mounted Display (HMD)* por exemplo.
- “*Vivid*” refere-se à resolução e fidelidade da imagem, entrando conceitos como o tamanho e número dos pixéis do ecrã, a qualidade das sombras, iluminação e texturas. Neste ponto faltaria referir que o *refresh rate* têm igualmente uma enorme importância na capacidade de imersão do sistema.

Outra componente importante é denominada de *body matching* definido por Slater & Wilbur (1997). Para que exista, é preciso uma correlação entre os movimentos do utilizador e a informação enviada para o ecrã, sendo que é necessário *body tracking* para que isto aconteça, ou pelo menos *head tracking*. Por exemplo, um movimento de cabeça terá como consequência uma alteração correspondente na imagem gerada no ecrã. Quanto maior for o mapeamento do corpo, melhor os movimentos do corpo virtual serão reproduzidos. Idealmente, as ações do utilizador deverão ser reproduzidas de maneira a que exista um grande nível de correspondência entre o que o utilizador sente e o que vê. Um exemplo disto seria que o utilizador ao caminhar no AV, caminha-se também de igual forma no mundo real.

Outro conceito importante no âmbito da imersão é o conceito de “*Plot*”, sendo a história apresentada sobre um determinado contexto, com autonomia, dinâmica própria e que permita revelar uma sequência de eventos alternativa e diferente do mundo real.

Para (Witmer & Singer, 1998) imersão não é uma componente objetiva mas sim subjetiva, considerando ser um estado psicológico onde o participante se percebe a si mesmo como parte do AV. Esta definição contraria a de Slater que mais tarde veio a responder ao questionário de presença de Witmer e Singer (Mel Slater, 1999). Pausch, Proffitt e Williams definem a imersão como a sensação de estar presente no mundo virtual como se fosse real (Pausch, Proffitt, & Williams, 1997). Esta definição de imersão é qualificada como sendo a definição de presença de Slater. Para esta dissertação, a definição de imersão de Slater será usada por distinguir claramente o que faz parte da tecnologia e o que faz parte do psicológico do participante. Autores como (D. A. Bowman & R. P. McMahan, 2007) e (Fuchs et al., 2011) concordam e usam igualmente a definição de imersão e presença de Slater.

Slater (2009) apresenta parâmetros determinantes da qualidade da experiência virtual sendo eles *frame rate*, a extensão do *tracking* (para além do *tracking* da cabeça), latência do *tracking* (o tempo entre o momento que o utilizador realiza uma ação física e a atualização do ecrã com nova informação relativa a essa ação), a qualidade da imagem (brilho, cor, resolução, contraste), o campo de visão (se é suficiente para cobrir todo o campo da visão humana e se envolve totalmente o utilizador), a qualidade da renderização da cena virtual (o quão a geometria dos objetos se assemelham ao real, o quão realista a iluminação é), as dinâmicas (quão plausível são os comportamentos dos objetos relativamente às expectativas do participante) e o leque de modalidades sensoriais disponíveis. Neste estudo o autor apresenta uma nova forma de classificar o grau de imersão. Refere que um sistema imersivo pode ser caracterizado pelas contingências sensoriomotoras que este suporta. Estas são classificadas como as ações que um indivíduo toma de maneira a perceber o mundo ao seu redor, como por exemplo, dobrar ou agachar-se de maneira a perceber o que está por baixo de uma mesa. As “ações sensoriomotoras válidas” dizem respeito às ações que resultam em alterações em todas as modalidades sensoriais e as “ações válidas efetivas” referem-se às ações que um indivíduo pode realizar que resultem em mudanças no ambiente. Estes dois termos unidos são chamados por Slater como “ações válidas” onde as ações que um indivíduo realiza podem resultar em alterações no ambiente ou na sua perceção dele. Por exemplo um participante é capaz de perceber rapidamente o efeito que o movimento da sua cabeça tem em relação com a imagem que vê num AV usando *HMD* com *tracking*. Neste caso o movimento de cabeça seria considerado como sendo uma “ação sensoriomotora válida”. Mas se ele tentar sentir algum objeto no AV e não conseguir por falta de feedback háptico a ação de tentar tocar em algo não

seria uma “ação sensoriomotora válida”. Se o mesmo participante tentar agarrar num objeto e não pode move-lo de lugar, esta não seria uma “ação efetiva válida”. Mas se este tivesse na sua posse um instrumento na mão que permitisse *tracking* e agarrar nos objetos, a ação de tentar mover um objeto de sítio já seria uma “ação efetiva válida”.

Slater (2009) refere ainda que a qualidade da imagem e interatividade estão intimamente ligados. Por exemplo o quanto um participante pode tentar observar um objeto de perto será influenciado pela resolução do ecrã proporcionado pelo sistema. Uma resolução baixa poderá levar a que escapem detalhes do AV ao utilizador que de outra forma o fariam comporta-se de maneira diferente. Com estas definições é possível entender que a interatividade do utilizador com o mundo virtual e o mundo virtual com o utilizador é necessária para uma maior imersividade do sistema, novamente indo ao encontro da dimensão “*body tracking*” mencionada anteriormente (Mel Slater & Wilbur, 1997).

A interação proporcionada pelo sistema imersivo tem um papel preponderante na experiência do utilizador com uma correlação positiva com a sensação de presença (McMahan, Bowman, Zielinski, & Brady, 2012; Messinis, Saltaouras, Pintelas, & Mikropoulos, 2010; M. Slater, 2009; Welch, Blackmon, Liu, Mellers, & Stark, 1996). Existem várias noções de interação em AVs: Slater e Usoh consideram a interação como a capacidade do utilizador de se deslocar e alterar o mundo virtual, ou seja, navegação e manipulação (Mel Slater & Usoh, 1994). Zelter (1992) define interação como a habilidade de alterar parâmetros do AV com resposta imediata (Zeltzer, 1992). Steuer caracteriza interação como a extensão até à qual os utilizadores podem modificar a forma e conteúdo de um ambiente em tempo real (Steuer, 1992). Em relação à interação e *cybersickness*, estudos indicam que quanto maior o controlo do utilizador sobre as ações (ex. girar a cabeça, caminhar) menor será a probabilidade de *cybersickness* (Stanney & Hash, 1998).

Um sistema imersivo ideal é capaz de simular um sistema não imersivo, mas o contrário não é possível acontecer. Ou seja, num sistema imersivo pode-se simular o que seria assentar-se frente a um habitual computador com ecrã e experienciar esse mesmo sistema não imersivo dentro do sistema imersivo (M. Slater, 2009).

## 2.2. Presença

Slater & Wilbur (1997) consideram o termo “Presença” como um estado da consciência, a sensação psicológica de estar dentro de um mundo virtual. Participantes que se sentem muito presentes deverão sentir o AV como sendo uma realidade mais envolvente que o mundo físico ao seu redor e conseqüentemente assumir os AVs como sítios visitados em vez de imagens visualizadas. Os comportamentos do utilizador no AV deverão ser similares com aqueles que este teria na vida real. Para que tal aconteça é necessário ir ao encontro do “*body matching*” e ter um corpo virtual que imite os movimentos da própria pessoa.

Para Slater & Wilbur (1997) existe um lado subjetivo e objetivo na Presença. O lado subjetivo refere-se ao grau da sensação que o participante tem ao estar dentro de um AV, de o ver como se fosse real. O lado objetivo refere-se ao quão parecidos são os comportamentos do utilizador no AV em relação a situações análogas no mundo real. Os autores mencionam que um enredo que retire o utilizador da vida quotidiana para um mundo alternativo independente proporcionará uma maior possibilidade de se sentirem mais presentes neste, tal como referem anteriormente na dimensão “*Plot*”. Uma pessoa que seja sensível ao deslocamento da sua sensação de realidade, ou seja a sua capacidade de aceitar algo como real, terá uma maior possibilidade de se sentir mais presente.

Um sistema que suporte Contingências sensoriomotoras que se aproximem daqueles do mundo físico real pode dar a ilusão que nos encontramos dentro de um AV (M. Slater, 2009). No entanto Slater introduz o termo *Place Illusion* (PI) como sendo a intensa ilusão de nos encontrarmos num determinado lugar mesmo sabendo que não nos encontramos realmente nele, de maneira a distinguir este tipo de ilusão do termo presença em si, sendo este também um termo subjetivo. Um individuo percebe um mundo virtual dando uso às suas capacidades motoras tal como o faria no mundo real. Um determinado individuo pode sentir altos níveis de PI e outro não para um mesmo sistema imersivo. Imaginando dois indivíduos A e B onde o individuo A explora o ambiente, move-se, tenta tocar nos objetos do mundo virtual e o individuo B permanece parado no mesmo sitio olhando á sua volta. O individuo A chegará rapidamente ao limite do sistema imersivo quando começa por exemplo a embater contra as paredes da divisão levando a que ele se aperceba do mundo exterior ao mundo virtual quebrando o PI ao contrário do individuo B. Slater define então que a imersão fornece os limites nos quais PI pode ocorrer. Este exemplo mostra que para um mesmo sistema imersivo, indivíduos

diferentes podem ter níveis de ilusão de presença para o mesmo mundo virtual. Quanto mais os participantes exploram o mundo virtual, maior é a possibilidade de quebras no seu PI.

No mesmo trabalho Slater introduz outro termo, “*Plausibility Illusion*” (Psi), sendo a ilusão de que o que aparentemente está a acontecer, está mesmo a acontecer mesmo que o utilizador saiba que não. Por exemplo uma personagem virtual que comunique e reaja face aos movimentos do utilizador. Slater assume que uma componente importante que conduz ao (Psi) é a correlação entre eventos externos, causados indiretamente pelo participante, e as sensações deste (de maneira exteroceptiva e interoceptiva). Se a personagem virtual olhar diretamente nos olhos do participante poderá causar uma resposta neste, como por exemplo, aumento do ritmo cardíaco. O mesmo efeito não aconteceria se o utilizador observasse por exemplo um objeto estático e comum como uma parede. É de notar que Psi não necessita de realismo físico. Exemplo disto é o estudo conduzido por Slater (Mel Slater et al., 2006) sobre o estudo de obediência de Stanley Milgram (Milgram, 1963).

O estudo original de Stanley envolvia um “Professor” e um “Aluno”. O aluno teria de responder a uma série de questões, caso errasse o professor aplicaria corrente elétrica pelo corpo do aluno causando dor e agonia. Por motivos éticos o estudo não teve continuação. Usando a RV, Slater tentou replicar a experiência de Stanley onde os participantes tomariam o lugar do professor que aplicaria choques ao aluno a cada resposta errada. Apesar de os participantes terem noção que nada era real, e da pouca fidelidade das animações e aparência do aluno e do AV, estes reagiram como trata-se de uma situação real mostrando uma ansiedade crescente a cada choque dado.

Para Fuchs, Moreau e Guitton (Fuchs et al., 2011) a presença é um produto da imersão, ou seja, o efeito que um sistema imersivo causa no comportamento de uma pessoa. Referem que a presença é um fenómeno psicológico biestável relacionado com a sensação do sujeito em se sentir presente no mundo virtual e/ou real. Para uma dada experiência um utilizador pode sentir-se mais ou menos presente no mundo virtual, dependendo da perceção, compreensão e capacidade de descrença deste. Um ambiente muito imersivo pode induzir uma maior sensação de presença. No entanto a sensação de presença não é inteiramente dependente da imersão (Baños et al., 2004).

Num estudo conduzido por Brown e Cairns em jogos, usando Teoria Fundamentada nos Dados, imersão é dividida em *engagement*, *engrossment* e *total immersion* (Brown & Cairns, 2004). Para estes autores os conceitos de imersão e presença parecem ter o mesmo significado,

podendo considerar-se na análise deste estudo a imersão e presença como sendo o mesmo. Brown e Cairns focam-se na RV pouco imersiva, (ex. jogos de *desktop* sobre um ecrã vulgar). Contudo podemos considerar que os fatores que influenciam imersão nos jogos de Desktop também o farão nos jogos de RV mais imersivos sendo importante entendê-los.

A fase *Engagement* refere-se às preferências dos jogadores sobre determinado género ou estilo de jogo. Se por exemplo os participantes não gostarem de jogos de suspense e/ou terror, não se irão empenhar neles nem sentir vontade de os jogar. Neste ponto é necessário avaliar quais os gostos dos jogadores e se realmente estes têm algum impacto que possa comprometer a imersão. Os controlos devem ser fáceis de entender e de utilizar de modo a que o participante consiga navegar e interagir de forma intuitiva e natural. O participante não deverá pensar que controlos terá de usar e como usa-los. Este processo necessitará de ser inconsciente e instantâneo de maneira a manter o foco no mundo virtual e não em como interagir com ele. Sendo o objetivo separar o jogador do mundo real para o virtual, torna-se absolutamente necessário os movimentos e interação serem o mais parecido possível com aqueles que estamos habituados no mundo real, indo ao encontro da dimensão “Body matching” referida por Slater e Wilbur. Os jogadores entrevistados por Brown e Cairns relataram que, quanto maior o tempo devotado a um jogo, mais envolvidos nele se tornam, perdendo até a noção do tempo. Podemos assumir então que a perda de noção de tempo estará relacionada com uma maior imersividade do jogo. Jogos imersivos parecem necessitar de um maior esforço, atenção e tempo do utilizador.

A fase de *engrossment* está ligada às emoções do jogador. Fatores como os visuais do jogo, tarefas e história são mencionados pelos jogadores como pontos importantes na construção de um jogo. O nível de detalhe dos mundos e o trabalho posto neles também é apreciado pelos jogadores. Este empenho traduz-se na vontade dos jogadores em querer continuar a jogar.

O estágio de *total immersion* traduz-se no facto de o jogador desligar-se da realidade, esquecer e ignorar o seu redor focando-se apenas na experiência. No campo da RV os *HMD* permitem ignorar o que nos rodeia facilmente devido á enorme diferença de campo de visão proporcionado em relação aos ecrãs de Desktop convencionais. Para além desta vantagem, um maior campo de visão ou “*Field of View*” está relacionado positivamente com a sensação de presença no mundo virtual (J. J. W. Lin, H. B. L. Duh, D. E. Parker, H. Abi-Rached, & T. A.

Furness, 2002). Isto permite desligar a nossa visão de qualquer objeto real ao nosso redor, forçando a nossa atenção visual inteiramente para o mundo virtual.

A empatia e atmosfera sentida pelo jogador parece estar igualmente no cerne da imersividade. Um jogador que sente empatia com uma ou várias personagens tem maior probabilidade de se sentir totalmente imerso. Atmosfera é entendida para Brown e Cairns como sendo o conjunto de gráficos, história e sons. Estes elementos devem ser coerentes entre eles e com as ações do jogador. Como já confirmado anteriormente com o trabalho de Brown e Cairns, quanto maior a atenção e esforço exigido do jogador, mais presente este se sentirá. A RV entra também aqui em força, aumentando a potencialidade de criar atmosferas muito mais realistas e coerentes com muitos fatores que exijam a atenção do utilizador. Usando o multissensorial, é possível exigir atenção dos jogadores, não só para o som e visuais, mas sim para o olfato e tato igualmente. Se todos estes elementos estiverem em concordância, atingir um grande nível de imersão deverá ser mais fácil para os utilizadores de RV. “The level of immersion felt by gamers seems to correlate to the number of attentional sources needed as well as the amount of each attentional type.” (Brown & Cairns, 2004).

Ambos estudos de Brown & Cairns (2004) e J. J. W. Lin, H. B. L. Duh, D. E. Parker, H. Abi-Rached, & T. A. Furness (2002) permitem, no entanto, verificar que imersão e presença não estão obrigatoriamente relacionados com o prazer de jogar. Apesar de o utilizador se sentir muito presente num AV seria errado assumir que o estaria a achar agradável.

Estudos indicam que existem diferenças entre género na sensação de presença (Bracken, 2005; Lachlan & Krcmar, 2011; Mel Slater, McCarthy, & Maringelli, 1998).

Dada a natureza do conceito por detrás da sensação de presença, é consensual entre a literatura usar este parâmetro para avaliar os ambientes de RV. A avaliação da sensação de presença pode ser avaliada subjetivamente e objetivamente. A avaliação subjetiva é essencialmente baseada na aplicação de questionários tais como o *Igroup Presence Questionnaire (IPQ)* (Schubert, Friedmann, & Regenbrecht, 2001), *Presence Questionnaire (PQ)* (Witmer, Jerome, & Singer, 2005) ou *Cross-Media Presence Questionnaire (ITC-SOPI)* (Lessiter, Freeman, Keogh, & Davidoff, 2001). Nesta dissertação será usada a versão portuguesa do questionário IPQ, o IPQp (Vasconcelos-Raposo et al., 2016). Este questionário contém 14 itens numa escala de *Likert* de cinco pontos com as seguintes 3 subescalas: *Spatial Presence* (a sensação de se encontrar fisicamente presente no AV), *Experienced Realism* (mede

a experiência subjetiva do realismo no AV) e *Involvement* (mede a atenção dada ao AV e o nível de envolvimento experienciado).

Para uma medição objetiva podem ser analisados os dados fisiológicos (ex. frequência cardíaca, atividade eletrotérmica), comportamentais ou através da performance na execução de tarefas.

### 2.3. *Cybersickness*

Face à exposição à RV, participantes por vezes sofrem de sintomas parecidos com aqueles do *motion sickness*. Este fator pode prejudicar a experiência, ou até mesmo afastar as pessoas de usar tecnologias de RV. Várias experiências têm sido levadas a cabo para tentar perceber a causa destes sintomas e como evitá-los. Entre os sintomas possíveis temos a tensão ocular, dor de cabeça, palidez, suor, boca seca, desorientação, vertigens, náuseas, ataxia e vômitos. Os sintomas são temporários, no entanto pode existir a possibilidade de *after effects*, onde os sintomas podem surgir nas seguintes horas o que pode representar perigo para os utilizadores de RV (LaViola, 2000).

Tornou-se crítico perceber e minimizar ao máximo estes efeitos secundários de maneira a evitar que estes influenciem o comportamento e bem-estar dos participantes durante e após a experiência virtual. Entre alguns fatores técnicos que podem contribuir para a indução de *Cybersickness* segundo LaViola (LaViola, 2000) estão:

- Erros na posição do *tracker*: A falta de fluidez no movimento da cabeça ou membros. Movimentos imprecisos que não correspondam aos do participante.
- *Lag*: O atrasado entre o *input* dado pelo utilizador e a atualização do ecrã deve ser abaixo do limite perceptível por este.
- *Refresh rates* baixos: Segundo LaViola, 30Hz serão suficientes para eliminar boa parte do *flicker* perceptível. No entanto a nossa perceptibilidade de *flicker* está relacionada com a nossa visão periférica. Com o aumento do campo visão permitido pelos novos *HMD* um maior *refresh rate* é necessário. Os dispositivos *HTC Vive* e *Oculus Rift 3* permitem um *refresh rate* de 70hz, eliminando o *flicker* perceptível para aquele determinado campo de visão.

Em relação a fatores individuais, género, idade e doença também influenciam a suscetibilidade ao *cybersickness* (Biocca, 1992; LaViola, 2000; Reason & Brand, 1975).

Segundo um estudo sobre a idade e a incidência de *cybersickness* conduzido por Laura L. Arns e Melinda M. Cerney (2005) foi provado que quanto maior a idade, maior a sensibilidade ao *cybersickness* (L. L. Arns & M. M. Cerney, 2005).

Em outro estudo conduzido (J. J. W. Lin et al., 2002), pode comprovar-se que campos de visão maiores induzem *cybersickness* com maior facilidade. A sensação de presença também parece estar igualmente correlacionada positivamente com *cybersickness*.

Sendo o objetivo principal desta dissertação mundos virtuais multissensoriais imersivos, fazendo o participante sentir-se o mais presente possível no mundo virtual, torna-se ainda mais imperativo diminuir e evitar outras possíveis fontes que possam provocar este tipo de sintomas. Percebendo o que é *cybersickness* e os fatores que o causam é possível, aquando a construção dos AVs, tomar todas as medidas necessárias de maneira a evitar qualquer incidência de sintomas que possam por em causa a performance e bem-estar dos participantes que por sua vez poderão comprometer os resultados.

Sintomas de *cybersickness* podem ser avaliados de forma subjetiva e objetiva. Questionários com o *Simulator Sickness Questionnaire (SSQ)* (Kennedy, Lane, Berbaum, & Lilienthal, 1993) permitem avaliar de forma subjetiva sintomas de *cybersickness*. O *SSQ* é constituído por 16 itens correspondentes a um conjunto de sintomas que podem ser classificados como: Nenhum, Ligeiro, Moderado e Severo. O *SSQ* apresenta as seguintes 3 subescalas: *Nauseas* (náuseas, salivação, arrotos, estomago), *Oculomotor discomfort* (dificuldade em focar, visão desfocada e cansaço ocular) e *Disorientation* (tonturas e vertigens).

Para uma avaliação objetiva, é comum analisar os dados fisiológicos dos utilizadores durante a experiência de RV.

## **2.4. Game Experience**

*Game experience* é considerado nesta dissertação como sendo a satisfação dos jogadores ao jogar jogos virtuais. Existem vários estudos que reúnem um conjunto de informações sobre esta satisfação pessoal, quais os pontos essenciais para obter um bom *game experience* e como avaliá-la. A teoria do *Flow* consiste num estado de concentração ou completa absorção na atividade e situação em mãos, é um estado onde as pessoas estão tão envolvidas na atividade que nada mais importa (Csikszentmihalyi, 1991).

Esta teoria foi adaptada para a aplicação em jogos por (Sweetser & Wyeth, 2005) obtendo o nome de *Game Flow*. Este modelo consiste em 8 elementos: concentração (habilidade de concentrar na tarefa), desafio e habilidade (a habilidade do utilizador deverá ser desafiada até um certo limite), controlo (a sensação de controlo sobre as ações), objetivos claros, feedback (a tarefa terá de fornecer um feedback imediato), imersão (envolvimento profundo a menor preocupação por si próprio e sentido de tempo alterado) e social. Para manter a concentração no jogo a carga de trabalho das tarefas têm de ser suficientes para requerer uma grande atenção do jogador. As habilidades do jogador ao serem todas precisas irão fazer com que o jogador foque toda a sua atenção no jogo sendo absorvido por este. Isto vai ao encontro de (Brown & Cairns, 2004) que referem que jogos imersivos necessitam de um maior esforço e atenção do jogador. Um dos fatores essenciais é a combinação certa entre o desafio apresentado e as capacidades da pessoa em ultrapassá-los. A maneira como os jogadores são ensinados a jogar é crucial para a sua performance no jogo, portanto um bom tutorial ou explicação será necessária para que entendam bem a mecânica do jogo e para que os objetivos sejam claros. No entanto jogos intuitivos na sua maneira de jogar podem nem necessitar que o jogador passe por um momento de aprendizagem. O *feedback* deve ser apresentado à medida que o jogador prossegue no jogo e sobre as suas ações para determinar o quão longe está do seu objetivo e se está a fazer o necessário e a mover-se na direção certa (Gee, 2004). Se todos estes fatores estiverem em funcionamento o jogador irá experienciar uma grande imersão que irá causar uma perda de preocupação por tudo o que se passa ao seu redor, pelas questões e problemas do quotidiano da vida e alterando a noção de tempo.

Segundo o *Game Flow*, um dos fatores que contribui para uma melhor experiência de jogo é a clarificação do modo de interação e a definição de objetivos claros. Gee (2004) apresenta alguns pontos importantes de como um jogo deve ensinar um jogador a começar jogar:

- *Information “On Demand”*: O ser humano tem dificuldades em absorver muita informação quando esta é dada antes que este entenda para que serve e como coloca-la em prática. Nesta maneira o autor sugere que a informação deve ser dada no momento que esta é precisa para realizar alguma tarefa.
- *Sandboxes*: Local onde o jogador poderá praticar e aprender as regras e controlos do jogo sem a pressão de estar no jogo real. Os perigos ou riscos são mitigados e o jogador pode treinar à vontade até se sentir confiante no que têm que fazer e como fazer.

- *Fish tanks*: É uma versão simplificada do jogo onde são focados os pontos críticos do *gameplay*. Este pode ser o primeiro nível do jogo ou ser um tutorial acompanhado com instruções de como reagir ou o que fazer face a determinadas situações.

Em relação à avaliação do *game experience*, questionários como o *Game User Experience Satisfaction Scale (GUESS)* (Phan, Keebler, & Chaparro, 2016) permitem uma avaliação subjetiva da satisfação pessoal dos jogadores perante um jogo virtual, dividido em várias subescalas que permitem saber que diferentes aspetos do jogo apresentaram um maior contributo. O questionário apresenta as seguintes subescalas: *Usability/Playability*, *Narratives*, *Play Engrossment*, *Enjoyment*, *Creative Freedom*, *Audio Aesthetics*, *Personal Gratification*, *Visual Aesthetics* e *Final Score*. A descrição pode ser encontrada na (Tabela 1). O GUESS também tem a subescala *Social Connectivity* que foi removida não ser aplicável nesta dissertação.

Tabela 1 Descrição das subescalas do questionário GUESS

| <i>Subescalas</i>             | <i>Descrição</i>   |
|-------------------------------|--|
| <i>Usability/Playability</i>  | A facilidade com que o jogo pode ser jogado, com objetivos e metas claras e o mínimo de interferências ou obstruções cognitivas dos controlos e interfaces.          |
| <i>Narratives</i>             | Os aspetos da história (ex. eventos e personagens) e as suas habilidades de capturar o interesse e causar emoções.   |
| <i>Play Engrossment</i>       | O grau até ao qual o jogo consegue manter a atenção e interesse do jogador.  |
| <i>Enjoyment</i>              | A quantidade de satisfação e prazer que foi percebido pelo jogador como resultado de jogar o jogo.   |
| <i>Creative Freedom</i>       | O grau em que o jogo é capaz de promover a criatividade e curiosidade dos jogadores e permite ao jogador expressar livremente a sua individualidade ao jogar o jogo. |
| <i>Audio Aesthetics</i>       | Os diferentes aspetos auditivos do jogo (ex, efeitos sonoros) e quanto eles enriquecem a experiência de jogar.   |
| <i>Personal Gratification</i> | Os aspetos motivacionais do jogo (ex. desafio) que promovem o sentimento de realização dos jogadores e o desejo de ter sucesso e continuar jogando o jogo.           |
| <i>Visual Aesthetics</i>      | Os gráficos do jogo e quão atrativos eles apareceram para o jogador.   |

## 2.5. Estímulos multissensoriais

Quanto mais diversificado e maior o número de estímulos que um utilizador sente (visão, audição, háptico, olfativo), maior é a sua sensação de presença no mundo virtual (Dinh et al., 1999). Uma das vantagens do uso de estímulos não-visuais para o aumento da sensação de presença é o baixo custo de poder computacional para os processar. Ao aumentar o nível gráfico do AV, uma maior sensação de presença e performance será atingida ao custo de um maior poder computacional. A partir de um certo ponto a performance do computador não conseguirá acompanhar o aumento do nível gráfico e uma queda de *frames* por segundo irá verificar-se, influenciando negativamente a experiência e sensação de presença do utilizador. Ao utilizar estímulos hápticos (vento, temperatura, vibração...), olfativos e auditivos é possível elevar a sensação de presença com uma baixa carga computacional.

### 2.5.1. Visão

No que diz respeito a RV, a visão é um dos sentidos mais preponderantes. Entre alguns dos parâmetros a ter em conta, temos o detalhe visual (texturas, sombras, polígonos), campo de visão, estereoscopia e *frame rate*. O uso de equipamento de RV, tais como *HMDs* ou *CAVES* requer estereoscopia, uma técnica que permite obter uma melhor perceção de profundidade, e por sua vez, uma melhor localização espacial (Hubona, Wheeler, Shirah, & Brandt, 1999; Nash, Edwards, Thompson, & Barfield, 2000).

Estímulos visuais com melhor qualidade são documentados na literatura como sendo fatores que contribuem para uma maior imersão do sistema de RV (M. Slater, 2009; Mel Slater & Wilbur, 1997) e maior realismo experienciado (Hendrix & Barfield, 1996b). No entanto existem estudos que indicam que a qualidade da imagem (Dinh et al., 1999) ou até mesmo a estereoscopia (Hendrix & Barfield, 1996a; Narciso, Bessa, Melo, Coelho, & Vasconcelos-Raposo, 2017, p. 3) pode não influenciar a sensação de presença. Hendrix & Barfield (1996a) especula que o realismo experienciado poderá não implicar necessariamente fotorrealismo.

A visão está igualmente ligada ao *cybersickness* existindo estudos que comprovam que, quando existe uma estimulação incoerente entre o sistema vestibular e o estímulo visual, podem surgir de sintomas de *cybersickness* (LaViola, 2000).

### 2.5.2. Audição

A audição poderá elevar a sensação de presença quando devidamente integrada com o AV. A informação auditiva, se não em concordância com os estímulos visuais, poderá causar um conflito diminuindo a validade do AV como sendo real (Hendrix & Barfield, 1996b). Estudos indicam que em geral, quanto mais realístico, interativo o som parece, maior a sensação de presença (Hendrix & Barfield, 1996b). Som espacializado foi provado, igualmente no mesmo estudo, como sendo um fator que influencia positivamente a sensação de presença em comparação com o som não espacializado. No entanto outros estudos indicam que nem sempre som espacializado poderá aumentar a presença (Narciso et al., 2017).

### 2.5.3. Olfato

O sistema olfativo é uma componente com muita potencialidade na criação de experiências ricas e imersivas (Ghinea & Ademoye, 2011). O ser humano é capaz de detetar entre 10.000 e 100.000 odores diferentes. Por norma as pessoas não conseguem associar um nome a certos cheiros, identificando-os por associação a algum objeto (Dubois & Rouby, 2002; Kaye, 2001). A perceção do odor é muito subjetiva e influenciada por vários fatores como género, idade, social e cultural, ambiental, emocional e influenciado também pelas experiências passadas do utilizador e a introdução de outros estímulos sensoriais. O odor pode ser percecionado de diferentes maneiras entre diferentes pessoas pelo qual não é possível, por exemplo, agradar totalmente a um conjunto de participantes com um odor classificado como sendo agradável devido a todos os fatores em causa. Estudos indicam igualmente que a sensibilidade declina com a idade (Doty et al., 1984; Elsner, 2001). Os sistemas olfativos têm a capacidade de provocar diversas emoções desde felicidade a repugnância e medo. Ao usar, por exemplo, cheiros associados a situações ou objetos perigosos (químicos, comida podre, queimado) podemos provocar emoções que levem o jogador a reagir de forma diferente. O sistema olfativo só consegue detetar diferenças de intensidade na ordem dos 20% (Köster, 2002). O olfato é um sistema *near sense*, ou seja, permanece passivo até que algum estímulo intenso o suficiente o ative. Para encontrar a fonte do cheiro o ser humano baseia-se principalmente na visão, isto implica que o que vemos pode influenciar a maneira como percecionamos o odor (Blackwell, 1995; Sakai, 2005). O uso de aromas poderá aumentar a sensação de presença num AV (Barfield & Danas, 1996; Dinh et al., 1999).

#### 2.5.4. Háptico

Sistemas de feedback háptico permitem que o utilizador não só veja e oiça no mundo virtual, como também sinta os objetos virtuais ao seu redor. Podemos dividir os sistemas hápticos em dois tipos principais: *Force Feedback Interfaces* ou *Kinaesthetic interfaces* e *tactile feedback interfaces*. O primeiro permite ao utilizador sentir a posição e movimentos do corpo, o segundo permite sentir a forma, textura e temperatura dos objetos (Srinivasan & Basdogan, 1997).

Estudos indicam que a informação visual influencia a maneira como o utilizador sente certos objetos (Srinivasan, Beauregard, & Brock, 1996) (Cellini, Kaim, & Drawing, 2013). A audição interfere igualmente na perceção da dureza do objeto quando sons são gerados no momento do toque, no entanto o efeito não é tão dramático como o da informação visual. Isto poderá implicar, no caso dos AVs, que ao distorcer a relação entre a informação visual e/ou auditória e háptica as propriedades do objeto percebidas pelo utilizador de RV poderão ser melhoradas. Por exemplo eliminando ou reduzindo as dicas visuais de um determinado objeto poderá transmitir uma variação de dureza maior do que aquela possível fisicamente pela interface háptica.

(Meehan et al., 2002) verificaram que a perceção háptica passiva tem um impacto positivo na sensação de presença. Foi colocada uma tábua no chão com uma determinada altura que se distanciava o participante do chão original. Os participantes poderiam ver no AV a existência de um buraco no chão e procediam a verificar com os dedos do pé qual o limite dele (Figura 1). Os indicadores fisiológicos e o questionário de presença indicaram uma maior sensação de presença do participante quando este verificava a beira da tábua do que aqueles que não sentiam nada e apenas a visualizavam virtualmente. Isto vai ao encontro das contingências sensoriomotoras referidas por Slater.

Vento e temperatura foram utilizados por (Dinh et al., 1999) para comprovar se a introdução de estímulos hápticos elevavam a sensação de presença. Os resultados indicaram diferenças significativas entre o uso e ausência destes estímulos na sensação de presença.



Figura 1 Participante verificando a beira da tábua

## 2.6. Equipamentos de Realidade Virtual

Para um sistema de RV funcional, é necessário um conjunto de componentes que assegurem o seu funcionamento e permitam uma experiência imersiva e com sintomas de *cybersickness* mitigados. Entre eles destacam-se os equipamentos de *tracking*, de visualização e de interação.

### 2.6.1. Equipamentos de *Tracking*

Por *trackers*, entenda-se sensores de captura em tempo real. Bastante usados no campo da RV, estes *trackers* permitem saber a posição e rotação de um objeto real numa determinada área (Fuchs et al., 2011; Sherman & Craig, 2003). Este tipo de informação tem uma grande importância na interação entre utilizador e mundo virtual. Objetos que normalmente são marcados pelos *trackers* costumam estar em partes do corpo, como por exemplo a cabeça, mãos e pés para replicar os movimentos do corpo humano no AV. Ao colocar *trackers* em objetos reais, o jogador poderá então pegar nesses mesmos objetos, sentir a sensação háptica destes e visualiza-los no AV como sendo um objeto diferente do real (ex. pegar num objeto que simule no AV uma mangueira de bombeiro ou uma arma). Existem vários tipos de *trackers*, entre eles estão *optical trackers* e *inertial trackers*.

*Optical trackers* podem ser agrupados geralmente em dois grupos: *outside-in* e *inside-out* (Fuchs et al., 2011). No primeiro caso os sensores encontram-se fixos e os marcadores

usados para o *tracking* encontram-se no indivíduo. No último caso os sensores encontram-se posicionados no indivíduo e os marcadores encontram-se fixos. Caso bloqueada essa linha será impossível determinar a posição do objeto e o *tracking* perde-se influenciando negativamente a imersão da aplicação de RV (Sherman & Craig, 2003). Tal poderá ter implicações em usar objetos reais na área de *tracking* para estender a sensação háptica, como por exemplo paredes, mesas entre outros que possam bloquear a linha de visão. Esta desvantagem pode também impedir o movimento livre dos utilizadores de RV no mundo virtual, com a preocupação de não poderem sair do campo de visão, novamente quebrando a imersão. Não obstante a redundância de sensores e marcadores formam uma resolução para diminuir a possibilidade deste tipo de problemas em surgirem.

*Inertial trackers* usam um conjunto de instrumentos (Acelerómetro, giroscópios, inclinómetros) para detetar o seu movimento. Ao contrário dos *optical trackers*, *inertial trackers* conseguem apenas dar informação sobre os seus movimentos relativos, e não a sua posição absoluta. No entanto caso seja conhecido a sua posição original é possível calcular a posição absoluta do *tracker*. A desvantagem deste tipo de *trackers* encontra-se no *drift*, sendo este a degradação da precisão ao longo do tempo. Isto pode ser compensado com uso de outros *trackers*, como por exemplo, *optical trackers* (Fuchs et al., 2011; Sherman & Craig, 2003). Apesar desta desvantagem, este tipo de *trackers* não oferece menos limitações em termos de alcance que os *optical trackers*, além de terem menor latência. A combinação do método *inertial e optical* oferece um sistema de *tracking* preciso e de baixa latência.

## 2.6.2. Equipamentos para visualização imersiva de AVs

O sistema *CAVE* (*CAVE Automatic Virtual Environment*) (Figura 2) é um sistema de visualização de RV caracterizado por ser constituído, geralmente, por três paredes e um chão, assemelhando-se a um cubo (Fuchs et al., 2011; Sherman & Craig, 2003). A imagem é retroprojetada por três projetores para as paredes, e um projetor para o chão. Em conferências geralmente é usado um espaço de 3m x 3m x 3m podendo variar conforme as aplicações e espaço disponível. São usados óculos estereoscópicos para separar a alternância das imagens criando uma sensação de profundidade. O *frame rate* usado terá de ser na ordem dos 120hz, sendo visualizado a 60hz devido á alternância de imagens necessária para a visão estereoscópica. Múltiplas colunas de som são posicionadas de maneira a criar som espacial,

contudo em situações práticas a localização da direção do som é comprometida pela reflexão com as paredes.

É mencionada uma baixa probabilidade de *cybersickness*, possivelmente causada pelo facto do utilizador poder observar o seu próprio corpo e da inexistência de *lag* e erros em movimentos rápidos de cabeça (Cruz-Neira, Sandin, & DeFanti, 1993). Outra justificação será o tipo de AVs usados, sem alterações bruscas nem movimentos agressivos de rotação horizontal.



Figura 2 Exemplo de um sistema CAVE com 4 ecrãs

Com o grande crescimento recente da RV, e com o uso cada vez maior para entretenimento, os *HMD* tornaram-se uma grande parte do comércio de videojogos tendo evoluído bastante ao longo dos anos.

Este aparelho, com forma de óculos, permite visão estereoscópica através de dois ecrãs, cada um visível por um olho (Fuchs et al., 2011). O *tracking* do movimento da cabeça é obtido por sensores posicionados nos próprios *HMD* possibilitando a atualização constante de imagens conforme a orientação da cabeça permitindo teoricamente um campo de visão externo de 360° contando com o movimento da cabeça. Atualmente, e apesar da tecnologia ter evoluído bastante, ainda é possível observar a grelha de pixéis dos ecrãs e alguma distorção geométrica provocada pelas lentes. *HMD* necessitam de ser leves, cómodos e seguros de modo que o utilizador não dê por eles. No entanto estes possuem cabos, e a sua presença é uma limitação ao movimento do utilizador em termos de alcance e rotação (Sherman & Craig, 2003).

Segue uma tabela discriminando alguns dos *HMD* mais comuns e as suas características (“Oculus Rift | Oculus,” 2017; “PlayStation®VR,” 2017; “VIVE™ | Discover Virtual Reality Beyond Imagination,” 2017)(Tabela 2):

Tabela 2 Comparação entre os três HMD mais usados atualmente

|                                  | <i>Oculus Rift CV1</i>   | <i>HTC Vive</i>   | <i>PlayStation VR</i>  |
|----------------------------------|--|---|--|
| <b><i>Tecnologia do ecrã</i></b> | <i>OLED</i>  | <i>OLED</i>   | <i>OLED</i>  |
| <b><i>Resolução do ecrã</i></b>  | 2160x1200  | 2160x1200   | 1920x1080  |
| <b><i>Refresh Rate</i></b>       | 90hz   | 90hz  | 120hz  |
| <b><i>Campo de visão</i></b>     | 110° (aprox)   | 110° (aprox)  | 100° (aprox)   |
| <b><i>Áudio</i></b>              | Headphones e Microfone   | Ligação para Headphones   | Áudio 3D integrado   |
| <b><i>Input(s)</i></b>           | Oculus Touch, Comando Xbox ONE   | SteamVR, comandos para PC   | PlayStation Move, Dual Shock 4                                   |
| <b><i>Sensores</i></b>           | <i>Accelerometer, Gyroscope, magnetometer, external constellation sensor array</i> | <i>Accelerometer, gyroscope, laser position sensor, front-facing camera</i> | <i>Accelerometer, gyroscope, PlayStation Eye Tracking System</i> |



Figura 3 Parte interior com as óticas visíveis dos HMD HTC Vive

### 2.6.3. Equipamento de interação

A interação é uma característica crucial num sistema de RV. Este fator é de extrema importância para que os efeitos de *cybersickness* sejam baixos ou inexistentes e a presença elevada. Podemos dividir a interação em navegação no AV e manipulação de objetos.

A navegação no AV poderá ser realizada através de comandos, ou joysticks tal como em ambientes pouco imersivos, onde com o acionamento de botões o utilizador começa a navegar no ambiente num movimento translacional, não necessitando que o jogador se mova no espaço real. Este tipo de locomoção no AV é inferior à locomoção usando movimentos físicos do próprio utilizador (ex. caminhar), podendo levar a sintomas de *cybersickness* pois o utilizador está a ver o AV a mover-se, mas este sabe que se encontra parado, entrando em conflito o sistema visual e vestibular. Para contornar este problema, pode ser usado o teletransporte, onde o jogador indica para onde se quer mover e automaticamente aparece nesse local sem nenhum movimento desde o seu ponto inicial. Este sistema de teletransporte evita o conflito do sistema visual e vestibular evitando assim sintomas de *cybersickness*, no entanto é um método de locomoção que não existe no contexto da realidade, o que poderá comprometer a sensação de presença.

Equipamentos como *Virtusphere* (“Virtusphere Home page,” 2013) e *Virtuix Omni* (“Virtuix Omni first of its kind active virtual reality motion platform,” 2017) são exemplos que permitem a deslocação do utilizador em todas as direções de forma ilimitada no mesmo espaço físico. Nestes sistemas as dicas visuais irão coincidir com o que o utilizador está a sentir, levando a uma maior sensação de presença e menor probabilidade de *cybersickness*.

Sistemas de *tracking* como os do *HTC Vive* (Figura 3) ou *Optitrack* (“OptiTrack - Motion Capture Systems,” 2017) permitem o seguimento do utilizador numa dada área e replicar os seus movimentos corporais para o virtual. Nestes sistemas o utilizador irá sentir e ver o seu movimento de maneira muito parecida à realidade, pois o que irá caminhar no real irá ser o que caminhará no virtual.

Estudos foram realizados de maneira a contornar o limite do espaço físico na exploração de AVs grandes (Williams et al., 2007). Em trabalhos anteriores foi provado que manipular os passos reais do utilizador multiplicando-os para vários passos no virtual é um tipo de locomoção superior ao uso de joystick (ex. um passo corresponde ao movimento de cinco no mundo virtual). Contudo o utilizador usando esta forma de locomoção acabaria por chegar ao limite do espaço físico. Williams et al. surgiram com três métodos para ultrapassar este problema:

- O método *Freeze-Backup*: o utilizador caminha para trás com a posição virtual fixa, mas orientação da visão livre aquando a chegada ao limite do espaço, criando mais espaço para caminhar novamente para a frente.
- O método *Freeze-Turn*: girar 180<sup>a</sup> fisicamente, enquanto a orientação da camera virtual se encontra fixa.
- O método *2:1-Turn*: girar igualmente 180<sup>o</sup>, no entanto esta rotação corresponde a uma rotação de 360<sup>o</sup> no AV, acabando por fisicamente o utilizador virar-se para trás, mas no mundo virtual permanece orientado para o mesmo sítio.

Experiências comprovaram que o método *Freeze-Backup* é o melhor para realizar *reset* da posição tanto objetivamente como subjetivamente

Relativamente à manipulação de objetos virtuais, o uso de comandos com *tracking*, tais como os que se podem encontrar nos *HTC Vive* e *Oculus Rift* é bastante comum. Estes comandos com *tracking* mapeiam a posição das mãos do jogador e permitem, após o acionamento de botões, interagir com os objetos virtuais. O movimento das duas mãos para interagir com objetos virtuais será igual no real e virtual permitindo uma maior sensação de

presença. A desvantagem destes sistemas é a área limitada pela qual o utilizador pode atuar fisicamente, além da ausência de sensação háptica do objeto (peso, rugosidade, temperatura, etc).

### 3. Avaliação de jogos de RV imersivos

Tendo como objetivo a proposta de um jogo de RV multissensorial que potencie o sentimento de presença, *game experience* e minimize a ocorrência de sintomas de *cybersickness*, foi realizado um estudo para averiguar quais os aspetos comuns entre os jogos cujo os participantes tiveram a maior sensação de presença. A avaliação da existência de correlação entre as variáveis sensação de presença, *cybersickness* e *game user experience* também foi um dos objetivos do estudo. Assim, foram pré-selecionados dez jogos de RV, disponíveis na plataforma STEAM. Desta seleção, os cinco melhores foram escolhidos (e encontram-se devidamente descritos na seção 3.2) tendo como critérios a sua popularidade e *game experience*. Nenhum destes jogos gerou sintomas de *cybersickness* na fase de seleção. As experiências foram conduzidas sobre uma avaliação subjetiva. Todos os jogos eram em primeira pessoa e diferente no seu género, nível de interação e narrativa. Em nenhum dos jogos havia um corpo virtual representando o utilizador.

#### 3.1. Materiais e métodos

Foi utilizado um questionário sócio-demográfico para recolhar informações sobre a amostra de forma a possibilitar uma melhor interpretação dos dados (género do utilizador, idade, conhecimentos de RV, hábitos de jogos, etc.). Para avaliar o nível de conhecimento e RV foi usada a seguinte escala: Nenhum, Básica, Intermédio, Bom, Excelente. Para avaliar a frequência com que os participantes costumam jogar foi usada a seguinte escala: Nunca, Ocasionalmente (1 a 2 vezes/semana), Frequentemente (3 a 4 vezes/semana), Muito Frequentemente (5 a 6 vezes/semana), Sempre (todos os dias).

Para avaliar a presença, foi utilizado o questionário *IPQp* que é composto pelas seguintes subescalas: *Spatial Presence*, *Involvement*, *Experienced Realism* e *Presence*.

Para a avaliação do *cybersickness* foi usado o questionário *SSQ* que contempla as seguintes subescalas: *Nausea*, *Oculomotor Discomfort*, *Disorientation* e *Cybersickness*.

No que diz respeito ao *game experience*, foi usado o questionário *GUESS* que engloba as seguintes subescalas: *Usability/Playability*, *Narratives*, *Play Engrossment*, *Enjoyment*, *Creative Freedom*, *Audio Aesthetics*, *Personal Gratification*, *Visual Aesthetics* e *Final Score*.

Foram usados os *HMD HTC Vive* como método de interação e entrega dos estímulos visuais. Na entrega do som, foram usados *headphones* com cancelamento ativo.

Os jogos de RV foram executados a partir de um computador *desktop* com as seguintes características: CPU i7-5820k @ 3.30GHz, 32GB de memória RAM, 3 Geforce GTX 980. O *framerate* estável e elevado garantiu que não houvesse influência da performance computacional nos resultados.

No que diz respeito ao *tracking* dos movimentos do participante e à visualização dos jogos de RV, foram utilizados os *HMD HTC Vive*. A área de jogo pelo qual o participante se podia mover era de 2m x 2m. A resolução de ecrã dos *HMD* eram de 2160 x 1200 com *refresh rate* de 90hz e campo de visão de 110° (aprox). Juntamente foram utilizados dois comandos com *tracking* que o jogador usava para interagir com o AV. Para a entrega de som foram usados *headphones* com cancelamento de ruído ativo para permitir um maior isolamento do participante em relação ao ambiente ao seu redor.

A sala onde decorreu o estudo experimental era tratada acusticamente, eliminando ruídos externos à sala que pudessem comprometer a experiência. Houve igualmente um controlo de temperatura na sala. Esta foi mantida estável durante todo o estudo.

Os jogos considerados para a experiência encontram-se descritos de seguida.

### 3.1.1. *Endless Night (Alpha)*

*Endless Night* é um jogo de RV desenvolvidos para os *HTC Vive*, disponibilizado na *Steam*. Tem como produtora e desenvolvedora a *Yerawizard LLC*. Foi usada a versão *Alpha* do jogo lançada a 6 de dezembro de 2016. O jogo faz uso do espaço completo disponibilizado pelos *HTC Vive* permitindo o jogador deslocar-se pela divisão. É um shooter baseado num sistema de rondas. O jogador começa dentro de uma casa com duas caçadeiras e duas pistolas em cima da mesa das quais pode escolher duas. As pistolas oferecem o menor dano, mas maior precisão, e as caçadeiras maior dano mas menor precisão, uteis apenas sobre pouca distância. É possível selecionar duas armas iguais ou um de cada. Após selecionar as armas é necessário recarga-las e disparar para a porta de saída. Ambas armas se recarregam automaticamente após pressionar um botão no comando, no entanto nas caçadeiras é preciso um movimento adicional vertical com o pulso ou braço para fazer encaixar os canos de volta. Após o disparo o jogador

é imediatamente colocado no meio da rua, num ambiente escuro acompanhado com som ambiente de suspense (Figura 4). Apesar de se poder deslocar na área estabelecida nos *HTC Vive*, não é possível fugir para outra parte do mapa, permanecendo o jogador naquele espaço o jogo todo.

Ronda após ronda a dificuldade vai aumentando com um aumento da diversidade e número de inimigos. Os monstros que o jogador enfrenta são:

- “Pássaros de um olho” que se vão aproximando do jogador pelo ar. Caso cheguem perto dele podem começar a lançar projeteis em forma de caveira ás quais o jogador se pode desviar.
- Aranhas grandes que se tentam aproximar do jogador pelo chão.
- Bruxos que flutuam pelo ar e tentam aproximar-se do jogador.
- *Trolls*, criaturas de grande tamanho, lentos e difíceis de matar.

Devido a aparecerem de todos os lados, via terrestre e aérea, o jogador necessita de manter uma atenção constante em todo o seu redor de maneira a não se deixar apanhar pelas costas. A liberdade de movimento permitida leva a que o jogador possa desviar-se dos inimigos e projeteis e uma maior atenção é requerida pelo facto de disparar uma arma em cada mão.

O dano sofrido pelo jogador é visível através de um filtro vermelho que aparece na imagem, quanto maior é o dano mais vermelho fica até ao ponto de perder o jogo. No fim é possível marcar as iniciais numa tabela de *highscore*, após isso o jogador pode voltar a tentar desde o início, começando na sala com as armas.



Figura 4 *Endless Night (Alpha)* - Jogador segurando armas diferentes em cada mão, enfrentando um troll

### 3.1.2. *Quanero*

*Quanero* é uma experiência de RV criada por estudantes do programa de graduação da Universidade de Ciências Aplicadas *Salzburg's MultiMediaArt and MultiMediaTechnology*. Lançado a 12 de agosto de 2016 e disponibilizado na *Steam* para *HTC Vive* e mais tarde *Oculus Rift*.

Nesta experiência o jogador encontra-se num ambiente *Sci-fi* num bar de um prédio de uma cidade futurista. Não é possível interagir diretamente com a história e elementos do jogo e as personagens não têm noção da presença do jogador. Este tem o poder de avançar, parar e recuar no tempo tal como de teletransportar-se para qualquer ponto do bar. Uma série de acontecimentos em cadeia decorrem no local e o objetivo do jogador é tentar perceber essa cadeia de eventos e o que levou à causa de uma explosão no local. Várias personagens interagem entre si ao mesmo tempo. O jogador terá de usar os comandos para controlar o tempo e reviver a mesma janela temporal de diferentes locais e pontos de vista de maneira a descobrir o mistério da causa da dita explosão. Após reviver um certo momento, como por exemplo a explosão, uma memória é desbloqueada no menu e passa a ser possível reviver esse momento novamente e instantaneamente. O início do jogo oferece ao jogador um tutorial de como jogar antes de proceder a entrada no ambiente em questão.



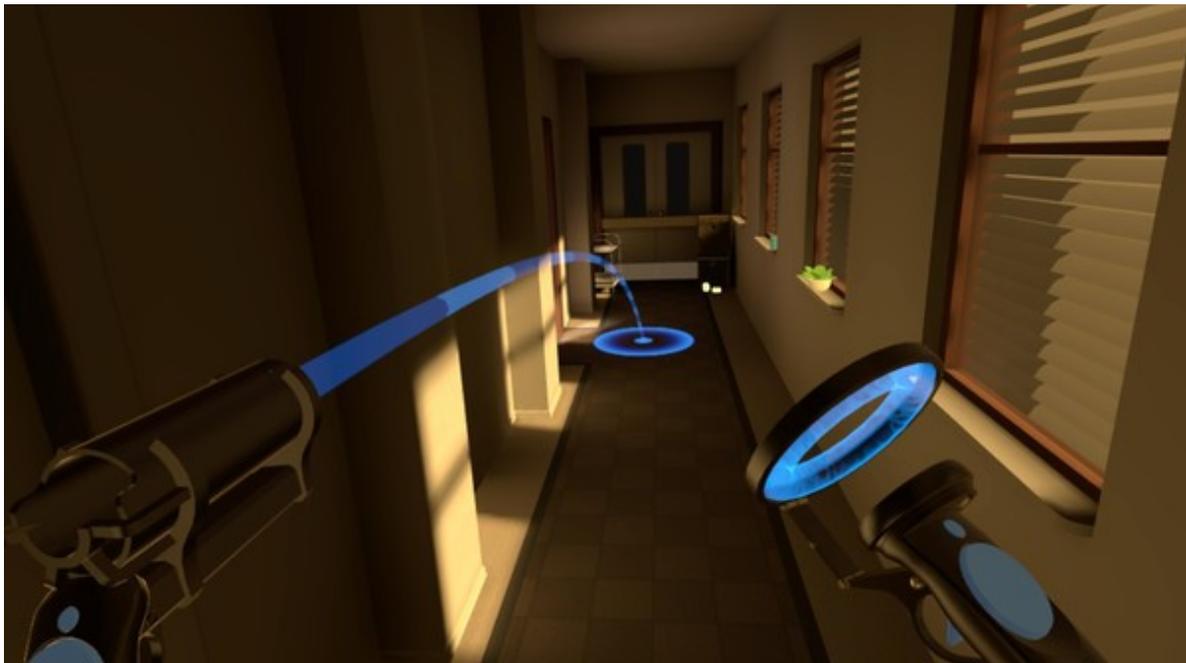
Figura 5 *Quanero* - Exemplo de uma das personagens da experiência.

O bar é constituído por uma parte exterior e interior. No exterior encontra-se um homem a fazer grelhados (Figura 5), um casal a discutir e dois homens assentados em mesas diferentes. No interior encontram-se um homem e uma mulher e jogar bilhar e dois homens sentados a conversar numa mesa. Existe também um pequeno robot que se desloca pelo chão a servir de aspirador. Os eventos que antecedem a explosão no grelhador são os seguintes: um dos homens sentados à mesa na zona exterior encontra-se a ler uma notícia num *tablet* sobre um suspeito de terrorismo. O individuo que se encontra na mesa ao lado a escrever numa folha de papel assemelha-se bastante à foto do suspeito. Numa outra mesa um casal conversa normalmente até que o telemóvel do rapaz em cima da mesa vibra com uma chamada de outra pessoa e a partir daí começam a discutir. O homem que se encontra a grelhar carne repara que o grelhador deixou de funcionar e tenta descobrir a razão batendo nas botijas de gás com a faca de carne. No interior, um homem e uma mulher jogam normalmente bilhar dois homens negociam os conteúdos de uma mala numa mesa mais atrás. Enquanto tudo isto acontece um robô aspirador desloca-se ao pé do bar para apanhar uma febra de carne que tinha caído ao chão e segue para o interior do bar onde bate contra a perna da mulher que jogava bilhar. Esta engana-se na tacada e a bola sai disparada contra a cara do seu adversário que acaba por embater de costas contra um dos homens que estavam na mesa atrás. Ao colidir com este, um crachá da policia cai do bolso do homem que estava sentado. Vendo isto, o homem com quem o suposto policia infiltrado estaria a negociar tira uma arma e tenta atingi-lo. No entanto falha e a bala segue atravessando a parede, colidindo com as botijas de gás do grelhador no momento em que o homem que grelhava estaria a dar um pontapé nelas, causando efetivamente explosão. Neste momento, o homem com o tablet sai de rompante e começa numa luta contra o homem ao seu lado por pensar que a caneta que este usava era um detonador. A mulher do casal cai pelo buraco criado pela explosão, mas consegue assegurar-se á berma com uma mão. O namorado pouco depois retira-a para cima.

### 3.1.3. *Budget Cuts (Demo)*

*Budget Cuts* é um jogo de RV desenvolvido para os *HTC Vive*. Produzida por *Neat Corporation*. É usada a demo na versão *Pré-alpha* lançada a 5 de abril de 2016. O objetivo do jogo é entrar numa empresa e, sem que ninguém dê o alarme, carimbar os papéis da candidatura para um posto de trabalho nessa mesma empresa. O jogo começa com um pequeno tutorial com indicações do que jogador deverá fazer e de como usar os controlos dos comandos. O modo de

locomoção, como em vários jogos de RV, consiste no teletransporte de um sitio para outro. Neste caso dispara-se uma arma de teletransporte para o local onde o jogador deseja ir (Figura 6). Antes de proceder ao teletransporte, é possível ter uma pré-visualização do ponto de vista desse local de maneira a verificar se existem inimigos nas redondezas antes de se teletransportar para lá. É possível pegar e interagir com vários objetos do ambiente, tais como copos, gavetas, cofres, grelhas de ventilação, facas que o jogador pode atirar, etc. Além disto é possível guardar certos objetos num inventário para mais tarde usa-los. O jogador precisa de encontrar chaves escondidas para abrir cofres. No interior deles encontra-se um botão que permite desativar um mecanismo de segurança das grelhas de ventilação permitindo que este se teletransporte por elas, possibilitando a entrada em outras divisões. Pelo meio do jogo existem robôs patrulha que o jogador pode matar lançando as facas que guardou ao longo do jogo ou então pode tentar passar despercebido. Existem três armas/ferramentas que o utilizador pode usar: uma arma usada para a locomoção, outra que permite pegar nos objetos e interagir com eles e uma “besta” com flechas que permite matar os robôs à distancia e com grande precisão.



*Figura 6 Budget Cuts Demo Pre-alpha: Arma de teleporte na mão esquerda e de interação com objetos na mão direita.*

### 3.1.4. *The price of freedom*

*The price of freedom* é um jogo produzido por *Construct Studio* e disponibilizado na *Steam* lançado a 21 de dezembro de 2016. Tem como base uma forte narrativa abordando o tema do *Projeto MK Ultra*, um projeto da *Central Intelligence Agency*, ou *CIA*, sobre controlo de mente nos anos 1950 e 1960. O jogo inicia com o jogador numa sala escura, com uma mesa e imagens a ser projetadas numa tela à sua frente. Na mesa encontram-se dois copos de comprimidos. Dependendo dos comprimidos que toma é selecionada a linguagem inglesa ou chinesa.

Após a escolha, o utilizador aparece dentro de um elevador com ordens de entrar num apartamento e matar alguém. É possível interagir com vários elementos do ambiente tais como portas, vasos, luzes, garrafas e documentos que se podem ler com informação importante sobre o que se estava a passar. Após entrar na mesma divisão que o repórter, estando este de costas, é dada a ordem para matá-lo. Posteriormente o utilizador investiga a sala até que encontrar um botão desbloqueando uma divisão secreta. Nesta divisão existe um cofre, vários documentos e uma luz ultravioleta (Figura 7). O jogador terá de usar a luz ultravioleta para encontrar o código escondido nos documentos colados na parede à sua frente e decifrá-los para poder abrir o cofre. Dentro dele há outro documento que explica tudo o que aconteceu. Após a leitura o jogador recebe uma ordem para o queimar e sair dali. O jogo acaba com o jogador num quarto de prisão escuro.

O utilizador joga na personagem *Agente Zero*, que no fim descobre que afinal era a filha de *Benjamin Miller*, o homem que tinha acabado de matar. *Benjamin Miller* era um suposto criminoso que teria entrado nas instalações da *CIA* e roubado informações valiosas sobre armas químicas em risco iminente de entrega-las a inimigos dos Estados Unidos. No entanto este só procurava pela sua filha o sobre o que lhe tinha acontecido após o desaparecimento dela (raptada para o projeto de controlo de mente) rejeitando a justificação dada na altura de que ela se teria suicidado.

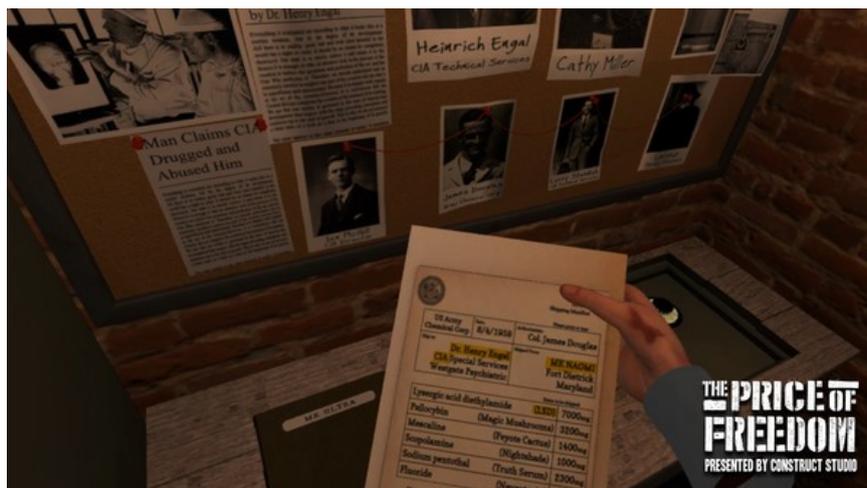


Figura 7 The price of freedom - O jogador segura um documento sobre dosagens de drogas.

### 3.1.5. The Aboot's Book (Demo)

*The Aboot's Book* é um jogo desenvolvido por *The Abbot's Book, LLC* com a editora *Blackthorn Media, LLC* e disponibilizado na *STEAM*. Foi usada a demo lançada a 5 de abril de 2016. A história apresentada nesta demo representa uma pequena parte de um dos oito capítulos que o jogo final irá ter. A história retrata quatro gerações de uma família amaldiçoada pela influência corruptora de um livro. O jogo começa numa floresta à noite com um ambiente sombrio. O jogador tem uma tocha numa mão que serve para iluminar o caminho e uma réplica 3D do comando dos *HTC Vive* na outra mão. Um pequeno resumo da história aparece em texto para enquadrar o jogador na narrativa. Após isto terá de atravessar a floresta de maneira a chegar a uma gruta. Pelo caminho encontra uma personagem que o vai acompanhar e com o qual pode comunicar (Figura 8). Após cada intervenção desta personagem, o jogador pode responder de volta selecionando uma de entre três tipos possíveis de resposta, usando o comando para as seleccionar. O jogo acaba dentro da gruta com um monstro que lentamente se aproxima do participante. Neste momento não é possível mover-se no AV para fugir, nem é possível defender-se do monstro. A locomoção neste jogo para distâncias maiores que ultrapassem a área de 2m x 2m, como no *Budget Cuts* ou *Quanero*, consiste no teletransporte apontando o comando para o local onde o utilizador se quer deslocar.



Figura 8 *The abbot's book* (demo) – À esquerda o ambiente exterior com o jogador a segurar a tocha e com a personagem que o acompanha pelo caminho à sua frente. À direita o ambiente interior (gruta).

### 3.2. Variáveis do estudo

As variáveis independentes definidas para este estudo foram os jogos utilizados e o género dos participantes. Do questionário sociodemográfico foram usadas as seguintes variáveis dependentes: Conhecimento da RV e Frequência com que os participantes jogam. As dependentes consideradas para a avaliação da sensação de presença foram: *Presence*, *Experienced Realism*, *Involvement* e *Spatial Presence*. Relativamente ao *Cybersickness* foram: *Nausea*, *Oculomotor discomfort*, *Disorientation* e *Cybersickness*. Para medir o *game experience* do participante com o jogo foram usadas as seguintes variáveis *Usability/Playability*, *Narratives*, *Play Engrossment*, *Enjoyment*, *Creative Freedom*, *Audio Aesthetics*, *Personal Gratification*, *Visual Aesthetics* e *Final Score*.

### 3.3. Hipóteses

Neste estudo pretende-se analisar o que funciona num jogo RV que permita uma maior sensação de presença, menor *cybersickness* e maior *game experience*. Para tal serão estudadas as diferenças destas variáveis entre jogos e género do utilizador, sendo apresentadas as seguintes hipóteses:

- Existe uma diferença estatisticamente significativa entre jogos na presença;
- Existe uma diferença estatisticamente significativa entre jogos no *cybersickness*;
- Existe uma diferença estatisticamente significativa entre jogos no *game experience*;
- O género tem impacto no sentimento de presença;

- O género tem impacto no sentimento na manifestação de sintomas de *cybersickness*;
- O género tem impacto no *game experience*.
- Existem correlações significativas entre presença e *cybersickness*;
- Existem correlações significativas entre presença e *game experience*;
- Existem correlações significativas entre *cybersickness* e *game experience*.
- Existem correlações significativas entre presença e o nível de conhecimento de RV;
- Existem correlações significativas entre *cybersickness* e o nível de conhecimento de RV;
- Existem correlações significativas entre *game experience* o nível de conhecimento de RV;
- Existem correlações significativas entre presença e a Freq.Jogos;
- Existem correlações significativas entre *cybersickness* e a Freq.Jogos;
- Existem correlações significativas entre *game experience* e a Freq.Jogos;

### 3.4. Amostra

A amostra é constituída por 78 participantes (40 homens e 38 mulheres) divididos por 5 jogos. Cada jogo contou com 8 participantes masculinos e femininos com exceção do jogo *The price of freedom* com 8 participantes masculinos e 6 femininos. A idade da amostra encontra-se entre os 44 e 18 anos ( $M=22,71$ ;  $SD=3,888$ ), sendo composta maioritariamente por estudantes universitários.

### 3.5. Procedimento

Todas as experiências decorreram em ambiente laboratorial, com controlo sobre as variáveis ambiente: som, temperatura, luz. Antes da experiência cada participante preencheu um questionário Sociodemográfico. Tendo em conta o jogo a ser jogado pelo participante, foi feito um pequeno briefing acerca do objetivo do jogo, do *gameplay* e de como utilizar os *HTC Vive* (controlos e movimentos que se podem realizar dentro do espaço limitado, botões disponíveis nos comandos). Cada jogo teve um tutorial que mostrou ao jogador como jogar. Os participantes jogaram durante 10 minutos. Após a conclusão do jogo estes preencheram os questionários *IPQp*, *SSQ* e *GUESS*. Findo o preenchimento dos questionários, era feito um pequeno debriefing com os participantes de forma a tentar obter mais feedback acerca dos

aspectos mais marcantes dos jogos experienciados que pudessem ter influência sobre as variáveis dependentes do estudo.

### 3.6. Resultados

Antes da análise efetiva dos dados, procedeu-se a uma análise preliminar dos dados de forma a verificar a sua distribuição normal ( $|Assimetria| < 3$  e  $|Curtose| < 10$ ) (Marôco, 2010). Para estes intervalos não foram encontrados *outliers* na amostra ( $n=78$ ).

#### 3.6.1. Diferenças entre jogos na sensação de presença, *cybersickness* e *game experience*

Foram realizadas análises multivariadas das variâncias (MANOVA) para verificar a existência de diferenças significativas entre os jogos analisados na sensação de presença, no *cybersickness* e *game experience*. No que diz respeito à sensação de presença, os resultados sugerem um erro tipo II, podendo-se aceitar com reservas a existência de diferenças estatisticamente significativas,  $p < 0,05$  ( $F(16, 214)=1,248$ ;  $p=0,234$ ; Wilk's  $\Lambda = 0,762$ ;  $\eta_p^2 = 0,066$ ;  $OP=0,632$ ). Desse modo, foram realizadas análises de variância (ANOVA) para verificar a existência de diferenças (Tabela 3).

Tabela 3 Resultados da sensação de presença entre os 5 jogos testados

| Escala                  | Endless Night |       | Quanero |       | Budget Cuts |       | Price of freedom |       | Abbot's Book |       | p     | $\eta_p^2$ | OP    |
|-------------------------|---------------|-------|---------|-------|-------------|-------|------------------|-------|--------------|-------|-------|------------|-------|
|                         | Média         | S.D   | Média   | S.D   | Média       | S.D   | Média            | S.D   | Média        | S.D   |       |            |       |
| Spatial Presence        | 3,760         | 0,349 | 3,875   | 0,347 | 3,792       | 0,342 | 3,976            | 0,428 | 3,854        | 0,501 | 0,623 | 0,035      | 0,205 |
| Involvement Experienced | 3,609         | 0,832 | 3,609   | 0,908 | 3,500       | 0,639 | 3,643            | 0,836 | 3,969        | 0,851 | 0,558 | 0,040      | 0,231 |
| Realism                 | 3,156         | 0,645 | 3,359   | 0,664 | 2,953       | 0,776 | 3,429            | 0,631 | 3,781        | 0,700 | 0,016 | 0,152      | 0,812 |
| Presence                | 3,545         | 0,409 | 3,652   | 0,356 | 3,469       | 0,314 | 3,704            | 0,422 | 3,857        | 0,324 | 0,039 | 0,127      | 0,716 |

A análise ANOVA demonstrou diferenças significativas nas subescalas *Experienced Realism* ( $F(4, 73) = 3,267$ ;  $p=0,016$ ;  $\eta_p^2 = 0,152$ ;  $OP=0,812$ ) e *Presence* ( $F(4, 73) = 2,667$ ;  $p=0,039$ ;  $\eta_p^2 = 0,127$ ;  $OP=0,716$ ).

Seguiram-se análises *post-hoc Bonferroni* de maneira a determinar entre que jogos se encontram estas diferenças. Verificaram-se diferenças apenas entre os jogos *The Abbot's Book* e *Budget Cuts* ao nível de *Experienced Realism* ( $p=0,011$ ) e *Presence* ( $p=0,037$ ).

No *cybersickness*, os resultados sugerem a possibilidade de erro tipo II ( $F(12, 188)=1,417$ ;  $p=0,161$ ; Wilk's  $\Lambda = 0,795$ ;  $\eta_p^2= 0,073$ ;  $OP=0,691$ ). De forma a verificar possíveis diferenças entre jogos nas subescalas de *cybersickness*, foi realizada análise ANOVA que não demonstrou diferenças significativas entre todas as escalas tendo por base o valor de  $p < 0,05$ . (Tabela 4). No entanto, o efeito moderado e poder observado elevado nas subescalas *Nausea* ( $F(4, 73) = 2,297$ ;  $p=0,067$ ;  $\eta_p^2= 0,112$ ;  $OP=0,641$ ) e *Cybersickness* ( $F(4, 73) = 2,144$ ;  $p=0,084$ ;  $\eta_p^2= 0,105$ ;  $OP=0,607$ ) sugerem um possível erro tipo II. No *post hoc Bonferroni* não foram encontradas nenhuma diferenças significativas entre jogos, concluindo-se que não existem diferenças entre jogos no *cybersickness*.

Tabela 4 Resultados do *cybersickness* entre os 5 jogos testados

| Escalas<br><i>Cybersickness</i> | Endless Night |            | Quanero |            | Budget Cuts |            | Price of freedom |            | Abbot's Book |            | <i>p</i> | $\eta_p^2$ | <i>OP</i> |
|---------------------------------|---------------|------------|---------|------------|-------------|------------|------------------|------------|--------------|------------|----------|------------|-----------|
|                                 | Média         | <i>S.D</i> | Média   | <i>S.D</i> | Média       | <i>S.D</i> | Média            | <i>S.D</i> | Média        | <i>S.D</i> |          |            |           |
| <i>Nausea</i>                   | 11,925        | 9,54       | 8,944   | 12,784     | 2,981       | 7,5671     | 4,089            | 6,165      | 13,118       | 18,392     | 0,067    | 0,112      | 0,641     |
| <i>Oculomotor</i>               | 15,16         | 16,139     | 6,159   | 10,437     | 4,264       | 10,345     | 12,994           | 11,678     | 14,686       | 20,982     | 0,115    | 0,095      | 0,555     |
| <i>Disorientation</i>           | 23,49         | 31,628     | 13,92   | 25,414     | 6,96        | 12,45      | 17,897           | 13,843     | 21,75        | 22,137     | 0,246    | 0,071      | 0,412     |
| <i>Cybersickness</i>            | 18,466        | 17,3       | 10,29   | 13,205     | 5,143       | 10,742     | 12,823           | 9,809      | 18,233       | 21,802     | 0,084    | 0,105      | 0,607     |

No *game experience*, e tendo como referência o nível de significância de  $p < 0,05$  os resultados sugerem a inexistência de diferenças significativas. No entanto é possível verificar que há efeito forte e um poder observado elevado, tratando-se de um possível erro tipo II ( $F(32,245)=1,464$ ;  $p=0,058$ ; Wilk's  $\Lambda = 0,525$ ;  $\eta_p^2= 0,149$ ;  $OP=0,967$ ) requerendo mais testes. De forma a obter um maior detalhe sobre as diferenças verificadas foi efetuada uma análise ANOVA. A análise revelou diferenças significativas na subescala *Audio Aesthetics* ( $F(4, 73) = 3,089$ ;  $p=0,021$ ;  $\eta_p^2= 0,145$ ), *Visual Aesthetics* ( $F(4,73)=5,408$ ;  $p=0,001$ ;  $\eta_p^2= 0,229$ ) e *Final Score* ( $F(4,73)=3,906$ ;  $p=0,006$ ;  $\eta_p^2= 0,176$ ) (Tabela 5).

Tabela 5 Resultados do game experience entre os 5 jogos testados

| <i>Escalas Game Exp.</i>      | Endless Night |            | Quanero |            | Budget Cuts |            | Price of freedom |            | Abbot's Book |            | <i>p</i> | $\eta_p^2$ | <i>OP</i> |
|-------------------------------|---------------|------------|---------|------------|-------------|------------|------------------|------------|--------------|------------|----------|------------|-----------|
|                               | Média         | <i>S.D</i> | Média   | <i>S.D</i> | Média       | <i>S.D</i> | Média            | <i>S.D</i> | Média        | <i>S.D</i> |          |            |           |
| <i>Usability/Playability</i>  | 4,797         | 0,6304     | 4,848   | 0,662      | 4,419       | 0,6811     | 4,818            | 0,707      | 5,096        | 0,541      | 0,071    | 0,110      | 0,633     |
| <i>Narratives</i>             | 4,447         | 0,911      | 4,736   | 0,517      | 4,343       | 0,687      | 4,735            | 0,677      | 4,888        | 0,668      | 0,172    | 0,083      | 0,482     |
| <i>Play Engrossment</i>       | 4,903         | 0,488      | 4,666   | 0,843      | 4,638       | 0,715      | 4,892            | 0,627      | 5,254        | 0,413      | 0,056    | 0,117      | 0,667     |
| <i>Enjoyment</i>              | 5,413         | 0,663      | 5,400   | 0,723      | 5,225       | 0,473      | 5,457            | 0,668      | 5,775        | 0,252      | 0,119    | 0,095      | 0,550     |
| <i>Creative Freedom</i>       | 4,491         | 0,754      | 4,744   | 0,916      | 4,717       | 0,792      | 5,010            | 0,524      | 4,954        | 0,678      | 0,328    | 0,061      | 0,352     |
| <i>Audio Aeshtetics</i>       | 5,125         | 0,639      | 5,307   | 0,658      | 4,766       | 1,093      | 5,446            | 0,637      | 5,625        | 0,555      | 0,021    | 0,145      | 0,786     |
| <i>Personal Gratification</i> | 5,240         | 0,635      | 5,05    | 0,524      | 4,99        | 0,445      | 5,214            | 0,684      | 5,313        | 0,459      | 0,437    | 0,050      | 0,289     |
| <i>Visual Aesthetics</i>      | 5,021         | 0,614      | 5,25    | 0,638      | 4,917       | 0,564      | 5,333            | 0,570      | 5,750        | 0,355      | 0,001    | 0,050      | 0,966     |
| <i>Final Score</i>            | 39,436        | 3,738      | 40      | 3,771      | 38,01       | 3,735      | 40,906           | 3,7959     | 42,655       | 2,1166     | 0,006    | 0,176      | 0,883     |

Nas subescalas *Usability/Playability* ( $F(4, 73) = 2,259$ ;  $p=0,071$ ;  $\eta_p^2 = 0,110$ ;  $OP=0,633$ ) e *Play Engrossment* ( $F(4, 73) = 2,416$ ;  $p=0,056$ ;  $\eta_p^2 = 0,117$ ;  $OP=0,667$ ) podemos observar um efeito moderado e poder observado elevado, sugerindo a presença de um erro tipo II. Por este motivo estas subescalas foram incluídas em novos testes.

Pelos testes *post-hoc Bonferroni* podemos verificar que existem diferenças na subescala *Usability/Playability*, tratando-se então de um erro tipo II. As diferenças significativas encontradas encontram-se em:

- *Usability/Playability* ( $p=0,041$ ): Budget Cuts ( $M=4,419$ ) e The Abbot's Book ( $M=5,096$ )
- *Audio Aesthetics* ( $p=0,017$ ): Budget Cuts ( $M=4,766$ ) e The Abbot's Book ( $M=5,625$ )
- *Visual Aesthetics* ( $p=0,001$ ): Budget Cuts ( $M=4,917$ ) e The Abbot's Book ( $M=5,750$ )
- *Visual Aesthetics* ( $p=0,004$ ): Endless Night ( $M=5,020$ ) e The Abbot's Book ( $M=5,750$ )
- *Final Score* ( $p=0,003$ ): Budget Cuts ( $M=38,014$ ) e The Abbot's Book ( $M=42,655$ )

Relativamente à subescala *Play Engrossment*, não foram encontradas diferenças significativas, tratando-se, portanto, de um erro tipo II.

### 3.6.2. Diferenças entre géneros na sensação de presença, *cybersickness* e *game experience*

Um teste MANOVA foi usado para verificar se existiam diferenças nas subescalas dos questionários *IPQp*, *SSQ* e *GUESS* entre géneros. Os resultados demonstraram que não houve

estatisticamente diferenças significativas na sensação de presença ( $F(4, 73)=1,666$ ;  $p=0,167$ ; Wilk's  $\Lambda = 0,916$ ;  $\eta_p^2 = 0,084$ ;  $OP=0,488$ ) (Tabela 6).

Tabela 6 Diferenças entre géneros nos 5 jogos testados relativos à sensação de presença

| Escala Presença            | Masculino |       | Feminino |       | <i>p</i> | $\eta_p^2$ | <i>OP</i> |
|----------------------------|-----------|-------|----------|-------|----------|------------|-----------|
|                            | Média     | S.D   | Média    | S.D   |          |            |           |
| <i>Spatial Presence</i>    | 3,892     | 0,388 | 3,803    | 0,401 | 0,322    | 0,013      | 0,166     |
| <i>Involvement</i>         | 3,506     | 0,827 | 3,836    | 0,772 | 0,073    | 0,042      | 0,434     |
| <i>Experienced Realism</i> | 3,225     | 0,679 | 3,447    | 0,765 | 0,178    | 0,024      | 0,269     |
| <i>Presence</i>            | 3,580     | 0,366 | 3,711    | 0,390 | 0,133    | 0,029      | 0,323     |

Relativamente *cybersickness* ( $F(3, 74)=1,610$ ;  $p=0,194$ ; Wilk's  $\Lambda = 0,939$ ;  $\eta_p^2 = 0,061$ ;  $OP=0,407$ ) não foram encontradas diferenças (Tabela 7).

Tabela 7 Diferenças entre géneros nos 5 jogos testados relativos ao *cybersickness*

| Escala <i>Cybersickness</i> | Masculino |        | Feminino |        | <i>p</i> | $\eta_p^2$ | <i>OP</i> |
|-----------------------------|-----------|--------|----------|--------|----------|------------|-----------|
|                             | Média     | S.D    | Média    | S.D    |          |            |           |
| <i>Nausea</i>               | 6,440     | 11,098 | 10,293   | 13,193 | 0,166    | 0,025      | 0,282     |
| <i>Oculomotor</i>           | 8,717     | 14,721 | 12,567   | 15,086 | 0,258    | 0,017      | 0,203     |
| <i>Disorientation</i>       | 12,180    | 15,820 | 21,613   | 27,594 | 0,066    | 0,044      | 0,452     |
| <i>Cybersickness</i>        | 10,098    | 14,723 | 16,043   | 16,519 | 0,097    | 0,036      | 0,382     |

Na análise do *game experience* ( $F(8, 69)=1,010$ ;  $p=0,437$ ; Wilk's  $\Lambda = 0,895$ ;  $\eta_p^2 = 0,105$ ;  $OP=0,432$ ) também não foram encontradas diferenças (Tabela 8).

Tabela 8 Diferenças entre géneros nos 5 jogos testados relativos ao *game experience*

| Escala <i>Game Exp.</i>       | Masculino |       | Feminino |       | <i>p</i> | $\eta_p^2$ | <i>OP</i> |
|-------------------------------|-----------|-------|----------|-------|----------|------------|-----------|
|                               | Média     | S.D   | Média    | S.D   |          |            |           |
| <i>Usability/Playability</i>  | 4,863     | 0,624 | 4,724    | 0,708 | 0,360    | 0,011      | 0,149     |
| <i>Narratives</i>             | 4,659     | 0,739 | 4,593    | 0,698 | 0,689    | 0,002      | 0,068     |
| <i>Play Engrossment</i>       | 4,767     | 0,666 | 4,978    | 0,643 | 0,159    | 0,026      | 0,290     |
| <i>Enjoyment</i>              | 5,405     | 0,595 | 5,505    | 0,595 | 0,459    | 0,007      | 0,114     |
| <i>Creative Freedom</i>       | 4,792     | 0,745 | 4,762    | 0,771 | 0,865    | 0,000      | 0,053     |
| <i>Audio Aesthetics</i>       | 5,298     | 0,593 | 5,197    | 0,950 | 0,575    | 0,004      | 0,086     |
| <i>Personal Gratification</i> | 5,116     | 0,603 | 5,206    | 0,498 | 0,475    | 0,007      | 0,109     |
| <i>Visual Aesthetics</i>      | 5,158     | 0,622 | 5,351    | 0,605 | 0,170    | 0,025      | 0,277     |
| <i>Final Score</i>            | 40,058    | 3,572 | 40,318   | 3,951 | 0,761    | 0,001      | 0,060     |

### 3.6.3. Correlação entre subescalas do questionário *GUESS* e *IPQp*

Um teste de correlação *Pearson* foi efetuado de maneira a determinar a relação entre as subescalas do questionário *GUESS* e *IPQp*. Foram encontradas correlações significativas entre as subescalas dos questionários. De forma a facilitar a leitura, estão destacados os casos onde foram encontradas correlações significativas (Tabela 9).

Tabela 9 Sig. (2-Tailed) e Coeficiente *Pearson* entre as subescalas *IPQp* e *GUESS*

| <i>Escalas Game Exp.</i>      | <i>Presence</i> |                  | <i>Spatial Presence</i> |              | <i>Involvement</i> |              | <i>Experienced Realism</i> |                  |
|-------------------------------|-----------------|------------------|-------------------------|--------------|--------------------|--------------|----------------------------|------------------|
|                               | <i>r</i>        | <i>p</i>         | <i>r</i>                | <i>p</i>     | <i>r</i>           | <i>p</i>     | <i>r</i>                   | <i>p</i>         |
| <i>Usability/Playability</i>  | 0,146           | 0,203            | 0,133                   | 0,246        | -0,145             | 0,206        | <b>0,336</b>               | <b>0,003</b>     |
| <i>Narratives</i>             | 0,164           | 0,144            | 0,052                   | 0,653        | -0,145             | 0,205        | <b>0,424</b>               | <b>&lt;0,000</b> |
| <i>Play Engrossment</i>       | <b>0,408</b>    | <b>&lt;0,000</b> | 0,120                   | 0,294        | <b>0,235</b>       | <b>0,039</b> | <b>0,416</b>               | <b>&lt;0,000</b> |
| <i>Enjoyment</i>              | <b>0,298</b>    | <b>0,008</b>     | 0,163                   | 0,153        | 0,004              | 0,972        | <b>0,424</b>               | <b>&lt;0,000</b> |
| <i>Creative Freedom</i>       | 0,220           | 0,053            | <b>0,273</b>            | <b>0,016</b> | -0,068             | 0,556        | <b>0,285</b>               | <b>0,012</b>     |
| <i>Audio Aesthetics</i>       | <b>0,372</b>    | <b>0,001</b>     | <b>0,265</b>            | <b>0,019</b> | 0,158              | 0,167        | <b>0,305</b>               | <b>0,007</b>     |
| <i>Personal Gratification</i> | <b>0,258</b>    | <b>0,023</b>     | 0,130                   | 0,256        | 0,058              | 0,614        | <b>0,336</b>               | <b>0,003</b>     |
| <i>Visual Aesthetics</i>      | <b>0,405</b>    | <b>&lt;0,000</b> | <b>0,239</b>            | <b>0,035</b> | 0,058              | 0,617        | <b>0,493</b>               | <b>&lt;0,000</b> |
| <i>Final Score</i>            | <b>0,404</b>    | <b>&lt;0,000</b> | <b>0,250</b>            | <b>0,027</b> | 0,026              | 0,821        | <b>0,534</b>               | <b>&lt;0,000</b> |

### 3.6.4. Correlação entre subescalas do questionário *GUESS* e *SSQ*

Um teste de correlação *Pearson* foi usado de maneira a determinar a relação entre as subescalas do questionário *GUESS* e *SSQ* (Tabela 10).

Tabela 10 Sig. (2-Tailed) e Coeficiente *Pearson* entre *GUESS* e *SSQ*

| <i>Escalas Game Exp.</i>      | <i>Nausea</i> |          | <i>Oculomotor discomfort</i> |              | <i>Disorientation</i> |              | <i>Cybersickness</i> |              |
|-------------------------------|---------------|----------|------------------------------|--------------|-----------------------|--------------|----------------------|--------------|
|                               | <i>r</i>      | <i>p</i> | <i>r</i>                     | <i>p</i>     | <i>r</i>              | <i>p</i>     | <i>r</i>             | <i>p</i>     |
| <i>Usability/Playability</i>  | -0,08         | 0,488    | -0,005                       | 0,966        | 0,011                 | 0,924        | -0,022               | 0,847        |
| <i>Narratives</i>             | -0,176        | 0,123    | 0,056                        | 0,629        | 0,121                 | 0,292        | 0,019                | 0,869        |
| <i>Play Engrossment</i>       | 0,165         | 0,150    | <b>0,284</b>                 | <b>0,012</b> | <b>0,268</b>          | <b>0,018</b> | <b>0,286</b>         | <b>0,011</b> |
| <i>Enjoyment</i>              | -0,110        | 0,336    | 0,153                        | 0,182        | 0,144                 | 0,208        | 0,093                | 0,417        |
| <i>Creative Freedom</i>       | -0,042        | 0,713    | 0,153                        | 0,180        | 0,063                 | 0,581        | 0,083                | 0,470        |
| <i>Audio Aesthetics</i>       | -0,044        | 0,700    | -0,012                       | 0,919        | 0,006                 | 0,958        | -0,017               | 0,886        |
| <i>Personal Gratification</i> | -0,016        | 0,890    | 0,096                        | 0,401        | 0,026                 | 0,824        | 0,050                | 0,664        |
| <i>Visual Aesthetics</i>      | 0,211         | 0,064    | 0,201                        | 0,077        | 0,206                 | 0,071        | <b>0,237</b>         | <b>0,037</b> |
| <i>Final Score</i>            | -0,022        | 0,850    | 0,160                        | 0,162        | 0,147                 | 0,199        | 0,125                | 0,277        |

### 3.6.5. Correlação entre subescalas do questionário *GUESS* e Sócio Demográfico.

Um teste de correlação *Pearson* foi usado de maneira a determinar a relação entre as subescalas do questionário *GUESS* e Sociodemográfico. Foi encontrada uma correlação significativa e positivas entre Freq.Jogos e *Usability/Playability* ( $r=0,294$ ;  $p=0,009$ ) (Tabela 11).

Tabela 11 Sig. (2-Tailed) e correlação *Pearson* entre os questionários *GUESS* e Sociodemográfico

| <i>Escalas Game Exp.</i>      | Conhecimento RV |          | Freq.Jogos   |              |
|-------------------------------|-----------------|----------|--------------|--------------|
|                               | <i>r</i>        | <i>p</i> | <i>r</i>     | <i>p</i>     |
| <i>Usability/Playability</i>  | 0,198           | 0,083    | <b>0,294</b> | <b>0,009</b> |
| <i>Narratives</i>             | 0,030           | 0,792    | -0,007       | 0,951        |
| <i>Play Engrossment</i>       | -0,107          | 0,351    | 0,048        | 0,678        |
| <i>Enjoyment</i>              | -0,021          | 0,853    | 0,074        | 0,518        |
| <i>Creative Freedom</i>       | -0,080          | 0,487    | 0,018        | 0,876        |
| <i>Audio Aeshtetics</i>       | 0,093           | 0,420    | 0,100        | 0,382        |
| <i>Personal Gratification</i> | -0,060          | 0,602    | -0,020       | 0,864        |
| <i>Visual Aesthetics</i>      | -0,117          | 0,309    | -0,096       | 0,405        |
| <i>Final Score</i>            | -0,006          | 0,958    | 0,077        | 0,501        |

### 3.6.6. Correlação das subescalas dos questionários *IPQp* e *SSQ* com Sócio Demográfico

Um teste de correlação *Pearson* foi usado de maneira a determinar a relação das subescalas dos questionários *IPQp* (Tabela 12) e *SSQ* (Tabela 13) com Sociodemográfico. Não foram encontradas correlações significativas entre as subescalas dos questionários.

Tabela 12 Sig. (2-Tailed) e correlação *Pearson* das subescalas do questionário *IPQp* com Sociodemográfico

| <i>Escalas Presença</i> | Conhecimento RV |          | Freq.Jogos |          |
|-------------------------|-----------------|----------|------------|----------|
|                         | <i>r</i>        | <i>p</i> | <i>r</i>   | <i>p</i> |
| Spatial Presence        | -0,088          | 0,445    | 0,031      | 0,787    |
| Involvement             | 0,034           | 0,767    | 0,042      | 0,716    |
| Experienced Realism     | -0,029          | 0,801    | 0,108      | 0,347    |
| Presence                | -0,031          | 0,787    | 0,099      | 0,389    |

Tabela 13 Sig. (2-Tailed) e correlação Pearson das subescalas do questionário SSQ com Sociodemográfico

| Escalas <i>Cybersickness</i> | Conhecimento RV |          | Freq.Jogos |          |
|------------------------------|-----------------|----------|------------|----------|
|                              | <i>r</i>        | <i>p</i> | <i>r</i>   | <i>p</i> |
| <i>Nausea</i>                | -0,175          | 0,126    | -0,080     | 0,489    |
| <i>Oculomotor</i>            | 0,041           | 0,720    | -0,011     | 0,922    |
| <i>Disorientation</i>        | 0,031           | 0,788    | -0,011     | 0,922    |
| <i>Cybersickness</i>         | -0,022          | 0,849    | -0,034     | 0,769    |

### 3.6.7. Correlação entre as subescalas dos questionários *IPQp* e *SSQ*

Um teste de correlação *Pearson* foi usado de maneira a determinar a relação entre as subescalas dos questionários *IPQp* e *SSQ*. Não foram encontradas correlações significativas entre as subescalas dos questionários (Tabela 14).

Tabela 14 Sig. (2-Tailed) e correlação Pearson das subescalas do questionário *IPQp* com *SSQ*

| Escalas <i>Cybersickness</i> | <i>Presence</i> |          | <i>Spatial Presence</i> |          | <i>Involvement</i> |          | <i>Experienced Realism</i> |          |
|------------------------------|-----------------|----------|-------------------------|----------|--------------------|----------|----------------------------|----------|
|                              | <i>r</i>        | <i>p</i> | <i>r</i>                | <i>p</i> | <i>r</i>           | <i>p</i> | <i>r</i>                   | <i>p</i> |
| <i>Nausea</i>                | 0,122           | 0,289    | 0,090                   | 0,436    | 0,114              | 0,319    | 0,019                      | 0,872    |
| <i>Oculomotor</i>            | 0,140           | 0,221    | -0,008                  | 0,946    | 0,041              | 0,720    | 0,199                      | 0,081    |
| <i>Disorientation</i>        | 0,150           | 0,189    | 0,015                   | 0,894    | 0,033              | 0,776    | 0,208                      | 0,068    |
| <i>Cybersickness</i>         | 0,160           | 0,161    | 0,029                   | 0,798    | 0,067              | 0,563    | 0,178                      | 0,118    |

## 3.7. Discussão

O objetivo deste estudo centrava-se em descobrir que fatores dos jogos de RV contribuem para uma maior presença, menor *cybersickness* e maior *game experience*. Para tal foram analisadas estas variáveis dependentes entre 5 jogos RV. Foi também analisado se o género teria influencia nestas variáveis. Eram esperadas diferenças significativas entre presença, *cybersickness* e *game experience* nesta análise entre jogos e entre géneros.

Os resultados mostraram que houve diferenças entre jogos na sensação de presença. No entanto estas diferenças apenas se encontraram entre *The Abbot's Book* e *Budget Cuts*. Apesar da existência de diferenças significativas, não seria correto generalizar o que é diferente apenas entre estes dois jogos em particular. Por essa mesma razão, não serão investigadas as diferenças que distinguem estes dois jogos. Não foram encontradas diferenças significativas no

*cybersickness* entre jogos. Em relação ao *game experience*, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os jogos. Essas diferenças ocorreram, essencialmente, entre o jogo *The Abbot's Book* com *Budget Cuts* e *Endless Night* nas subescalas *Usability/Playability*, *Audio Aesthetics*, *Visual Aesthetics* e *Final Score*. O jogo *The Abbot's Book* obteve uma média superior em todas as diferenças.

Na análise entre géneros, não foram encontradas diferenças em qualquer uma das variáveis dependentes presença, *cybersickness* e *game experience*, o que sugere que o género não é um fator influenciador destes aspetos. Na sensação de presença eram esperadas diferenças significativas presença (Bracken, 2005; Lachlan & Krcmar, 2011; Mel Slater et al., 1998) no entanto o mesmo não aconteceu neste estudo. Relativamente ao *cybersickness*, e como indica o estado de arte, seriam esperadas diferenças significativas entres géneros *cybersickness* (Biocca, 1992; LaViola, 2000; Reason & Brand, 1975), tal não se verificou. Isto pode ser devido ao crescimento da RV. Os equipamentos usados para navegar nos AV são atualmente mais avançados e sofisticados, o que pode ter contribuído para a mitigação das diferenças entre género.

Como não foram encontradas diferenças significativas suficientes na presença entre os jogos, não foi possível usar os parâmetros que distinguiriam os jogos com melhor presença dos outros para realizar o jogo RV multissensorial. Foram correlacionadas as subescalas do *GUESS* com as de *IPQp* e *SSQ* de modo a perceber que fatores de um jogo podem influenciar a presença e *cybersickness*. Os testes de correlação *Pearson* mostraram correlações significativas entre as subescalas do *game experience* (*GUESS*) com as subescalas da sensação de presença (*IPQp*) e *cybersickness* (*SSQ*) das quais se destacam:

- *Visual Aesthetics*: provou ser um elemento influenciador de *Spatial Presence*, *Experienced Realism* e *Presence*. Tal vai ao encontro da literatura onde um maior nível de qualidade de imagem poderá elevar a presença do jogador além de permitir uma melhor noção espacial do ambiente. Foi também encontrada uma correlação positiva com *Cybersickness*.
- *Enjoyment*: como sendo a satisfação que o jogador experiência, influenciou positivamente a presença. Quando maior a satisfação do jogador maior o *Experienced Realism* e *Presence*.

- *Narratives*: tal como indica a literatura, ajuda a criar níveis mais elevados de presença. Tal foi comprovado pelas correlações significativas encontradas com *Experienced Realism*.
- *Play Engrossment*: contribuiu igualmente para a presença. Quanto maior a concentração do jogador com o jogo, maior o *Experienced Realism*, *Involvement* e *Presence* relatado. No entanto apresenta de igual forma correlações positivas com *Cybersickness*, *Oculomotor Discomfort* e *Disorientation*.
- *Usability/Playability*: A usabilidade do jogo, controlos simples e intuitivos e objetivos bem claros proporcionou um maior *Experienced Realism*.
- *Personal Gratification*: o desafio e a consequente sensação de realização pessoal ao ultrapassar os obstáculos, relatadas pela subescala, demonstrou contribuir para um maior *Experienced Realism* e *Presence*.
- *Audio Aesthetics*: O áudio, tal como encontrado na literatura, ajudou a aumentar os níveis de *Experienced Realism*, *Spatial Presence* e *Presence*.
- *Creative Freedom*: A possibilidade de os jogadores expressarem a sua individualidade e criatividade, ao interagir de maneiras diferentes com o jogo ao estilo de cada personalidade aumentou igualmente o *Experienced Realism* e *Spatial Presence*.

A correlação positiva, mas, no entanto, fraca, entre *Oculomotor Discomfort* e *Play Engrossment* pode indicar que quanto maior a atenção e interesse do jogador no jogo, maior é o esforço dos olhos. Ao estar mais interessado, o jogador poderá esforçar-se mais em tomar atenção aos detalhes do jogo acabando por cansar a vista.

A correlação entre *Visual Aesthetics* e *cybersickness* poderá indicar que uma cena com visuais mais ricos e detalhados a serem processados pelo jogador poderá aumentar a probabilidade de este sentir sintomas de *cybersickness* do que uma cena com visuais simples e fáceis de serem processados pelo cérebro.

A frequência com que os participantes costumam jogar teve uma correlação positiva e fraca com a variável *Usability/Playability*. Isto pode ser justificado ao assumir que um participante que esteja habituado a jogar terá uma melhor noção de como um jogo funciona, tornando-se mais fácil e rápido para este entender quais os objetivos e como atingi-los contra participantes

que não estão habituados a jogar videojogos. Nenhuma correlação foi encontrada entre a frequência com que os participantes jogam e as subescalas de *IPQp* e *SSQ*, portanto neste estudo a incidência de *cybersickness* não foi elevada o suficiente de maneira a influenciar negativamente a sensação de presença.

Nenhuma correlação foi encontrada entre o nível de conhecimento de RV por parte do participante com as subescalas de *IPQp*, *SSQ* e *GUESS* indicando que esta variável não teve qualquer impacto nos resultados.

### **3.8. Sumário**

Este estudo teve como objetivo principal perceber que aspetos dos jogos RV contribuem para uma maior sensação de presença, menor *cybersickness* e maior *game experience* e se existem diferenças entre género nestas mesmas variáveis. Para tal foram analisados 5 jogos RV e analisadas as diferenças das variáveis dependentes entre os jogos e entre géneros. Entre jogos, foram encontradas diferenças na sensação de presença, nas subescalas: *Experienced Realism* e *Presence*. Não foram encontradas diferenças significativas no *cybersickness*. No *game experience*, foram encontradas diferenças significativas nas subescalas *Usability/Playability*, *Audio Aesthetics*, *Visual Aesthetics* e *Final score*. O género não teve influência nas variáveis dependentes presença, *cybersickness* e *game experience*. As correlações encontradas entre o *IPQp*, *SSQ* e *GUESS* indicam alguns fatores de um jogo RV que contribuem para uma maior sensação de presença e *cybersickness*, fatores esses que irão ser tido em conta na proposta do jogo RV multissensorial. Foram encontradas também correlações entre o questionário *GUESS* e Sociodemográfico.

## 4. Desenho de jogos de RV multissensoriais

No capítulo anterior foram identificados os fatores que parecem contribuir para uma maior sensação de presença, menor *cybersickness* e maior *game experience*. Através das correlações entre presença e *game experience* podemos verificar que todas as subescalas do questionário que mede o *game experience* estão correlacionados com as subescalas do questionário que mede a presença. Tal significa que se o jogo proporcionar um bom *game experience*, a presença deverá ser mais elevada. Através das subescalas do questionário *GUESS* podemos discriminar onde estas correlações se encontram e desenhar o jogo com foco nessas mesmas componentes.

A componente multissensorial foi introduzida de maneira a elevar a sensação de presença, tal como é possível verificar na literatura. Esta componente multissensorial permite também analisar numa segunda instância se os estímulos multissensoriais são capazes de influenciar a decisão do jogador entre dois caminhos a seguir. Segue-se uma proposta para um jogo de RV Multissensorial com foco na sensação de presença baseado nos resultados obtidos e na literatura.

### 4.1. Caracterização do jogo de RV Multissensorial

A caracterização do que o jogo deveria incluir de forma a oferecer uma experiência de jogo positiva foi feita com base no estudo realizado, tendo em conta as variáveis de um jogo de RV que maior correlação têm com a sensação de presença e aqueles que igualmente se correlacionam com o *cybersickness*. Foram então usadas as subescalas do questionário usado para avaliar o *game experience*, o *GUESS*, como linhas guia no desenvolvimento do jogo.

#### 4.1.1. Usability/Playability

Esta componente refere-se ao quão fácil é para o jogador entender qual o objetivo do jogo e que metas precisa de ultrapassar para lá chegar. Para isso o jogo precisa de expor de forma clara e inequívoca o que o jogador tem de fazer, quer seja com um tutorial inicial ou um nível de treino/habituação explicando o *gameplay* do jogo, objetivos, controlos e interface de utilizador (*Sanboxes* e *Fish tanks*) ou dando dicas e informações à medida que o jogador as precisa ao longo do jogo (*Information "On Demand"*), ou possivelmente ambos (Gee, 2004).

Ao tornar simples e claro ao jogador o que este tem de fazer e como fazê-lo, existe uma maior probabilidade de este se sentir mais presente.

#### 4.1.2. *Narratives*

Uma boa história que envolva o jogador, que mexa com as suas emoções e o torne interessado no jogo, com vontade de explorar e saber mais o que há sobre esta irá aumentar a sensação de presença no AV. Esta narrativa poderá ter dinâmica própria onde o jogador, com as suas decisões e ações forma o caminho da história. Deverá igualmente ser focada em eventos diferentes da monotonia do dia a dia do jogador (Mel Slater & Wilbur, 1997). *Plot twists* podem ser usados para que o jogador não sinta que os eventos da história são demasiado óbvios levando a que este não sinta interesse em continuar a história por já estimar de antemão o que irá acontecer. Se o jogador sentir empatia com as personagens do jogo maior será a imersão no jogo (Brown & Cairns, 2004).

#### 4.1.3. *Play Engrossment*

Esta é a capacidade de o jogo manter a atenção e interesse do jogador ao longo do jogo. Isto pode ser atingido através de uma boa narrativa, e de introduzir elementos novos ao longo da progressão (desbloquear novos níveis, habilidades, novos inimigos, novos eventos, novos objetivos diferentes). Se a carga de trabalho necessária para realizar as tarefas for suficiente e constante o jogador irá manter o foque da sua atenção no jogo. (Brown & Cairns, 2004; Sweetser & Wyeth, 2005). Esta componente tem correlações com *Presence*, *Involvement* e *Experienced Realism*, tendo esta componente um grande impacto na elevação da sensação de presença.

#### 4.1.4. *Enjoyment*

É a diversão e excitação que o jogador sente ao jogar o jogo. Esta componente tem correlação positiva com *Presence* e *Experienced Realism*. Ou seja, quanto maior a diversão do participante, maior é a tendência deste em sentir um maior nível de sensação de presença.

#### 4.1.5. *Creative Freedom*

O jogo deve permitir o jogador expressar a sua criatividade e individualidade. Poderá ser atingido ao permitir que os objetivos do jogo possam ser atingidos de diferentes formas,

moldando-se à personalidade do jogador. A introdução de diversos elementos com funções diferentes com os quais o jogador possa interagir e combinar de maneira a executar a tarefa de diferentes maneiras poderá leva-lo a sentir-se mais criativo e curioso no que poderá fazer no jogo. Esta componente apresenta correlações positivas com *Experienced Realism* e *Spatial Presence*.

#### 4.1.6. *Audio Aesthetics*

Os estímulos auditivos são de enorme importância para uma elevada sensação de presença. Com correlações positivas com *Presence*, *Spatial Presence* e *Experienced Realism*. A experiência auditiva poderá ser enriquecida através de múltiplos efeitos sonoros em concordância que advenham de múltiplos elementos do jogo (detalhes sonoros como luzes a piscar, som de objetos a colidir, sons ambiente...) que se comportem de forma realista (por ex. ouvir o som da rua apenas quando se tem a porta ou a janela aberta) (Dinh et al., 1999). A espacialização do som também irá influenciar positivamente a presença (Hendrix & Barfield, 1996b).

#### 4.1.7. *Personal Gratification*

O jogo deverá proporcionar obstáculos que desafiem as capacidades e/ou habilidades do jogador. No entanto o desafio não pode ser demasiado difícil levando a que o jogador se sinta frustrado em não o conseguir passar, mas também não deverá ser demasiado fácil onde o jogador não sinta sequer desafiado (Gee, 2004; Sweetser & Wyeth, 2005). Para permitir que um jogo consiga desafiar vários jogadores, uns com menos facilidade de passar os obstáculos que outros, vários níveis de dificuldade devem ser disponibilizados para corresponder às capacidades de cada um. Ao longo do decorrer de um jogo, com a prática os jogadores começam a adaptar-se e a controlar cada vez melhor um certo leque de habilidades que lhes permite passar facilmente obstáculos que antes lhes pareciam difíceis. Um jogo deverá manter o desafio ao longo do seu percurso, para tal este deverá exigir que o jogador necessite de aprender novas habilidades para ultrapassar obstáculos cada vez mais difíceis aumentando assim a dificuldade ao longo do tempo e desafiando sempre o jogador até à conclusão do jogo (Gee, 2004). Esta componente apresenta correlações positivas com *Presence* e *Experienced Realism*.

#### 4.1.8. Visual Aesthetics

Esta é a componente tem correlações positivas com *Presence* e *Spatial Presence*. Refere-se ao quão atrativo e/ou realista os gráficos e geometria dos elementos do jogo soam ao jogador. Devido a ser um componente que requer um alto esforço computacional, cuidado extra deve se ter em conta no *frame rate* produzido. Este deve ser alto o suficiente para que o jogador desfrute do jogo sem provocar sintomas de *cybersickness*. Segundo a literatura, a qualidade dos visuais está associada a um (Hendrix & Barfield, 1996a; M. Slater, 2009; Mel Slater & Wilbur, 1997) maior realismo experienciado.

#### 4.1.9. Multissensorial

Segundo a literatura, para elevar ainda mais a imersão do sistema e a sensação de presença do jogador, estímulos multissensoriais deverão ser usados de forma coerente. Entre os estímulos podem constar os hápticos (vento, vibração e temperatura) e olfativos.

### 4.2. Especificação da proposta de jogo de RV multissensorial

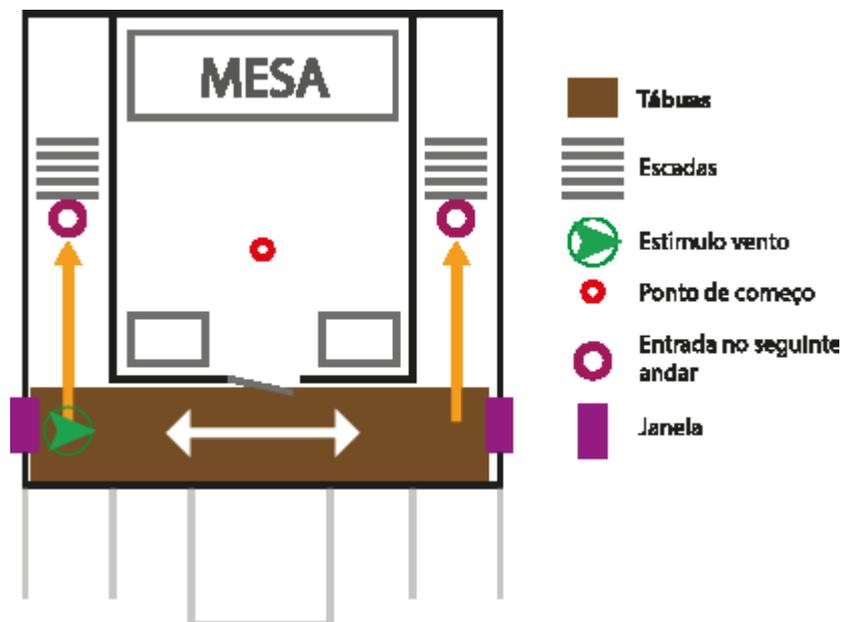
O género do jogo proposto é de Suspense/Mistério, sendo que a ação decorre num hospital abandonado. O jogo encontra-se dividido em 4 níveis. Cada nível permite, à exceção do último, a escolha do caminho a seguir por parte do jogador. A literatura apresenta que quantos mais estímulos são incluídos numa experiência de RV melhor é a experiência do utilizador. Assim, foram adicionados estímulos em cada nível e em um dos dois caminhos possíveis por onde o jogador pode avançar, para além dos estímulos visuais e auditivo. A possibilidade de decisão vai ao encontro da componente *Creative Freedom*, que juntamente com estímulos multissensoriais (como por exemplo, a sensação háptica de vibração sobre um chão instável) deverão elevar os níveis de sensação de presença além de possibilitar, como objetivo secundário, se o multissensorial é capaz de influenciar a escolha do participante em tomar um determinado caminho.

#### 4.2.1. Nível 1 (Estímulo háptico - vento)

O participante começa numa sala de um hospital sem saber o que se passou, ou onde se encontra. O ambiente é escuro e assustador. Em cima de uma mesa de secretária encontra-se uma lanterna juntamente com uma página do seu diário pessoal com a seguinte nota:

“Tenho de sair daqui eles andam á minha procura. Não são humanos... querem matar-me. Não são humanos”.

Após a sua leitura surgirá uma chave escondida na sala. O utilizador tem que encontrar a chave para destrancar a porta que dá acesso a um corredor. No corredor, o utilizador tem a possibilidade de optar em seguir por um de dois caminhos possíveis, sendo que um dos caminhos apresenta um estímulo háptico (neste caso uma ligeira brisa que provém da janela à direita do utilizador). Após optar por um dos caminhos, o jogador prossegue até a umas escadas que o irão levar ao próximo nível (Figura 9).



#### 4.2.2. Nível 2 (Estímulo háptico - vibração)

Após subir as escadas o jogador encontra-se num novo nível e já não pode voltar para o nível anterior. Neste nível existe novamente outra porta trancada, para a qual o jogador terá de encontrar uma chave para a abrir. Na sala central existe a seguinte nota na parede:

*“A escuridão revela o caminho”*

Nessa mesma sala encontra-se um quadro elétrico acompanhado de uma placa a dizer “Corte geral de eletricidade” que o utilizador deverá desativar de maneira a apagar todas as

luzes desse nível. Após ficar tudo às escuras, com apenas a luz da lanterna a iluminar o caminho, irá aparecer uma chave num balcão no meio do corredor. Com essa chave, o utilizador poderá abrir a porta onde se depara com um chão partido e onde consegue ver parte do andar de baixo. Tal como no nível 1, este terá de optar por um dos caminhos. Nota que neste ponto o jogador deverá subir uma plataforma onde será entregue o estímulo háptico. As tábuas deverão estar centradas com a porta. Sendo que é pretendido entregar o estímulo háptico em apenas um dos caminhos, o participante ao subir deverá sentir vibração apenas num dos pés. Seguindo o caminho com feedback háptico, o jogador irá sentir o chão a vibrar reforçando a ideia de instabilidade do piso - o mesmo não acontece no outro caminho. Após passar este corredor o jogador depara-se com uma porta que o irá levar para o nível 3 (Figura 10).

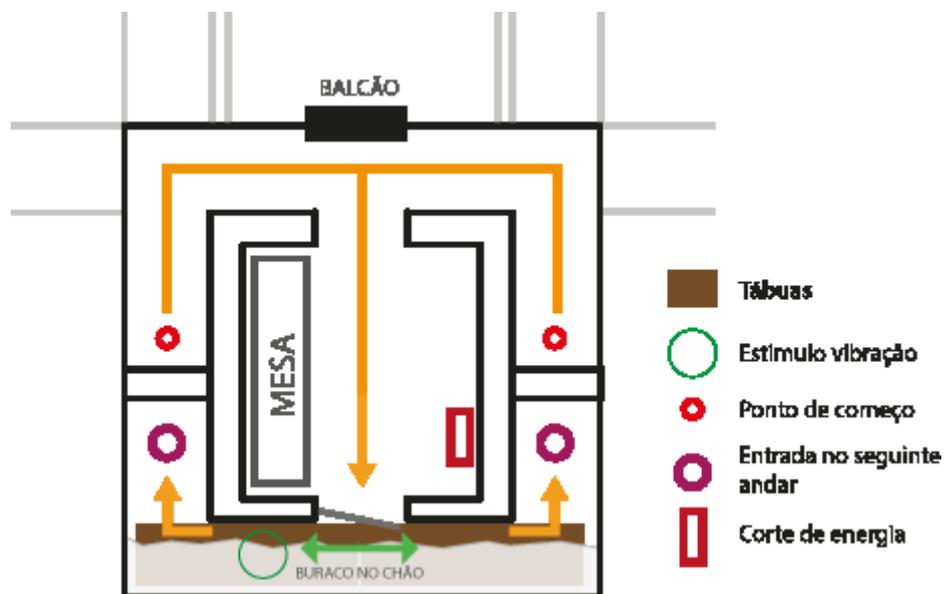


Figura 10 Layout do Nível 2

#### 4.2.3. Nível 3 (Estímulo olfativo)

Neste nível o jogador irá entrar num escritório onde terá que abrir um cofre. A combinação estará codificada em três símbolos marcados na parede. Os números estarão em três páginas, cada uma com um símbolo correspondente. Após a introdução da sequência certa de números, o cofre irá abrir. No cofre, o jogador encontrará uma fotografia de um paciente de esquizofrenia numa sala branca almofadada e uma folha de paciente com a seguinte informação: Nome e idade real do jogador, e a seguinte descrição:

“O paciente N°640 é um caso único. Nunca vimos um paciente assim. É o caso mais grave de esquizofrenia que já vimos. O paciente é capaz de alucinar mundos inteiros e experienciar os seus sentidos como se fossem totalmente reais!”.

O objetivo é fazer com que o jogador descubra então que afinal ninguém o está a tentar matar, mas sim que tudo o que está a ver e a sentir é fruto da alucinação proporcionada pela doença esquizofrenia. Dentro do cofre encontra-se igualmente uma chave que irá destrancar uma porta com ligação ao corredor e outra para uma caixa de fusíveis onde terá de introduzir dois fusíveis. No corredor encontrará um fusível ao pé de cada elevador. O jogador terá de ir a ambos os lados buscar os fusíveis e num deles irá sentir um cheiro desagradável. Após colocar os fusíveis na caixa, a eletricidade retorna aos elevadores. Neste momento o jogador decide que elevador decide abrir (Figura 11). Após subir de elevador surge um clarão branco, o irá levar ao nível final.

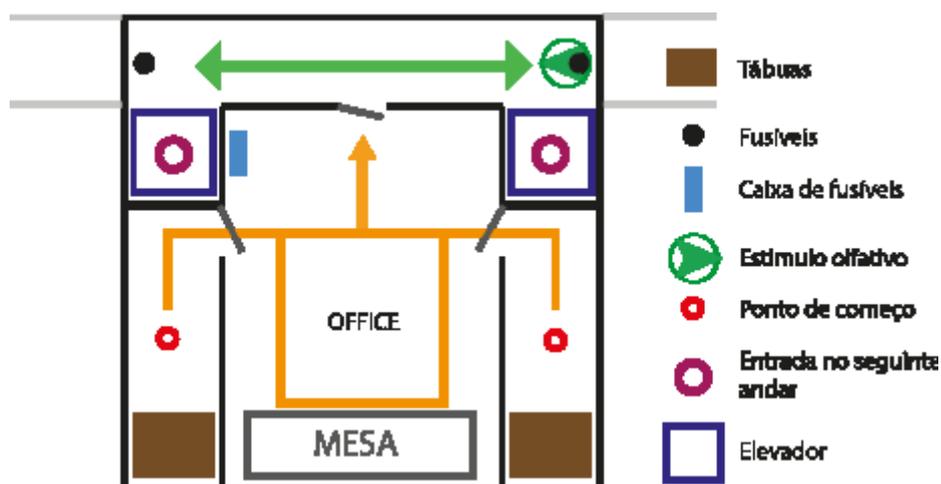


Figura 11 Layout do Nível 3

#### 4.2.4. Nível 4 (Fim)

O participante aparece numa sala branca e almofadada para a sua proteção como doente esquizofrénico (Figura 12). Nenhuma ação acontecerá neste nível. Após um período de reflexão de tudo o que aconteceu o jogador dá conta que tudo não passou de mais uma alucinação e que se encontra ainda em tratamento.

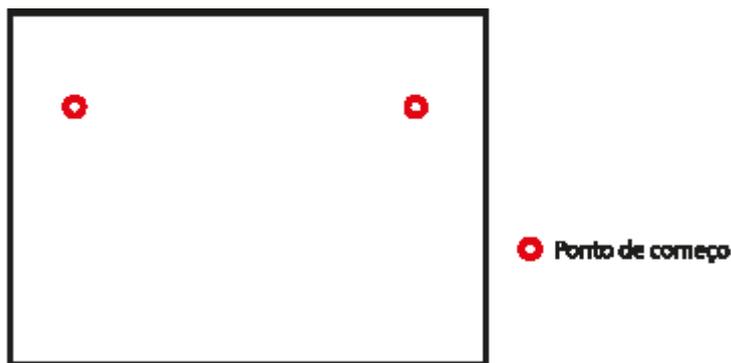


Figura 12 Layout do Nível 4

### 4.3. Implementação do jogo de RV multissensorial proposto

O jogo RV multissensorial foi desenvolvido no motor de jogo Unity (“Unity - Game Engine,” 2017) na versão 2017. Para a realização do jogo de RV multissensorial foram necessários os seguintes equipamentos para a entrega dos seguintes estímulos:

- Estímulos visuais: para a entrega dos estímulos visuais são usados os *HMD HTC Vive*;
- Estímulos auditivos: de maneira a melhor entregar e controlar os estímulos auditivos com espacialização e ao mesmo tempo eliminar ruídos externos que possam comprometer a imersão do jogador, *headphones* com cancelamento ativo irão ser usados.
- Estímulos hápticos: uma mangueira de ar comprimido será localizada num dos cantos da área de jogo e libertará de forma precisa ar, simulando uma brisa vindo da janela. Para entregar o estímulo vibração, serão usados *buttkickers* (“TheButtKicker.com,” 2017) (transdutores que permitem a vibração) agarrados a uma plataforma ao qual o jogador terá de subir aquando a passagem para o nível 3;
- Estimulo olfativo: o cheiro será entregue através de uma mangueira ligada a uma botija contendo o cheiro pretendido e ativada através de ar comprimido.

Como o melhor método de locomoção no AV é o próprio caminhar do utilizador, foi utilizada uma área de 4m x 4m. O jogador movimentar-se-á de forma natural nesta área permitindo a interação com objetos virtuais através de dois comandos, um para cada mão, proporcionados pelo sistema *HTC Vive*. O design dos níveis foi feito de modo a que o utilizador

faça uso de toda a área envolvida ao longo dos 4 níveis, não saia da área estabelecida e que o AV lhe pareça muito maior do que a área por onde este pode caminhar. Não se recorre a “grelhas” ou outros elementos gráficos para informar o jogador sobre os limites da área.

O *layout* dos níveis foi feito para que exista sempre alguma parede ou obstáculo no mundo virtual que impossibilite o jogador de poder avançar para fora da área. Desta forma os níveis podem ser feitos muito maiores do que a área estabelecida, por exemplo, o jogador poderá ver um longo corredor com bastantes portas, dando a sensação de um grande AV. Este só poderá caminhar até um certo ponto nesses corredores por estes se encontrarem bloqueados com cadeiras e armários ou por uma porta com uma janela pela qual o jogador pode ver para além daquilo que pode caminhar. Caso o jogador atravesse uma porta fechada ou parede, irá automaticamente deixar de ver o AV de maneira a evitar que os participantes passassem de um nível para o outro facilmente pelas paredes. Foram usadas tábuas reais representadas e sincronizadas com o AV que o jogador terá de subir virtualmente e fisicamente.

O áudio foi tratado de maneira a parecer realista. Foi desenvolvido um *script* que permite a oclusão do som, ou seja, caso a fonte de som esteja por traz de uma parede ou porta o participante irá ouvir esse mesmo som com menor intensidade e “abafado”, tal como acontece na realidade. Foi desenvolvido igualmente um *script* que permite a variância de som de uma dobradiça, por exemplo, o ranger de uma porta dinamicamente quando esta é aberta ou fechada segundo a sua velocidade angular. Múltiplos sons foram usados em vários detalhes do jogo para aumentar a riqueza auditiva do AV.

Para a passagem entre níveis é usado um *fade-in* e *fade-out* de negro, mostrando um andar do hospital diferente para o mesmo espaço real.

#### **4.4. Jogo de RV multissensorial**

Com base na caracterização feita e adotando as metodologias descritas na secção 4.3, procedeu-se ao desenvolvimento do jogo sendo o resultado final descrito de seguida.

##### 4.4.1. Nível 1

O jogador começa numa sala escura, com apenas um cadeeiro de secretaria a iluminar o ambiente. Existe uma porta trancada, mesa, cadeira e dois arquivadores. Em cima da mesa;

uma lanterna e uma folha arrancada de um diário pessoal com o seguinte texto: “Tenho de sair daqui eles andam á minha procura. Não são humanos... querem matar-me. Não são humanos”.

O jogador pega na lanterna e com a outra mão a página do diário. Após ler a mensagem este terá de explorar a sala em busca de uma chave para destrancar a porta. Um dos arquivadores contém dentro das gavetas folhas com desenhos macabros e em cima um antigo rádio FM que se liga sozinho passado algum tempo. No outro arquivador o jogador poderá encontrar uma chave escondida atrás de um pequeno fervedor. Ao colocar a chave na fechadura a porta destranca-se automaticamente e o jogador pode abri-la usando os comandos. Logo á sua frente encontra um elevador estragado, com uma cama de hospital lá dentro e com uma das portas a abrir-se e a fechar. No chão encontram-se tábuas que o participante terá de subir. Em cada lado do corredor há uma janela aberta, numa delas provém uma ligeira brisa. O jogador opta então por um dos lados, ou esquerda, ou direita. Seguindo o corredor encontrará umas escadas que o levarão para o seguinte nível através de um *fade-in* e *fade-out* do preto (Figura 13).



Figura 13 Imagens in-game do nível 1 do jogo implementado

#### 4.4.2. Nível 2

Neste nível, o jogador começa do lado que escolheu seguir no nível anterior. Existem longos corredores, alguns bloqueados por camas, cadeiras e secretarias, e outros por portas trancadas ou bloqueadas por outros elementos atrás destas. A meio do corredor existe um pequeno balcão onde o jogador pode ver um outro longo corredor, mas pelo qual não pode ir. Em frente deste balcão há uma sala com uma porta trancada, uma mesa com gavetas e com um telefone antigo em cima e um arquivador tombado de lado contra a parede. Nas paredes há vestígios de sangue e um texto dizendo: “*A escuridão revela o caminho*”. Atrás encontra-se um antigo quadro elétrico e à sua direita sinalética a dizer: “*Corte geral de eletricidade*”. Após a exploração do nível o jogador repara que não existe nenhuma chave, sendo que terá de desligar a eletricidade do andar para poder avançar. Ao puxar a alavanca de corte para baixo, todas as luzes se desligam ficando apenas a lanterna a iluminar o caminho. Breve momento após o telefone toca. Ao atender e aproximar o telefone do ouvido ouve-se estática com vozes irreconhecíveis de fundo e a chamada cai. Um pequeno brilho de uma chave aparece em cima do balcão. No momento em que o jogador pega nela uma lanterna acende-se e rebola pelo chão do outro lado do balcão, como se alguma outra pessoa a tivesse deixado cair.

A porta é destrancada com a chave, mas do outro lado desta, há um enorme orifício no chão através da qual se pode ver o andar de baixo. No andar de baixo uma luz começa a falhar e, no meio do piscar intermitente da luz, uma sombra de um homem aparece momentaneamente e a luz falha completamente. O jogador terá de avançar cuidadosamente e junto à parede por um dos lados do corredor em direção a uma porta que dará acesso ao seguinte nível (Figura 14).



Figura 14 Imagens in-game do nível 2 do jogo implementado

#### 4.4.3. Nível 3

Neste nível o jogador segue um pequeno corredor que liga a um escritório iluminado por uma luz de teto. Esta divisão tem duas portas trancadas, uma mesa com um cofre em cima, e dois arquivadores com gavetas, e uma caixa de fusíveis sem os respetivos fusíveis, e fechada (Figura 15). O jogador terá de descobrir a combinação do cofre. Nos arquivadores ele pode encontrar 3 páginas. Cada um com um número marcado numa face e um símbolo na outra. Na parede atrás do cofre encontra-se desenhada a sequencia de símbolos que se traduz na sequencia

de números da combinação. O jogador terá de verificar a ordem destes símbolos e compará-la com os símbolos na face das folhas para descobrir qual a sequência correta dos números a introduzir no cofre.

Após a introdução do código, o cofre abre-se e dentro encontra-se uma folha com notas clínicas sobre um paciente. Ao ler, o jogador repara no seu nome e idade introduzidos na folha, associados ao número de paciente 640, com a seguinte nota: *“O paciente N°640 é um caso único. Nunca vimos um paciente assim. É o caso mais grave de esquizofrenia que já vimos. O paciente é capaz de alucinar mundos inteiros e experienciar os seus sentidos como se fossem totalmente reais!”*. Dentro do cofre existe igualmente uma chave que destracará a porta de saída para o corredor, uma chave para destrancar um quadro de fusíveis, e uma foto de um paciente esquizofrénico numa sala de isolamento. Após destrancar a porta com o sinal “Exit” á sua frente encontra-se um longo corredor sem luz, bloqueado por uma maca deitada. De ambos os lados se encontram longos corredores bloqueados à passagem por vários objetos amontoados. Antes deste bloqueio encontram-se dois elevadores e dois fusíveis, um em cada lado. De um dos elevadores virá um cheiro desagradável. O jogador terá de se deslocar a ambos os lados para obter os fusíveis e os introduzir na caixa de fusíveis. Ao realizar esta tarefa as luzes do corredor acendem-se juntamente com a luz dos botões para chamar o elevador. As portas dos elevadores estão fechadas e será necessário que o jogador clique no botão para chamar o elevador. Neste momento, e enquanto espera pela chegada do mesmo, as luzes dos longos corredores vão apagando-se uma a uma. No momento que a última se apaga as portas do elevador abrem-se permitindo ao jogador entrar e clicar no botão do seu interior para avançar para o próximo nível.

#### 4.4.4. Nível 4

Neste nível o jogador depara-se com uma sala branca, larga e com paredes almofadadas. Após um breve período de reflexão sobre todos os eventos que se passaram, o jogador apercebe-se que tem esquizofrenia e que tudo o que experienciou fez parte de uma alucinação e que afinal ainda se encontra numa sala de hospital em tratamento terminando desta forma o jogo.



Figura 15 Imagens in-game do nível 3 do jogo implementado

## 4.5. Avaliação do jogo RV multissensorial

### 4.5.1. Materiais e métodos

Para a avaliação da sensação de presença, *cybersickness* e *game experience* foram usados os mesmos instrumentos de avaliação do estudo anterior (questionários *IPQp*, *SSQ* e *GUESS* respetivamente). No caso do *GUESS* a subescala *Social Connectivity* continuou a não

se considerada. Adicionalmente, foi utilizado um questionário Sociodemográfico para aferir dados como o nível de conhecimento de RV ou a frequência com que os participantes costumam jogar.

O jogo RV multissensorial foi executado a partir de um computador *desktop* com as seguintes características: CPU i7-5820k @ 3.30GHz, 32GB de memória RAM, Geforce GTX 1080Ti. O *framerate* estável e elevado garantiu que não houvesse influência da performance computacional nos resultados.

Foram usados os *HMD HTC Vive* como método de interação e entrega dos estímulos visuais. Na entrega do som, foram usados *headphones* com cancelamento ativo. Duas tábuas no chão com largura de 60cm e 120cm, ambas com comprimento de 260cm e 10cm de altura serviram de degrau e de base para a entrega da vibração. A maior tábua foi colocada de modo a que a largura extra se situasse fora da área de jogo, ficando ambas com o mesmo tamanho no jogo. O estímulo vibração foi proporcionado através de um *buttkicker* aparafusado a uma das tábuas, fora da área de jogo. Para a entrega o estímulo vento, foi usado um tubo com ar comprimido e para a entrega do cheiro, a máquina *SensoryCo SmX-4D*, acompanhada de um tubo de ar comprimido de maneira a direcionar o cheiro para o participante. O cheiro utilizado foi o aroma a queimado. A sala onde se efetuou o estudo foi a mesma do primeiro estudo, com controlo sobre fatores exteriores que possam comprometer as experiências.

#### 4.5.2. Variáveis do estudo

Neste estudo, foram consideradas 2 variáveis independentes (Multissensorial × Conhecimento) com 2 níveis cada, resultando no total de 4 condições. A variável independente “Multissensorial” indica se o jogo usou os estímulos vento, vibração e cheiro em adição ao visual e auditivo. A variável independente “Conhecimento” indica se o participante foi previamente avisado da existência de dois caminhos possíveis pelos quais este poderia optar por avançar. As condições encontram-se descritas da seguinte forma:

- Condição CMSC: Com multissensorial, Sem conhecimento;
- Condição SMSC: Sem multissensorial, Sem conhecimento;
- Condição CMCC: Com multissensorial, Com conhecimento;
- Condição SMCC: Sem multissensorial, Com conhecimento;

A variável independente género não foi considerada neste estudo pois não foram encontradas diferenças significativas entre géneros em termos de sensação de presença, *cybersickness* e *game experience* no estudo anterior.

As variáveis dependentes consideradas para a avaliação da sensação de presença foram: *Presence*, *Experienced Realism*, *Involvement* e *Spatial Presence*. Relativamente ao *Cybersickness* foram: *Nausea*, *Oculomotor discomfort*, *Disorientation* e *Cybersickness*. Para medir a Satisfação do participante com o jogo foram usadas as seguintes variáveis *Usability/Playability*, *Narratives*, *Play Engrossment*, *Enjoyment*, *Creative Freedom*, *Audio Aesthetics*, *Personal Gratification*, *Visual Aesthetics* e *Final Score*. Do questionário sociodemográfico foram usadas as seguintes variáveis: Conhecimento da RV, Frequência com que os participantes jogam. Foram coletados objetivamente dados sobre qual o lado que o jogador optou em seguir em cada nível que serão usadas como variáveis dependentes.

Dado o design do jogo, onde o utilizador tinha que tomar uma decisão entre um dos lados para avançar no jogo, a equipa de investigação tomou também a iniciativa de estudar se a localização do estímulo influenciava a decisão dos participantes e se o acesso à informação de que estes tinham que escolher entre dois caminhos tinha impacto a nível de presença.

#### 4.5.3. Hipóteses

Neste estudo pretende-se validar os resultados obtidos no estudo anterior, os quais indicam parâmetros essenciais para permitir uma maior sensação de presença, menor *cybersickness* e maior *game experience*. Para tal será estudado se o multissensorial teve influência na presença, *cybersickness* e *game experience* e se existem diferenças destas variáveis quando comparado com os jogos testados anteriormente. Segundo isto são apresentadas as seguintes hipóteses:

- A componente multissensorial tem impacto na sensação presença
- A componente multissensorial tem impacto tem impacto no *cybersickness*
- A componente multissensorial tem impacto no *game experience*
- A componente multissensorial tem influência nas escolhas dos jogadores.
- O conhecimento prévio da existência de dois caminhos tem influência na escolha dos jogadores.

- As correlações encontradas no estudo anterior mantêm-se no presente estudo.

#### 4.5.4. Amostra

A amostra é constituída por 50 participantes (37 homens e 13 mulheres) divididos por 4 condições. Duas condições foram constituídas por 13 participantes e outras duas por 12 participantes. A idade mais alta foi de 44 anos e a mais baixa 17 anos ( $M=24,88$ ;  $SD=5,431$ ).

#### 4.5.5. Procedimento

As experiências decorreram em ambiente laboratorial, com controlo sobre as variáveis ambiente: som, temperatura, luz. Antes da experiência cada participante preencheu um questionário Sociodemográfico.

Foi dada uma breve explicação de como trabalhar com os controlos dos *HTC Vive*. Devido ao fato de ter sido colocada uma longa tábua no chão para entregar o estímulo de vibração, foi explicado também ao participante para considerar os degraus que vir no chão ao longo do jogo como se fossem reais, ou seja, para colocar o pé em cima deles para subir. As tábuas foram replicadas e sincronizadas no jogo de maneira a que o participante as consiga ver e subir para cima delas, levando a crer que a tábua é parte integrante do jogo. Aos participantes da condição CMCC e SMCC, foi explicada a existência de dois caminhos pelos quais este poderia optar para avançar no jogo. Caso o participante apresenta-se constipado ou com alguma limitação a nível de respiração pelo nariz este realizaria a condição SMSC ou SMCC pela probabilidade de não conseguir detetar o estímulo olfativo.



Figura 16 Layout da sala onde se efetuou o estudo experimental com um participante a realizar a experiência

Todos os jogadores começaram na mesma posição e orientação no espaço físico e virtual. Sem o conhecimento deles, o nome e idade eram introduzidos no início do jogo de maneira a aparecer aquando a leitura da “Ficha do paciente”. O resto das instruções foram levadas a cabo pelo próprio jogo.

Durante o decorrer da experiência os participantes foram sempre acompanhados por um investigador que tentava minimizar que estes dessem conta da presença dos cabos do HMD (Figura 16).

No final da experiência foi feito um pequeno *debriefing* com os participantes para recolher mais informações sobre a experiência. Seguiu-se a aplicação dos questionários *IPQp*, *SSQ* e *GUESS*.

#### 4.5.6. Resultados

Antes da análise efetiva dos dados, procedeu-se a uma análise preliminar dos dados de forma a verificar a sua distribuição normal ( $|Assimetria| < 3$  e  $|Curtose| < 10$ ) (Marôco, 2010). Para estes intervalos não foram encontrados *outliers* na amostra ( $n=50$ ).

4.5.6.1 Diferenças entre as condições na sensação de presença, cybersickness e *game experience*.

Para verificar a existência de diferenças significativas entre as 4 condições na sensação de presença, *cybersickness* e *game experience* foram realizadas análises MANOVA. Os resultados demonstraram inexistência de diferenças significativas na sensação de presença ( $F(12, 114)=0,827$ ;  $p=0,622$ ; Wilk's  $\Lambda = 0,802$ ;  $\eta_p^2 = 0,071$ ;  $OP=0,400$ ) (Tabela 15).

Tabela 15 Resultados da sensação de presença entre condições do jogo proposto

| Escalas Presença           | Conhecimento      |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   | <i>p</i> | $\eta_p^2$ | <i>OP</i> |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------|------------|-----------|
|                            | Sem               |                   |                   |                   | Com               |                   |                   |                   |          |            |           |
|                            | C/Multissensorial | S/Multissensorial | C/Multissensorial | S/Multissensorial | C/Multissensorial | S/Multissensorial | C/Multissensorial | S/Multissensorial |          |            |           |
| Média                      | S.D               | Média             | S.D               | Média             | S.D               | Média             | S.D               |                   |          |            |           |
| <i>Spatial Presence</i>    | 3,8611            | 0,536             | 3,718             | 0,393             | 3,764             | 0,423             | 3,807             | 0,424             | 0,872    | 0,015      | 0,091     |
| <i>Involvement</i>         | 4,333             | 0,536             | 3,904             | 0,591             | 3,958             | 0,620             | 3,750             | 0,637             | 0,112    | 0,121      | 0,505     |
| <i>Experienced Realism</i> | 3,4792            | 0,815             | 3,480             | 0,563             | 3,313             | 0,840             | 3,039             | 0,509             | 0,334    | 0,071      | 0,292     |
| <i>Presence</i>            | 3,863             | 0,403             | 3,703             | 0,278             | 3,690             | 0,388             | 3,5714            | 0,322             | 0,238    | 0,087      | 0,360     |

No *cybersickness* não foram verificadas diferenças entre condições ( $F(9, 107)=0,911$ ;  $p=0,519$ ; Wilk's  $\Lambda = 0,836$ ;  $\eta_p^2 = 0,058$ ;  $OP=0,346$ ) (Tabela 16).

Tabela 16 Resultados de cybersickness entre condições do jogo proposto

| Escalas Cybersickness | Conhecimento      |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   | <i>p</i> | $\eta_p^2$ | <i>OP</i> |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------|------------|-----------|
|                       | Sem               |                   |                   |                   | Com               |                   |                   |                   |          |            |           |
|                       | C/Multissensorial | S/Multissensorial | C/Multissensorial | S/Multissensorial | C/Multissensorial | S/Multissensorial | C/Multissensorial | S/Multissensorial |          |            |           |
| Média                 | S.D               | Média             | S.D               | Média             | S.D               | Média             | S.D               |                   |          |            |           |
| <i>Nausea</i>         | 3,975             | 4,912             | 5,137             | 9,229             | 5,565             | 9,504             | 13,209            | 14,33             | 0,101    | 0,125      | 0,523     |
| <i>Oculomotor</i>     | 6,317             | 8,449             | 5,830             | 7,025             | 6,948             | 11,857            | 10,495            | 12,584            | 0,651    | 0,035      | 0,154     |
| <i>Disorientation</i> | 11,600            | 14,336            | 9,637             | 11,900            | 9,280             | 19,079            | 10,707            | 16,227            | 0,982    | 0,004      | 0,059     |
| <i>Cybersickness</i>  | 7,791             | 8,655             | 7,480             | 7,785             | 8,103             | 12,641            | 13,233            | 13,962            | 0,510    | 0,049      | 0,205     |

Em relação ao *game experience*, e tendo como referência o nível de significância de  $p < 0,05$ , os resultados sugerem que não existem diferenças significativas. No entanto, aceita-se que existem diferenças estatisticamente significativas pois assume-se que estamos perante a um Erro Tipo II, pelo facto de existir um efeito forte e um grande poder observado ( $F(24, 114)=1,501$ ;  $p=0,081$ ; Wilk's  $\Lambda = 0,450$ ;  $\eta_p^2 = 0,234$ ;  $OP=0,923$ ) (Tabela 17).

Tabela 17 Resultados de game experience entre condições do jogo proposto

| <i>Escalas Game Exp.</i>      | Conhecimento |            |              |            |              |            |              |            | <i>p</i> | $\eta_p^2$ | <i>OP</i> |
|-------------------------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|----------|------------|-----------|
|                               | Sem          |            |              |            | Com          |            |              |            |          |            |           |
|                               | <i>Média</i> | <i>S.D</i> | <i>Média</i> | <i>S.D</i> | <i>Média</i> | <i>S.D</i> | <i>Média</i> | <i>S.D</i> |          |            |           |
| <i>Usability/Playability</i>  | 4,815        | 0,417      | 5,030        | 0,575      | 4,619        | 0,683      | 4,577        | 0,737      | 0,241    | 0,086      | 0,358     |
| <i>Narratives</i>             | 4,675        | 0,370      | 5,007        | 0,484      | 4,848        | 0,585      | 4,320        | 0,577      | 0,009    | 0,219      | 0,834     |
| <i>Play Engrossment</i>       | 5,240        | 0,400      | 4,758        | 0,947      | 4,878        | 0,452      | 4,846        | 0,929      | 0,395    | 0,062      | 0,258     |
| <i>Enjoyment</i>              | 5,175        | 0,882      | 5,569        | 0,453      | 5,391        | 0,489      | 5,427        | 0,737      | 0,527    | 0,047      | 0,198     |
| <i>Creative Freedom</i>       | 4,811        | 0,850      | 4,667        | 0,809      | 4,942        | 0,701      | 4,543        | 0,936      | 0,655    | 0,034      | 0,153     |
| <i>Audio Aesthetics</i>       | 5,708        | 0,234      | 5,673        | 0,483      | 5,431        | 0,564      | 5,115        | 0,829      | 0,045    | 0,159      | 0,654     |
| <i>Personal Gratification</i> | 4,806        | 0,864      | 5,174        | 0,735      | 5,103        | 0,753      | 4,846        | 0,959      | 0,612    | 0,038      | 0,167     |
| <i>Visual Aesthetics</i>      | 5,444        | 0,385      | 5,539        | 0,462      | 5,333        | 0,910      | 5,180        | 0,850      | 0,589    | 0,040      | 0,175     |
| <i>Final Score</i>            | 40,675       | 2,912      | 41,417       | 3,230      | 40,550       | 3,960      | 38,853       | 5,393      | 0,426    | 0,058      | 0,242     |

Através da análise ANOVA foram encontradas diferenças na subescala *Narratives* ( $F(3, 46) = 4,289$ ;  $p=0,009$ ;  $\eta_p^2 = 0,219$ ) e *Audio Aesthetics* ( $F(3, 46) = 2,904$ ;  $p=0,045$ ;  $\eta_p^2 = 0,159$ ). Pelos testes *post-hoc Bonferroni* podemos verificar que estas diferenças se encontram entre as condições SMCC-SMSC no caso de *Narratives* ( $p=0,008$ ) e SMCC-CMSC no caso de *Audio Aesthetics* ( $p=0,079$ ).

#### 4.5.6.2 Diferenças entre o jogo proposto e os jogos testados na sensação de presença, *cybersickness* e *game experience*.

Para a comparação com os jogos anteriores, foi escolhida a melhor condição em termos de *Presence* do jogo proposto, neste caso a condição CMSC (Tabela 15).

Foram realizadas análises MANOVA para verificar se existiam diferenças significativas entre os jogos analisados e o jogo proposto na sensação de presença, *cybersickness* e *game experience*. Os resultados demonstraram que não houve diferenças significativas na sensação de presença ( $F(24, 326)=1,295$ ;  $p=0,164$ ; Wilk's  $\Lambda = 0,728$ ;  $\eta_p^2 = 0,076$ ;  $OP=0,862$ ). No entanto o efeito moderado e poder observado requerem mais testes de maneira a descartar um possível erro tipo II.

Através de ANOVAS (Tabela 18) podemos verificar que as diferenças se encontram nas subescalas *Experienced Realism* ( $F(5, 84) = 2,570$ ;  $p=0,033$ ;  $\eta_p^2 = 0,133$ ;  $OP=0,770$ ) e

*Presence* ( $F(5, 84) = 2,802; p=0,022; \eta_p^2 = 0,143; OP=0,810$ ). *Involvement*, apesar de  $p>0,05$ , também será incluído em novos estudos devido o efeito moderado e poder observado ( $F(5, 84) = 2,146; p=0,068; \eta_p^2 = 0,113; OP=0,680$ ).

Os testes *post hoc Bonferroni* demonstraram que não existem diferenças significativas entre jogos no *Involvement*, não se tratando, portanto, de um erro tipo II. Relativamente ao *Experienced Realism* e *Presence*, nenhum resultado foi encontrado entre o jogo RV proposto e os restantes jogos.

Tabela 18 Resultados da sensação de presença entre jogos

| Escalas<br>Presença    | Endless Night |            | Quanero |            | Budget Cuts |            | Price of<br>freedom |            | Abbot's Book |            | CMSC  |            | <i>p</i> | $\eta_p^2$ | <i>OP</i> |
|------------------------|---------------|------------|---------|------------|-------------|------------|---------------------|------------|--------------|------------|-------|------------|----------|------------|-----------|
|                        | Média         | <i>S.D</i> | Média   | <i>S.D</i> | Média       | <i>S.D</i> | Média               | <i>S.D</i> | Média        | <i>S.D</i> | Média | <i>S.D</i> |          |            |           |
| Spatial Presence       | 3,760         | 0,349      | 3,875   | 0,347      | 3,792       | 0,340      | 3,976               | 0,428      | 3,854        | 0,501      | 3,861 | 0,536      | 0,792    | 0,028      | 0,172     |
| Involvement            | 3,609         | 0,832      | 3,609   | 0,908      | 3,500       | 0,640      | 3,643               | 0,836      | 3,969        | 0,851      | 4,333 | 0,537      | 0,068    | 0,113      | 0,680     |
| Experienced<br>Realism | 3,156         | 0,645      | 3,359   | 0,664      | 2,953       | 0,780      | 3,429               | 0,631      | 3,781        | 0,700      | 3,479 | 0,815      | 0,033    | 0,133      | 0,770     |
| Presence               | 3,545         | 0,409      | 3,652   | 0,356      | 3,469       | 0,310      | 3,704               | 0,422      | 3,857        | 0,324      | 3,863 | 0,403      | 0,022    | 0,143      | 0,810     |

No *cybersickness* não foram encontradas diferenças para com os jogos anteriormente testados ( $F(18, 266)=1,399; p=0,131; \text{Wilk's } \Lambda = 0,775; \eta_p^2 = 0,082; OP=0,853$ ). Apesar da inexistência de significância, o efeito moderado e poder observado exigem novas análises.

Através da análise ANOVA (Tabela 19), as diferenças encontradas demonstraram-se encontrar na subescala *Nausea* ( $F(5, 84) = 2,374; p=0,046; \eta_p^2 = 0,124; OP=0,731$ ). As subescalas *Oculomotor discomfort* ( $F(5, 84) = 1,883; p=0,106; \eta_p^2 = 0,101; OP=0,613$ ) e *Cybersickness* ( $F(5, 84) = 2,145; p=0,068; \eta_p^2 = 0,113; OP=0,680$ ), apesar de  $p>0,05$ , também serão incluídas em novos estudo por apresentarem efeitos moderados poderes observados elevados.

Testes *post hoc Bonferroni* indicaram que nenhuma das subescalas apresenta diferenças significativas entre nenhum par de jogos, logo não estamos perante um erro tipo II.

Tabela 19 Resultados do cybersickness entre jogos

| Escalas<br>Cybersickness | Endless Night |        | Quanero |        | Budget Cuts |        | Price of<br>freedom |        | Abbot's Book |        | CMSC   |        | p     | $\eta_p^2$ | OP    |
|--------------------------|---------------|--------|---------|--------|-------------|--------|---------------------|--------|--------------|--------|--------|--------|-------|------------|-------|
|                          | Média         | S.D    | Média   | S.D    | Média       | S.D    | Média               | S.D    | Média        | S.D    | Média  | S.D    |       |            |       |
| Nausea                   | 11,925        | 9,540  | 8,943   | 12,784 | 2,981       | 7,567  | 4,089               | 6,165  | 13,118       | 18,392 | 3,975  | 4,912  | 0,046 | 0,124      | 0,731 |
| Oculomotor               | 15,160        | 16,139 | 6,159   | 10,437 | 4,264       | 10,345 | 12,994              | 11,678 | 14,686       | 20,982 | 6,317  | 8,449  | 0,106 | 0,101      | 0,613 |
| Disorientation           | 23,490        | 31,628 | 13,920  | 25,414 | 6,960       | 12,450 | 17,897              | 13,843 | 21,750       | 22,137 | 11,600 | 14,336 | 0,261 | 0,261      | 0,447 |
| Cybersickness            | 18,466        | 17,300 | 10,290  | 13,205 | 5,143       | 10,742 | 12,823              | 9,809  | 18,233       | 21,802 | 7,792  | 8,656  | 0,068 | 0,113      | 0,680 |

Já no *game experience* é possível verificar diferenças significativas ( $F(48, 441)=1,475$ ;  $p=0,006$ ; Wilk's  $\Lambda = 0,447$ ;  $\eta_p^2 = 0,149$ ;  $OP=0,994$ ).

Através da análise ANOVA (Tabela 20) foram encontradas diferenças na subescala *Play Engrossment* ( $F(5, 84) = 3,862$ ;  $p=0,020$ ;  $\eta_p^2 = 0,146$ ;  $OP=0,820$ ), *Audio Aesthetics* ( $F(5, 84) = 3,700$ ;  $p=0,004$ ;  $\eta_p^2 = 0,180$ ;  $OP=0,916$ ), *Visual Aesthetics* ( $F(5, 84) = 4,910$ ;  $p=0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,226$ ;  $OP=0,976$ ) e *Final Score* ( $F(5, 84) = 3,296$ ;  $p=0,009$ ;  $\eta_p^2 = 0,164$ ;  $OP=0,877$ ). O teste não demonstrou diferenças significativas na subescala *Usability/Playability* ( $F(5, 84) = 1,959$ ;  $p=0,03$ ;  $\eta_p^2 = 0,104$ ;  $OP=0,633$ ), no entanto o efeito moderado e poder observado elevado sugerem um erro tipo II, sendo necessário incluir esta subescala em novos testes.

Tabela 20 Resultados do game experience entre jogos

| Escalas Game Exp.         | Endless Night |       | Quanero |       | Budget Cuts |       | Price of<br>freedom |       | Abbot's Book |       | CMSC   |       | p     | $\eta_p^2$ | OP    |
|---------------------------|---------------|-------|---------|-------|-------------|-------|---------------------|-------|--------------|-------|--------|-------|-------|------------|-------|
|                           | Média         | S.D   | Média   | S.D   | Média       | S.D   | Média               | S.D   | Média        | S.D   | Média  | S.D   |       |            |       |
| Usability/Playability     | 4,797         | 0,630 | 4,848   | 0,662 | 4,419       | 0,681 | 4,818               | 0,707 | 5,096        | 0,541 | 4,815  | 0,417 | 0,093 | 0,104      | 0,633 |
| Narratives                | 4,447         | 0,911 | 4,736   | 0,517 | 4,343       | 0,687 | 4,735               | 0,677 | 4,888        | 0,668 | 4,675  | 0,370 | 0,210 | 0,080      | 0,491 |
| Play Engrossment          | 4,903         | 4,903 | 4,666   | 0,843 | 4,638       | 0,715 | 4,892               | 0,627 | 5,254        | 0,413 | 5,240  | 0,401 | 0,020 | 0,146      | 0,820 |
| Enjoyment                 | 5,413         | 0,663 | 5,400   | 0,723 | 5,225       | 0,473 | 5,457               | 0,668 | 5,775        | 0,252 | 5,175  | 0,882 | 0,141 | 0,092      | 0,565 |
| Creative Freedom          | 4,491         | 0,754 | 4,744   | 0,916 | 4,717       | 0,792 | 5,010               | 0,524 | 4,954        | 0,678 | 4,812  | 0,851 | 0,478 | 0,051      | 0,311 |
| Audio Aeshtetics          | 5,125         | 0,639 | 5,307   | 0,658 | 4,766       | 1,093 | 5,446               | 0,637 | 5,625        | 0,555 | 5,708  | 0,234 | 0,004 | 0,180      | 0,916 |
| Personal<br>Gratification | 5,240         | 0,635 | 5,050   | 0,524 | 4,990       | 0,445 | 5,214               | 0,684 | 5,313        | 0,459 | 4,806  | 0,864 | 0,247 | 0,075      | 0,459 |
| Visual Aesthetics         | 5,021         | 0,614 | 5,250   | 0,638 | 4,917       | 0,564 | 5,333               | 0,570 | 5,750        | 0,355 | 5,444  | 0,385 | 0,001 | 0,226      | 0,976 |
| Final Score               | 39,436        | 3,738 | 40,000  | 3,771 | 38,010      | 3,735 | 40,906              | 3,796 | 42,655       | 2,117 | 40,670 | 2,912 | 0,009 | 0,164      | 0,877 |

Foi realizada uma análise *post-hoc Bonferroni* de maneira a perceber se existe diferenças entre o jogo proposto e os jogos testados anteriormente. Podemos verificar a existência de diferenças significativas na subescala *Audio Aesthetics* ( $p=0,010$ ) entre o jogo proposto e Budget Cuts, para além das diferenças entre os jogos testados já relatadas no estudo anterior.

#### 4.5.6.3 Correlação entre subescalas do questionário *GUESS* e *IPQp*

Para verificar se as correlações entre os questionários *GUESS* e *IPQp* se mantêm no jogo proposto um teste de correlação *Pearson* foi efetuado. Foram encontradas correlações significativas entre as subescalas dos questionários, destacadas na Tabela 21:

Tabela 21 (Sig-2 Tailed) e correlação *Pearson* entre subescalas do questionário *GUESS* e *IPQp* no jogo proposto

| <i>Escalas Game Exp.</i>      | <i>Presence</i> |              | <i>Spatial Presence</i> |              | <i>Involvement</i> |          | <i>Experienced Realism</i> |                  |
|-------------------------------|-----------------|--------------|-------------------------|--------------|--------------------|----------|----------------------------|------------------|
|                               | <i>r</i>        | <i>p</i>     | <i>r</i>                | <i>p</i>     | <i>r</i>           | <i>p</i> | <i>r</i>                   | <i>p</i>         |
| <i>Usability/Playability</i>  | <b>0,305</b>    | <b>0,031</b> | 0,161                   | 0,265        | -0,019             | 0,897    | <b>0,391</b>               | <b>0,005</b>     |
| <i>Narratives</i>             | <b>0,382</b>    | <b>0,006</b> | -0,094                  | 0,516        | 0,276              | 0,052    | <b>0,529</b>               | <b>&lt;0,000</b> |
| <i>Play Engrossment</i>       | <b>0,293</b>    | <b>0,039</b> | 0,098                   | 0,500        | 0,223              | 0,120    | 0,258                      | 0,070            |
| <i>Enjoyment</i>              | 0,178           | 0,215        | -0,064                  | 0,66         | 0,015              | 0,919    | 0,249                      | 0,081            |
| <i>Creative Freedom</i>       | <b>0,345</b>    | <b>0,014</b> | <b>0,315</b>            | <b>0,026</b> | 0,000              | 0,998    | <b>0,334</b>               | <b>0,018</b>     |
| <i>Audio Aeshetics</i>        | <b>0,369</b>    | <b>0,008</b> | 0,137                   | 0,343        | 0,181              | 0,207    | <b>0,370</b>               | <b>0,008</b>     |
| <i>Personal Gratification</i> | <b>0,344</b>    | <b>0,015</b> | 0,050                   | 0,729        | 0,109              | 0,453    | <b>0,417</b>               | <b>0,003</b>     |
| <i>Visual Aesthetics</i>      | <b>0,371</b>    | <b>0,008</b> | 0,090                   | 0,532        | 0,179              | 0,213    | <b>0,446</b>               | <b>0,001</b>     |
| <i>Final Score</i>            | <b>0,445</b>    | <b>0,001</b> | 0,130                   | 0,367        | 0,160              | 0,268    | <b>0,510</b>               | <b>&lt;0,000</b> |

#### 4.5.6.4 Correlação entre subescalas do questionário *GUESS* e *SSQ*

Para verificar se as correlações entre os questionários *GUESS* e *SSQ* se mantêm no jogo proposto um teste de correlação *Pearson* foi efetuado. Nenhuma correlação significativa foi encontrada (Tabela 22).

Tabela 22 (Sig-2 Tailed) e correlação Pearson entre subescalas do questionário GUESS e SSQ no jogo proposto

| <i>Escalas Game Exp.</i>      | <i>Nausea</i> |          | <i>Oculomotor discomfort</i> |          | <i>Disorientation</i> |          | <i>Cybersickness</i> |          |
|-------------------------------|---------------|----------|------------------------------|----------|-----------------------|----------|----------------------|----------|
|                               | <i>r</i>      | <i>p</i> | <i>r</i>                     | <i>p</i> | <i>r</i>              | <i>p</i> | <i>r</i>             | <i>p</i> |
| <i>Usability/Playability</i>  | -0,253        | 0,076    | -0,166                       | 0,249    | -0,034                | 0,816    | -0,182               | 0,205    |
| <i>Narratives</i>             | -0,183        | 0,203    | -0,110                       | 0,448    | -0,237                | 0,098    | -0,206               | 0,152    |
| <i>Play Engrossment</i>       | 0,221         | 0,124    | 0,129                        | 0,371    | 0,161                 | 0,264    | 0,201                | 0,163    |
| <i>Enjoyment</i>              | 0,001         | 0,995    | 0,036                        | 0,804    | -0,029                | 0,841    | 0,006                | 0,967    |
| <i>Creative Freedom</i>       | -0,106        | 0,462    | -0,014                       | 0,921    | -0,051                | 0,727    | -0,065               | 0,654    |
| <i>Audio Aeshmetics</i>       | -0,024        | 0,869    | 0,031                        | 0,831    | 0,069                 | 0,635    | 0,030                | 0,834    |
| <i>Personal Gratification</i> | 0,149         | 0,303    | 0,140                        | 0,331    | 0,098                 | 0,499    | 0,155                | 0,281    |
| <i>Visual Aesthetics</i>      | -0,076        | 0,598    | -0,164                       | 0,256    | -0,133                | 0,358    | -0,152               | 0,293    |
| <i>Final Score</i>            | -0,032        | 0,825    | -0,009                       | 0,951    | -0,016                | 0,912    | -0,022               | 0,880    |

#### 4.5.6.5 Correlação entre questionário GUESS e Sócio Demográfico

Um teste de correlação *Pearson* foi usado de maneira a determinar a relação entre as subescalas do questionário GUESS e Sociodemográfico. Foi encontrada uma correlação significativa e negativa entre Conhecimento de RV e *Enjoyment* ( $r=-0,353$ ;  $p=0,012$ ) e positiva entre Freq.Jogos e *Audio Aesthetics* ( $r=0,301$ ;  $p=0,033$ ) (Tabela 23).

Tabela 23 (Sig-2 Tailed) e correlação Pearson entre subescalas do questionário GUESS e Sociodemográfico no jogo proposto

| <i>Escalas Game Exp.</i>      | <i>Conhecimento RV</i> |              | <i>Freq.Jogos</i> |              |
|-------------------------------|------------------------|--------------|-------------------|--------------|
|                               | <i>r</i>               | <i>p</i>     | <i>r</i>          | <i>p</i>     |
| <i>Usability/Playability</i>  | -0,148                 | 0,303        | 0,232             | 0,105        |
| <i>Narratives</i>             | -0,005                 | 0,975        | 0,213             | 0,137        |
| <i>Play Engrossment</i>       | 0,030                  | 0,834        | 0,071             | 0,624        |
| <i>Enjoyment</i>              | <b>-0,353</b>          | <b>0,012</b> | 0,013             | 0,927        |
| <i>Creative Freedom</i>       | -0,075                 | 0,606        | -0,226            | 0,115        |
| <i>Audio Aeshmetics</i>       | -0,207                 | 0,149        | <b>0,301</b>      | <b>0,033</b> |
| <i>Personal Gratification</i> | -0,214                 | 0,135        | -0,036            | 0,804        |
| <i>Visual Aesthetics</i>      | -0,104                 | 0,471        | 0,095             | 0,512        |
| <i>Final Score</i>            | -0,185                 | 0,199        | 0,090             | 0,535        |

#### 4.5.6.6 Correlação das subescalas dos questionários IPQp e SSQ com Sócio Demográfico

Um teste de correlação *Pearson* foi usado de maneira a determinar a relação das subescalas dos questionários IPQp (Tabela 24) e SSQ (Tabela 25) com Sociodemográfico. Foi

encontrada uma correlação significativa e positiva entre *Experienced Realism* e Freq.Jogos ( $r=0,417$ ;  $p=0,003$ ).

Tabela 24 (Sig-2 Tailed) e correlação Pearson entre subescalas do questionário IPQp e Sociodemográfico no jogo proposto

| Escalas Presença           | Conhecimento RV |          | Freq.Jogos   |              |
|----------------------------|-----------------|----------|--------------|--------------|
|                            | <i>r</i>        | <i>p</i> | <i>r</i>     | <i>p</i>     |
| <i>Spatial Presence</i>    | 0,090           | 0,534    | -0,256       | 0,073        |
| <i>Involvement</i>         | 0,063           | 0,663    | 0,244        | 0,087        |
| <i>Experienced Realism</i> | -0,001          | 0,992    | <b>0,417</b> | <b>0,003</b> |
| <i>Presence</i>            | 0,043           | 0,769    | 0,232        | 0,105        |

Tabela 25 (Sig-2 Tailed) e correlação Pearson entre subescalas do questionário SSQ e Sociodemográfico no jogo proposto

| Escalas Cybersickness | Conhecimento RV |          | Freq.Jogos |          |
|-----------------------|-----------------|----------|------------|----------|
|                       | <i>r</i>        | <i>p</i> | <i>r</i>   | <i>p</i> |
| <i>Nausea</i>         | 0,027           | 0,852    | -0,008     | 0,957    |
| <i>Oculomotor</i>     | 0,061           | 0,676    | -0,139     | 0,335    |
| <i>Disorientation</i> | 0,008           | 0,954    | -0,234     | 0,103    |
| <i>Cybersickness</i>  | 0,041           | 0,779    | -0,152     | 0,292    |

#### 4.5.6.7 Correlação entre as subescalas dos questionários IPQp e SSQ

Um teste de correlação *Pearson* foi corrido de maneira a determinar a relação entre as subescalas dos questionários IPQp e SSQ. Não foram encontradas correlações significativas entre as subescalas dos questionários (Tabela 26).

Tabela 26 (Sig-2 Tailed) e correlação Pearson entre subescalas do questionário IPQp e SSQ no jogo proposto

| Escalas Cybersickness | <i>Presence</i> |          | <i>Spatial Presence</i> |          | <i>Involvement</i> |          | <i>Experienced Realism</i> |          |
|-----------------------|-----------------|----------|-------------------------|----------|--------------------|----------|----------------------------|----------|
|                       | <i>r</i>        | <i>p</i> | <i>r</i>                | <i>p</i> | <i>r</i>           | <i>p</i> | <i>r</i>                   | <i>p</i> |
| <i>Nausea</i>         | -0,122          | 0,397    | -0,060                  | 0,678    | -0,041             | 0,779    | -0,153                     | 0,288    |
| <i>Oculomotor</i>     | -0,186          | 0,197    | -0,112                  | 0,439    | -0,208             | 0,148    | -0,049                     | 0,738    |
| <i>Disorientation</i> | -0,200          | 0,163    | -0,114                  | 0,429    | -0,204             | 0,156    | -0,077                     | 0,597    |
| <i>Cybersickness</i>  | -0,204          | 0,156    | -0,115                  | 0,425    | -0,184             | 0,200    | -0,108                     | 0,457    |

#### 4.5.6.8 Diferenças entre as condições na tomada de decisão

Para verificar se a introdução do multissensorial teve influência aquando a tomada de decisão do participante em escolher um lado pelo qual avançar no jogo, foi realizado o teste

*Pearson Chi-Square* para cada nível/estímulo entre o par de condições CMSC-SMSC e CMCC-SMCC.

Entre as condições CMSC-SMSC não foram encontradas diferenças significativas no estímulo vento ( $\chi(1)=0,962$ ;  $p=0,327$ ), estímulo vibração ( $\chi(1)=0,037$ ;  $p=0,848$ ) e estímulo olfativo ( $\chi(1)=3,222$ ;  $p=0,073$ ).

Entre as condições CMCC-SMCC não foram encontradas diferenças significativas no estímulo vento ( $\chi(1)=0,962$ ;  $p=0,327$ ), estímulo vibração ( $\chi(1)=0,037$ ;  $p=0,848$ ) e estímulo olfativo ( $\chi(1)=0,987$ ;  $p=0,320$ ).

#### 4.5.7. Discussão

O objetivo deste estudo experimental era validar se os resultados obtidos no estudo anterior realmente contribuíam para uma maior sensação de presença, menor *cybersickness* e maior *game experience*. Outro objetivo seria verificar se a componente multissensorial contribuía, tal como indica a literatura, na elevação da sensação de presença dos utilizadores. Primeiramente foram analisadas as diferenças entre condições de modo a determinar qual a melhor na sensação de presença, *cybersickness* e *game experience*.

Em relação à sensação de presença, não foi possível verificar a existência de diferenças entre a versão não multissensorial e multissensorial do jogo RV proposto. Apesar do comportamento dos participantes durante o jogo e numa conversa após a experiência indicarem uma maior sensação de presença na condição com multissensorial, tal não foi demonstrada no questionário *IPQp*. É possível que as ferramentas de avaliação não sejam as mais adequadas para avaliar o impacto dos estímulos multissensoriais. Outro fator crítico poderá ser o fato de que alguns dos utilizadores relataram sentir vento ou vibração quando na realidade não existia nenhum deles, ou utilizadores que relataram não sentir determinados estímulos quando na realidade eles estavam lá. Os participantes eram equipados na sala e a possibilidade de poderem ver os mecanismos montados e a tábua colocada no chão poderá ter influenciado os resultados de alguns participantes que associaram estes mecanismos ao jogo. O estímulo que se demonstrou mais difícil de ser captado pelos participantes era o cheiro. Neste ponto os HMD podem ter sido uma barreira pelo fato de apoiarem e taparem grande parte do nariz deixando apenas uma abertura por baixo para respirar. Isto aliado ao tempo que o cheiro demora a

espalhar-se no local e o tempo que o participante passou lá poderia ter dificultado a que estes sentissem o cheiro.

Em termos de *cybersickness*, não foram encontradas diferenças entre as condições, sugerindo que a introdução de estímulos multissensoriais não influenciou esta variável dependente. Tal seria esperado, pois entre as condições não foram alteradas nenhuma variáveis que pudessem causar sintomas de *cybersickness* (LaViola, 2000).

As diferenças descobertas no game *experience* localizam-se nas subescalas *Narratives* entre as condições SMSC-SMCC e *Audio Aesthetics* nas condições CMSC-SMCC. A condição SMSC obteve uma maior pontuação na subescala *Narratives* em relação à condição Sem SMCC. Ou seja, para a condição sem estímulo multissensorial os participantes que não tiveram conhecimento prévio da existência de dois possíveis caminhos acharam a Narrativa mais interessante que aqueles que foram avisados da existência destes dois caminhos. Podemos especular que a razão por trás desta diferença se situa no mistério atrás da narrativa. Quanto menos os participantes souberem por onde a narrativa os irá levar, mais interessante e misteriosa a acham. Os participantes que sabiam previamente que iriam existir dois caminhos em cada nível fez com que a narrativa perdesse um pouco do seu mistério, pontuando menos nesta subescala.

Relativamente à subescala *Audio Aesthetics*, a condição que obteve maior pontuação foi a CMSC em relação à SMCC. Tal pode ser devido ao fato de que certos aspetos do Áudio no jogo coincidem com o multissensorial. Por exemplo, no primeiro nível, o som do vento quando o participante abre a porta da divisão encontra-se presente em todas as condições, no entanto nas condições com multissensorial o participante não só ouve o vento como o sente igualmente, podendo levar ao aumento da credibilidade do áudio devido a estar a sentir esse mesmo estímulo. Podemos supor que o fator conhecimento poderá influenciar devido ao fato do participante saber de antemão que existem dois caminhos. Desta maneira o participante irá estar à espera da existência intencional de algum fator diferenciador entre os caminhos, e quando o encontra assume-o como propositado por parte do jogo, podendo levar o participante a atribuir menor credibilidade ao Áudio por este saber que foi introduzido por uma razão. Ao contrário das condições sem conhecimento onde os participantes irão sentir que o Áudio faz parte da “realidade” daquele mundo e não como sendo uma dica do jogo para que o jogador realize

alguma tarefa, não lembrando desta maneira o jogador que se encontra num jogo. Estes dois fatores podem justificar as diferenças encontradas no *Audio Aesthetics* entre estas duas condições.

Era esperado que as introduções de estímulos multissensoriais alterassem o comportamento dos participantes de modo a tomarem caminhos diferentes quando submetidos a estes estímulos. Após a análise dos lados escolhidos em cada nível entre as condições CMSC-SMSC e CMCC-SMCC, os resultados indicaram que a introdução de estímulos localizados não influenciou a escolha do participante aquando a tomada de decisão do caminho a seguir, quer estes soubessem previamente sobre a existência de dois caminhos ou não.

Para a comparação com os jogos anteriormente testados foi considerada a condição que melhor média teve na escala *Presence* (CMSC). A escolha recaiu na escala *Presence* devido ao fato de esta retratar em termos gerais a sensação de presença de um participante, sendo a elevação desta métrica o objetivo principal. Foram encontradas diferenças significativas entre jogos na sensação de presença, mas estas diferenças não se situaram entre o jogo RV proposto e os jogos anteriores. Logo o jogo proposto não se destacou dos jogos anteriormente testados nesta variável, ficando a par com os níveis de presença relatados nos 5 jogos analisados no primeiro estudo. Podemos verificar que os níveis de *cybersickness* no jogo proposto são similares aos jogos previamente testados, não existindo diferenças significativas. No *game experience* a única subescala que se distinguiu dos jogos anteriores foi a *Audio Aesthetics*, com uma média superior do jogo proposto sobre o jogo Budget Cuts.

Os mesmos testes de correlação *Pearson* efetuados anteriormente foram realizados novamente com o jogo proposto de maneira a verificar se as mesmas se mantinham significantes. Os resultados demonstraram correlações com:

- *Visual Aesthetics* com *Experienced Realism* e *Presence*;
- *Narratives* com *Presence* e *Experienced Realism*;
- *Play Engrossment* com *Presence*;
- *Usability/Playability* com *Presence* e *Experienced Realism*.
- *Personal Gratification* com *Presence* e *Experienced Realism*;
- *Audio Aesthetics* com *Presence* e *Experienced Realism*.
- *Creative Freedom* com *Presence*, *Spatial Presence* e *Experienced Realism*.

- *Final Score com Presence e Experienced Realism;*

Podemos então verificar que as correlações que se mantiveram em ambos os estudos relativos à sensação de presença são as seguintes:

- *Visual Aesthetics com Experienced Realism e Presence;*
- *Narratives com Experienced Realism;*
- *Play Engrossment com Presence;*
- *Usability/Playability com Experienced Realism.*
- *Personal Gratification com Presence e Experienced Realism;*
- *Audio Aesthetics com Presence e Experienced Realism.*
- *Creative Freedom com Spatial Presence e Experienced Realism.*
- *Final Score com Presence e Experienced Realism;*

Tal significa que as *guidelines* recolhidas através das correlações no estudo anterior se mantiveram válidas apenas para os parâmetros acima identificados. Isto significa que as *guidelines* que demonstraram aumentar a sensação de presença nos 5 jogos testados inicialmente, puderam ser extraídas e usadas no jogo RV proposto com sucesso.

Entre *GUESS* e *SSQ* não foram encontradas quaisquer correlações entre as subescalas dos respetivos questionários. Significando que foi conseguido com sucesso eliminar qualquer influência do *cybersickness* na experiência, sendo uma melhoria em relação aos jogos testados anteriormente onde foram encontradas correlações com algumas subescalas. O mesmo acontece entre *SSQ* e *IPQp*, provando que não houve influência do *cybersickness* na sensação de presença e vice-versa, mantendo-se o mesmo resultado do estudo anterior.

Do questionário Sociodemográfico foi encontrada uma correlação entre a Frequência com que os participantes costumam jogar e a subescala *Audio Aesthetics* do *GUESS* e a subescala *Experienced Realism* do *IPQp*. Tal significa que no jogo proposto, quanto maior foi a frequência com que os jogadores costumavam jogar maior foi a pontuação atribuída ao Áudio e *Experienced Realism*. Relativamente ao Conhecimento de RV foi encontrada uma correlação negativa com a subescala *Enjoyment* do *GUESS*, significando que quanto maior foi o conhecimento dos participantes sobre como funciona a RV menor foi a satisfação e prazer do participante ao jogar o jogo proposto. Nenhuma das correlações do questionário

Sociodemográfico com presença, *cybersickness* e *game experience* se mantiveram do estudo anterior.

#### **4.6. Sumário**

Com os dados obtidos no primeiro estudo experimental, foi desenhado um jogo RV multissensorial com o objetivo de proporcionar maiores níveis de presença, menores de *cybersickness* e maiores de *game experience*. Na análise entre condições do jogo RV proposto, não se obtiveram diferenças na presença e *cybersickness*. No *game experience* foi possível verificar diferenças entre condições nas subescalas *Narratives* e *Audio Aesthetics*. Na comparação com os jogos anteriores não foram encontradas diferenças na presença e *cybersickness* entre o jogo RV proposto e os 5 jogos analisados. No *game experience* foi encontrada uma diferença na subescala *Audio Aesthetics* entre o jogo RV proposto e os jogos testados. O multissensorial mostrou não influenciar as decisões dos participantes. Foram encontradas correlações entre o *IPQp*, *SSQ* e *GUESS* que indicaram alguns fatores de um jogo RV que contribuem para uma maior sensação de presença e *cybersickness*, fatores esses que irão ser tido em conta na proposta do jogo RV multissensorial. Foram encontradas também correlações entre o questionário *IPQp*, *GUESS* e Sociodemográfico.

## 5. Conclusões

Através dos resultados é possível perceber alguns dos parâmetros de um AV que maior contributo têm numa maior sensação de presença, e aqueles que podem aumentar a probabilidade de surgimento de sintomas de *cybersickness*. Permitiu, numa segunda instância, perceber como o *game experience* se correlaciona com a sensação de presença e *cybersickness* e se o género tem alguma influência nestas variáveis. Foi estudado também como multissensorial afeta a presença, *cybersickness*, *game experience* e as decisões dos jogadores.

No primeiro estudo, na análise entre jogos, foi encontrada apenas diferenças entre dois jogos na sensação de presença. Tal não é suficiente para usar como *guidelines*, pois as diferenças apenas entre dois jogos não podem ser generalizadas para outros jogos. No *cybersickness* não foram encontradas diferenças entre jogos. No que diz respeito ao *game experience*, encontraram-se diferenças entre algumas das suas subescalas entre jogos.

Na inexistência de diferenças significativas suficientes entre jogos na presença foram então usadas as correlações do *game experience* com presença e *cybersickness* como *guidelines* do jogo RV multissensorial.

Os dados obtidos mostraram que não houve diferenças significativas entre géneros e jogos no que diz respeito à sensação de presença, *cybersickness*, e *game experience*.

Os dados obtidos pelo primeiro estudo experimental indicaram que todas as subescalas do questionário GUESS, usado para avaliar o *game experience*, tiveram correlações estatisticamente significativas com as subescalas do questionário IPQp que avalia subjetivamente a sensação de presença. Relativamente ao *cybersickness*, encontrou-se algumas correlações estatisticamente significativas entre subescalas do questionário SSQ, usado para a sua medição subjetiva, com subescalas do GUESS. Nenhuma correlação foi encontrada entre presença e *cybersickness*.

Após a análise destes resultados foi proposto um jogo de RV que englobasse os aspetos essenciais de *game experience*, adquiridos através do estudo realizado, com foque em elevar a sensação de presença do jogador e mitigar sintomas de *cybersickness*. A componente multissensorial foi adicionada a este jogo, englobando estímulos hápticos e olfativos de maneira

a tornar o jogo de RV ainda mais imersivo. O jogo foi construído de maneira a existirem sempre dois caminhos possíveis para avançar de nível, com estímulos multissensoriais devidamente localizados num desses caminhos. Tal permitiu estudar se a introdução de estímulos multissensoriais, para além de elevar a sensação de presença, também pode influenciar a decisão do participante em optar por um determinado caminho.

Foram estudadas quatro condições no jogo proposto, onde os participantes jogariam com e sem estímulos multissensoriais sem conhecimento prévio da existência de dois caminhos, com e sem estímulos multissensoriais e com conhecimento prévio. Foram estudadas as diferenças de presença, *cybersickness* e *game experience* entre as condições multissensoriais e não multissensoriais divididos pela variável com conhecimento e sem conhecimento. Os resultados indicaram que não existem diferenças entre as quatro condições na sensação de presença e *cybersickness*. As únicas diferenças encontradas entre condições no *game experience* foram nas subescalas *Audio Aesthetics* e *Narratives*.

Foi escolhida a condição que apresentou maior média na escala *Presence* para ser comparada com os jogos anteriormente testados (CMSC). Não foram encontradas diferenças entre o jogo proposto e os jogos testados na sensação de presença e *cybersickness*. Em *game experience* a única diferença encontra-se na subescala *Audio Aesthetics* para com o jogo *Budget Cuts*, com o jogo proposto a ter maior média.

Foram realizados os mesmos testes de correlação entre questionários do primeiro estudo experimental no jogo proposto com algumas das correlações a manterem-se significativas. O nível de conhecimento de realidade virtual e a frequência com que os participantes costumam jogar também influenciou alguns aspetos dos resultados.

Um dos objetivos secundários seria verificar se a introdução de estímulos influenciaria a decisão do participante em tomar um caminho diferente face a este. Os resultados indicaram que não houve diferenças no lado em que optaram em cada nível entre as condições com e sem estímulo, quer soubessem da existência de dois caminhos ou não.

Através do trabalho desenvolvido nesta dissertação, foi possível identificar os vários fatores a ter em consideração no desenvolvimento de jogos de RV imersivos de modo a potenciar o sentimento de presença do jogador. Isto pode ser alcançado dando prioridade aos

parâmetros que maiores correlações têm com a sensação de presença e tendo em atenção aqueles que podem elevar a probabilidade de sintomas de *cybersickness*.

## 5.1. Limitações e Trabalho Futuro

Houve limitações que impediram a verificação de quais os aspetos em comum nos jogos de RV que permitiram maior sensação de presença e menor *cybersickness* em relação aos que apresentavam menor sensação de presença e maior *cybersickness*. Tal não foi conseguido devido à falta de diferenças significativas na sensação de presença e *cybersickness* entre os jogos analisados. Como trabalho futuro será necessário analisar jogos que apresentem níveis baixos de sensação de presença e comparar com aqueles que obtiveram os melhores níveis.

O estudo foi limitado apenas a jogos de RV não multissensoriais (englobando estímulos visuais e auditivos e em pequena escala estímulos hápticos através da vibração dos comandos), com tempos totais de jogo a rondar os 10 minutos. Será necessário abranger mais jogos RV com diferentes características e com tempos de jogo maiores.

Não foi possível garantir que a totalidade dos participantes sentissem todos os estímulos, principalmente o cheiro. Existiram igualmente participantes que relataram sentir certos estímulos que não existiam na condição que estes estavam a realizar, o que pode ter influenciado os resultados.

Os participantes eram equipados na sala onde iriam realizar a experiência, o que pode ter influenciado igualmente os resultados devido ao fato de poderem associar os equipamentos que se encontravam na sala com o jogo.

Existiu a limitação tecnológica dos cabos dos *HMD*. Apesar de existir sempre um investigador a segurar os cabos dos *HMD* de modo a evitar que os participantes deem por eles, estes acabavam sempre por influenciar a presença. Devido à natureza do jogo, onde os participantes poderiam caminhar livremente numa área de 4m x 4m, havia uma grande probabilidade de a um certo ponto os cabos enrolarem-se no participante. Grande parte dos participantes relataram que um dos poucos fatores que os chamou à realidade foi a presença dos cabos. Esta limitação é capaz de ter influenciado de pior forma o jogo proposto que os jogos testados. Tal deve-se ao fato dos jogos testados poderem ser jogados sem sair do próprio sítio, ao contrário do jogo proposto onde os participantes precisam de caminhar de maneira a avançar.

A tábua colocada no chão para servir de degrau e base para a vibração no nível 2 pode ser considerada como um estímulo háptico. No entanto não foi removida nas condições sem multissensoriais o que poderia aumentar a diferença na presença com a condição multissensoriais. Como trabalho futuro será algo a ter em conta e comparar se esta variável poderia representar diferenças significativas.

## Referências Bibliográficas

- Baños, R. M., Botella, C., Alcañiz, M., Liaño, V., Guerrero, B., & Rey, B. (2004). Immersion and Emotion: Their Impact on the Sense of Presence. *CyberPsychology & Behavior*, 7(6), 734–741. <https://doi.org/10.1089/cpb.2004.7.734>
- Barfield, W., & Danas, E. (1996). Comments on the Use of Olfactory Displays for Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 5(1), 109–121. <https://doi.org/10.1162/pres.1996.5.1.109>
- Biocca, F. (1992). Will Simulation Sickness Slow Down the Diffusion of Virtual Environment Technology? *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 1(3), 334–343. <https://doi.org/10.1162/pres.1992.1.3.334>
- Blackwell, L. (1995). Visual cues and their effects on odour assessment. *Nutrition & Food Science*, 95(5), 24–28. <https://doi.org/10.1108/00346659510094008>
- Bracken, C. C. (2005). Presence and Image Quality: The Case of High-Definition Television. *Media Psychology*, 7(2), 191–205. [https://doi.org/10.1207/S1532785XMEP0702\\_4](https://doi.org/10.1207/S1532785XMEP0702_4)
- Brown, E., & Cairns, P. (2004). A grounded investigation of game immersion (p. 1297). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/985921.986048>
- Cellini, C., Kaim, L., & Drewing, K. (2013). Visual and Haptic Integration in the Estimation of Softness of Deformable Objects. *I-Perception*, 4(8), 516–531. <https://doi.org/10.1068/i0598>
- Cruz-Neira, C., Sandin, D. J., & DeFanti, T. A. (1993). Surround-screen projection-based virtual reality: the design and implementation of the CAVE (pp. 135–142). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/166117.166134>
- Csikszentmihalyi, M. (1991). *Flow: the psychology of optimal experience*. New York: HarperPerennial.

- D. A. Bowman, & R. P. McMahan. (2007). Virtual Reality: How Much Immersion Is Enough? *Computer*, 40(7), 36–43. <https://doi.org/10.1109/MC.2007.257>
- Dinh, H. Q., Walker, N., Hodges, L. F., Chang Song, & Kobayashi, A. (1999). Evaluating the importance of multi-sensory input on memory and the sense of presence in virtual environments (pp. 222–228). IEEE Comput. Soc. <https://doi.org/10.1109/VR.1999.756955>
- Doty, R., Shaman, P., Applebaum, S., Giberson, R., Siksorski, L., & Rosenberg, L. (1984). Smell identification ability: changes with age. *Science*, 226(4681), 1441–1443. <https://doi.org/10.1126/science.6505700>
- Dubois, D., & Rouby, C. (2002). Names and Categories for Odors: The Veridical Label. In C. Rouby, B. Schaal, D. Dubois, R. Gervais, & A. Holley (Eds.), *Olfaction, Taste, and Cognition* (pp. 47–66). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511546389.009>
- Elsner, R. J. F. (2001). Odor threshold, recognition, discrimination and identification in centenarians. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 33(1), 81–94.
- Fröhlich, J., & Wachsmuth, I. (2013). The visual, the auditory and the haptic—a user study on combining modalities in virtual worlds. In *International Conference on Virtual, Augmented and Mixed Reality* (pp. 159–168). Springer.
- Fuchs, P. (1996). *Les interfaces de la réalité virtuelle*. éditeur AJIIMD. Retrieved from <https://hal-mines-paristech.archives-ouvertes.fr/hal-00785588>
- Fuchs, P., Moreau, G., & Guitton, P. (Eds.). (2011). *Virtual reality: concepts and technologies*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Gee, J. P. (2004). Learning by design: Games as learning machines. *Interactive Educational Multimedia: IEM*, (8), 15–23.

- Ghinea, G., & Ademoye, O. A. (2011). Olfaction-enhanced multimedia: perspectives and challenges. *Multimedia Tools and Applications*, 55(3), 601–626. <https://doi.org/10.1007/s11042-010-0581-4>
- Hendrix, C., & Barfield, W. (1996a). Presence within Virtual Environments as a Function of Visual Display Parameters. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 5(3), 274–289. <https://doi.org/10.1162/pres.1996.5.3.274>
- Hendrix, C., & Barfield, W. (1996b). The Sense of Presence within Auditory Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 5(3), 290–301. <https://doi.org/10.1162/pres.1996.5.3.290>
- Hubona, G. S., Wheeler, P. N., Shirah, G. W., & Brandt, M. (1999). The relative contributions of stereo, lighting, and background scenes in promoting 3D depth visualization. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 6(3), 214–242. <https://doi.org/10.1145/329693.329695>
- J. J. W. Lin, H. B. L. Duh, D. E. Parker, H. Abi-Rached, & T. A. Furness. (2002). Effects of field of view on presence, enjoyment, memory, and simulator sickness in a virtual environment. In *Proceedings IEEE Virtual Reality 2002* (pp. 164–171). <https://doi.org/10.1109/VR.2002.996519>
- Kaye, J. N. (2001). *Symbolic olfactory display*. Massachusetts Institute of Technology.
- Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S., & Lilienthal, M. G. (1993). Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness. *The International Journal of Aviation Psychology*, 3(3), 203–220. [https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0303\\_3](https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0303_3)
- Köster, E. P. (2002). The specific characteristics of the sense of smell. *Olfaction, Taste and Cognition*, 27–43.

- L. L. Arns, & M. M. Cerney. (2005). The relationship between age and incidence of cybersickness among immersive environment users. In *IEEE Proceedings. VR 2005. Virtual Reality, 2005*. (pp. 267–268). <https://doi.org/10.1109/VR.2005.1492788>
- Lachlan, K., & Krmar, M. (2011). Experiencing Presence in Video Games: The Role of Presence Tendencies, Game Experience, Gender, and Time Spent in Play. *Communication Research Reports*, 28(1), 27–31. <https://doi.org/10.1080/08824096.2010.518924>
- LaViola, J. J. (2000). A discussion of cybersickness in virtual environments. *ACM SIGCHI Bulletin*, 32(1), 47–56. <https://doi.org/10.1145/333329.333344>
- Lessiter, J., Freeman, J., Keogh, E., & Davidoff, J. (2001). A Cross-Media Presence Questionnaire: The ITC-Sense of Presence Inventory. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 10(3), 282–297. <https://doi.org/10.1162/105474601300343612>
- Marôco, J. (2010). *Análise de equações estruturais: Fundamentos teóricos, software & aplicações*. ReportNumber, Lda.
- McMahan, R. P., Bowman, D. A., Zielinski, D. J., & Brady, R. B. (2012). Evaluating Display Fidelity and Interaction Fidelity in a Virtual Reality Game. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 18(4), 626–633. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2012.43>
- Meehan, M., Insko, B., Whitton, M., & Brooks, F. P. (2002). Physiological measures of presence in stressful virtual environments (p. 645). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/566570.566630>
- Messinis, I., Saltaouras, D., Pintelas, P., & Mikropoulos, T. (2010). Investigation of the Relation Between Interaction and Sense of Presence in Educational Virtual Environments (pp. 428–431). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IC4E.2010.137>

- Milgram, S. (1963). Behavioral Study of obedience. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, 67(4), 371–378. <https://doi.org/10.1037/h0040525>
- Narciso, D., Bessa, M., Melo, M., Coelho, A., & Vasconcelos-Raposo, J. (2017). Immersive 360° video user experience: impact of different variables in the sense of presence and cybersickness. *Universal Access in the Information Society*. <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0581-5>
- Nash, E. B., Edwards, G. W., Thompson, J. A., & Barfield, W. (2000). A Review of Presence and Performance in Virtual Environments. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 12(1), 1–41. [https://doi.org/10.1207/S15327590IJHC1201\\_1](https://doi.org/10.1207/S15327590IJHC1201_1)
- Oculus Rift | Oculus. (2017). Retrieved December 6, 2017, from <https://www.oculus.com/rift/#oui-csl-rift-games=robo-recall>
- OptiTrack - Motion Capture Systems. (2017). Retrieved December 6, 2017, from <http://optitrack.com/>
- Pausch, R., Proffitt, D., & Williams, G. (1997). Quantifying immersion in virtual reality (pp. 13–18). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/258734.258744>
- Phan, M. H., Keebler, J. R., & Chaparro, B. S. (2016). The Development and Validation of the Game User Experience Satisfaction Scale (GUESS). *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 58(8), 1217–1247. <https://doi.org/10.1177/0018720816669646>
- PlayStation®VR. (2017). Retrieved December 6, 2017, from <https://www.playstation.com/pt-pt/explore/playstation-vr/>
- Reason, J. T., & Brand, J. J. (1975). *Motion Sickness*. Academic Press. Retrieved from <https://books.google.pt/books?id=JMxrAAAAMAAJ>

- Sakai, N. (2005). The Effect of Visual Images on Perception of Odors. *Chemical Senses*, 30(Supplement 1), i244–i245. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjh205>
- Schubert, T., Friedmann, F., & Regenbrecht, H. (2001). The Experience of Presence: Factor Analytic Insights. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 10(3), 266–281. <https://doi.org/10.1162/105474601300343603>
- Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2003). *Understanding virtual reality: interface, application, and design*. Amsterdam ; Boston: Morgan Kaufmann Publishers.
- Slater, M. (1999). Measuring Presence: A Response to the Witmer and Singer Presence Questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 8(5), 560–565. <https://doi.org/10.1162/105474699566477>
- Slater, M. (2009). Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1535), 3549–3557. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0138>
- Slater, M., Antley, A., Davison, A., Swapp, D., Guger, C., Barker, C., ... Sanchez-Vives, M. V. (2006). A Virtual Reprise of the Stanley Milgram Obedience Experiments. *PLoS ONE*, 1(1), e39. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000039>
- Slater, M., McCarthy, J., & Maringelli, F. (1998). The Influence of Body Movement on Subjective Presence in Virtual Environments. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 40(3), 469–477. <https://doi.org/10.1518/001872098779591368>
- Slater, M., & Usoh, M. (1994). Body centred interaction in immersive virtual environments. *Artificial Life and Virtual Reality*, 1, 125–148.

- Slater, M., & Wilbur, S. (1997). A Framework for Immersive Virtual Environments (FIVE): Speculations on the Role of Presence in Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(6), 603–616. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.6.603>
- Srinivasan, M. A., & Basdogan, C. (1997). Haptics in virtual environments: Taxonomy, research status, and challenges. *Computers & Graphics*, 21(4), 393–404. [https://doi.org/10.1016/S0097-8493\(97\)00030-7](https://doi.org/10.1016/S0097-8493(97)00030-7)
- Srinivasan, M. A., Beauregard, G. L., & Brock, D. L. (1996). The impact of visual information on the haptic perception of stiffness in virtual environments. In *ASME Winter Annual Meeting* (Vol. 58, pp. 555–559).
- Stanney, K. M., & Hash, P. (1998). Locus of User-Initiated Control in Virtual Environments: Influences on Cybersickness. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7(5), 447–459. <https://doi.org/10.1162/105474698565848>
- Steuer, J. (1992). Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73–93. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1992.tb00812.x>
- Sweetser, P., & Wyeth, P. (2005). GameFlow: a model for evaluating player enjoyment in games. *Computers in Entertainment*, 3(3), 3. <https://doi.org/10.1145/1077246.1077253>
- TheButtKicker.com. (2017). Retrieved December 6, 2017, from <https://thebuttkicker.com/>
- Unity - Game Engine. (2017). Retrieved December 6, 2017, from <https://unity3d.com>
- Vasconcelos-Raposo, J., Bessa, M., Melo, M., Barbosa, L., Rodrigues, R., Teixeira, C. M., ... Sousa, A. A. (2016). Adaptation and Validation of the Igroup Presence Questionnaire (IPQ) in a Portuguese Sample. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 25(3), 191–203. [https://doi.org/10.1162/PRES\\_a\\_00261](https://doi.org/10.1162/PRES_a_00261)
- Virtuix Omni first of its kind active virtual reality motion platform. (2017). Retrieved December 6, 2017, from <http://www.virtuix.com/>

- Virtusphere Home page. (2013). Retrieved December 6, 2017, from <http://www.virtusphere.com/>
- VIVE™ | Discover Virtual Reality Beyond Imagination. (2017). Retrieved December 6, 2017, from <https://www.vive.com/us/>
- Welch, R. B., Blackmon, T. T., Liu, A., Mellers, B. A., & Stark, L. W. (1996). The Effects of Pictorial Realism, Delay of Visual Feedback, and Observer Interactivity on the Subjective Sense of Presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 5(3), 263–273. <https://doi.org/10.1162/pres.1996.5.3.263>
- Williams, B., Narasimham, G., Rump, B., McNamara, T. P., Carr, T. H., Rieser, J., & Bodenheimer, B. (2007). Exploring large virtual environments with an HMD when physical space is limited (p. 41). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/1272582.1272590>
- Witmer, B. G., Jerome, C. J., & Singer, M. J. (2005). The factor structure of the presence questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 14(3), 298–312.
- Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7(3), 225–240. <https://doi.org/10.1162/105474698565686>
- Zeltzer, D. (1992). Autonomy, Interaction, and Presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 1(1), 127–132. <https://doi.org/10.1162/pres.1992.1.1.127>

**THE GAME USER EXPERIENCE SATISFACTION SCALE (GUESS)**

**Instruções:** Baseando-te na experiência que tiveste neste jogo, por favor classifica as seguintes afirmações numa escala desde "Discordo Plenamente" até "Concordo Plenamente". Escolhe "N/A" se a afirmação não se aplicar ao jogo que estás a classificar.

|    | <b>Afirmações</b>  | Discordo<br>Plenamente | Discordo | Discordo<br>um pouco | Não<br>discordo<br>nem<br>concordo | Concordo<br>um pouco | Concordo | Concordo<br>Plenamente | N/A |
|----|--|------------------------|----------|----------------------|------------------------------------|----------------------|----------|------------------------|-----|
| 1  | Eu acho que é fácil aprender como jogar o jogo.                                    |                        |          |                      |                                    |                      |          |                        |     |
| 2  | Não me aborreço enquanto estou a jogar.  |                        |          |                      |                                    |                      |          |                        |     |
| 3  | Estou cativado pela história do jogo desde o início.                               |                        |          |                      |                                    |                      |          |                        |     |
| 4  | Estou ansioso sobre se vou ter sucesso no jogo ou não.                             |                        |          |                      |                                    |                      |          |                        |     |
| 5  | Sinto que o jogo me permite ser criativo.  |                        |          |                      |                                    |                      |          |                        |     |
| 6  | Eu acho que o jogo é divertido.  |                        |          |                      |                                    |                      |          |                        |     |
| 7  | Eu gosto dos efeitos sonoros do jogo.  |                        |          |                      |                                    |                      |          |                        |     |
| 8  | Eu acho os controlos do jogo fáceis.   |                        |          |                      |                                    |                      |          |                        |     |
| 9  | Eu acho que as personagens no jogo são bem desenvolvidas no contexto da narrativa. |                        |          |                      |                                    |                      |          |                        |     |
| 10 | Acho que o jogo suporta interação social entre os jogadores (p. ex. chat).         |                        |          |                      |                                    |                      |          |                        |     |

## Anexos

### Anexo A – Questionário de *game experience* - *Game User Experience Satisfaction Scale*

|    | <b>Afirmações</b>  | <b>Discordo<br/>Plenamente</b> | <b>Discordo</b> | <b>Discordo<br/>um pouco</b> | <b>Não<br/>discordo<br/>nem<br/>concordo</b> | <b>Concordo<br/>um pouco</b> | <b>Concordo</b> | <b>Concordo<br/>Plenamente</b> | <b>N/A</b> |
|----|--|--------------------------------|-----------------|------------------------------|--|------------------------------|-----------------|--------------------------------|------------|
| 11 | Gastei mais tempo a jogar do que aquilo que estava a planear.                        |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 12 | Sinto-me criativo enquanto jogo.   |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 13 | Sinto-me bem quando supero os desafios do jogo.                                      |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 14 | Sei sempre como alcançar os objetivos do jogo.                                       |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 15 | Sinto-me aborrecido enquanto jogo.   |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 16 | Eu acho que o áudio vai ao encontro do estilo ou estado de espírito do jogo.         |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 17 | Acho a interface fácil de navegar (p. ex. menus, opções).                            |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 18 | Eu sinto que o jogo me motiva constantemente a avançar para a próxima fase ou nível. |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 19 | Sempre que paro de jogar, mal posso esperar para começar a jogar novamente.          |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 20 | Eu gosto dos gráficos do jogo.   |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |

|    | <b>Afirmações</b>   | <b>Discordo<br/>Plenamente</b> | <b>Discordo</b> | <b>Discordo<br/>um pouco</b> | <b>Não<br/>discordo<br/>nem<br/>concordo</b> | <b>Concordo<br/>um pouco</b> | <b>Concordo</b> | <b>Concordo<br/>Plenamente</b> | <b>N/A</b> |
|----|---|--------------------------------|-----------------|------------------------------|--|------------------------------|-----------------|--------------------------------|------------|
| 21 | Sinto-me desligado do mundo exterior enquanto jogo.   |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 22 | Eu gosto da fantasia ou história fornecida pelo jogo.                                       |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 23 | Eu sinto que posso explorar coisas no jogo.   |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 24 | Acho que as minhas habilidades melhoram gradualmente ao superar os desafios do jogo.        |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 25 | Eu não preciso de passar por um longo tutorial ou ler um manual para jogar.                 |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 26 | Eu posso bloquear a maioria das outras distrações ao jogar o jogo.                          |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 27 | Se tiver oportunidade, eu quero jogar este jogo novamente.                                  |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 28 | Sinto que o áudio do jogo (ex, efeitos de som, música) melhora a minha experiência de jogo. |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 29 | Eu acho os menus do jogo intuitivos.  |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 30 | Eu gosto de jogar este jogo com outros jogadores.   |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |

|    | <b>Afirmações</b>   | <b>Discordo<br/>Plenamente</b> | <b>Discordo</b> | <b>Discordo<br/>um pouco</b> | <b>Não<br/>discordo<br/>nem<br/>concordo</b> | <b>Concordo<br/>um pouco</b> | <b>Concordo</b> | <b>Concordo<br/>Plenamente</b> | <b>N/A</b> |
|----|---|--------------------------------|-----------------|------------------------------|--|------------------------------|-----------------|--------------------------------|------------|
| 31 | Sinto que o jogo me permite expressar-me criativamente.                               |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 32 | Identifico-me com as personagens do jogo.   |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 33 | Eu sinto que o jogo treina-me bem em todos os controlos.                              |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 34 | Estou muito focado no meu próprio desempenho enquanto jogo.                           |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 35 | Eu gosto da interação social dentro do jogo.  |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 36 | Eu não presto atenção aos eventos que estão a acontecer no mundo real durante o jogo. |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 37 | Eu sei sempre o meu próximo objetivo quando termino um evento no jogo.                |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 38 | Provavelmente vou recomendar este jogo a outras pessoas.                              |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 39 | Acho que o jogo é visualmente atraente.   |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 40 | Eu sinto que a minha curiosidade é estimulada ao jogar o jogo.                        |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |

|    | <b>Afirmações</b>   | <b>Discordo<br/>Plenamente</b> | <b>Discordo</b> | <b>Discordo<br/>um pouco</b> | <b>Não<br/>discordo<br/>nem<br/>concordo</b> | <b>Concordo<br/>um pouco</b> | <b>Concordo</b> | <b>Concordo<br/>Plenamente</b> | <b>N/A</b> |
|----|---|--------------------------------|-----------------|------------------------------|--|------------------------------|-----------------|--------------------------------|------------|
| 41 | Eu sou capaz de jogar o jogo com outros jogadores se eu quiser.                                     |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 42 | Emocionei-me com os eventos no jogo.  |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 43 | Às vezes eu perco a noção do tempo enquanto jogo o jogo.  |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 44 | Eu sinto que o jogo me fornece as informações necessárias para realizar um objetivo dentro do jogo. |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 45 | Acho que os gráficos do jogo vão ao encontro do estilo ou estado de espírito do jogo.               |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 46 | Eu acho que o jogo é único ou original  |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 47 | Eu gosto da música no jogo.   |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 48 | Sinto-me confiante a jogar o jogo.  |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 49 | Eu entendo perfeitamente a história do jogo.  |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |
| 50 | Eu gosto de jogar o jogo.   |                                |                 |                              |  |                              |                 |                                |            |

|    | <b>Afirmações</b>   | Discordo plenamente | Discordo | Discordo um pouco | Não discordo nem concordo | Concordo um pouco | Concordo | Concordo plenamente | N/A |
|----|---|---------------------|----------|-------------------|---------------------------|-------------------|----------|---------------------|-----|
| 51 | Eu temporariamente esqueço-me das minhas preocupações diárias durante o jogo.         |                     |          |                   |                           |                   |          |                     |     |
| 52 | Acho que as informações fornecidas no jogo (ex, mensagens no ecrã, ajuda) são claras. |                     |          |                   |                           |                   |          |                     |     |
| 53 | Eu sinto que o jogo me dá liberdade suficiente para agir como eu quero.               |                     |          |                   |                           |                   |          |                     |     |
| 54 | Eu quero jogar o melhor possível durante o jogo.                                      |                     |          |                   |                           |                   |          |                     |     |
| 55 | Estou muito interessado em ver como os eventos no jogo vão progredir.                 |                     |          |                   |                           |                   |          |                     |     |

## Anexo B – Questionário de Presença – IPQp

### QUESTIONÁRIO 1

Por favor indica o QUANTO CONCORDAS OU DISCORDAS com cada uma das seguintes afirmações fazendo um círculo em apenas UM dos números utilizando a escala de 5 pontos

| Discordo totalmente   | Discordo | Não concordo nem discordo | Concordo | Concordo totalmente |   |
|---|----------|---------------------------|----------|---------------------|---|
| 1   | 2        | 3                         | 4        | 5                   |   |
| 1. <u>Estive consciente do mundo real enquanto navegava no ambiente virtual</u>                       | 1        | 2                         | 3        | 4                   | 5 |
| 2. <u>O ambiente virtual pareceu-me completamente real</u>  | 1        | 2                         | 3        | 4                   | 5 |
| 3. <u>Tive a sensação de estar a atuar num espaço virtual</u>   | 1        | 2                         | 3        | 4                   | 5 |
| 4. <u>A experiência no ambiente virtual pareceu-me tão real como as minhas vivências do dia-a-dia</u> | 1        | 2                         | 3        | 4                   | 5 |
| 5. <u>O ambiente virtual pareceu-me tão real como o mundo que conheço</u>                             | 1        | 2                         | 3        | 4                   | 5 |
| 6. <u>Não me senti presente no ambiente virtual</u>   | 1        | 2                         | 3        | 4                   | 5 |
| 7. <u>Eu não estava consciente do mundo real que me rodeava</u>                                       | 1        | 2                         | 3        | 4                   | 5 |
| 8. <u>Eu tive a sensação de “estar” no ambiente virtual</u>   | 1        | 2                         | 3        | 4                   | 5 |
| 9. <u>De alguma forma eu senti que o mundo virtual me envolveu</u>                                    | 1        | 2                         | 3        | 4                   | 5 |
| 10. <u>Senti-me presente no ambiente virtual</u>  | 1        | 2                         | 3        | 4                   | 5 |
| 11. <u>Durante a experiência continuei a prestar atenção ao local onde estava a ter a experiência</u> | 1        | 2                         | 3        | 4                   | 5 |
| 12. <u>O ambiente virtual pareceu-me mais realista do que o mundo real</u>                            | 1        | 2                         | 3        | 4                   | 5 |
| 13. <u>Senti-me como se estivesse apenas a visualizar imagens</u>                                     | 1        | 2                         | 3        | 4                   | 5 |
| 14. <u>Senti-me completamente atraído pelo ambiente virtual</u>                                       | 1        | 2                         | 3        | 4                   | 5 |

UTAD\_IGROUP\_PRESENCE\_QUESTIONNAIRE\_(IPQ)\_2014

## Anexo C – Questionário de *cybersickness* – SSQ

### QUESTIONÁRIO 2

Instruções: Faz um círculo, identificando o quanto cada sintoma te está afetar NESTE MOMENTO.

|                                 |        |         |          |        |
|---------------------------------|--------|---------|----------|--------|
| 1. Mal-estar generalizado       | Nenhum | Ligeiro | Moderado | Severo |
| 2. Cansaço                      | Nenhum | Ligeiro | Moderado | Severo |
| 3. Dor de cabeça                | Nenhum | Ligeiro | Moderado | Severo |
| 4. Vista cansada                | Nenhum | Ligeiro | Moderado | Severo |
| 5. Dificuldade em manter o foco | Nenhum | Ligeiro | Moderado | Severo |
| 6. Aumento da salivação         | Nenhum | Ligeiro | Moderado | Severo |
| 7. Transpiração                 | Nenhum | Ligeiro | Moderado | Severo |
| 8. Náusea                       | Nenhum | Ligeiro | Moderado | Severo |
| 9. Dificuldade de concentração  | Nenhum | Ligeiro | Moderado | Severo |
| 10. "Cabeça pesada"             | Nenhum | Ligeiro | Moderado | Severo |
| 11. Visão Turva                 | Nenhum | Ligeiro | Moderado | Severo |
| 12. Tontura com olhos abertos   | Nenhum | Ligeiro | Moderado | Severo |
| 13. Tontura com olhos fechados  | Nenhum | Ligeiro | Moderado | Severo |
| 14. Vertigem*                   | Nenhum | Ligeiro | Moderado | Severo |
| 15. Desconforto abdominal**     | Nenhum | Ligeiro | Moderado | Severo |
| 16. Arroto                      | Nenhum | Ligeiro | Moderado | Severo |

\* Perda de orientação/equilíbrio quando se está de pé.

\*\* Sentimento de desconforto estomacal semelhante ao da náusea

## QUESTIONÁRIO GENÉRICO

Reservado ao investigador:

ID: \_\_\_\_\_

Jogo: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Género: Masculino  Feminino

Usas óculos/lentes de contato? Sim  Não

Usas aparelho auditivo? Sim  Não

Profissão: \_\_\_\_\_

### Habilitações académicas

- Nenhuma
- Até ensino secundário
- Ensino superior

No caso de ainda seres estudante, que ano frequentas e qual a área/curso? ex. (2º ano licenciatura de engenharia informática, 11º ano área das ciências exatas)

\_\_\_\_\_

### Classifica a tua experiência com computadores:

- Nenhuma
- Básica
- Intermédia
- Boa

### Como classificas o teu conhecimento acerca de realidade virtual (como funciona)?

- Nenhum
- Básico
- Intermédio
- Bom
- Excelente

**Como classificas o teu conhecimento de inglês?**

- Nenhum
- Básico
- Intermédio
- Bom
- Excelente

**Com que frequência jogas computador?**

- Nunca
- Ocasionalmente (1 a 2 vezes/semana)
- Frequentemente (3 a 4 vezes/semana)
- Muito Frequentemente (5 a 6 vezes/semana)
- Sempre (todos os dias)

**Já utilizaste algum equipamento de realidade virtual anteriormente?**

- Sim
- Não