

MESTRADO
MULTIMÉDIA - ESPECIALIZAÇÃO EM TECNOLOGIAS

Ludificação da Realidade Virtual com Biofeedback para o Tratamento de Fobias Situacionais de Carácter Ambiental e Espacial

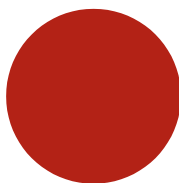
Luís Castro e Costa

M

2022

FACULDADES PARTICIPANTES:

FACULDADE DE ENGENHARIA
FACULDADE DE BELAS ARTES
FACULDADE DE CIÊNCIAS
FACULDADE DE ECONOMIA
FACULDADE DE LETRAS



FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Ludificação da Realidade Virtual com Biofeedback para o Tratamento de Fobias Situacionais de Carácter Ambiental e Espacial

Luís Castro e Costa

Mestrado em Multimédia da Universidade do Porto

Orientador: Bruno Giesteira

Co-orientador: Pedro Cardoso

Julho de 2022

Ludificação da Realidade Virtual com Biofeedback para o Tratamento de Fobias Situacionais de Carácter Ambiental e Espacial

Luís Castro e Costa

Mestrado em Multimédia da Universidade do Porto

Aprovado em provas públicas pelo Júri:

Presidente: Gilberto Almeida (Professor Auxiliar)

Vogal Externo: Mário Vairinhos (Professor Auxiliar)

Orientador: Bruno Giesteira (Professor Auxiliar)

Co-orientador: Pedro Cardoso (Professor Auxiliar)

Resumo

A ludificação da Realidade Virtual (RV) é um paradigma inovador e emergente. Sendo uma modalidade não convencional de terapia, num ambiente de RV ligado a biofeedback, os pacientes têm a possibilidade de navegar e interagir com situações semelhantes às do transtorno em causa, de forma gradual e controlada. Este recurso permite aos profissionais de Saúde terem acesso a um sistema onde podem ter acesso aos graus de exposição ao trauma através de biofeedback, e contribuir para a atenuação da ansiedade motivada pela fobia. Esta dissertação explora possibilidades da ludificação da realidade virtual (RV) e desenvolve um protótipo de carácter exploratório. A investigação baseia-se em fobias situacionais de carácter ambiental e espacial, como acrofobia. O protótipo é desenvolvido em duas componentes. A primeira é pela criação de um videojogo feito no motor de jogo *Unity*, que passa pela conceção de um mapa remetendo o utilizador a desafios que estimulem o transtorno seleccionado nesta investigação para a fase de prototipagem. Relativamente à segunda componente, esta representa a desenvoltura do biofeedback que é trabalhada através de sensores de resposta galvânica da pele desenvolvido com um *Seeduino* e *GSR Sensor*. É através deste protótipo que são submetidos utilizadores a uma fase de testes com a intenção de trazer resultados pela observação direta e entrevistas baseadas em heurísticas no âmbito de RV ludificada. Os resultados demonstram que os utilizadores têm um engajamento positivo com este tipo de terapia não convencional, e que este tem numerosas vantagens ao ser utilizado no âmbito da psicoterapia. O biofeedback apresenta dados que revelam o nível de excitação do paciente quando submetido ao transtorno em causa e conclui que a utilização da ludificação da RV com biofeedback no tratamento de fobias situacionais de carácter ambiental e espacial, pode ser utilizado de forma recorrente e com resultados promissores na psicoterapia.

Palavras-Chave: Acrofobia, Biofeedback, Fobias, Ludificação, Psicoterapia, Realidade Virtual.

Abstract

The Virtual Reality (VR) gamification is an innovative and emerging paradigm. As an unconventional modality of therapy, in a VR environment linked to biofeedback, patients have the possibility to navigate and interact with situations similar to those of the disorder in question, in a gradual and controlled way. This resource allows health professionals to have access to a system where they can access the degrees of exposure to trauma through biofeedback, and contribute to the alleviation of anxiety motivated by the phobia. This dissertation explores possibilities of virtual reality (VR) gamification and develops an exploratory prototype. The investigation is based on situational phobias of an environmental and spatial nature, such as acrophobia. The prototype is developed in two components. The first is the creation of a video game made in the Unity game engine, which involves the design of a map referring the user to challenges that stimulate the disorder selected in this investigation for the prototyping phase. Regarding the second component, this represents the resourcefulness of biofeedback that is worked through sensors of galvanic skin response developed with a Seeduino and GSR Sensor. It is through this prototype that users are submitted to a testing phase with the intention of bringing results through direct observation and interviews based on heuristics within the scope of gamified VR. The results demonstrate that users have a positive engagement with this type of unconventional therapy, and has numerous advantages when used in the context of psychotherapy. Biofeedback presents data that reveal the patient's level of arousal when subjected to the disorder in question and concluded that the use of VR gamification with biofeedback in the treatment of situational phobias of an environmental and spatial nature, can be used recurrently with promising results in psychotherapy.

Keywords: Acrophobia, Biofeedback, Gamification, Phobias, Psychotherapy, Virtual Reality.

Agradecimentos

A realização desta dissertação foi realizada com o apoio incansável e imprescindível de elementos, a quem quero deixar um sincero agradecimento.

Obrigado aos orientadores, professor Bruno Giesteira e professor Pedro Cardoso, pela presença e mentoria no processo de desenvoltura e crescimento académico ao longo deste ano.

E, um obrigado especial à minha família.

Índice

Lista de Figuras	11
Introdução	14
Contexto	14
Relevância do estudo	15
Questões de investigação e Objetivos	16
Metodologia de Investigação	17
Estrutura da dissertação	18
1. Estado da arte	19
1.1. Afetividade e Jogos	19
1.1.1. Impacto dos jogos na sociedade	19
1.1.2. Interação lúdica, fluxo e imersão na experiência de um jogador	20
1.1.3. Modelos computacionais na regulação das emoções	24
1.1.4. Potencial de modelos terapêuticos de jogos	27
1.1.5. Terminologia e taxonomia de um jogo sério	29
1.2. Afetividade e Biofeedback	32
1.2.1. Abordagens psico revolucionárias das teorias das emoções	33
1.2.2. Monitorização das emoções com Biofeedback	37
1.2.3. Casos de estudo	39
1.2.4. Condutância da pele GSR	40
1.3. Afetividade e Realidade Virtual	42
1.3.1. Experiência virtual e a mente incorporada	42
1.3.2. Realidade virtual e psicoterapia	43
1.3.3. Fobias situacionais de carácter ambiental e espacial	46
2. Design do protótipo	47
2.1. Análise do design e considerações	47
2.2. Personas e relevância	52
2.2.1. Persona	54
2.3. Experiência do utilizador e wireframes	56
2.4. Grafismo	61
2.4.1. Ecrã de stand by	63
2.4.2. Ecrã de apresentação do jogo	64

2.4.3. Ecrã de seleção de mapa	65
2.4.4. Ecrã de valores e tempo	65
3. Implementação	67
3.1. Relevância do protótipo	67
3.2. Processo de concepção	68
3.2.1. Hardware e software do jogo	68
3.3. Motion sickness e mecanismo de movimento	72
3.4. Mapa e plataformas	74
4. Análise	79
4.1. Avaliação e peritagem de usabilidade	80
4.2. Resultados das heurísticas de peritagem	82
4.3. Ajustes	84
4.4. Testes com utilizadores	88
4.5. Resultados das heurísticas de utilizador	90
4.6. Resultados da avaliação de observação	97
Conclusões	101
Discussão	101
Limitações da investigação	103
Trabalho futuro	104
Bibliografia	106

Lista de Figuras

Figura 1: Captura de ecrã do jogo Duke Nukem 3D em frente ao cinema. Fonte: (Stark 2011)	20
Figura 2: Tríade Vitruviana nos jogos aplicados (Hrehovcsik e Roessel 2013, 140).....	23
Figura 3: Visão geral dos três modelos CoMERG, EMA e PEFiC ADM (Bosse et al. 2010) ...	26
Figura 5: Fluxograma esquemático do funcionamento cognitivo-emocional de Plutchik (Plutchik 1980, 16).....	33
Figura 6: Wheels of emoticons Robert Plutchik. Fonte: Plutchik 1980	36
Figura 7: Representação gráfica do modelo circunplexo de afeto (Russel 1980)	38
Figura 8: Workflow de Reconhecimento de Emoções Baseado em GSR (Ayata, Yaslan, et Kamasak 2017, 3131)	38
Figura 9: Exemplo de registo de sinal GSR (Imre 2016, 9)	40
Figura 10: Taxonomia da presença e engajamento (Shin 2018)	41
Figura 11: Esquerda: Check-in virtual. Direita: visão interna de um avião (Troendle 2014) .	44
Figura 12: Cenário virtual do Iraque usado no tratamento de PTSD (Troendle 2014)	45
Figura 13: Google Cardboard. Fonte: (Valcarcel 2015)	45
Figura 14: Modelo de projeto GBL (Shi e Shih 2015).....	50
Figura 15: Esquema GBL adaptado ao protótipo.....	51
Figura 16: Personas (Cooper et al. 2014, 63).....	52
Figura 17: resultado de personas com defeito (Cooper et al. 2014, 63).....	53
Figura 18: Persona 1	55
Figura 19: Arquitetura do jogo.....	57
Figura 20: Arquitetura do biofeedback.....	57
Figura 21: Ecrãs de standby, apresentação do jogo e escolha de mapas.....	59
Figura 22: Representação do início de um mapa	60
Figura 23: Tabela de indicação de nível na parede	61
Figura 24: Exemplo de obstáculo.....	61
Figura 25: Logotipo, tipo de letra e ícones.....	62
Figura 26: Ecrã alta fidelidade de standby	63
Figura 27: Ecrã alta fidelidade de tutorial.....	64
Figura 28: Ecrã alta fidelidade de escolha de mapa.....	65

Figura 29: Ecrã real de leitura de biofeedback	66
Figura 30: Avaliações de utilizadores (Versus 2022)	69
Figura 31: Oculus Quest 2 e Steam Index.....	70
Figura 32: Resultado do SteamVR Performance Test (2016)	71
Figura 33: imagem de zonas de teletransporte do jogo	72
Figura 34: linhas orientadoras e retículo do jogo.....	73
Figura 35: diferentes zonas do mapa.....	75
Figura 36: início da plataforma da zona 2	76
Figura 37: altitude máxima da plataforma da zona 2.....	77
Figura 38: Resistência de ajuste do biofeedback.....	78
Figura 39: Valores de ajuste da resistência perto dos 512.....	79
Figura 40: Valores do utilizador no serial monitor	79
Figura 41: Gráficos das respostas obtidas na avaliação heurística pelos peritos	84
Figura 42: Problemas na zona de teletransporte.....	85
Figura 43: Problemas relativos à ativação do reticle	86
Figura 44: Guias de orientação	87
Figura 45: Novos elementos visuais	88
Figura 46: Novo obstáculo dinâmico	88
Figura 47: Gráfico da primeira questão	90
Figura 48: Gráfico da segunda questão.....	91
Figura 49: Gráfico da terceira questão	91
Figura 50: Gráfico da quarta questão	92
Figura 51: Gráfico da quinta questão	93
Figura 52: Gráfico da sexta questão	94
Figura 53: Gráfico da sétima questão	95
Figura 54: Gráfico da oitava questão	96
Figura 55: Gráfico da nona questão	96
Figura 56: Gráfico dos dados do biofeedback do Utilizador 1.....	98
Figura 57: Gráfico dos dados do biofeedback do Utilizador 2.....	99
Figura 58: Gráfico dos dados do biofeedback do Utilizador 3.....	99
Figura 59: Gráfico dos dados do biofeedback do Utilizador 4.....	100
Figura 60: Gráfico dos dados gerais do biofeedback com linha de tendência	100

Lista de Tabelas

Tabela 1: Marcos na história dos jogos sérios (Laamarti, Eid, e Saddik 2014).....	27
Tabela 2: Classificação de jogos sérios (Laamarti, Eid, et Saddik 2014)	31
Tabela 3: Sequência de eventos relacionados com o desenvolvimento de uma emoção.....	35
Tabela 4: Distribuição geral da pontuação nos três graus de ansiedade para medir a ansiedade antes do biofeedback e após a conclusão de 10 sessões de biofeedback (Zafeiri et al. 2019). ...	39
Tabela 5: Avaliação dos filmes (Tarnowski et al. 2018).....	42

Introdução

Contexto

A ludificação da Realidade Virtual (RV) é um paradigma inovador e emergente. Sendo uma modalidade não convencional de terapia, num ambiente de RV, os pacientes têm a possibilidade de navegar e interagir com situações semelhantes às do transtorno em causa, de forma gradual e controlada. Ao ser um ambiente computadorizado quebra a barreira da dependência da capacidade imaginativa, por parte do paciente, ao obter resultados mais positivos. Estes ambientes tridimensionais também remetem um claro acompanhamento pelo terapeuta na medida em que este sabe exatamente o que o paciente está a ver.

Este recurso permite aos profissionais de Saúde terem acesso a um sistema de configuração, onde podem escolher os diferentes graus de exposição ao trauma, e contribuir para a atenuação da ansiedade motivada pela fobia. A RV oferece uma interação através de vários canais sensoriais, e é um método que se enquadra nas práticas já existentes na vertente psicoterapêutica.

O carácter lúdico impulsiona o engajamento e o relacionamento dos pacientes nesta abordagem ao estimular a atividade cerebral do utilizador. Ao exigir uma concentração imposta através de desafios, as funções básicas cognitivas são diretamente trabalhadas como a atenção, memória e estímulos musculares que podem ter um impacto significativo na resolução do trauma. A ludificação enfatiza também a ideia de aprender motivado, em que a produtividade é automaticamente maior. As introduções destas novas dinâmicas promovem possibilidades seguras e económicas ao permitirem uma vasta quantidade de simulações, sem se sair do mesmo local.

O Biofeedback pode integrar interfaces de RV com o intuito de fortalecer as decisões tomadas pelo terapeuta. Os dados fornecidos pelo biofeedback podem ser obtidos de formas diferenciadas, mas nesta dissertação o foco será na atividade eletrodérmica. As vantagens desta integração debruçam-se sobre a precisão e evolução do tratamento em que poderá ser um alicerce que complementa a auto e hetero avaliação deste tipo de tratamentos, em que o terapeuta consegue ter dados mais coesos no estado em que o paciente se encontra.

Esta dissertação pretende explorar possibilidades da ludificação da realidade virtual (RV) e desenvolver um protótipo de carácter exploratório. A investigação incidirá o seu estudo em fobias situacionais de carácter ambiental e espacial, como acrofobia, agorafobia e glossofobia.

Com o aparecimento dos conteúdos audiovisuais as evoluções das tecnologias nessa vertente têm todas algo em comum, que é a luta pela imersão. Assistimos a uma constante guerra entre dispositivos como televisão ou telemóvel, pela luta do modelo com mais cores, com maior ecrã, melhor sistema de som ou maior resolução, com o intuito de esquecermos o que está à nossa volta e nos focarmos apenas naquele display. A RV tem a peculiar vantagem de obrigar o utilizador a quebrar todos os pontos de distração que o rodeiam ao introduzir um sistema em que a pessoa fica totalmente rodeada num ambiente computadorizado.

É nesta premissa que esta investigação se baseia ao cruzar o atual desenvolvimento tecnológico com problemáticas psicoterapêuticas que carecem dessa mesma imersão. Faz todo o sentido completar a RV em contexto terapêutico com estratégias ludificadas e explicar as vantagens e desvantagens nesta dissertação.

O intuito de conceber um protótipo de carácter exploratório neste âmbito passa por várias etapas de compreensão de matérias, em que os capítulos representam a relação de assuntos necessários a este desenvolvimento. Neste sentido, o decorrer deste trabalho está dividido na relação entre: afetividade e jogos, afetividade e biofeedback e afetividade e realidade virtual.

É preciso fazer uma abordagem à Interação Humano-Computador IHC e compreender os vários modelos. Esta investigação é sustentada por modelos computacionais já existentes, em que é feita a comparação entre eles e usada a metodologia mais apropriada.

Relevância do estudo

Este estudo pretende abordar a importância da empregabilidade dos jogos no meio psicoterapêutico e perceber que metodologias deve seguir para conseguir responder aos objetivos que são impostos nesta investigação. A relevância de contribuir para estudos futuros é um dos pontos em que o estudo se debruça ao fazer uso de um protótipo de carácter exploratório num cenário de testes com utilizadores alvo. A intenção é disponibilizar dados que possam vir a ser utilizados noutras investigações deste espectro de forma clarividente. A introdução do biofeedback tem como função estudar a empregabilidade dos videojogos no contexto psicoterapêutico ao ser capaz de traduzir, em tempo real, a atividade fisiológica do utilizador, isto é, dizer ao terapeuta a cada segundo, o nível de excitação em que o paciente se encontra. Como numa sessão convencional o profissional de saúde depende do autorrelato, que pode não ter precisão, do paciente, o uso do biofeedback pretende tornar-se num aliado a este tipo de terapia por ter a capacidade de trazer essa leitura de forma fidedigna. Este protótipo é desenvolvido com o intuito de poder contribuir para investigações posteriores que

abranjam diversas fobias que compreendam as características definidas neste corpo de trabalho. A acrofobia e o mapa aqui concebido servem como modelo para ser utilizado noutras fobias do mesmo caracter e são utilizadas para fazer uma comprovação da efetividade do uso da RV ludificada no contexto psicoterapêutico. Serve também para compreender que tipo de ajustes e otimizações serão necessários fazer, para obter melhores resultados.

Questões de investigação e Objetivos

As fobias situacionais de carácter ambiental e espacial são denominadas por fobias que advém da característica de lugar e de situações. Este tipo de transtorno tem o potencial de ser trabalhado em terapias de RV pelo facto de permitir replicar situações reais em ambientes virtuais. As fobias a serem abordadas são por exemplo:

- Acrofobia, ou medo de alturas, é um transtorno de ansiedade generalizado e debilitante que afeta cerca de 1 em cada 20 adultos.
- A agorafobia também é caracterizada pela ideia de espaço em que são evitados lugares públicos em que o indivíduo tenta-se antecipar à sensação de ansiedade ao ficar em locais em que se sinta seguro, como em casa.
- Outra fobia que segue as características gerais deste espectro, é a de transtorno social em que há uma tendência em interpretar ambientes sociais ambíguos em ambientes hostis com estímulos negativos. O medo segue uma lógica de se ser julgado ou rejeitado em situações de interação social como as de estar ao redor de pessoas ou ir a eventos ou festas.

O biofeedback envolve a monitorização e o uso de informações fisiológicas para ensinar os pacientes a manipular funções fisiológicas específicas. Esta estratégia destaca-se pelo facto de individualizar cada pessoa como um ser único. Cada paciente requer um tipo de tratamento específico em que o biofeedback enfatiza esse modelo. Ao trazer respostas no sentido de entender cada paciente rejeitando um padrão, permite terapias e cuidados de saúde específicos.

Com isto em conta, a principal questão de investigação é:

Como poderá o uso de jogos com recurso à RV e biofeedback, trazer resultados que levem ao uso recorrente por parte dos profissionais de saúde no tratamento de fobias situacionais de carácter ambiental e espacial?

Subquestões

1. Quais as vantagens em usar a RV ludificada no tratamento de fobias?

2. A monitorização fisiológica, em tempo real, poderá ter uma importância significativa no que concerne às decisões tomadas por parte do terapeuta em cada sessão de terapia?
3. É possível, com o recurso a estes métodos, o paciente fazer um trabalho contínuo em casa para potenciar os resultados finais?

Objetivos

Para responder a todas as questões implícitas nesta dissertação foram enumerados objetivos que sustentam e refletem as vantagens e desvantagens de fazer uso de jogos de realidade virtual em contexto terapêutico. Posto isto, os objetivos são os seguintes:

1. Perceber que tipo de estrutura é que um jogo de RV, com o objetivo de ser usado no âmbito da psicoterapia, deve seguir.
2. Desenvolver um protótipo de um jogo de RV e biofeedback de carácter exploratório com o intuito de poder ser desenvolvido num trabalho futuro e ser integrado numa sessão de terapia que seja no âmbito de fobias caracterizadas pelo espaço ou situação como as descritas na introdução como acrofobia, agorafobia e glossofobia.
3. Fazer uma reflexão crítica relativamente ao recurso de RV e biofeedback num contexto ludificado e integrado em práticas terapêuticas, que possa contribuir para investigações futuras.

Metodologia de Investigação

A abordagem metodológica é baseada em Design Based Research (DBR) em que primeiramente é feita uma revisão de literatura por forma a perceber conceito e de ter uma fundamentação teórica de como é que os modelos já existentes funcionam. A investigação incide em temas em torno da Interação humano computador empregue nos jogos, como é que podemos atingir um estado imersivo e entender as várias camadas afetivas. Além disso, perceber como é que os protótipos e hardwares de biofeedback se podem relacionar com um jogo afetivo é fundamental no processo do desenvolvimento prático desta dissertação. Partindo da revisão documental são traçadas questões e objetivos realistas em que seja possível responder e atingir estes parâmetros com o máximo de rigor possível. Esta metodologia segue alguns princípios documentados por Wang e Hannafin (Wang e Hannafin 2005) que servem de guia ao design e implementação.

As vantagens destas teorias vão de encontro com as necessidades deste tipo de investigação pela versatilidade da mesma, onde há uma ininterrupta melhoria no design, durante todas as fases de pesquisa. Como há uma proposta em desenvolver um protótipo funcional, é benéfico ao longo de toda a sua desenvoltura ir fazendo ajustes com base no fundamento de carácter bibliográfico e empírico. Os testes e recolha de dados também podem ser feitos em ambientes académicos como universidades.

Na DBR o desenvolvimento da teoria está indissociavelmente ligado à prática (Wang e Hannafin 2005) o que contribui para a resolução de problemas e objetivos marcados no início desta dissertação. O facto da DBR ser colaborativa integra um sistema de cooperação com os participantes onde as intervenções visam responder a questões pontuais de forma direta. Este método é altamente direcionado para investigar tecnologias e novos recursos que permitem um constante redesign privilegiando assim resultados que traduzam o desenvolvimento de uma reflexão crítica para uma futura investigação.

Estrutura da dissertação

A dissertação está dividida em capítulos que designam e conduzem a investigação de forma crescente e estruturada. O capítulo do Estado da Arte trata-se de uma revisão de literatura que passa por vários processos que sustentam o prosseguimento do capítulo do Design do Protótipo. Nas primeiras revisões a matéria compreende a relevância dos jogos e a possibilidade de serem usados nesta dissertação. São também abordadas as questões relativas à imersão e como estas são desenvolvidas no âmbito ludificado através da estrutura de um jogo. São compreendidos alguns modelos no âmbito da Interação Humano-Computador (IHC) e feita uma análise sobre a empregabilidade dos mesmos. Ainda no primeiro capítulo é também explanado de que forma é que as emoções podem ser utilizadas a favor da investigação e são abordados métodos de leitura fisiológica e como os mesmos se podem relacionar neste âmbito. Uma das questões principais deste corpo de trabalho é perceber de que forma é que a RV se pode relacionar com a psicoterapia e é nesse contexto que é feita uma revisão relativa a modelos já utilizados noutras investigações.

No segundo capítulo é tratada a fase de Design de protótipo onde é definida a fobia a ser utilizada como exemplo no protótipo de carácter exploratório e onde é desenvolvido o planeamento da fase posterior de implementação. É desenvolvida uma persona com o intuito de colmatar falhas na conceção do design de protótipo e desenhados *wireframes* tanto do jogo RV como do biofeedback. São definidos os hardwares e softwares que vão ser utilizados para desenvolver a prototipagem e é tratada toda a parte gráfica que envolve o projeto desde logo, design de mapas, fontes, definição de

zonas de excitação e funcionamento do biofeedback. Depois desta fase estar definida o corpo de trabalho avança para o capítulo da implementação onde é desenvolvido o jogo de RV assim como o protótipo de biofeedback. Por último, na análise, são feitos testes tanto com peritos como com utilizadores em prol de fazer ajustes no protótipo e perceber a efetividade do mesmo. São utilizadas entrevistas baseadas em heurísticas existentes e feita a avaliação direta através de observação. Por fim são explanados todos os dados retirados desta fase e dissecados nas discussões finais.

1. Estado da arte

1.1. Afetividade e Jogos

Afetos e emoções desempenham um papel fundamental no quotidiano do ser humano. Estes sinais estão presentes em tudo o que fazemos, independentemente de quem somos ou de para onde vamos, sem que nos apercebamos disso em grande parte do tempo (Beale e Peter 1973). A evolução tecnológica computacional ficou dependente destes fatores cognitivos para atingirem metas imersivas, e conseguirem ser integradas em tarefas regulares do ser humano.

Neste capítulo é feita uma revisão de literatura sobre a Interação Humano-Computador (IHC) bem como alguns modelos computacionais, que seguem normas de regulação de emoções. A relevância da prática destas metodologias empregues em jogos terapêuticos sérios é importante neste campo de pesquisa, com o intuito de otimizar a construção de um protótipo funcional, colocando todas as hipóteses teóricas em prática.

1.1.1. Impacto dos jogos na sociedade

Compreender a cognição, emoção e objetivo está na base do desenvolvimento de metodologias no que concerne à otimização de um jogo, mediante o comportamento orientado de um jogador. A jogabilidade passa por várias camadas de conceção que não estão exatamente padronizadas ou, que não têm uma taxonomia formal. Os videojogos desempenham até hoje um papel controverso na sociedade precisamente pelo impacto que estes têm nos utilizadores (Nacke e Lindley 2010). Nesse contexto, há muitos títulos que são extremamente criticados e até banidos em certos países do mundo por uma série de critérios questionáveis. Os desenvolvedores ao tocarem em temáticas sensíveis aos olhares da sociedade no mundo real, tornam-se um alvo de crítica e preocupação.

Um dos exemplos mais polémicos é o caso que envolve o jogo *Duke Nukem 3D* (1996). A narrativa envolve um jogador que incorpora um personagem caracterizado como valentão e mulherengo chamado de Duke Nukem que luta contra uma invasão alienígena no planeta Terra. Apesar de ser considerado um dos jogos responsáveis pela popularidade do estilo de jogo First Person Shooter (FPS), pela jogabilidade revolucionária e pela narrativa trazer uma sensação de distopia imersiva, o jogo foi alvo de debate em todo o mundo, mas peculiarmente no Brasil em 1999. O motivo tem como origem um acontecimento trágico numa sala de cinema, durante a rodagem do filme *Fight Club* (1999), quando um jovem de 29 anos e estudante de medicina, com o nome de Matheus Meira decidiu ir à casa de banho, tirar uma arma da sua mochila, disparar para o espelho e por fim direccionando-se para a sala de cinema atirando aleatoriamente contra pessoas que se encontravam no local. Durante o julgamento o indivíduo confessou ter sido influenciado por uma cena que se passa no jogo, em que o personagem se encontra também numa sala de cinema, em que tem um espelho que pode ser destruído e atirar nos inimigos que se encontram na sala. O jovem foi então condenado a 120 anos de prisão em 2004 (Silva 2020). No dia 3 de novembro de 1999 então o jogo é banido no Brasil com a justificação de não influenciar mais pessoas a fazerem o mesmo.



Figura 1: Captura de ecrã do jogo Duke Nukem 3D em frente ao cinema. Fonte: (Stark 2011)

1.1.2. Interação lúdica, fluxo e imersão na experiência de um jogador

A experiência de ser transportado para um lugar primorosamente simulado é prazerosa em si mesma, independentemente do conteúdo da fantasia” (Murray 2003, 102). Segundo Murray, a experiência de sermos colocados num universo paralelo de forma computacional é uma experiência psicologicamente imersiva que se compara à sensação física de estar submerso na água. Mas segundo

o seu pensamento, num âmbito participativo como o da RV em contexto terapêutico, a imersão exige que haja uma evolução de conhecimento, seja aprender a nadar, ou no caso de uma pessoa com medo de alturas que esta consiga estar em cima de um arranha-céus a olhar em seu redor.

Quando a questão da imersão é levada para um videojogo, segundo Murray, é suspensa a faculdade crítica da nossa cognição e é exercida uma faculdade criativa para reforçar os estímulos produzidos pelo mundo virtual. A nossa vontade de experienciar uma fantasia sobrepõe a vontade de questionar a veracidade da mesma.

“De acordo com muitos jogadores, revisores de jogos e investigadores, a imersão é muitas vezes considerada um dos efeitos mais desejados que um jogo pode causar” (Kubinski 2014).

Compreende-se que a imersão tem um resultado de afetividade e comprometimento, por parte do utilizador, quando o conteúdo tem o maior número de estímulos possível. Quanto mais estímulos, mais imersão. Então, no caso de jogos digitais, os ambientes participativos desempenham um papel fundamental na crença do jogador, em que uma narrativa complexa apresenta uma consciência imaginativa profunda. Além de estímulos criados com intenções imersivas, a participação coletiva com papéis estruturados também cria desafios especiais à imersão.

Em ambientes virtuais podemos vestir uma máscara quando atuamos por meio de um avatar. Um avatar é uma imagem gráfica como um personagem num videojogo. Em muitos jogos *online*, os participantes escolhem um avatar para poderem entrar num ambiente comum. Mesmo quando os avatares são desenhados grosseiramente ou oferecem possibilidades muito limitadas de personificação, eles ainda são capazes de proporcionar identidades alternativas que podem ser utilizadas com vigor (Murray 2003, 114). Como por exemplo em *Grand Theft Auto V roleplay*, em que cada jogador participa num mundo virtual, governado, em que cada um tem um papel para o equilíbrio social como se tratasse da vida real. Os utilizadores passam por provas de admissão para integrarem o corpo das forças de segurança pública, fiscalizam outros jogadores, recebem salários e os jogadores feridos ainda têm que ser assistidos medicamente.

Algo que deve ter sido em conta num jogo imersivo, como é o caso dos jogos de RV, é a sensação de choque que é descrito por Alison McMahan, como elementos de design maus que tiram o utilizador da sensação de “realidade”. Estes são denominados por choque de fim do mundo, isto é, quando o jogador pode ver onde o mundo termina. Choque no set de filmagem, que acontece quando são vistos edifícios incompletos ou há vazamento de polígonos. Ver através de ranhuras, latência e enjoo devido ao excesso de hardware (McMahan 2003, 73).

As emoções estão na base do comportamento humano, nas reações, na forma de agir e de se integrar na sociedade. Estas formas comportamentais complexas são altamente tendenciosas no estudo do

design. A emoção passa a ser um elemento crítico, e torna-se num ator principal num palco em que o corpo belo luta contra a utilidade e ergonomia. Este desafio advém da HCI em que se coloca num papel frente a frente com os vários desafios dos designers em que procuram nuances de respostas através dos fatores humanos cognitivos e físicos.

As emoções desempenham um papel nas nossas percepções, atitudes, motivações e comportamentos (Hanington 2017, 165). O estado emocional tem capacidade de fazer a otimização de onde nos queremos focar e ter atenção, e é também capaz de processar informações de como interagir com produtos, sistemas ou outras pessoas.

As dimensões fisiológicas são parâmetros de manipulação do comportamento e da motivação, e são uma camada fundamental na compreensão humana para o design.

Alguns objetos são identificados por critérios intrigantes como, cores agradáveis, texturas sensuais e detalhes luxuosos, mas a questão é mais complexa ao questionar o porquê de indivíduos terem uma resposta positiva e um produto, enquanto outros traduzem uma resposta negativa. As reações humanas aos produtos são enraizadas nas considerações de interpretação da intenção de design com o contexto de experiência pessoal e cultural (Hanington 2017, 166). Todo o ser procura o bem-estar, e estes podem ser divididos por prazeres necessários quando são evocados por meio de um sentimento negativo com o intuito de o eliminar, como a tristeza por exemplo, e prazeres de apreciação que são agregados à pessoa através de atividades com retorno emocional positivo.

Todas estas características compreendidas têm um impacto no apelo emocional comercial através dos designers. É através desta visão geral que este capítulo fornece uma visão sobre as influências das emoções nas várias perspetivas da prática do design através de medidas responsivas.

A inclusão da componente emocional remonta a Vitruvius em meados de 80-70 aC. com a perspetiva da teoria dos três principais guias da arquitetura. Marcus Vitruvius foi um antigo autor Romano, arquiteto e engenheiro que ficou também conhecido pelo seu multivolume intitulado de “De Architectura”. Vitruvius estabeleceu então a relação entre *utilitas*, *firmitas* e *venustas*. Os principais componentes então podem-se traduzir para utilidade, firmeza e desejável e belo. Tendo como base uma investigação que relaciona afetividade e jogos, pode ser feita ainda outra tradução aplicada ao jogo em que *utilitas* é a proposta, *firmitas* é a sustentabilidade, e *venustas* compreende-se pela experiência da jogabilidade. *Utilitas* ou proposta é então o propósito pelo qual o jogo foi criado, o que se vai aprender e que tipo de comportamento é esperado. *Firmitas* como sustentabilidade é o princípio do contexto do jogo, onde o jogador se apercebe do universo em que está. *Venustas* traduzido para experiência da jogabilidade onde é transmitido todo o valor do jogo, imersão e onde é

compreendido por parte do usuário toda a experiência holística que rodeia aquele universo, como por exemplo gráficos, efeitos sonoros, jogabilidade e história (Cooper 2021).

Tudo precisa de ser desejável desde a forma estética, emocional ou cultural e na ótica do design, o incentivo comercial é primordial.

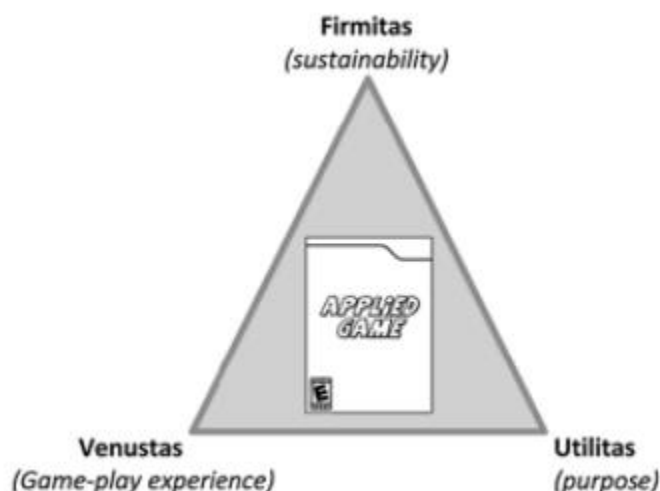


Figura 2: Tríade Vitruviana nos jogos aplicados (Hrehovcsik e Roessel 2013, 140)

O reconhecimento da emoção como um elemento crítico no design surge no design industrial enquanto o campo de HCI é bem mais recente. No entanto, a indústria procurou encontrar soluções para questões que surgiam como: para que serve, o que é, como se usa, que benefício traz, em que eram interrogações de design que procuravam tornar tudo o que era desenvolvido, significativo. Bruce Hanington fala dos principais atributos que contribuem para o significado do produto ser atingível pelo design, incluindo a interação pessoal, em que passa pelo engajamento e realização, experiência satisfatória, atributos físicos (textura, qualidade do material e prova de mão), e estilo e utilidade. É uma analogia altamente contemporânea que passa pelas várias questões sociais que discutem a forma de como as pessoas se ligam e interagem no instagram, ou até pela forma de como uma cápsula da nespresso é conseguida, a começar pelo visual da embalagem, o toque da cápsula, a sonoplastia do café a ser extraído da máquina e o aroma contagiante.

O trabalho de Picard, passa por uma narrativa em que defende a ideia de dar aos computadores o reconhecimento do comportamento humano, tanto no aspeto físico como cognitivo, envolvendo o Humano e Computador num romantismo polémico, em que no século XXI é alvo de assunto

controverso, na medida em que o excesso de estímulos robotizados é defendido por muitos como algo negativo na sociedade (Picard 2000).

Explorar a ideia de envolver os usuários cognitivamente e fisicamente de forma afetiva compreende o usuário primeiro expressar as suas emoções por meio de alguma forma física, como por exemplo gestos, seguidamente o sistema responde através de um algoritmo de reconhecimento e por fim o usuário é afetado seja de forma emocional ou física pela resposta do computador. Tal como acontece na automação ou inteligência artificial de uma casa denominada como inteligente, em que a casa é controlada através de sinais provenientes do humano, seja para ligar uma luz, seja para abrir uma porta através de reconhecimento facial, ou até ao sistema de rega trabalhar por si só.

1.1.3. Modelos computacionais na regulação das emoções

A inteligência artificial visa procurar fidelidade comportamental sem ignorar a formalização do afeto humano. Os vários modelos de afetos desempenham um papel fulcral na simulação da emoção humana em tecnologia emocionalmente evocativa que procura ser real (Bosse, Pontier, et Treur 2009). A IHC é uma área emergente e em constante desenvolvimento no século XXI, em que a tentativa de comprometer a interação humana com o computador, trata-se de uma novela romântica em que o computador é algo caracterizado ainda como frio e isento de afeto. Embora muitos agentes já consigam determinar e expressar diferentes emoções, ainda há muitas limitações na antecipação de uma emoção por parte da inteligência artificial, que limita este casamento feliz com uma relação saudável entre o computador e a mente humana.

Estes tipos de representação de forma legível e usável são deveras difíceis e complexos, mas torna-se um esforço compensatório ao estarem aptos a serem usados em sistemas eletrônicos e algoritmos afetivos. A revisão de alguns modelos neste capítulo tem características de admissão como: ser um modelo dinâmico, ser computacional, ser afetivo e ter ênfase na regulação de uma emoção.

No departamento de investigação de Inteligência Artificial, da Universidade Vrije de Amesterdão, foi feita uma exposição relativamente a três modelos relativos à geração e regulação de afeto: CoMERG, EMA e I-PEFiC, que apesar de terem características distintas, se complementam e sobrepõem. Foram selecionados três dos modelos inspirados por algumas das teorias mais influentes no domínio das emoções com o objetivo de alcançar um comportamento afetivo fidedigno nos agentes artificiais. (Bosse et al. 2010). O modelo EMA (Emotion & Adaption Model) tem como objetivo criar agentes que demonstram como lidar com o afeto negativo. A teoria CoMERG (Cognitive Model for Emotion Regulation based on Gross) é baseada no modelo de Gross e simula as várias estratégias que

descrevia. O modelo I-PEFiC (Perceiving Experiencing Fictional Characters) segue a possibilidade de os robôs poderem trocar escolhas emocionais por escolhas afetivas (Bosse et al. 2010). Todos estes modelos têm a componente comum de serem baseados na avaliação das emoções e o facto de já terem sido aplicados computacionalmente, faz com que sejam de fácil integração.

A regulação através do modelo de CoMERG ao ser inspirado em Gross (Gross 2001) relaciona a regulação emocional com três componentes distintas:

- Componente experimental: o sentimento subjetivo da emoção.
- Componente comportamental: as respostas de atuação.
- Componente fisiológica: alterações na frequência cardíaca e respiração.

No seu modelo de processo de regulação de emoção, também distingue estratégias de regulação emocional baseadas no antecedente, que pode ser aplicado em diferentes pontos do processo de geração de emoção:

- Seleção de situação.
- Mudança da situação.
- Componente de atenção.
- Mudança cognitiva.

Ainda segue uma estratégia focada na resposta. Um tipo específico de modulação de resposta é voltado para a regulação baixa, como por exemplo quando uma pessoa nervosa prefere ficar calada (Bosse 2017).

Então este modelo reflete um conjunto de equações que passam por várias regras lógicas. CoMERG foi aplicado por exemplo num agente de narrativa virtual.

EMA é um modelo computacional que segue vários processos de avaliação através do julgamento e dos algoritmos de utilidade e probabilidade tradicionais da Inteligência Artificial:

- Desejabilidade: qual a utilidade do evento, se esta é positiva ou negativa
- Probabilidade: o quão provável o resultado é.
- Atribuição de causa: quem merece crédito ou culpa.
- Controlabilidade: o resultado pode ser alterado por ações do agente.
- Mutabilidade: o resultado pode mudar por conta própria.

A base do I-PEFiC é formada por três dimensões cognitivas de um processo de codificação, tem uma comparação e uma fase de resposta. Através do algoritmo a máquina percebe em que situação o utilizador se encontra e o robô atribui um nível de ética ao mesmo para definir se o carácter é bom ou mau. A estética também é um parâmetro que pode ser detectado e assim como a epistémica na medida em que é entendido se o utilizador é realista sobre si mesmo ou não. Na fase de comparação, os recursos do usuário são avaliados quanto à relevância que estas têm para o robot (relevantes, irrelevantes) e valência para as metas (resultado positivo ou negativo). No processo de resposta a máquina com base no nível de satisfação, pode continuar ou parar a interação e recorrer a outro utilizador (Bosse et al. 2010).

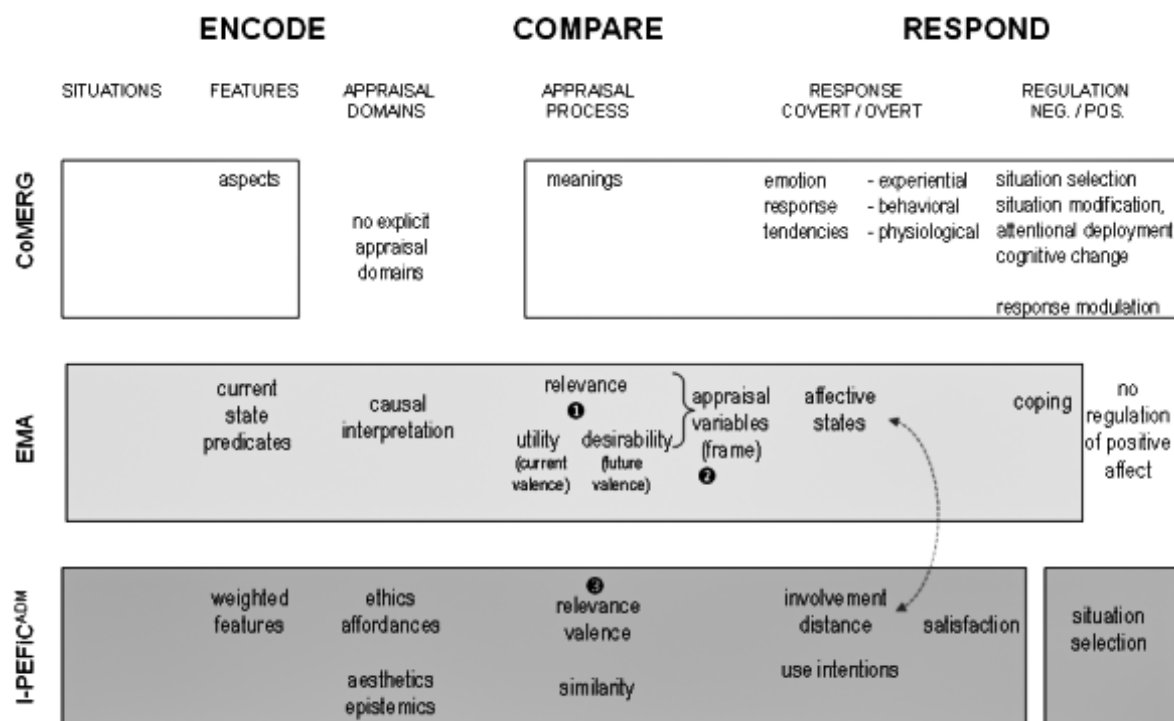


Figura 3: Visão geral dos três modelos CoMERG, EMA e PEFiC ADM (Bosse et al. 2010)

Segundo esta pesquisa, não é possível escolher um modelo perfeito ou algum que se destaque por características mais desenvolvidas, mas sim um modelo mediante cada situação. Os processos afetivos têm propósitos diferentes e são aplicados conforme aquilo que o desenvolvedor se esteja a propor.

Esta revisão demonstra algumas metodologias de funcionamento de três modelos influentes, e o que estes podem fazer para melhorar a credibilidade de agentes virtuais como personagens, por exemplo.

O foco de cada estrutura é diferente e é usado consoante a abordagem estratégica.

CoMERG cobre uma ampla variedade de regulação estratégica emocional, enquanto o I-PEFiC ADM fornece um mecanismo elaborado para codificação de diferentes domínios de avaliação, que têm se mostrado empiricamente cruciais na interação do robô. A EMA, por sua vez, contém mecanismos muito sofisticados para avaliação e confronto, que já provaram o seu valor em vários formulários (Bosse et al. 2010).

1.1.4. Potencial de modelos terapêuticos de jogos

Os jogos terapêuticos sérios delinearam o potencial deste estereótipo de jogos com o intuito de melhorar o diagnóstico e avaliação, acompanhar o progresso do tratamento e servir como adjuvantes da psicoterapia tradicional (Hudlicka 2017, 424). A ideia de que um jogo está diretamente ligado a tecnologias está longe de narrar a origem e a razão pela qual os jogos foram criados. Por exemplo, um dos jogos mais conhecidos a nível mundial, e um dos primeiros a ser usado por humanos, é precisamente o jogo dos dados, que tem mais de 3000 anos no Sul do Irão. Alguns destes jogos já tinham um propósito de jogo sério, como o jogo *Mancala* projetado cerca de 1400 aC, que era usado como uma ferramenta de contabilidade no comércio de animais e alimentos (Laamarti, Eid, e Saddik 2014).

Num passado mais recente, é possível encontrar alguns jogos sérios com propósitos diferentes descritos na Tabela 1:

Tabela 1: Marcos na história dos jogos sérios (Laamarti, Eid, e Saddik 2014)

Year	Serious game	Application
1970	Serious Games book by C. Abt	Academic book
1972	Magnavox Odyssey	Education
1973	The Oregon Trail	Education
1980	BattleZone	Training
1981	The Bradley Trainer	Training
1982/1983	Pole Position/Atari VCS 2600 console	Training
1996	Marine Doom	Military
2002	America's Army	Military
2003	DARWARS	Military

2005	VBS1	Military
2006	BiLAT	Interpersonal communication
2009	VBS2/Game After Ambush	Military
2012	X-Plane 10	Training

A verdade é que os jogos sempre chamaram a atenção pelo impacto que estes podem ter no ser humano, maioritariamente pela conotação negativa, mas um jogo pensado numa estrutura educacional traz um olhar paradoxal para este universo. Cruzar o entretenimento ou lazer com uma forma de usar abordagens que passam pelo intuito de melhorar a forma física, capacidades sociais ou de resolver problemas industriais ou económicos, são características que definem os jogos sérios.

Na psicoterapia a sinergia adota processos distintos que relaciona a tecnologia emergente com modelos de computação afetiva e desenvolvimentos teóricos de transdiagnóstico. Os vários modelos e mecanismos partilhados entre vários transtornos afetivos, quando trabalhados na psicoterapia com jogos sérios terapêuticos, proporcionam uma experiência extremamente envolvente (Hudlicka 2017, 425). Uma vez que a imersão está ligada à experiência de um jogo, estas metodologias progressivas cada vez mais adotam a realidade virtual, por forma a conseguir induzir estímulos e agentes realistas para aumentar o engajamento dos jogadores e tornar este processo eficaz.

O importante ao longo da empregabilidade de um jogo sério, no processo que envolva transtornos de ansiedade, é produzir habilidades específicas que possam ser praticadas na regulação do stress, e desenvolver capacidades metacognitivas bem como processos automáticos que estejam fora do consciente humano. O conceito de metacognição formalizado pelo psicólogo Americano John H. Flavell, especializado no desenvolvimento cognitivo da criança, no início dos anos 70. A metacognição inclui conhecimentos cognitivos sobre a natureza das pessoas, sobre a natureza das diferentes tarefas cognitivas, e sobre possíveis estratégias que podem ser aplicadas para a solução de diferentes tarefas. Inclui também as competências executivas para monitorizar e regular as próprias atividades cognitivas (Portilho e Dreher 2012, 183)

Videojogos e entretenimento interativo em geral compõem uma indústria em crescimento que gera milhões de euros a cada ano, excedendo os valores gerados por outras indústrias de entretenimento, como música ou televisão (Eck 2006). Segundo Bernardo López (López 1995) as estratégias metacognitivas referem-se a:

- saber avaliar a própria execução cognitiva;

- saber selecionar uma estratégia adequada para solucionar determinado problema;
- saber controlar, focar a atenção a um problema;
- saber decidir quando parar a atividade num problema difícil;
- saber determinar a compreensão do que se está a ler ou a ouvir;
- saber transferir os princípios ou estratégias aprendidas de uma situação para outra;
- saber determinar se as metas ou os objetivos propostos são consistentes com as suas próprias capacidades;
- reconhecer as exigências das tarefas;
- reconhecer os meios para chegar às metas ou objetivos propostos;
- reconhecer as próprias capacidades e como compensar as suas deficiências.

A metacognição tem como primazia a consciência, o controlo e a autorregulação, e nesse sentido representa um elemento promissor para o desafio de empreendimento de modelagem de mecanismos afetivos.

1.1.5. Terminologia e taxonomia de um jogo sério

Relativamente à taxonomia de um jogo sério, é preciso definir parâmetros que ajudem a classificar o trabalho dedicado a este campo. Há várias perspetivas sobre o que realmente define um jogo sério. Alguns investigadores dizem que um jogo sério deve ter sempre um elemento de entretenimento genuíno combinado com uma dimensão prática, outros dizem que todos os jogos acabam por ter um propósito sério, seja pelo contar uma história ou até mesmo sorte ou azar. No entanto mediante esta perspetiva é banalizado o termo sério em que qualquer simulador entraria neste quadro, acabando por afirmar que um jogo sério é apenas um jogo normal com uma estratégia de marketing não ortodoxa. A definição acaba por ser complexa e um pouco anárquica mediante os vários pontos de vista. O problema é que se alguém quiser decidir se um jogo específico é sério ou não, teria obrigatoriamente que ter acesso aos objetivos e intenções do designer ao projetar esse mesmo jogo, que é um processo que está longe de ser prático (Laamarti, Eid, e Saddik 2014). Com isto há uma necessidade de, pelo menos, encontrar um padrão a seguir, quando um designer quer produzir um jogo sério, com o objetivo de ter referências estruturais de como se distinguir de um jogo convencional.

Como fazer esta classificação e que características são importantes para essa definição. Segundo um artigo de revisão do Laboratório de Pesquisa em Comunicações Multimídia, da Escola de Engenharia Elétrica e Ciência da Computação, da Universidade de Ottawa, Canadá, em 2014 (Laamarti, Eid, e Saddik 2014, 4-5), a terminologia e definição que exploram, é baseada num estudo de vários artigos e aplicações relacionadas com jogos sérios em que a enumeração é a seguinte:

- A atividade é a primeira característica relatada em que é definida pelo tipo de atividade realizada pelo jogador conforme o que é exigido pelo jogo. Os tipos de atividade podem ser esforço físico em jogos de bem-estar e atividade fisiológica em jogos de reabilitação por exemplo.
- Modalidade é outro critério importante em que é o canal pelo qual a informação é comunicada do computador para o humano. Isto traduz modalidades sensoriais que condicionam a experiência do jogador no jogo, que abrange o campo visual, auditivo e hepático. Usar estas condicionantes a favor do jogo é fundamental. Uma das propriedades mais importantes é a sonoplastia e o feedback hepático ao melhorar a experiência através de uma percepção tátil, nem que seja pelos vários tipos de vibração num DualSense.
- Estilo de interação é a forma de como a interação é feita com o jogo. No caso de alguns jogos, é importante usar interfaces inteligentes em vez de interfaces convencionais. Jogos que incluem movimento e rastreamento, como o fornecido pelo Microsoft Kinect ou, como o controlo remoto da *Nintendo Wii*, que permite o jogador a sentir mais liberdade e realismo.
- Ambiente que segundo o artigo de revisão aqui mencionado, pode ser uma combinação de alguns paramentos:
 - 2D/3D: o ambiente do jogo sério pode ser 2D ou 3D ou uma combinação dos dois;
 - Ambiente de realidade virtual ou mista: refere-se a um mundo completamente sintético. É um ambiente imersivo gerado por computador que pode representar o mundo real ou ser puramente imaginativo. A realidade virtual é amplamente utilizada em jogos sérios;
 - Conhecimento de localização: depende se o jogo permite a determinação da localização atual do jogador;
 - Mobilidade: determina se o jogo é móvel ou não;
 - Online: determina se o jogo pode ser jogado numa rede de computadores, geralmente ligados à Internet;
 - Presença social: depende se o jogo é *single* ou *multiplayer*.
- Área de aplicação que varia dependendo do tipo de empregabilidade do jogo, seja no bem-estar, treino, ou vertente educacional.

Nesta pesquisa ainda foi feita uma revisão de aplicações de jogos sérios em diversas áreas, como educação, bem-estar, propaganda, herança cultural, comunicação interpessoal e saúde.

Em cada área de aplicação foram usados jogos que enquadram nesses requisitos em que cada um dos critérios é validado conforme os parâmetros discutidos anteriormente. Alguns jogos como, na área educativa, o *Skills Arena*, que foi projetado para ser usado em sala de aula na *Nintendo Gameboy*, foram usados para este estudo, por ter o objetivo de ensinar técnicas aritméticas em diferentes dificuldades na sala de aula. Outro exemplo é o *Making History* (2007) que foi usado para avaliar a eficácia de um jogo ao ser um alicerce no ensino relativamente à segunda guerra mundial. A conclusão deste estudo, onde o professor usou este tipo de método ao invés de somente os métodos convencionais, é de que os alunos foram mais interativos e engajados no processo de aprendizagem.

Tabela 2: Classificação de jogos sérios (Laamarti, Eid, et Saddik 2014)

Game	Application area	Activity	Interaction style	Real/virtual/mixed	Mobility	Location awareness
Heartlands		Physical exertion	Pocket PC and heartrate monitor	Virtual	Yes	Yes
Life is a Village	Well-being	Physical exertion	Exercise bike and Will remote Mobile phone	Virtual	No	No
Monster and Gold		Physical exertion	and heart-rate monitor	Virtual	Yes	Yes
Sensor Network for Active Play (SNAP)		Physical exertion	Sensors (accelerometers)	Virtual	No	No
Fish "n" Steps		Physical exertion	Pedometer	Virtual	No	No
UbiFit Garden		Physical exertion	Mobile phone and fitness device	Virtual	Yes	No
Rehabilitation Gaming System		Physiological	Data gloves and camera	Virtual	No	No
HAT	Health care	Mental/physical	Nintendo Wii	Virtual	Yes	No
21 Tally		Mental/physical	Biofeedback sensors	Virtual	Yes	No
Match-3		Physical exertion	Wii-mote	Mixed	No	No
Making History		Mental	Traditional interfaces	Virtual	No	No
Roma Nova	Education and cultural heritage	Mental	Traditional interfaces and haptic device	Virtual	No	No
Ayiti: The Cost of Life		Mental	Traditional interfaces	Virtual	No	No
3rd World Farmer		Mental	Traditional interfaces	Virtual	No	No
Lost in the Middle Kingdom		Mental	Traditional interfaces	Virtual	No	No
Skills Arena		Mental	Gameboy	Virtual	Yes	No
IBM CityOne Game		Mental	Traditional interfaces	Virtual	No	Yes

Também foram selecionados jogos no âmbito da consciência social como o *World Farmer* (2005) que tem como objetivo a simulação de um ambiente em que o jogador tem que gerir recursos e fica atento e consciente à precariedade do meio, ou até um jogo de cirurgia para auxiliar aspirantes na medicina a operar um joelho de forma realista. Na área do bem-estar com recurso à câmara do telemóvel ou *kinect* na *Xbox* jogos como o *Just Dance* (2009) destacam-se em que há uma partilha de dados entre vários jogadores, motivando-os a exercitarem-se mais no dia a dia. A classificação do estudo é representada na tabela 2. O estudo sugere que na conceção de um jogo sério sejam usados mecanismos que já tenham sido empregues na modelagem de um jogo comercial de sucesso. Sendo o foco em jogos sérios é preciso ter em conta certos objetivos sólidos como:

- Ter atenção;
- Informar participantes sobre o objetivo;
- Relembrar o que foi aprendido no objetivo anterior;
- Apresentar material de estímulo;
- Orientar no processo de aprendizagem;
- Estimular o desempenho;
- Dar feedback;
- Avaliar desempenho.

É mediante estes parâmetros que um jogo sério deve ser pensado tendo como estrutura estes itens que definem o sucesso do jogo. Estes segmentos não só evocam a componente lúdica mais informal que é requisitada num jogo convencional, mas também os elementos cognitivos que diferenciam o jogo de lazer com o jogo de aprendizagem e evolução didática.

1.2. Afetividade e Biofeedback

A finalidade deste capítulo é refletir sobre os vários modelos fenomenológicos, que nos traduzem significados existenciais sobre as emoções. É preciso estabelecer um vocabulário coeso para se atingir uma comunicação explicativa de como as pessoas se sentem, e como cognitivamente são escolhidos certos estímulos. A ludologia afetiva é um termo criado por Nacke e Lindley numa pesquisa onde foram feitas medições nos afetos positivos e excitações a pessoas enquanto jogavam *Half-Life 2* (2004). Estas medições têm o propósito de fornecer dados ao designer do jogo, em prol de fazer alterações que encontrem a emoção que o produtor tem como proposta no desenho de cada nível. A interação entre jogo e jogador tem características como fluxo, imersão, tédio e diversão, que têm que

ser pensados mediante os objetivos do mesmo. Se estamos a falar de um jogo que é criado para ajudar a regular os níveis de ansiedade, este não pode ter as mesmas medidas de excitação que um jogo de terror. Esta pesquisa cognitiva é necessária à investigação para fazer a ponte entre os vários estados afetivos e a leitura de sinais fisiológicos. O intuito de obter estímulos suficientemente assertivos numa equação algorítmica, poderá ter força suficiente para utilizar estes dados em simultâneo com um protótipo de jogo sério, que aborde a fisiologia.

1.2.1. Abordagens psico revolucionárias das teorias das emoções

As chamadas abordagens cognitivas da emoção preocupam-se principalmente com a identificação de variáveis que influenciam o processo de avaliação nos humanos, mas deve-se enfatizar que uma avaliação não é uma emoção. As avaliações são uma parte do processo total que envolve um organismo, interagindo com seu ambiente de maneiras biologicamente adaptativas (Plutchik 1980). As emoções são de conhecimento geral e implícito da nossa natureza. Mesmo sem haver uma matéria primária académica sobre as emoções, as crianças conseguem detetar tristeza ou alegria através das expressões faciais de forma intuitiva. As emoções são uma cadeia de eventos que nunca acontecem isolados, mas acontecem como forma de resposta a situações significativas do dia a dia. Plutchik (Plutchik 1980) aprofunda a questão da cognição a propósito original da evolução humana. O propósito de permitir ao organismo o mapeamento em relação ao seu redor e permitir a capacidade de prever o futuro, é dado como um mecanismo de defesa, não só nos humanos, mas também nos animais. Claro que estas capacidades de memória afetiva que nos remetem para situações vividas, mesmo estando no subconsciente, moldam a forma de lidar com eventos no espaço temporal presencial. Isto serve até para ser empregue como inspiração, e ser expresso em forma de arte. Nem toda a simbologia emocional tem um propósito de mecanismo de defesa. Segundo o psicólogo estadunidense Plutchik, para considerar todas estas matérias da sua teoria, é preciso seguir princípios relativos às relações cognição-emoção, que enumera como:

Princípio 1. A existência de qualquer emoção pressupõe a ocorrência prévia de uma cognição ou avaliação. No entanto, embora todas as emoções pressuponham avaliações, nem todas as avaliações produzem emoções.

Princípio 2. As cognições podem ser baseadas em informações obtidas de estímulos externos ou internos.

Princípio 3. As cognições preocupam-se em distinguir se um estímulo é benéfico ou prejudicial, embora existam diferentes tipos de benefícios, assim como existem diferentes tipos de danos.

Princípio 4. A maioria dos eventos são avaliados como bons ou maus, benéficos e prejudiciais. Esta é a base para a ampla existência de conflito.

Princípio 5. Na maioria dos animais, certas cognições ocorrem sem experiência prévia.

Princípio 6. Nos animais racionais, a maioria das cognições depende do que foi aprendido e pode ser modificado pela experiência.

Princípio 7. As cognições nem sempre são conscientes ou reportáveis; são construções hipotéticas ou "mapas" cujas propriedades podem ser inferidas com base em vários tipos de evidência.

Princípio 8. As cognições podem estar erradas. É possível que um indivíduo avalie um determinado estímulo como benéfico quando é realmente prejudicial ou, inversamente, quando avalia um estímulo como perigoso quando não é (como na maioria das fobias).

Princípio 9. Em média, a maioria das cognições deve ser razoavelmente precisa para que um indivíduo sobreviva.

Princípio 10. Há um número limitado de cognições necessárias para a sobrevivência diante dos grandes problemas da vida (Plutchik 1980, 10).

A tabela 3 exemplifica o funcionamento de uma ocorrência de eventos e a consequência. O estímulo é o sinal de alerta que neste caso é encenado pela perda de um familiar, seguidamente o processo cognitivo interpreta a situação e responde com vontade de isolamento, acompanhado com um sentimento de tristeza. O comportamento expressivo de choro, é um resultado do estado emocional que reflete um mecanismo de defesa que é de assistência.

Tabela 3: Sequência de eventos relacionados com o desenvolvimento de uma emoção

STIMULUS EVENT	→	COGNITION	→	FEELING	→	BEHAVIOR	→	EFFECT
Threat by enemy	→	Danger	→	Fear	→	Run	→	Protection
Loss of parent	→	Isolation	→	Sadness	→	Cry for help	→	Assistance

A figura 4 traça um mapa dos processos hipotéticos pelos quais o ser humano passa com fundamento na memória que influencia o que está a sentir ou as reações adjacentes. É necessário recuperar certas informações para ter respostas com sentido.

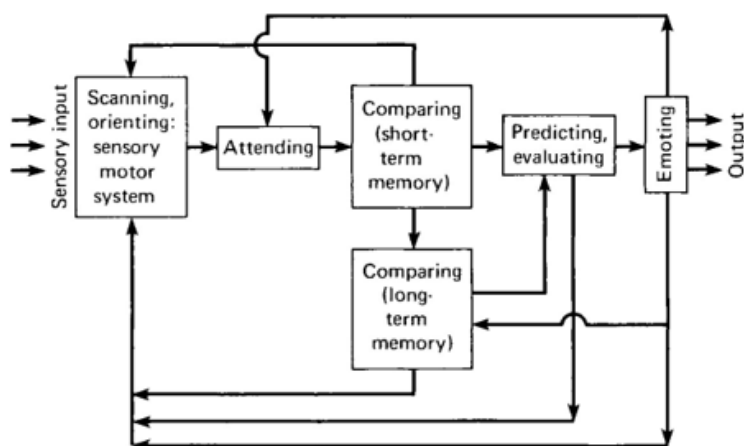


Figura 4: Fluxograma esquemático do funcionamento cognitivo-emocional de Plutchik (Plutchik 1980, 16)

Robert Plutchik criou uma roda de emoções. Plutchik sugeriu 8 emoções primárias: alegria e tristeza; raiva e medo; confiança e desgosto; e surpresa e antecipação. Esses quatro pares de emoções opostas mostram as 8 emoções básicas. Além disso, o modelo mostra a relação entre as ideias de um círculo de emoções com uma roda de cores (Chafale e Pimpalkar 2014). A roda das emoções de Plutchik organiza estas emoções com base na finalidade fisiológica de cada uma.

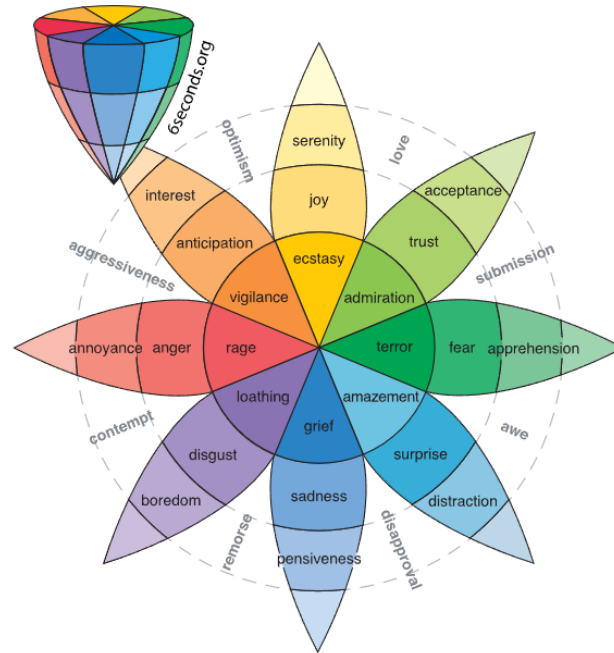


Figura 5: Wheels of emoticons Robert Plutchik. Fonte: Plutchik 1980

A evidência da análise fatorial levou a maioria dos psicólogos a descrever o afeto como um conjunto de dimensões, como desprazer, angústia, depressão, excitação e assim por sucessivamente, com cada dimensão variando independentemente das outras. No entanto, há outras evidências de que, em vez de serem independentes, essas dimensões afetivas são inter-relacionadas de uma forma altamente sistemática. As evidências sugerem que esses relacionamentos podem ser representados por um modelo espacial no qual os conceitos afetivos são dispostos num círculo na seguinte ordem: prazer (0°), excitação (45°), excitação (90°), angústia (135°), desprazer (180°), depressão (225°), sonolência (270°), e relaxamento (315°) (Russell 1980, 1161). Estes fatores são dispostos na tabela por meio de autorrelato, compreendendo os vários estados afetivos do sujeito. As pessoas leigas em matérias de cognição, tem um papel importante neste estudo porque ao invés de fazerem uma introspeção científica, confiam no seu autoconhecimento afetivo.

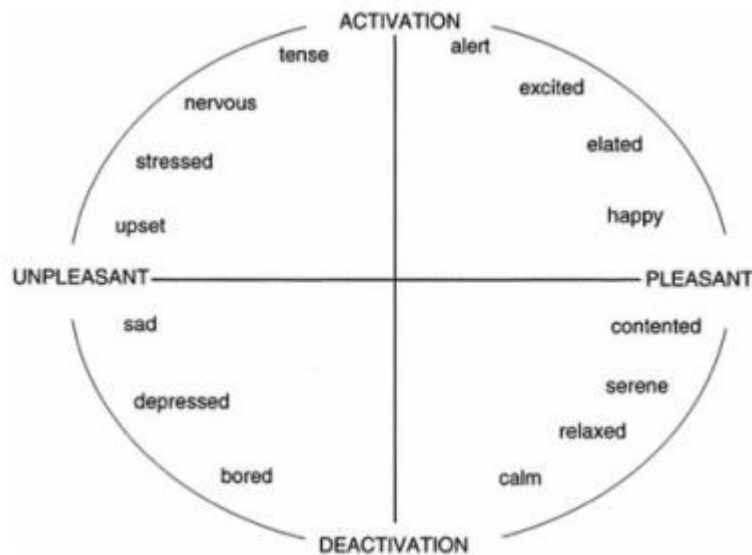


Figura 6: Representação gráfica do modelo circumplexo de afeto (Russel 1980)

O espaço de valência e *arousal* bidimensional tem várias vantagens. Em primeiro lugar, é possível representar emoções sem usar rótulos, mas apenas um sistema de coordenadas. Como consequência, qualquer emoção pode ser representada como um ponto neste espaço, mesmo que não haja nenhum rótulo ou expressão para defini-lo em particular. Em segundo lugar, uma vez que este espaço foi criado a partir da análise das expressões emocionais (indicadores verbal e não verbal), é possível associar áreas deste espaço a rótulos emocionais (Carvalho 2017, 12). As emoções podem, portanto, ser vistas como o produto final de uma interação complexa entre cognições, provavelmente ocorrendo principalmente em estruturas corticais e neurofisiológicas relacionadas com o sistema de valência e excitação (Posner, Russell, e Peterson 2005).

1.2.2. Monitorização das emoções com Biofeedback

O Biofeedback envolve a monitorização e o uso de informações fisiológicas para ensinar os pacientes a manipular funções fisiológicas específicas. as modalidades mais comuns para biofeedback incluem eletromiografia de superfície, profundidade de respiração, temperatura da superfície da pele, reatividade cardiovascular e resposta eletrotérmica (McKee 2008, 31). Esta estratégia destaca-se pelo facto de individualizar cada pessoa como um ser único. Cada paciente requer um tipo de tratamento específico em que o Biofeedback enfatiza esse modelo. Ao trazer respostas no sentido de entender cada paciente rejeitando um padrão, permite terapias e cuidados de saúde específicos.

O biofeedback é uma técnica mente-corpo na qual os indivíduos aprendem a modificar sua fisiologia com o objetivo de melhorar a saúde física, mental, emocional e espiritual (BS et al. 2010). Como noutra tipo de modalidades, esta requer a participação ativa dos pacientes, em que estes devem fazer o trabalho de casa e fazer pequenos treinos para auxiliar a progressão entre as sessões. A autorregulação dos processos é um dado primordial na terapia com este recurso. Os pacientes devem aprender a controlar estímulos que até então achavam ser involuntários. O profissional acaba por ter um papel de guia, em que conduz o paciente num trabalho que acaba por ser quase de auto cura. A capacidade do indivíduo se conhecer a si mesmo e conseguir regular a própria fisiologia de forma não invasiva e saudável, é um dos objetivos pretendidos com esta técnica.

Há uma variedade de métodos e sensores de biofeedback, dependendo dos objetivos, são seleccionados os que mais se adequam a cada situação.

Os tipos de sensores de biofeedback incluem a recolha de dados de algumas destas funções:

- Ondas cerebrais- Este tipo usa sensores colocados no couro cabeludo para monitorizar as ondas cerebrais usando um eletroencefalograma.
- Respiração- Durante o biofeedback respiratório, são colocadas faixas à volta do abdómen e do peito para monitorizar os padrões respiratórios e a sua taxa respiratória.
- Ritmo cardíaco- Este tipo utiliza sensores de dedo ou lóbulo da orelha com um dispositivo utilizado para detectar alterações do volume sanguíneo. Os sensores colocados no peito, tronco inferior ou pulsos usam um eletrocardiógrafo para medir o ritmo cardíaco e a forma como o seu ritmo varia.
- Contração muscular- Este tipo envolve colocar sensores sobre os músculos esqueléticos com um eletrocardiógrafo para monitorizar a atividade elétrica que provoca a contração muscular.
- Atividade das glândulas sudoríparas- Os sensores fixados à volta dos dedos ou na palma da mão ou no pulso com um electrodermógrafo medem a atividade das glândulas sudoríparas e a quantidade de transpiração na pele, alertando-o para a ansiedade.
- Temperatura- Os sensores ligados aos dedos ou pés medem o fluxo de sangue na pele.

1.2.3. Casos de estudo

Uma investigação feita na Grécia que tem como objetivo medir a eficácia de um dispositivo de biofeedback no tratamento de transtornos de ansiedade, refere que aumento deste transtorno, tem sido associado a patologias mentais e físicas graves, como o risco de desenvolver esquizofrenia e transtorno bipolar ou mesmo transtornos alimentares devido à ansiedade. Os transtornos de ansiedade são avaliados como as doenças mentais mais difundidas nos países desenvolvidos, ocorrendo na

Tabela 4: Distribuição geral da pontuação nos três graus de ansiedade para medir a ansiedade antes do biofeedback e após a conclusão de 10 sessões de biofeedback (Zafeiri et al. 2019).

Severity Grade of Anxiety (Total score achieved)	Prior to Biofeedback N (%)	After the completion of Biofeedback N (%)
Mild to Moderate Anxiety (0-17)	13 (26,0)	39 (78,0)
Medium Anxiety (18-24)	6 (12,0)	6 (12,0)
Severe Anxiety (25-56)	31 (62,0)	5 (10,0)

população com alta incidência de transtornos crônicos. O biofeedback, como método de neurofisiologia, vem a juntar-se aos métodos recomendados para o tratamento da ansiedade (Zafeiri et al. 2019). O método foi realizado através da seleção de 50 indivíduos com transtornos de ansiedade que foram acompanhados durante 10 sessões de terapia, com o recurso de biofeedback. Os dados, através de questionário, foram recolhidos numa fase preliminar que antecedeu a realização das sessões, e foram completados numa fase pós tratamento, por forma a fazer a comparação dos mesmos. Este estudo foi realizado num consultório com trinta anos de experiência com biofeedback. Os exercícios têm vários níveis em que há estímulos que afetam os diferentes hemisférios cerebrais, tanto o esquerdo como o direito. Estes exercícios conseguem identificar em que nível o paciente deve começar o treino para procurar atingir o nível mais alto possível em prol da margem de progressão ser significativa.

Da amostra total de 50 indivíduos, os 72% visitaram o consultório particular para o controlo da ansiedade/stresse/stresse no trabalho/ pré-teste ansiedade/sentimentos, os 32% para lidar com depressão/ tristeza/melancolia/falta de alegria, humor, emoções de energia/gelo, e os 14% para tratar a falta de memória/concentração. 70% da amostra já tinha procurado resolver o seu problema ao usar outros métodos de tratamento, como psicoterapia, tratamento psiquiátrico ou aconselhamento (40%), enquanto outros usaram métodos como homeopatia, acupuntura ou terapias alternativas (32%) e medicação (12%). Antes do biofeedback, 26% dos participantes apresentavam ansiedade leve a

moderada, 12% indicavam uma gravidade média de ansiedade e os 62% restantes apresentavam ansiedade severa. Após a conclusão de 10 sessões de biofeedback, 78% dos participantes apresentaram ansiedade leve a moderada, 12% ansiedade de gravidade média e apenas 10% ansiedade grave (Zafeiri et al. 2019).

Mediante os resultados desta investigação, é sugerido que o recurso ao biofeedback pode trazer resultados significativamente positivos, especialmente em transtornos ligados à ansiedade.

1.2.4. Condutância da pele GSR

Como já falado anteriormente, as emoções desempenham um papel fundamental na tomada de decisões na vida social do ser humano. A evolução das tecnologias fez com que houvesse uma demanda enorme, na procura de dispositivos com a capacidade de reconhecer emoções, seja num polígrafo, num aparelho que consiga determinar o porquê de um bebé estar a chorar ou na área do neuromarketing.

Usar apenas as falas ou expressões superficiais para ler comportamentos emocionais, pode não ser suficiente para ter um veredicto daquele sentimento.

Comparado com a expressão facial, o uso de sinais fisiológicos é uma abordagem confiável para sondar as mudanças cognitivas e emocionais internas dos usuários (Ayata, Yaslan, e Kamasak 2017, 3129).

A atividade eletrodérmica é um termo amplo que descreve mudanças na propriedade da pele com base na exposição de estímulos internos e externos. A propriedade mais relevante da atividade Eletrodérmica é a condutância da pele que é uma medida de quão condutora a pele é. Quando um indivíduo é exposto a certos tipos de eventos ou estímulos a condutividade elétrica da pele muda momentaneamente, o que por sua vez pode ser medida pela passagem de uma pequena corrente elétrica através da pele. Mais importante ainda é o facto do ser humano ser incapaz de controlar explicitamente os níveis de condutância na pele, o que significa que este processo advém de mudanças inconscientes do corpo (Imre 2016, 6).

Com as mudanças emocionais são acionadas as glândulas sudoríparas que por sua vez secreta humidade para a superfície da pele. A resistência da corrente elétrica diminui devido ao aumento de transpiração que ocorre quando o indivíduo está excitado ou stressado. Estas mudanças e alterações fisiológicas são mensuráveis através da resposta galvânica da pele, através de sensores colocados nas mãos ou nos pés.

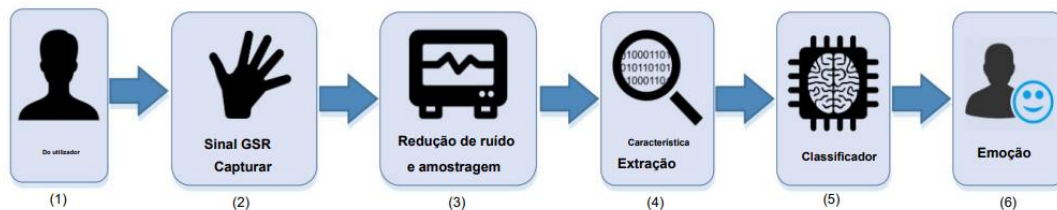


Figura 7: Workflow de Reconhecimento de Emoções Baseado em GSR (Ayata, Yaslan, et Kamasak 2017, 3131)

Quando falamos no reconhecimento das emoções na IHC, são usados *workflow's* como os da figura 7 em que os dados são recolhidos do indivíduo através do sensor GSR, há uma limpeza de ruídos para que o sinal possa ser interpretado de melhor forma, há um cálculo de dados que é classificado através de um sistema de regras que identifica o quão excitado ou stressado o indivíduo de encontra.

A figura 8 representa um estudo que foi feito ao evocar diferentes tipos de emoção nos participantes através de curtas-metragens. A intenção foi fazer uma relação entre o sinal GSR e a excitação emocional. No total foram selecionados 21 filmes com provocações emocionais diferentes como: felicidade, tristeza, raiva, espanto, nojo e medo. Todos os participantes eram do sexo masculino, alunos do terceiro ano na Universidade de Tecnologia de Varsóvia, e a média de idade era de 21 anos. Os participantes foram informados sobre o processo da experiência. Durante a sessão, os participantes sentaram-se confortavelmente numa cadeira, com encosto e apoio nas mãos. A distância dos olhos do centro do monitor era de cerca de 60 cm. Os sensores que registam as alterações na resistência da pele foram aplicados no dedo indicador e médio (Tarnowski et al. 2018).



Figura 8: Exemplo de registo de sinal GSR (Imre 2016, 9)

Depois dos testes feitos, foi apresentada uma tabela (tabela 5) com base nas leituras do sinal, em que os filmes 2 e 4 provaram ser os mais excitantes em que representaram uma diminuição significativa no sinal GSR em 27 e 26 participantes, respectivamente a cada um dos filmes. Não estão representados na tabela os filmes 14 e 18, porque representavam uma classe neutra e como tal, não foram estimulantes para nenhum participante. Como conclusão deste artigo, o sinal GSR revela uma precisão de 0.80 na classificação de grupo. Este sinal pode ser então adequado para fazer medições no âmbito de excitação e stress.

Tabela 5: Avaliação dos filmes (Tarnowski et al. 2018)

Movie number	Number of indications by GSR	valence	arousal
2	27	8,26	7,26
4	26	3,87	6,26
5	2	3,95	5,39
6	1	6,53	3,92
7	3	3,61	4,45
8	9	7,74	5,79
10	6	3,39	5,68
12	19	7,87	6,95
13	6	2,53	6,58
15	4	4,24	5,00
17	19	3,76	6,00
19	1	7,45	4,92
20	5	3,00	6,05
21	17	7,29	6,32

1.3. Afetividade e Realidade Virtual

1.3.1. Experiência virtual e a mente incorporada

Este termo, da experiência virtual e a mente incorporada, é importante no que toca à narrativa e imersão num jogo de realidade virtual. A encarnação de um personagem acaba por desempenhar um papel determinante nos estímulos cognitivos. O significado da filosofia da mente incorporada inclui padrões de experiência encarnada e estruturas pré-conceptuais da nossa sensibilidade, isto é, o nosso modo de perceção, ou de nos orientarmos, e de interagir com outros objetos, ou pessoas. (Varela, Thompson, e Rosch 1991, 148).

A nossa encarnação é essencial para quem somos, para qual é o significado e para a nossa capacidade de fazer inferências racionais e ser criativos (Sowa 1999). É a partir deste pensamento que é criado um modo de trabalho na construção do *storytelling*. É primordial ter como base a forma de ser e

pensar do ser humano e não ignorar estes comportamentos. A RV ludificada precisa de uma estrutura narrativa que juntamente com os dispositivos eletrônicos façam com que os utilizadores tenham uma melhor experiência, com níveis altos de imersão onde criem a sensação dos mesmos estarem noutro local.

Este tipo de jogos têm a capacidade de gerar ensaios incorporados ao fazer com que os jogadores sintam o jogo e interpretem as pistas deixadas como se fosse um jogo mental.

O objetivo da incorporação artificial é atingir um domínio maior de fenômenos mentais, ou seja, de modo a fundamentar teorias gerais da fenomenologia e da ciência cognitiva e obter benefícios tecnológicos ao longo do caminho (Froese et al. 2011).

Além disso a encarnação também advém de quando as pessoas entendem e tem empatia ao compreender as experiências subjetivas e os ambientes propostos. a cognição incorporada reconhece que a mente e o corpo são agentes que trabalham juntos para dar significado das experiências RV (Shin 2018). A ativação do sentimento de empatia e incorporação são os responsáveis pelo engajamento do usuário com o jogo. A figura 9 representa uma taxonomia de como deve estar pensado o modelo de engajamento.

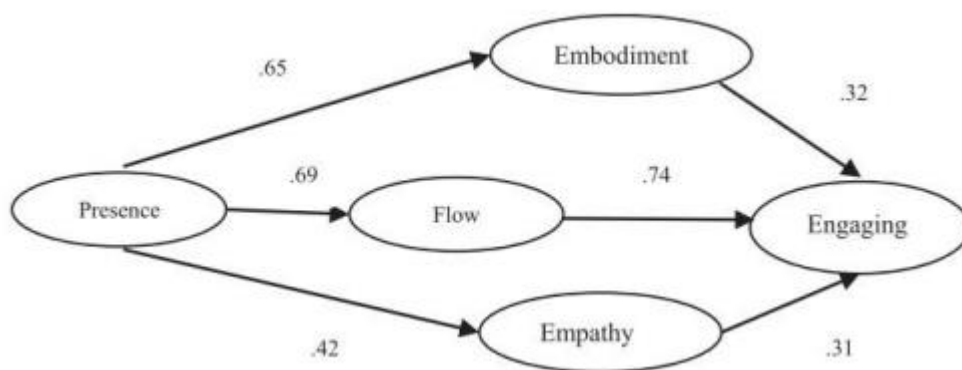


Figura 9: Taxonomia da presença e engajamento (Shin 2018)

1.3.2. Realidade virtual e psicoterapia

A RV traz métodos inovadores que acompanham a evolução da IHC. Os utilizadores deixaram de ser espectadores sentados na sala de cinema e passaram a desempenhar um papel ativo nos ambientes virtuais criados através de um computador. Quando ligado ao universo da psicoterapia, esta tecnologia, permite criar ambientes e situações difíceis de simular no mundo real, que permite o terapeuta, de forma moderada e altamente controlada, expor os pacientes a estes estímulos.

A realidade virtual provou a sua eficácia em terapias cognitivas e comportamentais, particularmente nas terapias de exposição, para uma ampla gama de transtornos mentais (Ahme e Abdelkrim 2020). A incitação do confronto com as situações que causam a ansiedade é diminuída através dos processos de habituação e extinção. Em diferentes estudos controlados, o uso da VR foi tão eficaz quanto a terapia in vivo no tratamento de acrofobia, fobia de aranhas e medo de voar (Riva 2005, 221). Uma fobia é definida como um medo ou aversão extrema a um objeto ou situação, e ultrapassa o medo racional. Este tipo de medos, que são designados por fobias, aparece na forma de ansiedade em que o sujeito pode não o valorizar, mas que pode condicionar o seu comportamento diário ou limitá-lo em certas tarefas. Quando os sintomas são subtis, mantendo-se a um nível inconsciente, resultam na não procura de terapia.

Outro tipo de fobias que são trabalhadas nestes ambientes são as que tenham um carácter ambiental e espacial como agorafobia, claustrofobia ou transtornos relacionados com o pânico de falar em público, que é muito comum no meio académico. Um dos campos em que a RV também é muito usada, é no âmbito militar, tanto por questões direccionadas ao treino, como simulação de ambientes virtuais em que os militares têm que treinar as capacidades de reflexo, ao terem de diferenciar o inimigo dos reféns sobre fogo, ou mesmo no tratamento de stress pós-traumático (PTSD) em que são expostos a teatros de guerra de forma gradual.



Figura 10: Esquerda: Check-in virtual. Direita: visão interna de um avião (Troendle 2014)



Figura 11: Cenário virtual do Iraque usado no tratamento de PTSD (Troendle 2014)

A psicoterapia na forma de RV tem algumas vantagens comparando com a psicoterapia convencional. Traz a possibilidade dos ambientes virtuais e as situações adjacentes possam ser repetidas o número de vezes necessário ao sucesso do paciente. Estas práticas comparadas com a psicoterapia in vivo, são muito mais seguras e altamente controláveis. A continuação do trabalho realizado nas sessões de tratamento em casa é algo bastante significativo, que permite uma taxa de sucesso bem mais acentuada. Claro que os dispositivos de RV não são de baixo custo e de fácil acesso, no entanto há soluções como o *google Cardboard* (figura 12), que com um simples cartão e umas dobras, praticamente qualquer smartphone pode-se transformar num dispositivo RV, não com a qualidade de um original, mas com qualidade suficiente para dar continuidade às sessões.



Figura 12: Google Cardboard. Fonte: (Valcarcel 2015)

Relativamente à comparação da RV com o tratamento in vivo, é uma questão de tempo, pelo facto da RV permitir chegar a locais ou situações que jamais poderiam ser atingíveis in vivo, dentro de um gabinete. Isto leva à vantagem económica também, que apesar dos dispositivos mais baratos de RV serem relativamente altos, ainda assim, poupam em tempo e deslocações in vivo. A monitorização do paciente por parte do terapeuta é relevante na medida em que este pode intervir e ajustar a exposição de forma adequada, com o propósito dos resultados serem o mais positivos possível. Vários autores referem que as taxas de abandono em terapias RV são mais baixas comparativamente às in vivo (Troendle 2014, 21). Um dos maiores problemas da terapia que recorre à imaginação, é o facto de muitos pacientes terem a dificuldade imaginativa de se colocar em determinadas situações. Um estudo feito com a finalidade de comparar a eficácia do recurso das terapias com RV e a exposição convencional ou imaginativa, refere que a abordagem RV é a mais benéfica (Wiederhold et al. 2002, 218-23).

1.3.3. Fobias situacionais de carácter ambiental e espacial

As fobias situacionais de carácter ambiental e espacial são denominadas por fobias que advém da característica de lugar e de situações. Este tipo de transtorno tem o potencial de ser trabalhado em terapias de RV pelo facto de permitir replicar situações reais em ambientes virtuais. Acrofobia, ou medo de alturas, é um transtorno de ansiedade generalizado e debilitante que afeta cerca de 1 em cada 20 adultos (Coelho et al. 2009). Estes comportamentos são sentidos em situações em que o indivíduo, está ou imagina estar, em prédios altos, pontes, aviões e qualquer situação caracterizada pela altura. A agorafobia também é caracterizada pela ideia de espaço em que são evitados lugares públicos em que o indivíduo tenta-se antecipar à sensação de ansiedade ao ficar em locais em que se sinta seguro, como em casa. O medo é sentido também em situações de lugares públicos, como transportes, filas de supermercado ou até elevadores. Os agorafóbicos receiam que os seus níveis de ansiedade aumentem nestas situações em que serão incapazes de escapar (Chambless 1985, 49-87).

Outra fobia que segue as características gerais deste espectro, é a de transtorno social em que há uma tendência em interpretar ambientes sociais ambíguos em ambientes hostis com estímulos negativos. O medo segue uma lógica de se ser julgado ou rejeitado em situações de interação social como as de estar ao redor de pessoas ou ir a eventos ou festas.

A glossofobia é muito comum entre os estudantes em que o ato de falar em público, como por exemplo em apresentações de trabalhos, é o estímulo que incita a ansiedade.

É um dos medos mais prevalentes no mundo, afetando aproximadamente 75% da população. Estatisticamente, mais pessoas afirmam ter medo de falar em público do que medo da morte (Tse 2012). Esta fobia faz com que a pessoa em questão tenha receio de passar por uma pessoa que ela não é, ao perder a capacidade de raciocínio de falar como normalmente o faz, e tem sintomas como boca seca, aumento da pressão arterial, suor em excesso e respiração descontrolada.

2. Design do protótipo

Após o levantamento bibliográfico e a revisão da literatura no primeiro capítulo, é trabalhado o design do protótipo seguindo as teorias e fundamentos do estado da arte. É nesta fase que é feita a descrição do problema, com o objetivo de desenhar *workflows* e um protótipo de baixa e alta-fidelidade. Este servirá de alicerce no segmento da implementação orientado pelas normas de design aqui definidas de forma aberta. Sendo que é respeitada a metodologia de DBR, todos os desenhos poderão sofrer alterações no processo de implementação, com o intuito de serem melhorados continuamente.

2.1. Análise do design e considerações

Nesta investigação as questões principais passam pela junção da RV, que é uma ferramenta que cada vez mais ganha terreno no mercado lúdico, com práticas psicoterapêuticas que carecem de problemas que podem encontrar uma solução, ou um forte alicerce, ao se relacionar com este tipo de *hardware*. Como consequência da reunião com os orientadores desta dissertação, foram identificadas fobias que pudessem preencher os requisitos necessários para serem abordados neste cruzamento tecnológico. Nesse sentido as características necessárias eram:

- Serem fobias de carácter espacial ou ambiental;
- Terem a possibilidade de serem geradas num ambiente virtual através de software;
- Serem paralelas ao mundo real;
- Possibilitarem uma interação coerente entre o profissional de saúde e o paciente;

Visto que há fobias que dificultam o processo de design e podem não se adaptar à investigação, estas diretrizes foram criadas para ajudar no processo de seleção em prol de tornar o protótipo coerente e possível de desenhar. Foi feita uma abordagem a cada uma das fobias selecionadas em que estas eram descritas como definição, exemplos de situações e ludografia existente nesse quadro clínico. Então as fobias selecionadas eram:

- Acrofobia— representa um medo exagerado e irracional de alturas tal como estar em edifícios altos, varandas, pontes ou até mesmo subir escadas rolantes. Um exemplo de ludografia é o *Richie's Plank Experience* (2017) em que o objetivo é subir um elevador a uma altura de 80 andares e ficar na ponta de uma prancha.
- Agorafobia— medo e a ansiedade de ficar em situações ou locais sem uma maneira de fugir facilmente ou em que a ajuda pode não estar disponível tal como andar em transportes públicos, ficar preso no trânsito ou estar sozinho fora de casa. Como exemplo de um possível enquadramento lúdico desta fobia, o jogo *Brink Traveler* (2021) apresenta possibilidades como andar a explorar mapas no meio da natureza completamente sozinho e rodeado por uma atmosfera realista.
- Sociofobia— É retratado como um medo irracional de ser julgado, analisado e rejeitado em situações de interação social como andar ao redor de pessoas ou ir a eventos ou festas. A plataforma online *Psious* (2014) que é direcionada a práticas terapêuticas que envolvem a RV, tem um jogo em que é representado um ambiente 3D dentro de um bar, em que nos encontramos sentados numa mesa com mais 5 pessoas a falar. Este tipo de fobia pode, de certa forma, cruzar-se com a agorafobia pelas características em comum.
- Glossofobia— Visto como um medo de falar em público que é muito comum por exemplo em estudantes que têm que apresentar trabalhos em contexto académico, mas pode afetar as pessoas até no desconforto em atender uma simples chamada a desconhecidos. O site da *Virtualspeech* (2016) tem vários cursos com uma variedade de custos diferentes em que os objetivos incidem no treino de habilidades de comunicação, seja ao falar em público, no âmbito comercial de vendas ou até a nível de liderança. Têm várias simulações online como falar com uma só pessoa dentro de um elevador ou fazer uma apresentação para milhares de pessoas dentro de um teatro.
- Aerofobia— Receio patológico de voar ou de voar em aviões. A mesma plataforma retratada na sociofobia, a *Psious* (2014) também possui um ambiente virtual 3D que retrata o interior de um avião, desde a fase de *briefing* até à descolagem.

Depois da primeira apresentação que corresponde ao estado da arte, foi sugerido o foco numa destas fobias com o intuito de ter um protótipo de carácter exploratório mais objetivo. Seguindo esta diretriz, a acrofobia apresenta uma variedade de possibilidades que podem fazer com que o projeto tenha dinâmicas atraentes. Além disso o *Richie's Plank Experience* (2017) serve como um bom ponto de partida, ao tê-lo como exemplo e ao já ter sido bastante usado pela comunidade *gamer*, dá-nos acesso a várias revisões e uma perspectiva de como o design do jogo deve ser feito.

Alguns jogos de carácter de aprendizagem não são eficazes porque o objeto de ensino não é compatível com o processo lúdico (Shi e Shih 2015). Isto acontece porque os designers de jogos por vezes não são capazes de introduzir as matérias de ensino apropriadamente no jogo, apesar de serem capazes de criar os jogos, e os profissionais de educação apesar de saberem lecionar, não sabem como fazer uma correta empregabilidade de materiais de ensino num contexto lúdico. Para prevenir esta descontextualização de objetivos é necessário fazer um planeamento que responde a uma série de parâmetros a ter em conta que são denominados por *Game-based learning* (GBL).

Os objetivos do jogo devem ser o dos protagonistas principais na concepção de um jogo e é aqui que é preciso definir o tipo de experiência que pretendemos conseguir, em que todos os outros passos seguiram o que aqui é definido. Neste caso, criando um jogo RV que esteja a abordar a acrofobia, podemos deixar claro que os objetivos do jogo serão ajudar um paciente com um transtorno psicopatológico relativamente ao medo de alturas. Para isso será criado um mapa com várias metas que servem de incentivo ao jogador. À medida que o mesmo se for sentindo confortável, terá acesso a novas áreas que vão desde plataformas simples de ultrapassar a baixa altitude, até pontos do mapa mais altos com um nível de dificuldade mais acentuado.

Os mecanismos do jogo têm influência no equilíbrio do mesmo, isto é, no caso de na narrativa existirem inimigos, que estes sejam distinguidos com vários níveis de vida e que o jogador seja capaz de os ir distinguindo. Neste jogo, o utilizador terá obstáculos distintos como uma ponte que tem que atravessar em que será deparado por objetos em movimento com diferentes tempos. Aqui a proposta é que o jogador ao longo do tempo que passa na plataforma que cada vez mais seja capaz de identificar os objetos dinâmicos e que ganhe destreza a ultrapassá-los.

A interação aqui tem o papel de contextualizar o jogador, ou de dar informações sobre o que se passa ao seu redor. Mensagem de texto, caixas de diálogo ou mensagens numa parede que sirvam de orientação ao utilizador são fundamentais no que diz respeito ao educar o jogador sobre a mensagem ou objetivo que é preciso transmitir.

Ter a liberdade do jogador em conta também é importante para manter o mesmo comprometido e motivado pelo maior número de tempo. Apesar de não se comparar o quão livre um jogador se pode sentir num jogo *open world*, a liberdade pode ser aplicada de várias formas. No mapa deste protótipo de carácter exploratório, o personagem, apesar de limitado aquele espaço, vai poder circular livremente entre os vários níveis do mapa e poder voltar atrás quando quiser, para voltar a repetir obstáculos de outra dificuldade, mesmo que já os tenha feito.

O elemento fantasia deve ser implicado num jogo, mesmo que este seja um simulador da vida real. Não estamos necessariamente a falar de monstros e animais com três cabeças, mas sim um fator que contribui para as sensações dos jogadores. No caso de um jogo didático que remete ao mundo real, podemos colocar elementos que não correspondam 100% à realidade. No caso deste jogo os elementos de *level design* terão presentes essa ideia de fantasia de forma leviana. A atmosfera que rodeia o jogador terá que o afastar de forma subtil da realidade por forma a criar algumas dinâmicas mais emocionantes.

A questão da narrativa neste contexto é peculiar, visto que o utilizador alvo para este jogo é um paciente que tem uma patologia clínica, este sabe qual é o problema que o acompanha da vida real. O profissional de saúde ou a pessoa encarregue de fazer este acompanhamento tem um papel de fazer uma introdução ao jogo e como este se processa mesmo o jogo tendo diretrizes dentro dele.

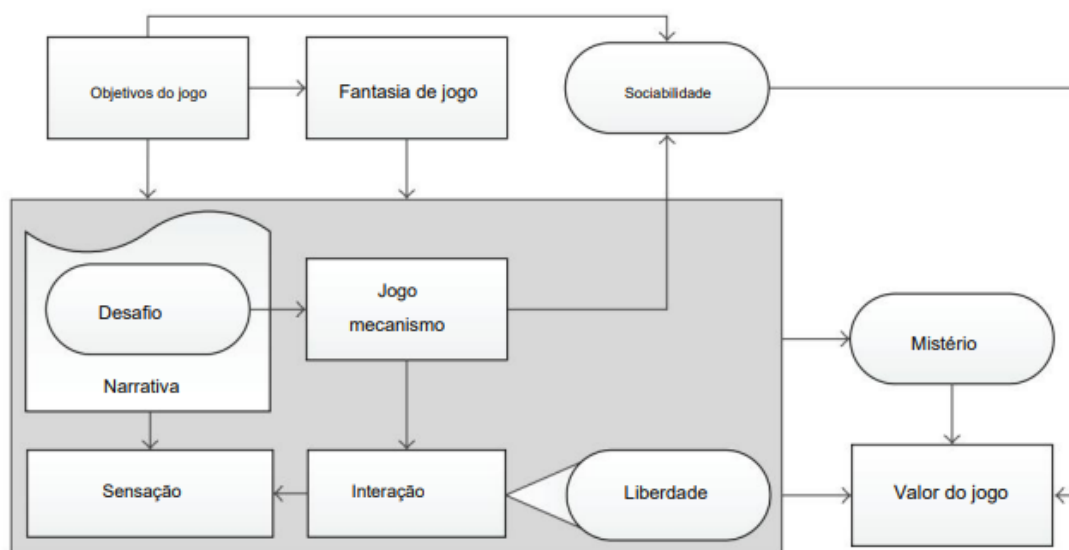


Figura 13: Modelo de projeto GBL de Shi e Shih (Shi e Shih 2015)

A sensação é criada através da estética do jogo tal como já foi falado no primeiro capítulo na Terminologia e taxonomia de um jogo sério. Os ambientes 3D, os gráficos, a sonoplastia e as tecnologias usadas são um parâmetro decisivo neste ponto. Em simuladores a exigência acaba por ser maior porque terão que ser respeitadas algumas regras do mundo real, como por exemplo no caso da RV as escalas de grande parte dos objetos e a forma de como o personagem olha para o mundo.

Desafios são o que determinam o progresso do jogador. O utilizador do jogo tem que sentir que há uma margem para evoluir e sentir essa motivação. no caso de um jogo convencional da era medieval,

provavelmente será possível evoluir a força da espada ou ganhar moedas para comprar um arco e flecha com mais poder. O jogo que é desenhado nesta fase terá a margem de progressão vinculadas aos vários níveis de plataforma existentes no mapa e ao dispositivo de biofeedback que fará medições na atividade eletrodérmica.

A componente social é uma das que mais cativa nos jogos online, o facto dos jogadores poderem comunicar e progredir em conjunto é algo que beneficia um jogo. Seja de forma competitiva ou cooperativa os jogadores preferem jogar com pessoas reais e terem a possibilidade de se comunicar com eles ao invés de jogar apenas contra jogadores artificiais (NPC). A vertente comunicativa e social neste protótipo é feita através do paciente com o profissional de saúde.

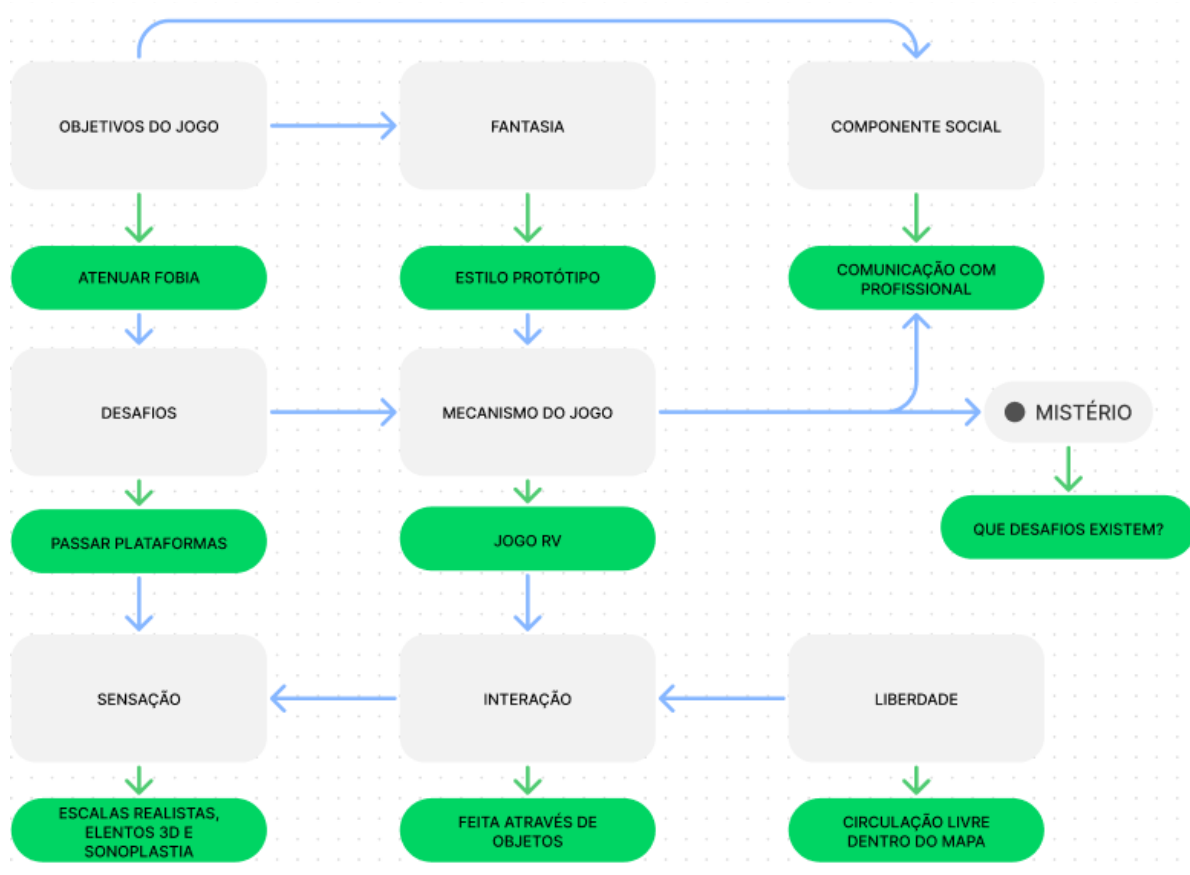


Figura 4: Esquema GBL adaptado ao protótipo

Nalguns dos pontos há uma adaptação de carácter dos mesmos para este tipo de jogo de RV. Visto que não está a ser retratado um jogo convencional e estamos a seguir normas de investigação no ramo dos jogos padrão, há alguma necessidade em fazer adaptações que encaixem neste projeto. Usando a metodologia GBL são respeitadas as condutas por forma a reduzir a negligência do projeto. Um jogo

educativo não deve ser concebido antes do conteúdo de ensino, porque representaria uma pesquisa com métodos, mas sem finalidade (Shi e Shih 2015).

2.2. Personas e relevância

Para se falar em personas é necessário evocar o criador deste modelo, Alan Cooper. De acordo com Cooper as personas não são pessoas reais, mas são reunidas a partir dos comportamentos e motivações dos muitos utilizadores reais que podem ser encontrados no motivo da pesquisa. Por outras palavras, as personas são arquétipos compostos baseados em padrões de comportamento descobertos durante o decurso de uma investigação, que são formalizadas com o objectivo de informar a concepção do produto (Cooper et al. 2014, 62). Este utensílio de design é algo poderoso que pode ter bastante influência no design, e como tal é descrito por Cooper, é primordial ter um alto rigor na construção das personas. Não basta criar um perfil com uma fotografia e generalizar o conteúdo do mesmo, é preciso fazer uma pesquisa que fundamenta o processo de criação do personagem, com base em padrões de comportamento de utilizador. O resultado de uma persona mal estruturada, é uma deficiência no produto final como podemos ver nas figuras 15 e 16.

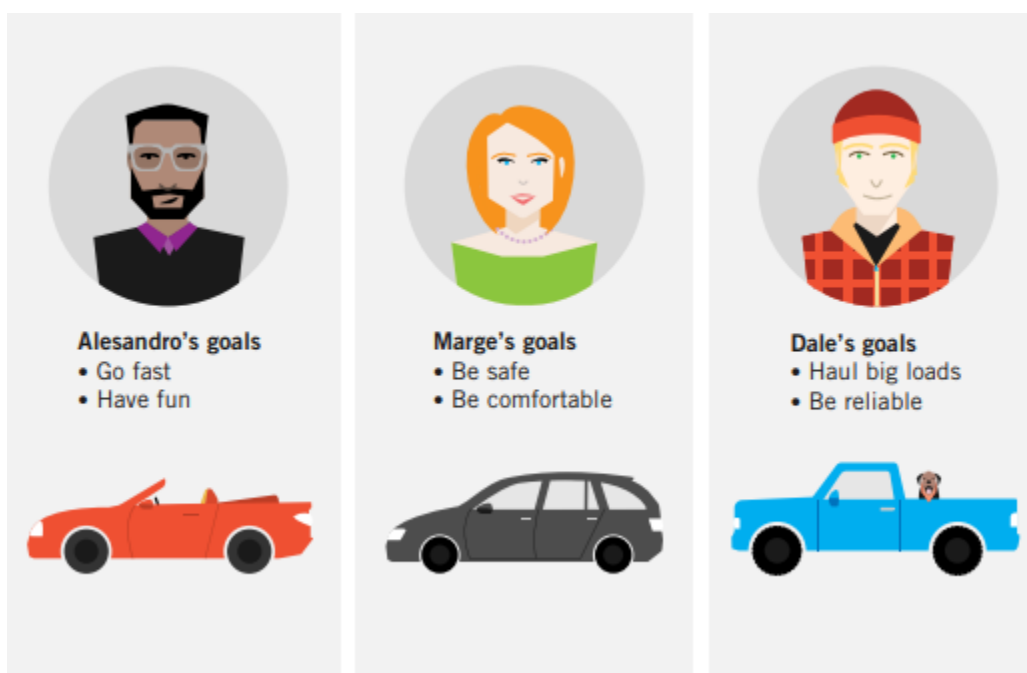


Figura 15: Personas (Cooper et al. 2014, 63)



Figura 16: resultado de personas com defeito (Cooper et al. 2014, 63)

Ter um público-alvo diversificado e com dados arbitrários pode originar um resultado confuso e com conflitos entre interesses de utilizadores como na *figura 17*. Nas metodologias das personas de Cooper também são apresentadas três armadilhas de construção para se ter em conta no processo de personificação. Estas são:

- Utilizador elástico
- Desenho autorreferencial
- Casos limite

Tal como falado em cima o utilizador elástico é um dos principais causadores de um resultado pouco coerente. As precisões dos objetivos da persona devem seguir determinados parâmetros comuns como:

- Objetivos
- Motivações
- Frustrações

O utilizador não se deve moldar às situações de forma conveniente à equipa de desenvolvimento e deve servir para o produto em si sofrer alterações que possam colmatar certas imprecisões. Numa

situação real os utilizadores não são elásticos e não se moldam ao produto, simplesmente não o usam ou desistem dele.

Outro erro descrito por Cooper é o desenho autorreferencial que passa pelo olhar um pouco narcisista relativo ao design do protótipo. O mesmo não pode ser guiado pelas vontades ou padrões pessoais. O público-alvo não é o designer, mesmo que este se identifique com o que está a ser desenvolvido.

Relativamente aos casos limite, acontece quando as pessoas que testam o produto acabam por o usar de forma errada, para fins diferentes ou quando não conseguem chegar a algum lugar. Como se num jogo de FPS estilo *battle royale*¹ os jogadores ficassem mais interessados nas mecânicas de conduzir veículos pelo mapa do que abater outros jogadores e ser o último sobrevivente. Estas mudanças de direção têm que ser consideradas de forma adequada para o produtor ser funcional mediante os objetivos determinados.

Esta ferramenta é usada para dar a entender as necessidades do utilizador. Como falado no primeiro capítulo as desenvolvedoras de jogos cada vez mais se concentram no jogador, no que este sente e precisa, do que no jogo em si. Os cenários de utilizador encaixam nesta premissa. Antes de ser desenvolvido o desenho do protótipo é criada uma ou várias personas com objetivos diferentes, que possam vir a utilizar o programa. De uma forma simples, ao criar estes cenários, os desenvolvedores estão a colocar-se no papel do utilizador em questão para perceber que ajustes serão necessários fazer. Sendo que cada utilizador poderá ter uma abordagem diferente ao programa, estas simulações ajudam no foco do desenvolvimento de diferentes partes do sistema, concede uma interpretação do que o utilizador realmente precisa e permite criar uma empatia nesta relação entre desenvolvedor e utilizador.

2.2.1. Persona

Nesta fase será descrito um cenário de um utilizador em que é feita a sua apresentação básica como nome, idade e uma contextualização da sua vida, seguidamente a abordagem passa pelo que eventualmente levará esta pessoa a utilizar este recurso, como ter medo de alturas e de que forma é que isso afeta a sua vida, neste texto temos também que perceber quais são os objetivos da pessoa ao se submeter a esta prática e designar um caminho a percorrer dentro do programa para este realizar.

¹ Tipo de jogo que consiste em agrupar um grande número de jogadores no mesmo espaço, em que estes têm o objetivo de procurar equipamentos como armas e serem os únicos sobreviventes a chegarem ao fim.

Com isto, a intenção é perceber onde se encontram os pontos de fricção e de stress para poder melhorar o desenho e numa fase de implementação os riscos de falha serem menores.

LEONARDO

Professor

PERFIL PESSOAL

Idade 45
Género Masculino
Estado Civil Casado
Localização Porto

SITUAÇÃO

Ocupações

- Aos fins-de-semana passeia com a família
- Faz desporto com regularidade
- Ligado às tecnologias e jogos de computador

Quadro clínico

- Apresenta sinais de acrofobia
- Estes sintomas impedem-no de fazer certas coisas
- Considera que o transtorno por vezes é irracional
- Sente suores, tonturas, ritmo cardíaco acelerado e boca seca quando é submetido a estas situações

Figura 17: Persona 1

Um indivíduo de 45 anos com o nome de Leonardo é uma pessoa descontraída e aventureira. É casado, professor de ensino secundário e tem um filho de 14 anos. Aos fins de semana gostam de passear e de fazer caminhadas pela natureza. Têm uma autocaravana para durante as férias fazerem viagens em família e explorarem novos locais. O João que é o elemento mais novo da família herdou o espírito aventureiro do pai e durante a semana nos tempos livres pesquisa novos lugares para irem. Desta vez propôs ao pai que fossem visitar a ponte suspensa de Arouca que foi inaugurada em 2021 e tem 516 metros de extensão. O maior se não, é que a ponte para além de ser estreita, está a cerca de 176 m de altitude e o João sabe que o pai apesar de aventureiro, nunca se sentiu confortável com alturas. Com esta proposta, Leonardo acha um bom plano e decide ir então com a família no fim de semana passear até Arouca para visitar a Ponte 516. Assim que chegam ao local e compram os bilhetes de acesso, Leonardo aproxima-se da ponte e começa a sentir suores, tonturas, ritmo cardíaco acelerado e boca seca. Ao não se sentir bem-disposto decide não ir e fica à espera do João e da sua mulher. Sendo esta uma situação que já o havia deixado desconfortável e impedido de fazer outro tipo de coisas, decide falar com a psicóloga da escola para perceber se haveria alguma forma de atenuar estas sensações. A psicóloga então indica ao Leonardo uma colega que está a trabalhar numa investigação na faculdade que está relacionada com tratamento de fobias na RV. Na semana seguinte Leonardo vai então ao encontro desta psicóloga e têm uma conversa onde é feita uma análise do caso e entendido os objetivos do paciente. Leonardo pretende atenuar o

desconforto produzido por esta fobia com o intuito de não o impedir de fazer planos deste espectro. Após uma contextualização do procedimento é colocado o *headset* de VR, os *phones* de ouvido e ligado o dispositivo de biofeedback. Começa o jogo e Leonardo diz que o som do menu está muito alto e é convidado a baixar o volume do mesmo. Seguido o ajuste do volume, o paciente entra no mapa e pergunta o que tem que fazer. A investigadora diz para ele explorar as várias zonas do mapa e procurar explorar enquanto está atenta ao sinal GSR para perceber a excitação do paciente. Leonardo olha em seu redor e encontra uma montanha de caixas com uma placa embaixo a dizer para este subir. Começa a subir alguns níveis até que a orientadora, mediante os números que o biofeedback apresenta, sugere que este pare um pouco no nível onde está para estabilizar os sinais. Depois de Leonardo apresentar uma evolução considerável, é guiado a ir até uma ponte no mapa. Ao chegar naquele ponto, a investigadora apercebe-se que os níveis de excitação estão neutros. A dúvida que fica é se esta neutralidade representa uma atenuação da fobia, ou se a representação daquela ponte no mapa, não seria imersiva o suficiente.

Posto este cenário as conclusões tiradas são de que é necessário desenhar funcionalidades de ajustes como a de volume, ser bastante preciso e coerente nas mensagens de orientação transmitidas pelo jogo ao jogador, dividir os obstáculos por etapas para o jogador não se limitar a ir ao máximo nível de altura que conseguir, mas sim ir subindo aos poucos e parando para estabilizar o nível de excitação sem ter que ser constantemente orientado pelo profissional. Além disso, ter um cuidado nos desenhos dos obstáculos para respeitarem as normas reais e contribuírem para uma maior imersão.

2.3. Experiência do utilizador e wireframes

Tendo em conta as conclusões retiradas do caso de estudo e já com as devidas revisões feitas, aqui é estruturada a arquitetura do jogo e as suas funcionalidades. As mesmas vão ser descritas e irão ser apresentados os seus desenhos para auxiliar no planeamento, e numa fase de implementação facilitar o processo. A arquitetura do jogo demonstra os segmentos do jogo como as várias cenas, em que é possível ver o que existe dentro de cada página.

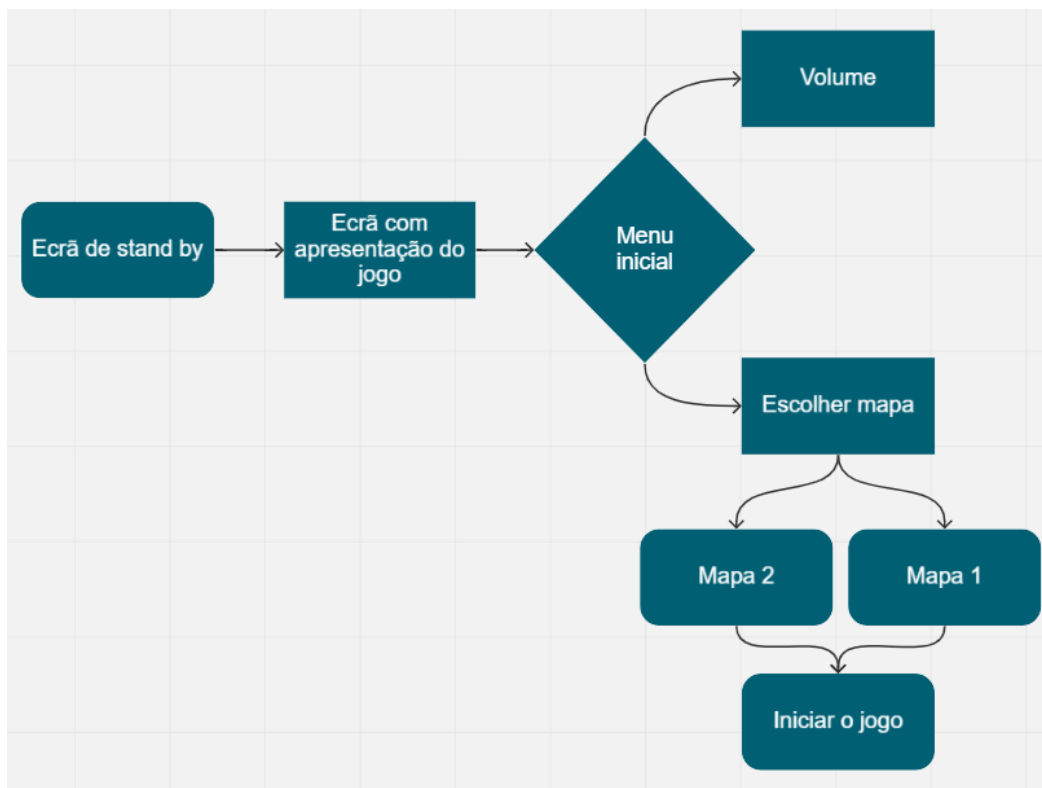


Figura 18: Arquitetura do jogo

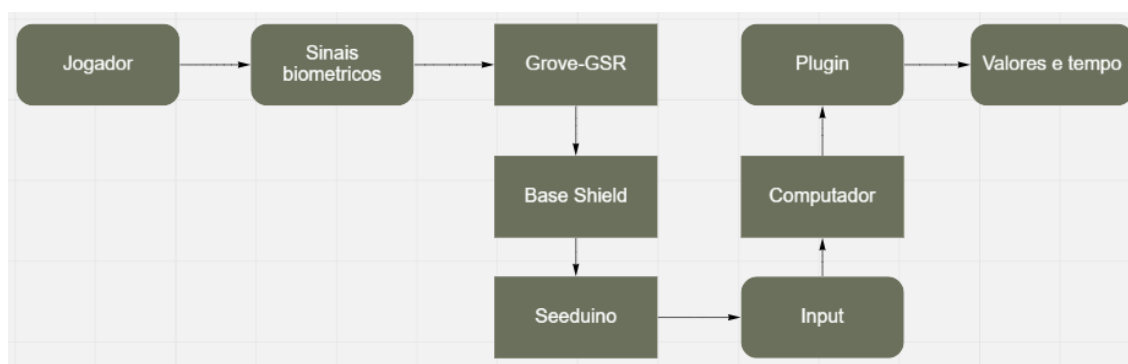
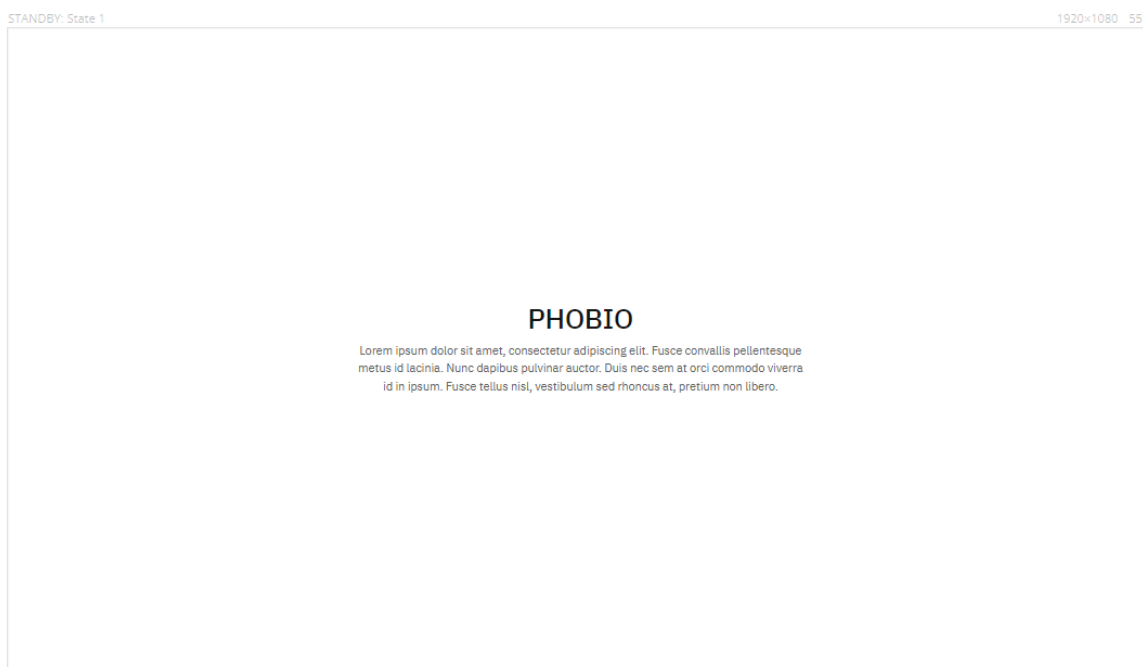


Figura 19: Arquitetura do biofeedback

Durante toda a contextualização do jogo e conversa com o terapeuta, o jogo tem um ecrã de stand-by apenas com o nome do jogo. Assim que é pressionada alguma tecla é apresentado um ecrã onde segue uma explicação sumária do jogo, onde é dito como o mesmo funciona e serão dadas

indicações para colocar o dispositivo de biofeedback da forma correta. Seguidamente será presente ecrã de menu onde terá uma música de fundo para ajudar na percepção do volume do jogo, pelo utilizador, e no caso ser preciso ser feito algum ajuste nesse sentido está disponível uma ferramenta de ajuste. No meio do ecrã estará um botão de iniciar jogo que levará para a escolha de mapas. Nesta página o jogo terá dois mundos virtuais disponíveis que serão escolhidos conforme a necessidade do jogador. Um mapa será mais básico e com obstáculos estáticos e o segundo mais elevado e com obstáculos dinâmicos. Assim que é escolhido o mapa o jogador será colocado num dos ambientes 3D em que pode começar a mover-se e a explorar. Em simultâneo o terapeuta terá acesso a um ecrã de monitorização do dispositivo de biofeedback onde serão apresentados os valores do paciente. Em cada obstáculo encontrado no jogo será aberto um balão de ajuda para dar dicas ao jogador de como este deve ser ultrapassado. A sessão terá o tempo que o terapeuta achar pertinente consoante a sua avaliação com o auxílio do biofeedback.



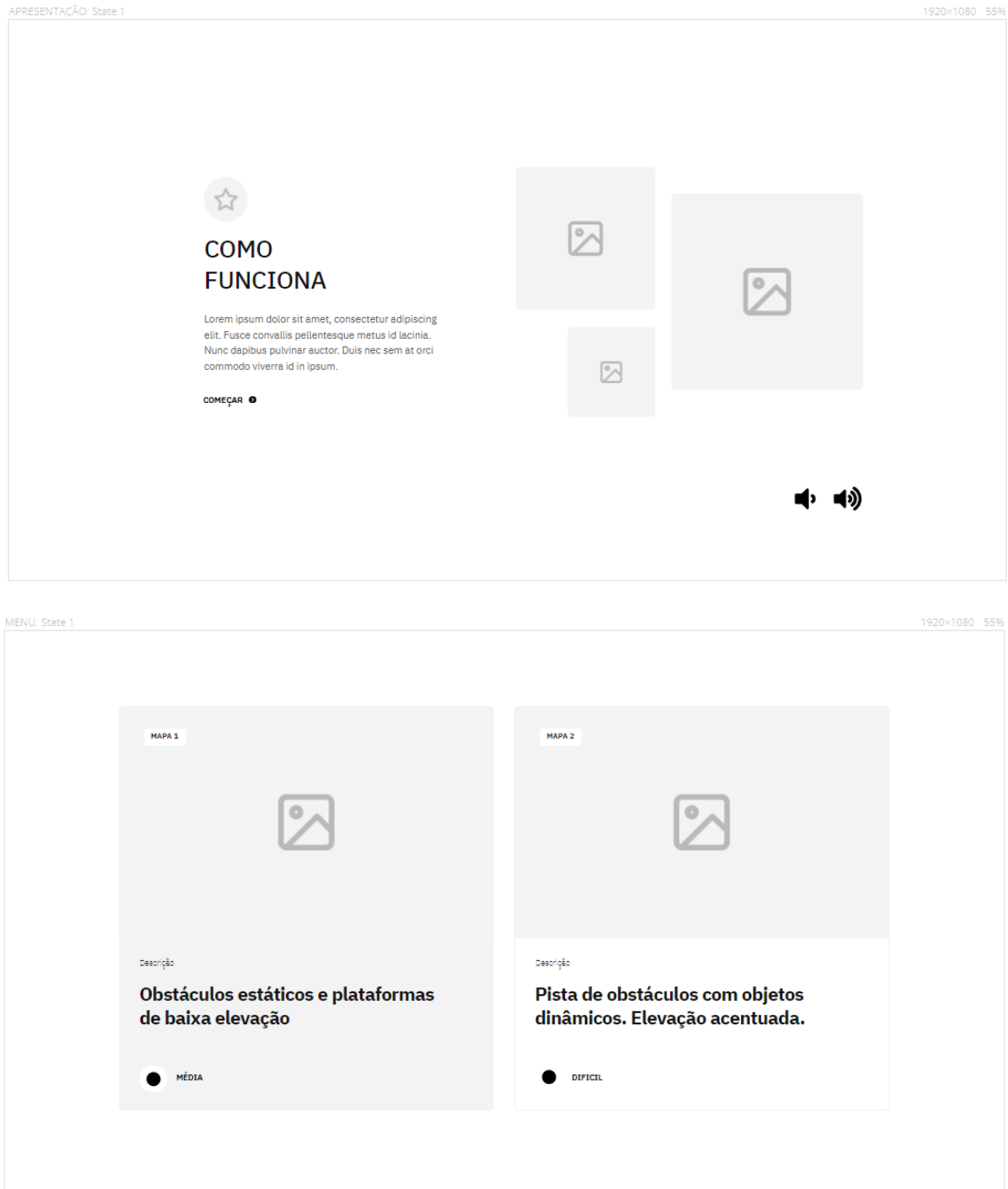


Figura 20: Ecrãs de standby, apresentação do jogo e escolha de mapas

Relativamente aos mapas, como já mencionado, estes terão dificuldades diferentes que serão descritos na página dos mesmos. Cada um tem uma imagem prévia de uma visão geral, contém a

sua descrição e o nível de dificuldade que está representado pela cor verde como fácil, amarela como média e vermelha como difícil. O que distingue a dificuldade de cada um, será maioritariamente o tipo de obstáculos, em que num serão sempre estáticos e noutra dinâmicos com o objetivo de surpreender o jogador. Além disso, o primeiro mapa será sempre com plataformas de baixa elevação e com algumas indicações ao longo do percurso. A segunda opção será com a intuição de ser usado num processo transitório quando o paciente apresentar resultados que levem o terapeuta a tomar essa decisão. É de relembrar que o protótipo será uma ferramenta de auxílio em tratamentos psicoterapêuticos e carece sempre de um profissional como guia.

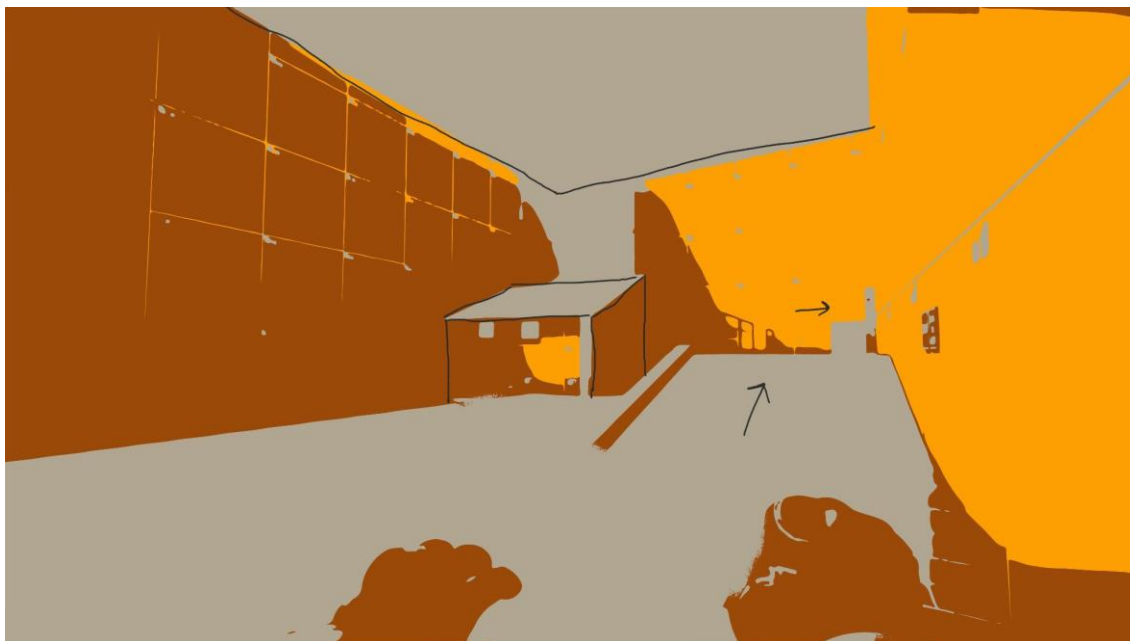


Figura 21: Representação do início de um mapa

O desenho dos mapas foi inspirado em mapas feitos pela comunidade do jogo *Counter-Strike: Global Offensive* (2012). Com um estilo de protótipo e proporções realistas de objetos que existem no nosso dia-a-dia para tornar o ambiente mais imersivo. Os mapas terão rampas, escadas, pontes, caixas para subir e plataformas que desafiam os níveis de excitação do paciente. Haverá tabelas de indicação, como se pode ver na *Figura 23*, nas paredes do mapa a dizer em que nível o jogador se encontra. Sempre que o jogador desejar poderá voltar atrás visto que o mapa é livre e não contém restrições de acesso entre os níveis.

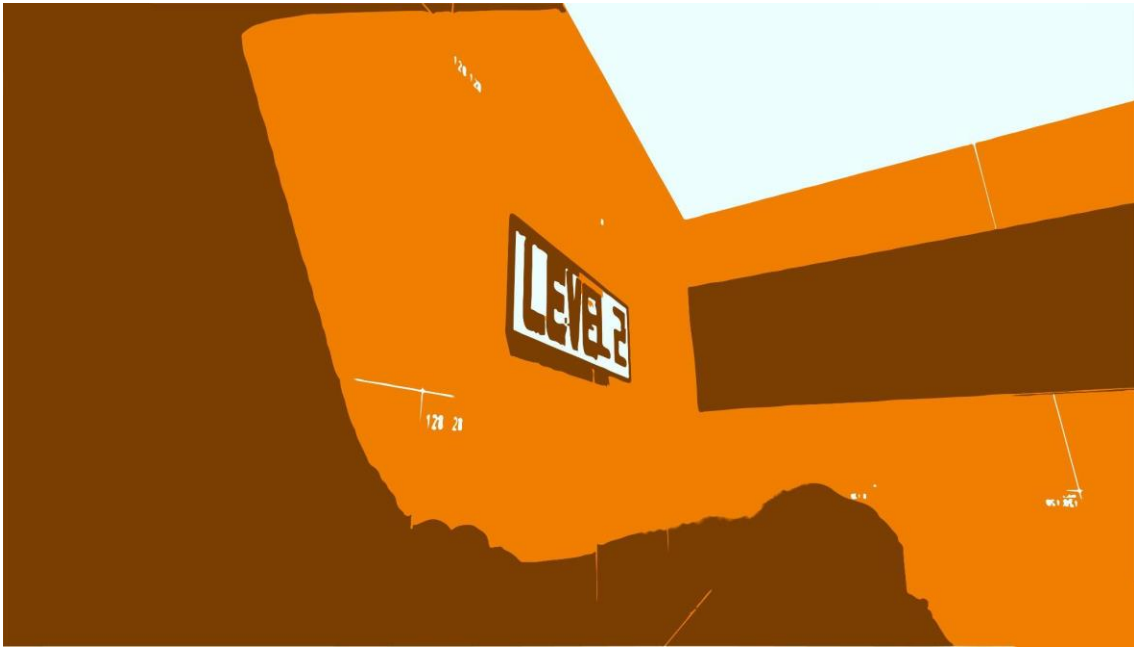


Figura 22: Tabela de indicação de nível na parede

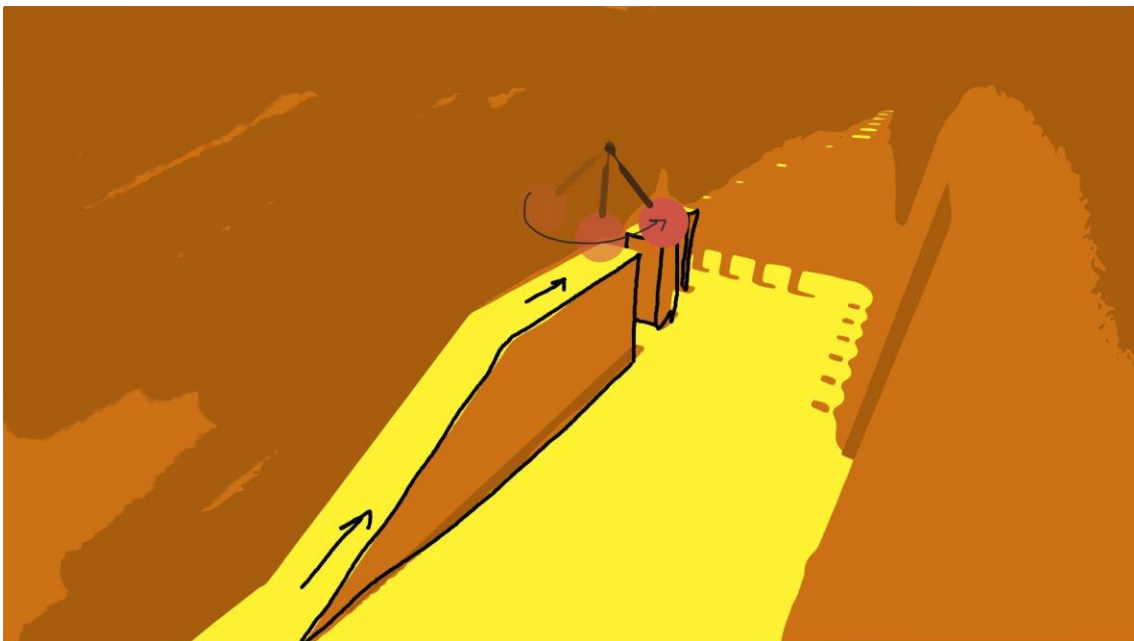


Figura 23: Exemplo de obstáculo

2.4. Grafismo

Na questão dos elementos gráficos é decidido o logotipo, que fontes usar, cores e ícones que servem de apoio nos ecrãs. O logotipo partiu de uma base composta por caracteres da fonte *Monument Extended* com os diferentes pesos de ultrabold e regular. Esta diferença serve para distanciar a

composição da palavra Phobio que é uma junção de *phobia* e de biofeedback. Sendo esta uma dissertação que tem um protótipo de carácter exploratório nestas áreas, a intenção de juntar estas duas componentes no logotipo adequa-se. Foram feitas algumas adaptações na fonte principal com o arredondamento da letra i, com o intuito desta representar um dedo que é onde é ligado o sensor de atividade eletrodérmica. Outra alteração é a linha transparente que atravessa a segunda sílaba da palavra. Esta linha evoca o scan que normalmente é representado nessa leitura. Desta forma, é trabalhado o logotipo do Phobio que é o nome atribuído a este protótipo.



Figura 24: Logotipo, tipo de letra e ícones

Na *figura 23* podemos ver o glifo do tipo de letra que vai ser usado neste projeto. A fonte é a *IBM PLEX Sans* e foi seleccionada pela alta legibilidade e pela elegância da mesma. Visto que se trata de um jogo no âmbito da saúde e para um público-alvo adulto, foi optado o uso de um estilo de letra mais conservador. Uma das vantagens desta fonte são os 28 diferentes tipos de peso. É de licença aberta e pode ser usada livremente em projetos sejam de carácter académico ou comercial. Mike Abbink também descreve a letra como grotesca neutral, mas amigável, que inclui *Sans*, *Sans*

Condensed, Mono, Serif e tem excelente legibilidade em interfaces impressas, web e móveis. Nesta figura também contém os ícones que servem para complementar as páginas. São apresentados os ícones de mais e menos volume, o botão para voltar a casa, o de avançar e o de retroceder.

2.4.1. Ecrã de stand by

Este ecrã é composto por um gradiente entre a simbiose das cores azul e roxo. A cor azul foi escolhida pela por ser bastante relevante no âmbito tecnológico. Se repararmos nos ícones seja do Shazam, Skype, Dropbox, Facebook ou Twitter, todos têm o azul como predominante. Segundo um estudo de Hemphil que tinha como premissa investigar as cores preferidas de ambos os géneros, o azul foi identificada como a cor predominante nas escolhas tanto no sexo masculino como feminino. A razão encontrada está na resposta positiva de todos os participantes ao associar esta cor ao oceano ou ao céu (Hemphil 2010). Sendo então uma cor ligada às tecnologias e ao remeter à calma, à serenidade e à segurança, é a cor predominante em todos os fundos gradientes da aplicação. Além disso, a cor azul é a que menos afeta os daltónicos.

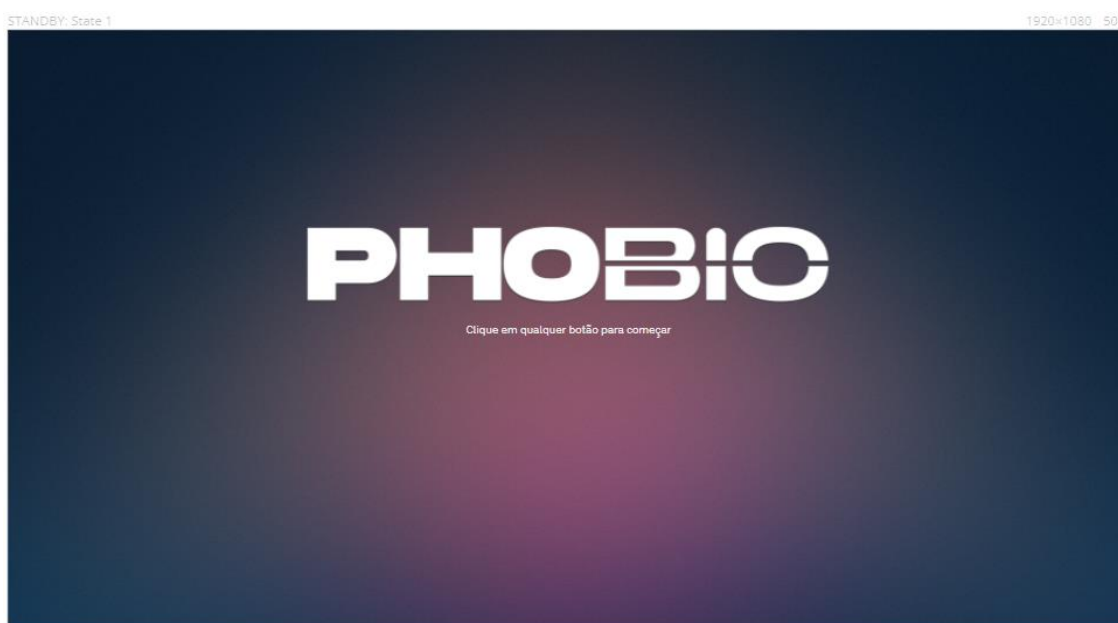


Figura 25: Ecrã alta fidelidade de standby

Em contraste com a predominância azul, o fundo é composto por púrpura pelo facto de no universo holístico estar associado ao contacto com o lado espiritual e à libertação dos medos. No design é usada com o intuito de induzir mistério ou a lugares místicos. São então estas condicionantes que levam à construção destes gradientes que preenchem o plano de fundo de todos os ecrãs.

2.4.2. Ecrã de apresentação do jogo

A composição é feita como foi descrita nos *wireframes* em que este ecrã tem a função de dar uma explicação e demonstrar um pequeno tutorial acerca do dispositivo de biofeedback e do jogo em si. Nos pequenos ecrãs representativos na *figura 25* estão pequenos vídeos que exemplificam a correta posição dos sensores para facilitar a compreensão. Assim que o utilizador desejar, ou quando o tutorial acabar, este pode clicar no botão de começar para avançar. Como dito anteriormente também poderá ser feito o ajuste de volume do jogo.

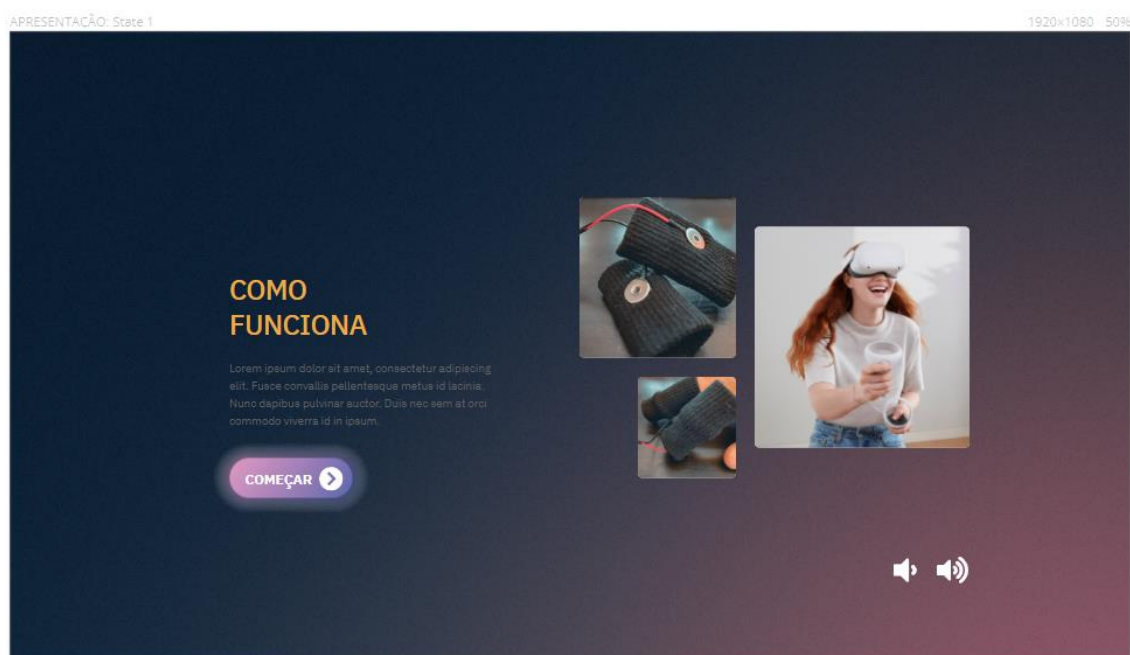


Figura 26: Ecrã alta fidelidade de tutorial

2.4.3. Ecrã de seleção de mapa

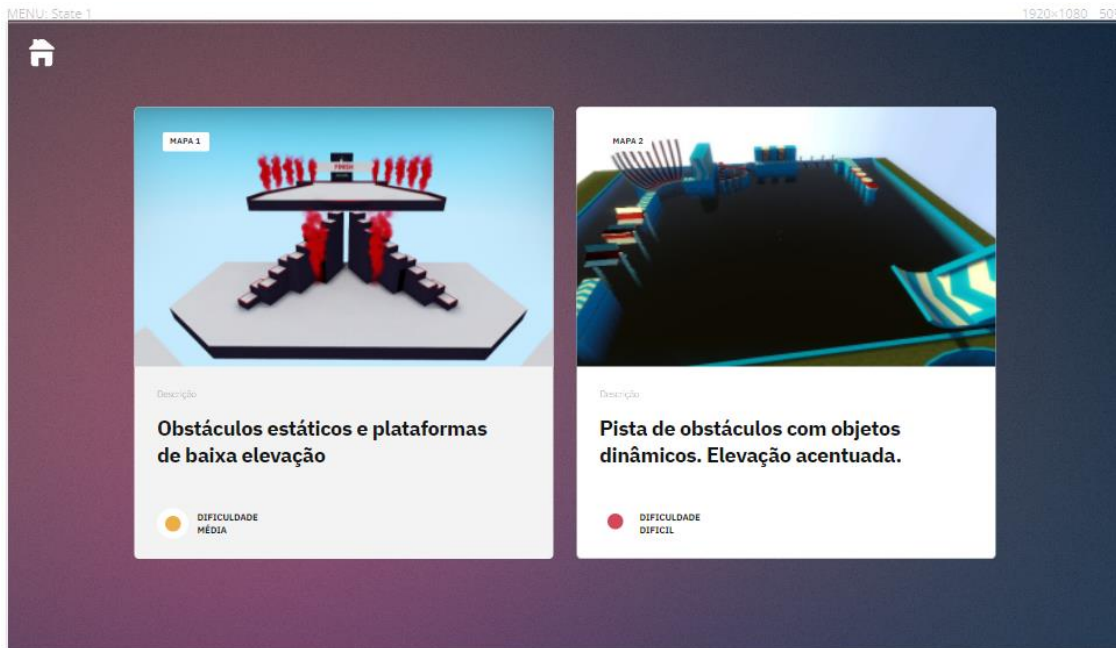


Figura 27: Ecrã alta fidelidade de escolha de mapa

Neste terceiro monitor encontra-se a seleção de cada um dos dois mapas existentes que têm graus de excitação diferenciados pelo grau de dificuldade apresentado em baixo. A cor amarela para a dificuldade média e a cor magenta para a dificuldade difícil. Foi adicionado o botão home para o utilizador poder voltar ao ecrã anterior para voltar a ter acesso ao tutorial em caso de alguma dúvida. Depois de selecionar o mapa pretendido será conduzido ao início do jogo em si.

2.4.4. Ecrã de valores e tempo

Aqui serão apresentados os valores de excitação do utilizador. Este monitor é para consulta do profissional de saúde com o objetivo de tirar notas relativamente à sessão e para fazer a monitorização em tempo real, do estado em que o paciente se encontra. Caso o orientador entenda, será mudada a dificuldade do mapa, ou até mesmo encerrada a sessão, assim que a estabilização dos níveis de excitação tenha sido conseguida através do jogo.

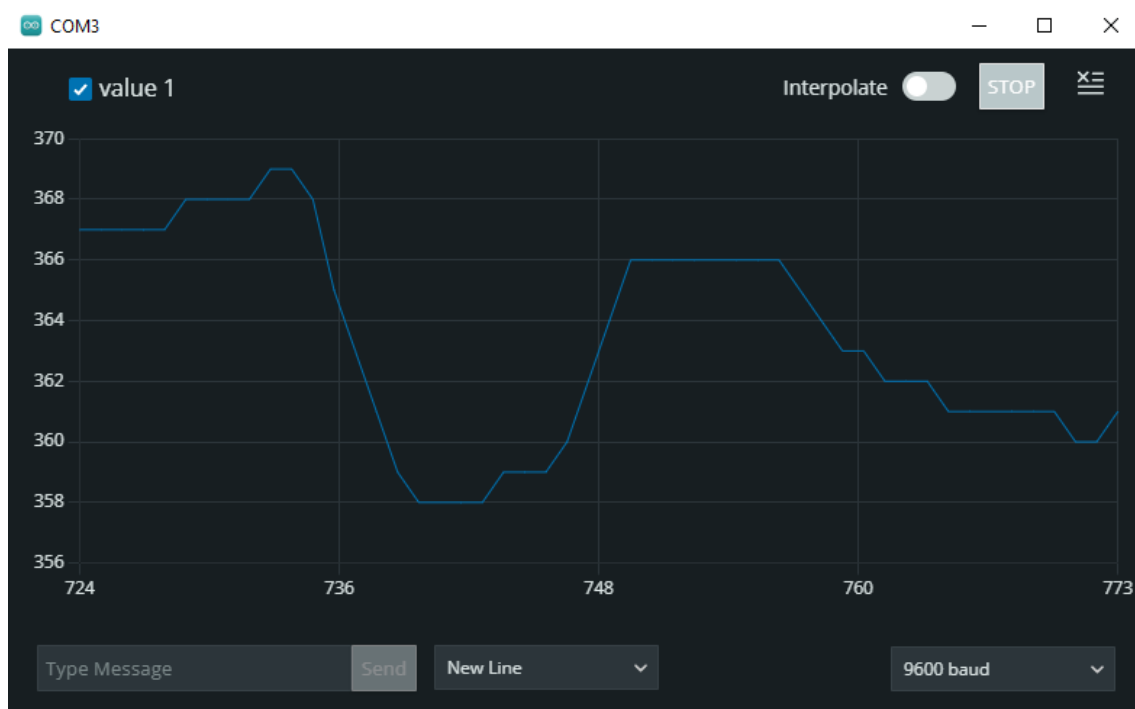


Figura 28: Ecrã real de leitura de biofeedback

3. Implementação

3.1. Relevância do protótipo

A definição de um protótipo é uma representação concreta de uma parte, ou de um sistema interativo completo. Um protótipo é um artefacto tangível e não uma descrição abstrata que requer interpretação (Beaudouin-Lafon e Mackay 2011, 1007). Este método quando aplicado a esta investigação, tem o intuito de trazer reflexões sobre o protótipo de carácter exploratório com a finalidade de ter dados concretos, que possam contribuir para um trabalho futuro. As interfaces e designs aqui trabalhadas, representam a realidade de um possível produto final, mas com a carência de algumas funções que levariam mais tempo a serem desenvolvidas. Com tudo, as funções que estarão presentes na fase de testes, respeitam o produto real das técnicas de interação, para ser possível fazer uma colheita de dados que permita uma passagem a fases mais avançadas e complexas para fazer melhorias no design. Quando vistos como artefactos, os protótipos de sucesso têm várias características: Apoiam a criatividade, ajudando o criador a captar e gerar ideias, facilitam a exploração do desenho de um espaço, e a descobrir informações relevantes sobre os utilizadores e as suas práticas de uso (Beaudouin-Lafon e Mackay 2011, 1007). Isto encoraja a equipa desenvolvimento ou o investigador a repensar em mais hipóteses e a interagir com os utilizadores de outras formas. Um dos principais objetivos desta ferramenta perante esta investigação, é obter um feedback por parte de quem vai utilizar o protótipo na fase de testes, com base em avaliações quantitativas e qualitativas. Estes dados são cruciais na perceção do estado do protótipo e na compreensão das melhorias a serem feitas. Além disso, a colheita de dados por parte da equipa de investigação também é relevante para perceber se o sensor de biofeedback está funcional e a fazer uma monitorização coesa em simultâneo com o funcionamento do jogo. O protótipo torna com que seja possível responder a algumas perguntas que foram estabelecidas no início da investigação como:

- O monitoramento fisiológico, em tempo real, poderá ter uma importância significativa no que concerne às decisões tomadas por parte do terapeuta em cada sessão de terapia?
- É possível, com o recurso a estes métodos, o paciente fazer um trabalho contínuo em casa para potenciar os resultados finais?

Uma característica importante dos sistemas IHC é que eles são interativos: os utilizadores tanto respondem, como agem sobre eles. Infelizmente, a concepção de uma interação eficaz é difícil (Beaudouin-Lafon e Mackay 2011, 1008). O que enfatiza a relevância do uso do protótipo pela qualidade de interação estar diretamente ligada aos utilizadores finais e depende dessa avaliação para se poderem fazer ajustes nesses parâmetros.

Seguindo diretrizes de prototipagem retratadas por Beaudouin-Lafon e Mackay, nesta fase de investigação é determinado o tipo de método para a desenvoltura e testes do protótipo. Sendo que existem o protótipo de percurso fixo e o protótipo de percurso aberto, o de percurso aberto pelas características de suportarem diversas interações, e pelo mesmo funcionar tal como o sistema real, é o adequado à investigação decorrente. Ao se tratar de um jogo de RV que tem como intuito um nível de imersão acentuado para o sucesso do mesmo, estamos perante um cenário que deve avaliar as interatividades e a experiência de como o utilizador interage com o sistema. Este protótipo é concebido para se tornar parte do sistema final mas com recursos limitados para se tornar de fácil e rápida modificação para ser possível explorar soluções que sejam precisas. A implementação segue as metodologias e modelos criados na fase de design de protótipo no capítulo anterior com possíveis nuances pela questão evolutiva do mesmo.

3.2. Processo de concepção

Nesta seção é apresentada toda a concepção da prototipagem desta investigação. Depois de passar pelo capítulo 1 em que é feita a revisão bibliográfica que fundamenta todas as decisões tomadas no design de protótipo, é então desenvolvido e testado o produto de carácter exploratório. São também justificadas todas as decisões relativamente a ferramentas utilizadas, sejam a nível de *hardware* ou *software*.

3.2.1. Hardware e software do jogo

Relativamente aos óculos de RV a seleção é feita entre os Oculus Quest 2 da Facebook Technologies, LLC lançados em 2020 e os Steam Index da Valve lançados em 2019. Existem algumas particularidades que cada um destes dispositivos oferecem, em que os fazem adequar-se melhor a este projeto. É então por esse motivo que é feita uma revisão comparativa entre estes dois modelos para decidir qual o que acaba por ser mais vantajoso ao ser utilizado nesta fase de trabalhos.

Classificação geral

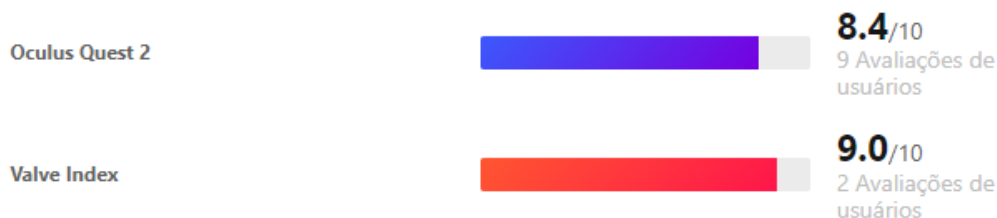


Figura 29: Avaliações de utilizadores (Versus 2022)

Começando pelos Oculus Quest 2 e pela avaliação do seu design, este é mais leve ao ter apenas 503g e tem a vantagem de poder ser utilizado sem fios. Isto é um parâmetro importante pela disponibilidade de movimentação que é possível com este *hardware*. No que concerne ao display e lentes, é apresentada uma resolução de 3664 x 1920px. Na questão da monitorização de movimento, este possui duas câmaras e tem bússola. A conectividade é feita através de USB-C, é compatível tanto com Android como IOS e tem Wi-Fi. Além disso, ainda tem comando de voz.

Os Steam Index é 307 g mais pesado com um total de 810 g de peso e não possibilita a sua utilização sem fios como nos Oculus Quest 2. Apesar dos Oculus Quest 2 terem uma resolução superior, os Steam Index têm um display maior e oferecem um campo de visão 30° mais amplo do que o primeiro dispositivo. Sendo que este protótipo carece de uma proximidade ao mundo real, este factor acaba por ter um peso significativo na escolha do dispositivo. A taxa de atualização é de 144hz enquanto nos Oculus Quest 2 é 20% menor e tem display com a tecnologia IPS. A monitorização de movimento é feita pelo rastreamento laser e as conexões através de display Port.



Figura 30: Oculus Quest 2 e Steam Index

Esta comparação não tem como base tomar uma decisão de qual o melhor produto, mas sim qual aquele que poderá servir melhor às necessidades convenientes a este trabalho. Como tal o hardware que vai ser utilizado são os Steam Index pelas características do display e lente e pelo terceiro fator de conseguir ter este dispositivo mais tempo disponível para trabalhar nesta dissertação.

O computador de trabalho utilizado é um Asus G751jy com um processador Intel® Core™ i7-4870HQ Quad Core, frequência 2,5 GHz, Turbo Boost / Burst 3,7 GHz, Cache Processador 6 MB, Memória RAM 32 GB, Tipo Memória, DDR3-1600 | 4x 8GB, Placa(s) Gráfica(s) NVIDIA® GeForce™ GTX 980M | Intel HD Graphics 4600, Memória Gráfica 4GB GDDR5 dedicados, Disco Rígido 2 TB e Disco SSD 256 GB.

Mediante o dispositivo de RV e o computador disponível para desenvolver este protótipo, é feito um teste de performance com o *SteamVR Performance Test (2016)* que determina se o sistema é capaz de executar os conteúdos e se é possível fazer algum ajuste para obter melhores resultados.

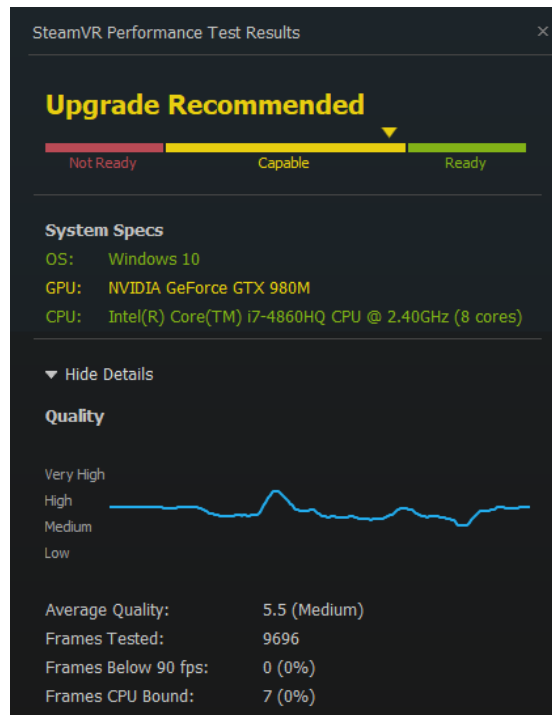


Figura 31: Resultado do SteamVR Performance Test (2016)

Segundo a avaliação dos componentes, é clara uma certa limitação na potência gráfica e como solução é necessário trabalhar em resoluções mais baixas e ter em conta o tipo de materiais escolhidos para os *renders* não sobrecarregarem a máquina e ser possível trabalhar de forma fluida.

O programa escolhido para a criação do jogo é o Unity, que é um motor de jogo da Unity Technologies. Esta escolha deve-se pela familiaridade com o programa e por trabalhar com linguagens como JavaScript e C#. A versatilidade também é um ponto forte em que é permitido fazer produções para várias plataformas como desktop telemóveis, tablets, consolas e navegadores. É *userfriendly* pela interface intuitiva e de fácil compreensão. A capacidade de otimização do desempenho é altamente relevante pelo peso que é trabalhar com RV, e sendo assim, o Unity é eficiente nesse aspecto. Por ser um motor muito utilizado é fácil encontrar inúmeros tutoriais online que facilitam no processo de desenvolvimento do jogo e tem vastas comunidades seja no site oficial, ou em redes sociais em que se encontram seções pertinentes como jogos de RV. A asset store permite a construção do protótipo de forma facilitada devido aos conteúdos disponíveis na mesma, tais como: scripts, texturas, materiais, modelos 3D ou exemplos de projetos.

O biofeedback é trabalhado com um Seeeduino V4.2 que é uma placa compatível com Arduino e é baseada em ATmega328P MCU, Arduino UNO bootloader, e com um ATMEGA16U2 com um conversor UART para USB. É utilizado também um Base Shield para evitar o uso de uma Bread

Board, sendo que é necessário o dispositivo estar ligado ao utilizador que pode estar em movimento, a Bread Board iria trazer problemas ao não ser possível fazer conexões resistentes. Como sensor de resposta galvânica da pele é usado o GSR Sensor.

3.3. Motion sickness e mecanismo de movimento

É inevitável falar em RV sem ter que invocar umas das principais consequências negativas do seu uso. Muitos estudos demonstram que a maior barreira do uso de sistemas de RV é o motion sickness, e afirmam que esse tipo de doença pode estar a limitar o uso efetivo de ferramentas de RV seja em componente lúdica, na área da reabilitação ou treino (Patrão, Pedro, e Menezes 2020). Este fenómeno é equiparável ao que acontece quando alguém anda de carro de fica indisposto com enjoos ou tonturas. Isto deve-se ao facto do corpo estar parado dentro do carro, mas ao mesmo tempo a informação que o olhar capta através das estradas e paisagens em movimento, perturba o cérebro. Esta regra contradiz o que o corpo está a fazer e o que os olhos estão a ver causando assim, esta indisposição.

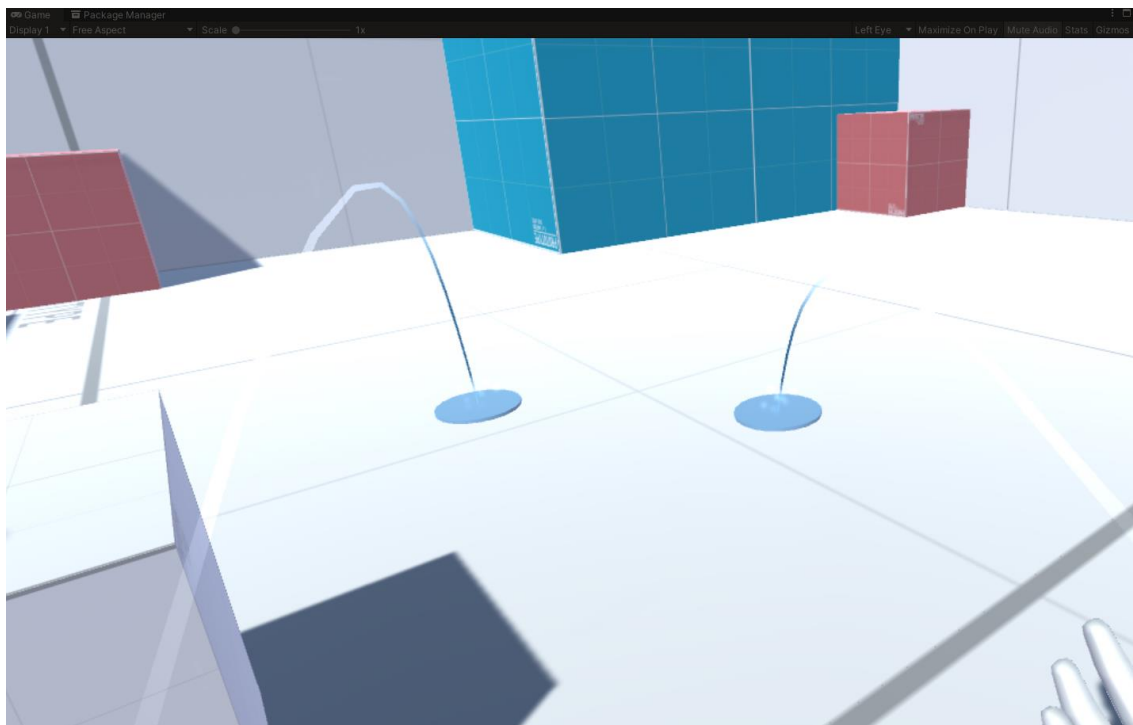


Figura 32: imagem de zonas de teletransporte do jogo

Uma das possibilidades de atenuar este efeito, em situações em que o jogador tem que caminhar ou correr, pode ser a utilização da estratégia de teleporting. Esta função permite ao utilizador apontar para a zona para onde quer ir, e com algum botão programado ser teletransportado até esse ponto. Ao

contrário do que acontece com o movimento contínuo, em que normalmente é utilizado o joystick ou o botão analógico para fazer as deslocações, no teleport não há um causador direto de motion sickness. Este método é adotado, por exemplo, no jogo *Half-Life: Alix* (2020) para evitar o mal-estar nos jogadores. Sendo assim, é a estratégia que é usada neste protótipo para evitar esse desconforto nos utilizadores alvo do jogo. Os mecanismos desenvolvidos debruçam-se na criação de zonas em que é permitido o jogador caminhar, ou neste caso teletransportar-se. Como suporte desta função, é preciso criar um mecanismo orientador para o jogador saber para onde está a apontar e até onde consegue ir. É então criado um retículo com o formato circular que transmite ao utilizador a zona para a qual está a pretender ir ao pressionar o controlador.

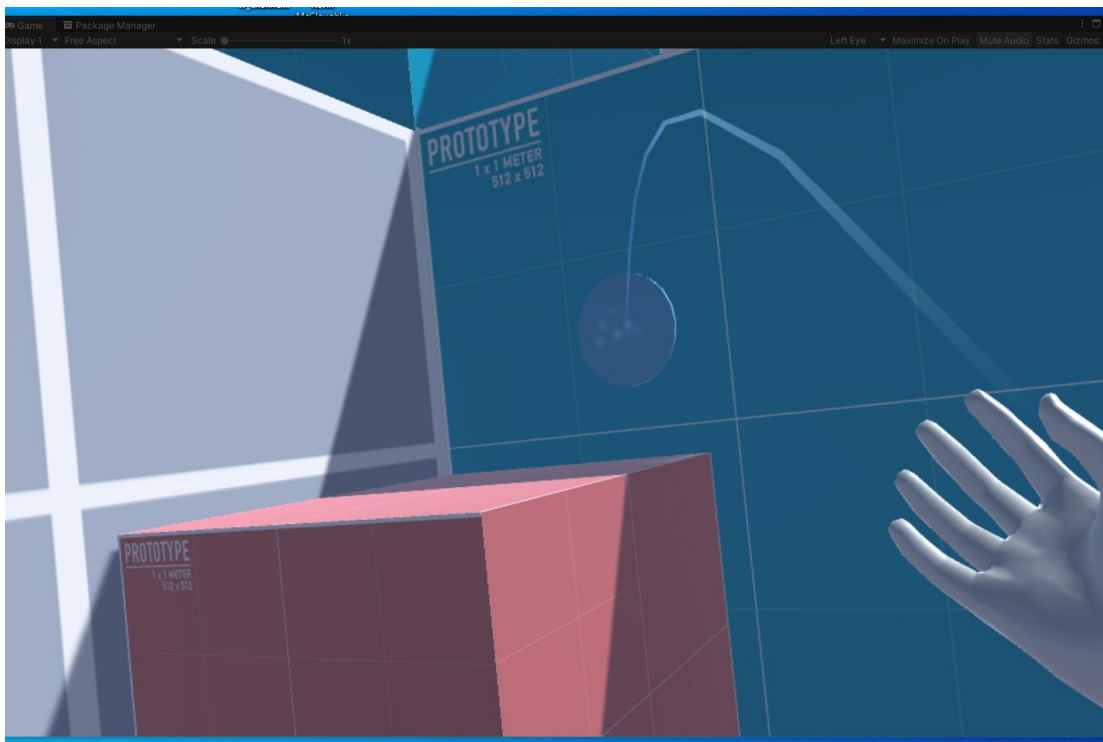


Figura 33: linhas orientadoras e retículo do jogo

Ao apontar para alguma zona de teletransporte também é possível observar uma linha guia, que faz com que seja possível ver o limite para onde se pode ir, caso contrário o jogador poderia ir de um lado ao outro do mapa se apontasse para lá, e a intenção é este método fazer uma simulação leviana do caminhar. Quando o jogador aponta para alguma zona que não está designada no código de jogo

como zona de teletransporte, como parede que não é para escalar, as linhas orientadoras e o retículo ficam a vermelho para dar sinal de que não é possível fazer essa trajetória.

Relativamente aos comandos do jogo, estes são controlados pela mão do jogador. Ao ser detetado movimento pelos sensores do Steam Index, as mãos que são geradas no ambiente 3D seguem os movimentos reais das mãos do jogador. Assim que este aperta a mão, a mão simulada virtualmente também vai apertar ao mesmo tempo. As mãos também têm a função de caminhar, quando o utilizador aponta para algum lado com o retículo e fecha a mão. Esta ação vai dar a ordem de teletransporte para onde o jogador estiver a apontar.

3.4. Mapa e plataformas

O design dos mapas é tanto uma arte quanto uma ciência, requer habilidades no campo artístico, bem como um amplo conhecimento técnico (Bleszinski 2000). O desenvolvimento do mapa é um balanço entre as questões visuais como: escolha de paleta de cores, a beleza dos objetos tridimensionais, texturas, comportamento dos materiais e todos os itens que contribuam para criar uma atmosfera que vá de encontro com o propósito do jogo, e questões técnicas como: mecanismos, *gameplay*, narrativa e objetivos. Um designer de jogos tem que conseguir um romance entre esses dois fatores para obter um resultado que leve o jogador a sentir-se imerso naquele mundo. Depois de estarem decididas todas as questões anteriores como a escolha de hardware e software, é estruturada a divisão de espaços do mapa tendo em conta os diferentes níveis de excitação que são pretendidos obter no jogador. Neste sentido o mapa é dividido em três áreas interligadas:

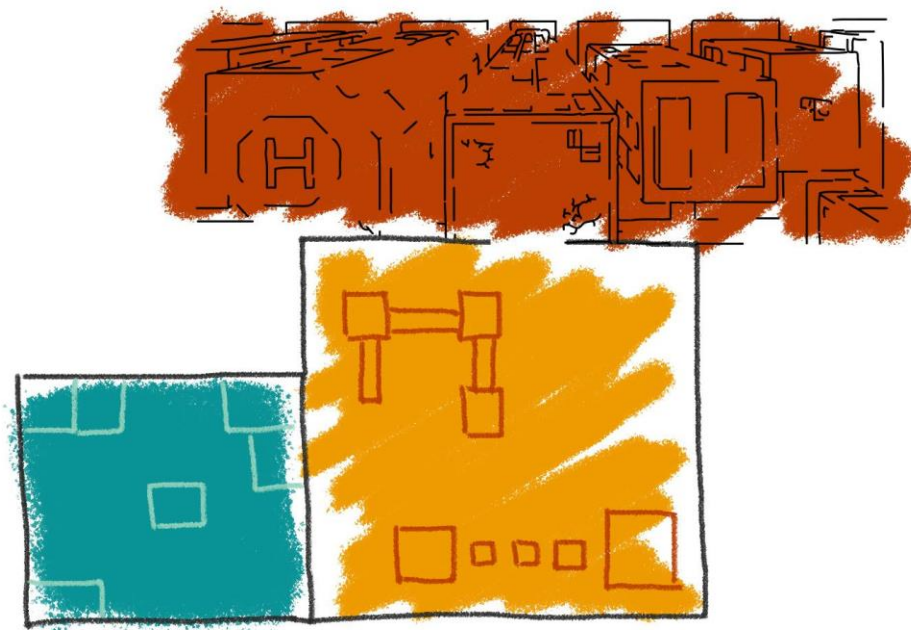


Figura 34: diferentes zonas do mapa

- Zona 1: esta parte do mapa é onde o jogador é dá *spawn* ao iniciar o jogo. A intenção desta área é haver uma familiarização com os mecanismos e com o jogo em si. São apresentados alguns objetos para criar alguma interação e são dados alguns estímulos considerados ligeiros;
- Zona 2: depois do jogador explorar a primeira zona, pode passar para a segunda, onde encontra plataformas mais altas onde é mais difícil controlar o nível de excitação.
- Zona 3: área de representação real. Depois de passar por alguns objetos e inputs de estimulação, o jogador é presente a uma zona onde tem uma vista do cimo de um prédio para representar uma situação real e ver como este está a lidar com a situação.

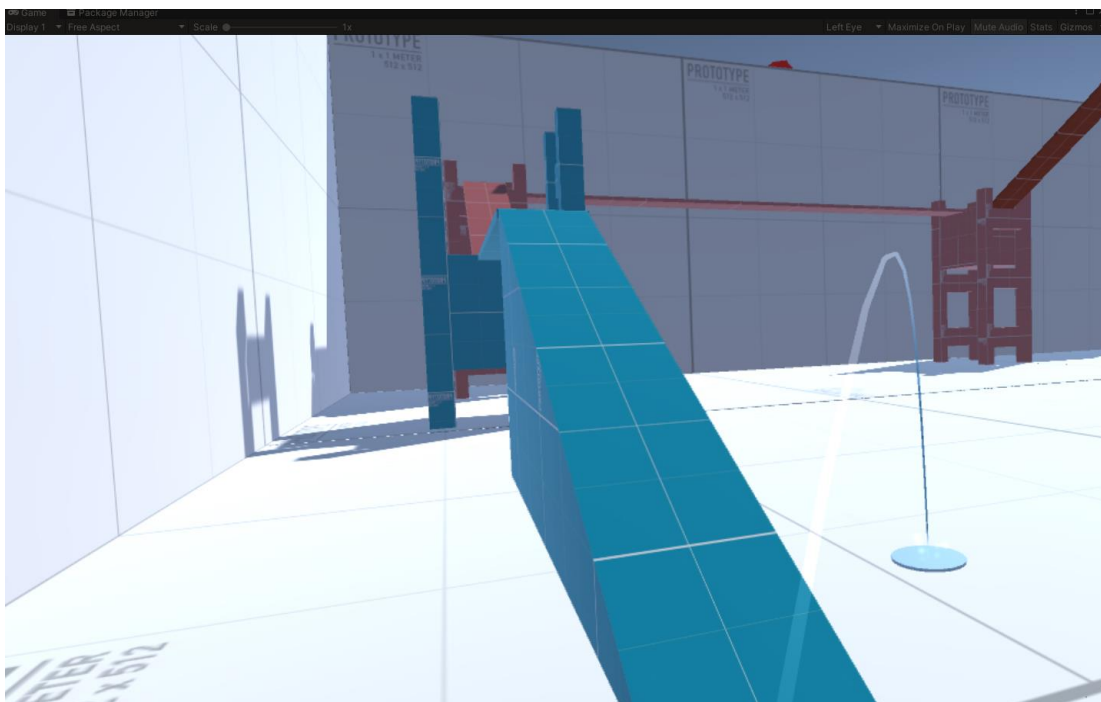


Figura 5: início da plataforma da zona 2

Relativamente às plataformas, estas são criadas mediante a zona como referido em cima. A zona um tem apenas caixas de baixa elevação em que o jogador pode escalar e ambientar-se. Tem também no centro da primeira sala uma bola em que o jogador pode interagir ao poder agarrá-la e perceber os mecanismos do jogo. Na segunda zona temos uma pista elevada com diferentes níveis de altitude. A primeira plataforma tem cerca de 2m de altura, a segunda 4m e a terceira e última elevação tem cerca de 8m. Por último temos a representação da cidade com vários prédios de diferentes andares. A intenção desta diferenciação de zonas e plataformas, é a recolha de dados através do biofeedback. Assim que o utilizador estiver em cada uma das zonas a explorar os diferentes níveis, a pessoa responsável pela orientação do jogador terá acesso a um monitor em que está presente em tempo real os dados relativos à excitação do paciente em tempo real.

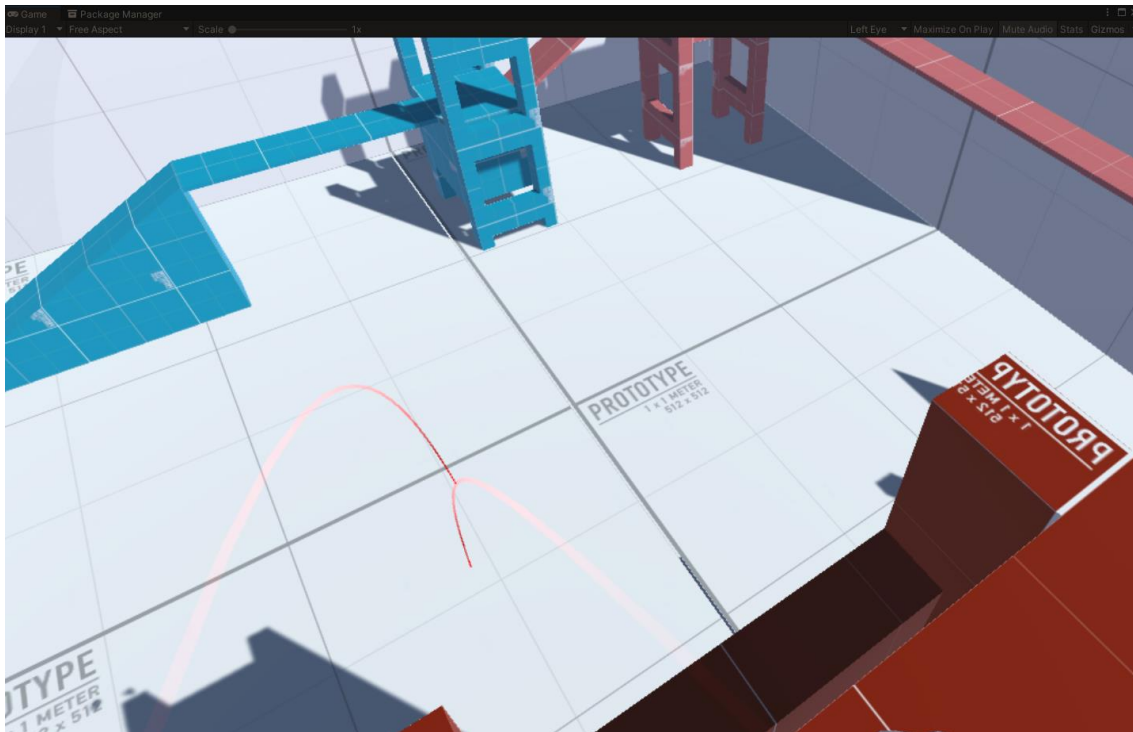


Figura 36: altitude máxima da plataforma da zona 2

O biofeedback é uma ferramenta que permite o acesso a dados do paciente e tirar ilações relativamente à efetividade de um tratamento ou informações que se traduzam numa otimização da terapia a ser administrada. Neste caso o meio especializado para fazer estes testes, tal como falado na secção de hardware e software do jogo, é o sensor de resposta galvânica da pele. Em suma faz a medição da atividade elétrica das glândulas que produzem suor nas palmas das mãos e pontas dos dedos, que são mais sensíveis aos estados emocionais. A principal vantagem aqui, é não padronizar um tratamento, mas sim cada paciente ser cuidado conforme o feedback cognitivo conseguido através do biofeedback. Com o uso do Arduino IDE e com o dispositivo conectado, é necessário fazer um ajuste na resistência com uma chave de cruz, até o valor do output ser 512.

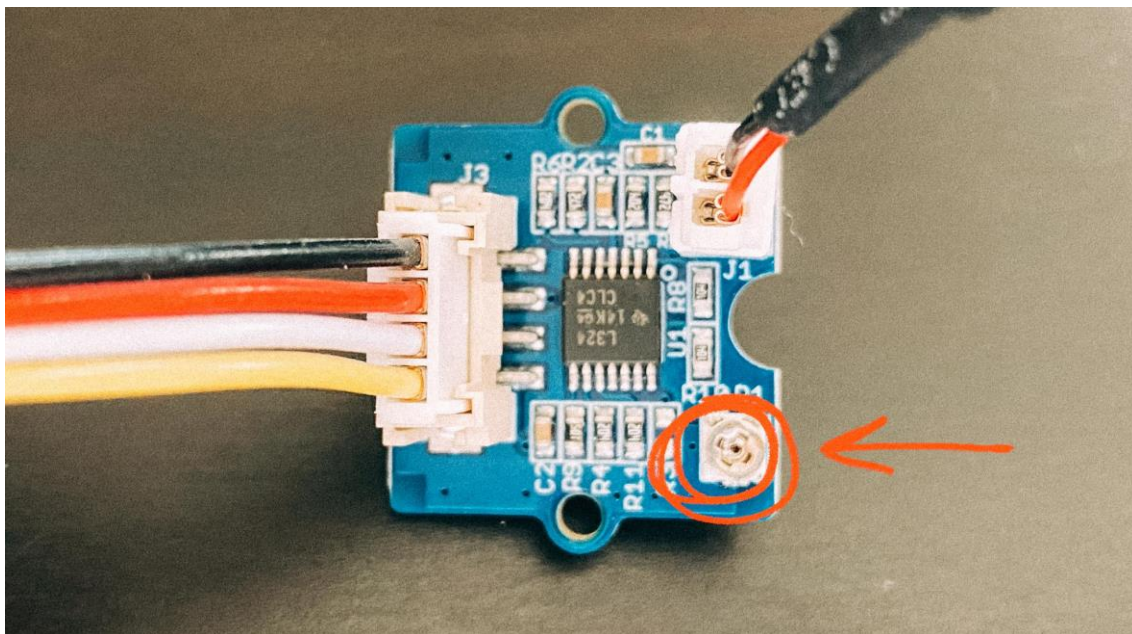


Figura 37: Resistência de ajuste do biofeedback

Depois do ajuste da resistência ser feito, o utilizador deve limpar as pontas dos dedos por forma a tirar algum tipo de gordura ou resíduo que possa condicionar ou manipular os dados. Colocando os sensores o orientador terá acesso a dois gráficos com indicadores do estado de excitação do paciente como podemos observar na *figura 39*.

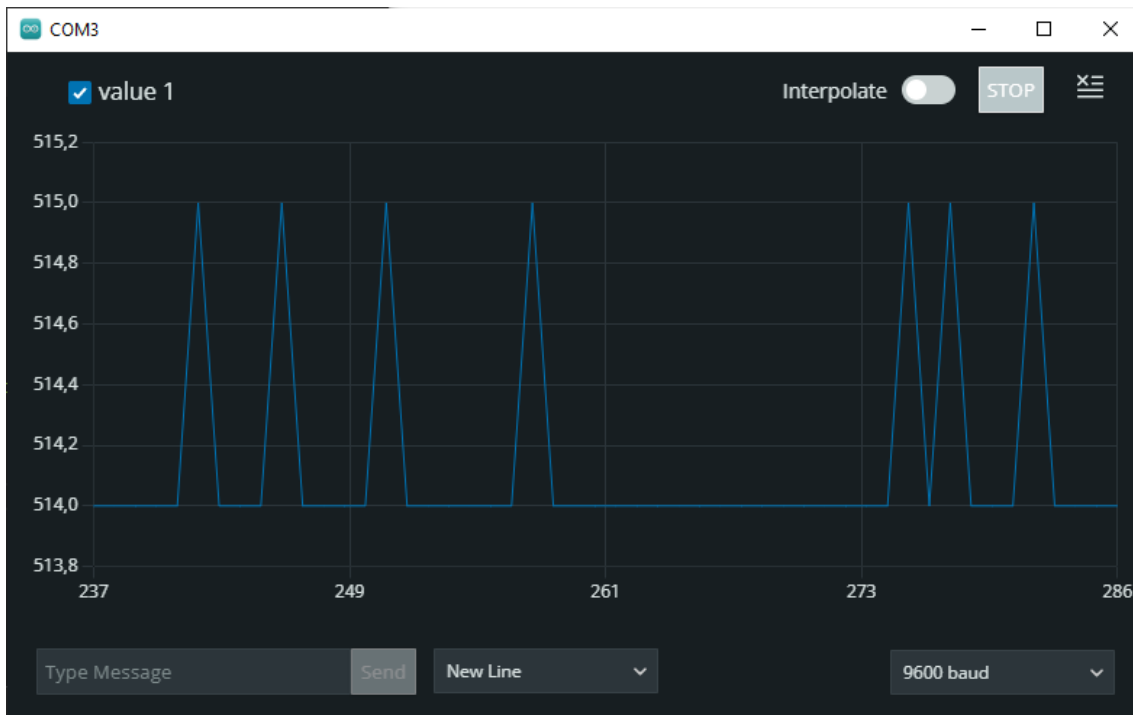


Figura 6: Valores de ajuste da resistência perto dos 512

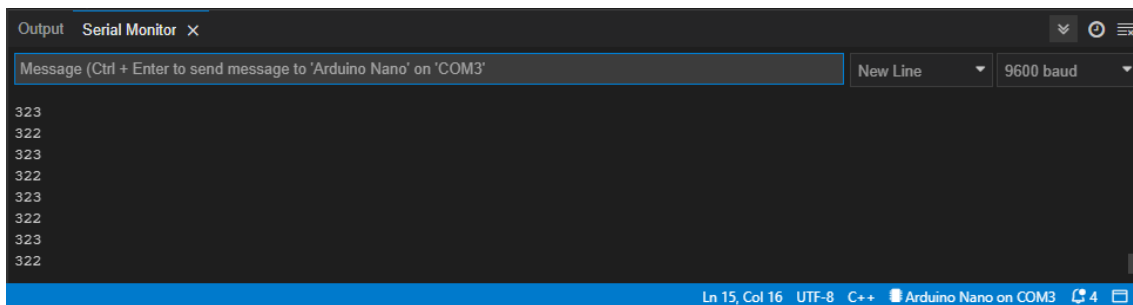


Figura 39: Valores do utilizador no serial monitor

4. Análise

Esta fase de trabalho apresenta o capítulo onde é descrito o processo de avaliação e análise de dados através do protótipo funcional de carácter exploratório. Depois da investigação passar pela respetiva implementação, é preciso recolher dados com peritos, tendo uma base em conceitos de avaliação já existentes, com o intuito de fazer ajustes que sejam necessários. Sendo feita essa testagem, todos os dados coletados através do google forms são analisados para fazer melhorias nos vários elementos lúdicos que compõem o jogo. Depois do protótipo ser reajustado, o mesmo passa por outra fase de

avaliação através de 4 utilizadores onde é feita uma entrevista de análise quantitativa e qualitativa. Em simultâneo e como fundamentação unificadora, é feita uma avaliação direta de observação que incide em questões de usabilidade e análise de biofeedback. Nesta aferição de observação é dada ênfase a questões de funcionamento do biofeedback em que é possível compreender a efetividade do protótipo.

4.1. Avaliação e peritagem de usabilidade

O progresso da RV criou novos paradigmas na interação do utilizador com o que os designers de RV precisam de atender para evitar problemas de usabilidade. Atualmente, existem poucos métodos formais para avaliar a usabilidade de interfaces neste contexto (Murtza, Monroe, e Youmans 2017). Partindo desta premissa, foi necessário criar um modelo heurístico direcionado a identificar problemas lúdicos, de *software* e *hardware* no campo da RV. O modelo que aqui é apresentado foi baseado em (Murtza, Monroe, e Youmans 2017) pelo facto de ser oriundo de uma pesquisa com o objetivo de entender as necessidades e comportamentos dos utilizadores associadas a interações com ambientes computacionalmente gerados e sensíveis ao movimento, mais concretamente na RV.

Como é difícil ou pouco adequado fazer uma adaptação de modelos convencionais de *user experience* neste âmbito, foi preciso encontrar um modelo com uma direção e foco em questões como ergonomia física, ou seja, conforto, sensação de imersão, identificação de algum sintoma de desconforto ou indisposição e fatores relevantes que tenham atenção à ludificação da RV. A proposta de avaliação heurística para sistemas de realidade virtual de (Murtza, Monroe, e Youmans 2017) segundo a sua pesquisa sugere nove parâmetros que são os seguintes:

- Movimentos Corporais Sincronizados: O sistema e a interface devem ficar em sincronia com os movimentos da cabeça e do corpo em tempo real para evitar atrasos;
- Restrições de espaço físico: Os designers de sistemas RV devem tentar levar em conta o espaço físico do mundo real que os usuários ocuparão ao interagir com o sistema;
- Imersão: O sistema deve imergir o utilizador na realidade virtual. A pesquisa afirma que os entrevistados relataram problemas de imersão relacionados com baixa resolução, falta de sonoplastia e atualização de quadros baixa;
- Falha: Problemas como erros, jogo a encavar, problemas nos controlos contribuem para uma experiência fraca;

- Minimizar a alternância entre o mundo virtual e o mundo real: O jogo por si só deve dar todas as indicações ao utilizador e este não pode estar dependente de uma orientação externa ao jogo;
- Design de conexão: Todas as ligações via cabo devem ser minimizadas para não se tornarem num obstáculo ou limitarem o utilizador;
- Conforto do som: O sistema de som deve ser projetado para longa utilização sem proporcionar nenhum incômodo;
- Conforto mental: O sistema deve ser pensado para evitar mal-estar como o motion sickness. Indisposições como tonturas, enjoos, ou atrasos em movimentos podem levar à falha na empregabilidade do jogo;
- Design de interface: Os sistemas de navegação e controlo devem ser intuitivos e seguir as normas de design de interface de (Nielsen 2020).

A avaliação e as questões foram feitas em formato de *Google Forms* e têm como objetivo compreender possíveis lacunas na usabilidade do jogo e fazer algumas melhorias para os testes dos utilizadores. Neste sentido, os testes incidiram em parâmetros como:

1. Entender se havia algum *bug* ou tipo de erro durante a utilização do jogo;
2. Entender se questões técnicas como imersão, controlo de movimentos ou orientação precisavam de algum ajuste;
3. Perceber que tipo de melhorias eram necessárias fazer através da opinião do perito.

Depois de estruturados dois questionários, um para ser preenchido pelos próprios peritos e outro pelo observador, foram então convidados dois profissionais de áreas diferentes que fossem pertinentes para a avaliação do protótipo. Os especialistas convidados foram:

- Perito 1 - Designer gráfico e gestora de conteúdos na empresa *Carapau Digital Agency*.
- Perito 2 - Programador na empresa *Retail Consult*.

O local onde é feita a avaliação, é uma sala ampla com aproximadamente 15m² e com uma temperatura perto de 22°C. É importante realçar que a sala não estava totalmente vazia e que continha alguns móveis e objetos de difícil remoção. Depois de cada perito se apresentar no local de teste, era feito um briefing e apresentado um tutorial de como seria todo o procedimento e de como era colocado o dispositivo. Também era pedido para cada participante lavar as mãos antes de colocar o dispositivo

de biofeedback para não haver qualquer tipo de impureza ou matéria que pudesse alterar a leitura. Depois de todo o hardware devidamente instalado no perito, era feita uma verificação nos dados do biofeedback para compreender se este estava com um funcionamento estável. Quando tudo estava verificado, dava-se início ao teste de avaliação por parte dos peritos. Assim que este termina é dado um questionário de avaliação heurística com análise qualitativa e quantitativa em que as questões consistem numa escala de pontuação de 0 a 5 em que o valor mais alto corresponde ao valor mais positivo. Além disso, algumas questões tinham também um anexo adicional para o perito ter a possibilidade de escrever abertamente uma resposta fundamentada.

4.2. Resultados das heurísticas de peritagem

Depois de preenchidos os questionários é feita uma análise e uma recolha de estatísticas para compreender que falhas estão presentes no protótipo aos olhos dos peritos. Nos gráficos apresentados a cor bege representa o Perito 1 e a cor azul o Perito 2.

Os movimentos corporais estavam sincronizados com os do jogo. Nesta questão o Perito 1 respondeu com uma avaliação de 4 valores em 5 possíveis, e o Perito 2 com a pontuação máxima de 5. Neste parâmetro os entrevistados não relataram qualquer problema significativo em que havia uma sincronia precisa entre os movimentos que eram gerados através dos peritos e replicados sem *delay* no ambiente computacionalmente gerado.

Senti que o espaço físico limitou a experiência. O Perito 1 é da opinião de que houve uma acentuada limitação por parte do espaço que tinha disponível para se movimentar com uma pontuação de 1, enquanto o Perito 2 não sentiu nenhum constrangimento significativo atribuindo uma classificação de 4 em 5 valores.

Senti que o jogo era imersivo. Neste campo, ambos os peritos estão de acordo no resultado atribuído com uma pontuação simétrica no valor 5, com o arbítrio de que a experiência é considerada imersiva.

Notei algum tipo de falha no jogo. Ambos os jogadores sentiram falhas durante a utilização do protótipo, em que o Perito 1 detetou falhas gráficas em que a imagem desaparece algumas vezes e ficou a ver tudo preto. O Perito 2 apesar de não detetar falhas na comunicação do dispositivo com o computador, detetou problemas em algumas zonas de teletransporte em que não se conseguia movimentar naquela direção.

O mundo virtual corresponde de forma coesa ao mundo real. O Perito 1 classifica esta propriedade num valor mediano de 3 enquanto o Perito 2 num valor de 4.

Os cabos de ligação do hardware incomodaram-me durante a experiência. Nesta questão as opiniões estão divididas com o Perito 1 a dar uma classificação de 4 valores ao sentir que a experiência ficou limitada por ter alguns cabos de ligação a perturbar, enquanto o Perito 2 com uma classificação de 2 em 5 não sentiu grandes limitações.

Senti algum tipo de indisposição durante a avaliação. Nenhum dos peritos se sentiu indisposto de alguma forma atribuindo o valor de 1 em 5 de igual forma.

Achei o sistema de controlos apropriado e intuitivo. Os dois peritos submeteram a mesma avaliação para a metodologia de movimentação aplicada nos controlos de jogo com a avaliação mútua de 5 valores em 5.

Considero que os elementos gráficos são apelativos. As classificações sugerem um 3 em ambos os questionários numa avaliação de 1 a 5. Tanto o Perito 1 como o Perito 2 consideram que os elementos gráficos podem ser melhorados.

Faltam alguns sistemas de orientação no jogo. O Perito 1 considera que faltam alguns elementos de orientação no jogo ao atribuir a avaliação de 4 no seu questionário, enquanto o Perito dois não considera que haja grandes falhas nesse campo com uma avaliação de 2. No entanto, houve alguma necessidade de orientar ambos os utilizadores durante o uso do protótipo.

Acrescente comentários. Nesta secção os peritos acrescentaram observações que consideram relevantes na avaliação do protótipo de carácter exploratório.

- Alguma pobreza gráfica. Elementos reais valorizavam a experiência, havendo assim uma referência de tamanhos e escala mais familiar (p.e: árvores, pessoas, automóveis...). Jogo intuitivo, conceito interessante e apelativo. Algumas falhas técnicas, mas nada que deteriorasse a experiência. Acompanhamento imparcial que permitiu usufruir da jogabilidade de forma autónoma. Dentro do jogo há rotas e objetivos claros. (Perito 1)
- Adicionar guias com texto e direções para que o user consiga fazer o teste sozinho e sem distração ao ouvir a orientação.
- O Mapa poderia ter mais obstáculos e talvez mais situações de vida real, com árvores e pessoas, por exemplo, para que o *user* sentisse melhor a altura em que se encontra e a experiência fosse mais real. (Perito 2)

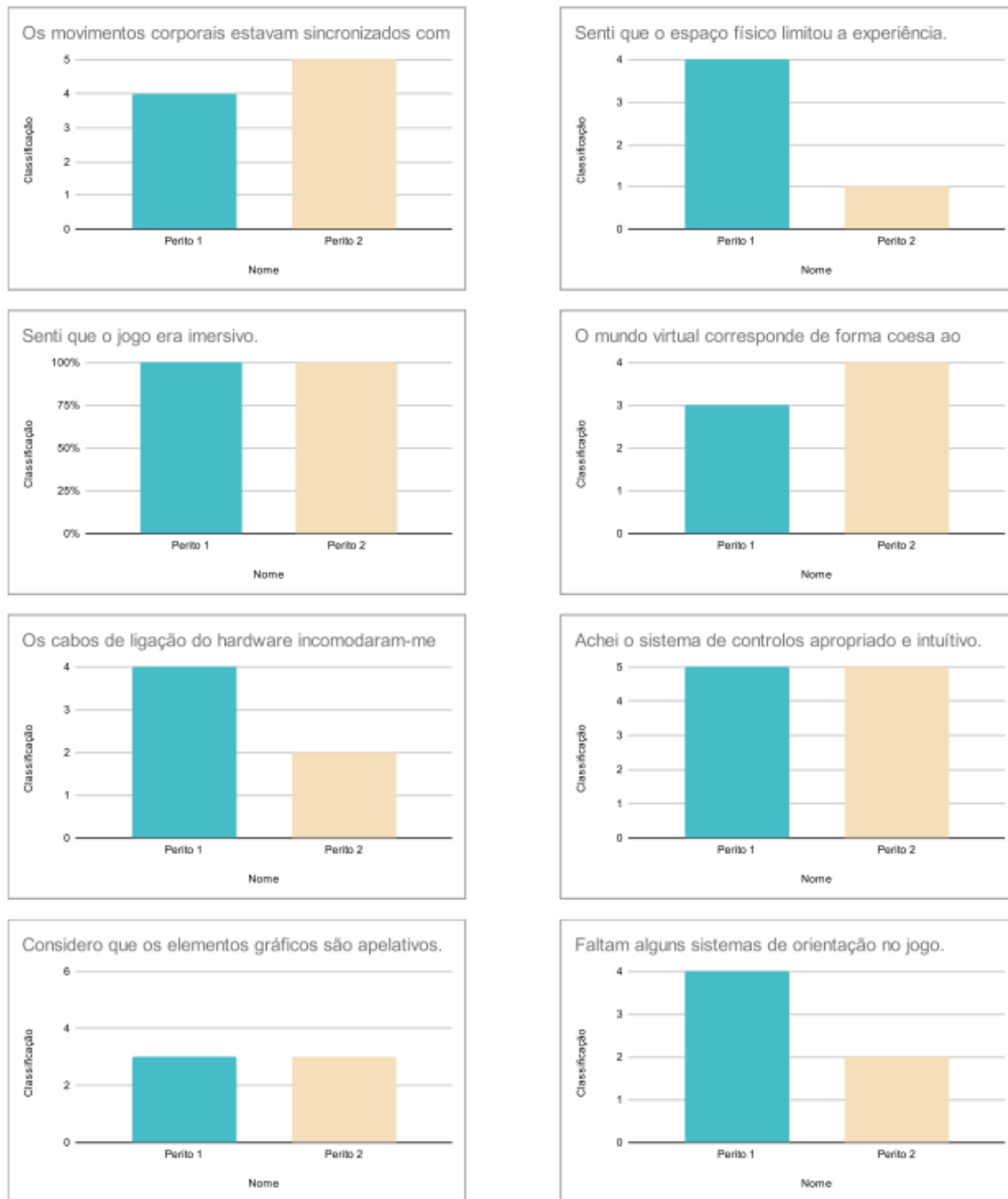


Figura 40: Gráficos das respostas obtidas na avaliação heurística pelos peritos

4.3. Ajustes

Depois de analisados os dados qualitativos e quantitativos através das heurísticas dos peritos, são consideradas algumas modificações em concordância com esse feedback. Estas mudanças são

relevantes para obter uma versão do protótipo que esteja num nível de coesão que permita ser testado por utilizadores ao ponto de fazer uma análise de dados suficientemente verídica para sustentar a conclusão desta investigação.

No decorrer das avaliações foram detetadas falhas no jogo por ambos os peritos que foram descritos como impossibilidade de andar em certos sítios e falhas gráficas em que a imagem desapareceu várias vezes. Relativamente à primeira falha, depois de ser revisto todo o conteúdo do jogo no *Unity*, foram encontrados alguns conflitos que dizem respeito às áreas de teletransporte. Durante os testes foram apontados concretamente problemas na zona 2 do mapa, no nível 2 do obstáculo 2. Estas áreas são espaços ou objetos em que é permitido o utilizador circular livremente e por motivos alheios alguns scripts em certos obstáculos ficaram desajustados. A solução passou por rever todos os objetos utilizados na circulação do utilizador convertidos em áreas de teletransporte e fazer a verificação um a um até estarem todos completamente funcionais. Após este processo é necessário também fazer uma revisão do *reticle*, que é o script responsável para permitir apontar para uma determinada área considerada zona de teletransporte, e clicar no controlo específico para fazer o movimento pretendido. Alguns dos problemas de teletransporte identificados nos testes estavam também ligados a algumas falhas nestes scripts que foram completamente revistos.

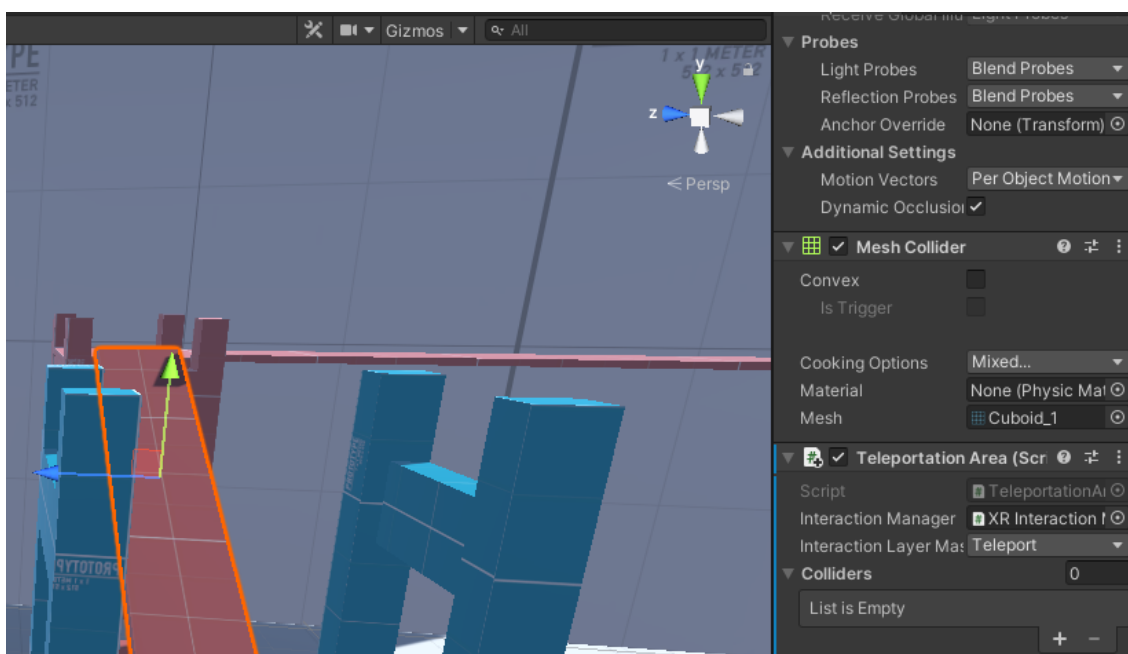


Figura 7: Problemas na zona de teletransporte

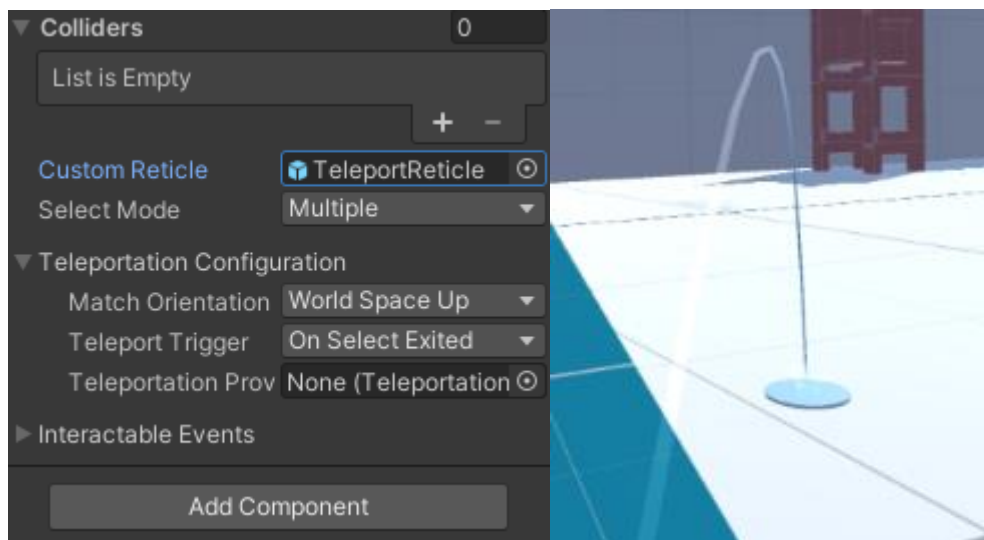


Figura 42: Problemas relativos à ativação do reticle

Tendo um dos peritos considerado que os cabos de ligação limitaram a experiência, a solução passou pela troca do cabo do biofeedback. Mediante a observação dos movimentos do perito, foi notado que enquanto este se movimentava, o protótipo do biofeedback estava a enrolar no corpo do mesmo transmitindo um certo incômodo. Neste sentido foi feita a troca desta ligação para um cabo com o dobro do comprimento do que tinha sido utilizado primeiramente.

Ao serem relatados problemas de orientação foram adicionados sinais de numeração ao lado de cada obstáculo para dar a informar ao utilizador qual a ordem que é suposto seguir. Durante os testes foi necessária a intervenção do observador algumas vezes para orientar os jogadores nesse sentido.

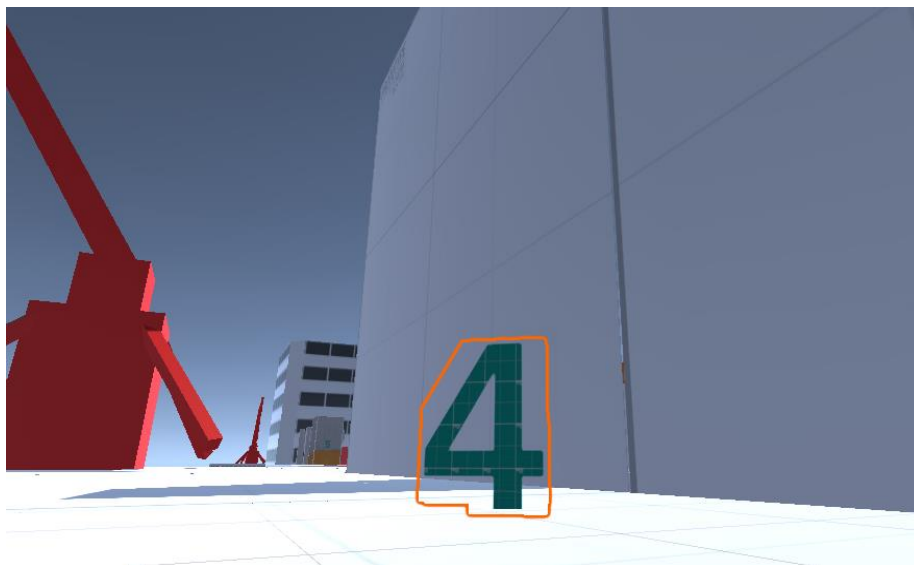


Figura 43: Guias de orientação

Como foi sugerido acrescentar novos elementos que remetessem o mundo real, foram adicionadas árvores na zona 2. O propósito é criar um dinamismo entre escalas que proporcionem uma experiência mais imersiva e que encurte a distância entre o mundo real e o mundo virtual. Além disso, como resposta a algumas detectadas pelos peritos em questões de pobreza gráfica e a necessidade de acrescentar mais plataformas, foi acrescentado um novo obstáculo dinâmico, também para ver que tipo de diferença cria na imersão do utilizador através do biofeedback. Este obstáculo consiste numa ponte de baixa altitude em que o jogador tem que atravessar a mesma e passar por esferas gigantes que se encontram a velocidades diferentes uma da outra.



Figura 44: Novos elementos visuais



Figura 45: Novo obstáculo dinâmico

4.4. Testes com utilizadores

Depois das avaliações feitas com os peritos e terem sido alterados alguns componentes no jogo, é elaborada uma fase de testes com utilizadores. Os métodos aqui presentes seguem normas presentes nas avaliações heurísticas de Jacob Nielsen (Nielsen 1994) adaptadas a um modelo de RV no contexto desta investigação. Os procedimentos exigem que cada avaliador utilize o protótipo de forma

individual sem ter contacto com outros utilizadores por forma a não criar algum tipo de preconceito. Os resultados são registados através de dois relatórios, um atribuído ao utilizador no fim da sessão, e outro que é preenchido pelo observador em simultâneo da realização da testagem. O número de participantes foi decidido através do número recomendado pelo artigo de Jacob Nielsen em que recomenda um mínimo de 3 utilizadores apontando 5 como uma boa meta. Nesta investigação foram convidados 4 utilizadores para os testes.

Os objetivos destes pareceres têm o intuito de avaliar o estado final do protótipo de carácter exploratório desta investigação com incidência em avaliação de parâmetros como:

1. Avaliar a contribuição do uso do biofeedback;
2. Perceber se serão necessários alguns ajustes para chegar ao utilizador final;
3. Entender o grau de engajamento entre o utilizador e o protótipo;
4. Fazer uma recolha de dados para fundamentar a conclusão desta investigação.

Para a avaliação foi utilizada a mesma sala que nos testes dos peritos com alguns ajustes no posicionamento dos sensores, devido a falhas gráficas causadas por esse transtorno técnico em que a imagem desaparecia, e na questão espacial com algumas adaptações na mobília para a sala ficar um pouco mais ampla e sem tantos obstáculos físicos que pudessem contribuir para uma experiência menos fluida. Com a apresentação de cada utilizador no local, era dado novamente um briefing em que era explicado todo o procedimento, desde a colocação do hardware, assim como era dada uma introdução ao jogo e explicado que o objetivo era chegar ao o obstáculo número 5 e assim que o jogador chegasse a este local que era dado por finalizado o teste. Também era pedido para que em cada plataforma o jogador olhasse ao seu redor e que fosse apreciando o jogo sem pressa alguma para fazer o registo de dados do biofeedback. No decorrer do jogo era preenchido o relatório de observação que incidia mais no registo de falhas técnicas e todos os dados relativos ao que o biofeedback estava a registar através do utilizador em cada momento. Assim que era terminado todo o processo era pedido para o jogador preencher o questionário em formato de *Google Forms* e que não tivesse nenhum contacto relativamente ao protótipo na sala de espera quando se cruzava com os outros utilizadores que aguardavam a vez.

4.5. Resultados das heurísticas de utilizador

Os utilizadores tinham idades compreendidas entre os 24 e os 29 anos em que 3 utilizadores são do sexo feminino e 1 do sexo masculino. Os seguintes gráficos terão a representação de cada um dos utilizadores conforme o seu respectivo número do utilizador 1 ao 4. As questões são colocadas com um sistema de pontuação em que 1 é o resultado mais negativo e o 5 o mais positivo.

Sinto-me com medo de alturas. Todos os utilizadores encaixam-se numa auto-avaliação em que dizem sentir medo de alturas, desde o Utilizador 2 que considera ter esse medo, mas de forma moderada, ao utilizador 4 que é o que faz um autorrelato mais acentuado nessa questão.

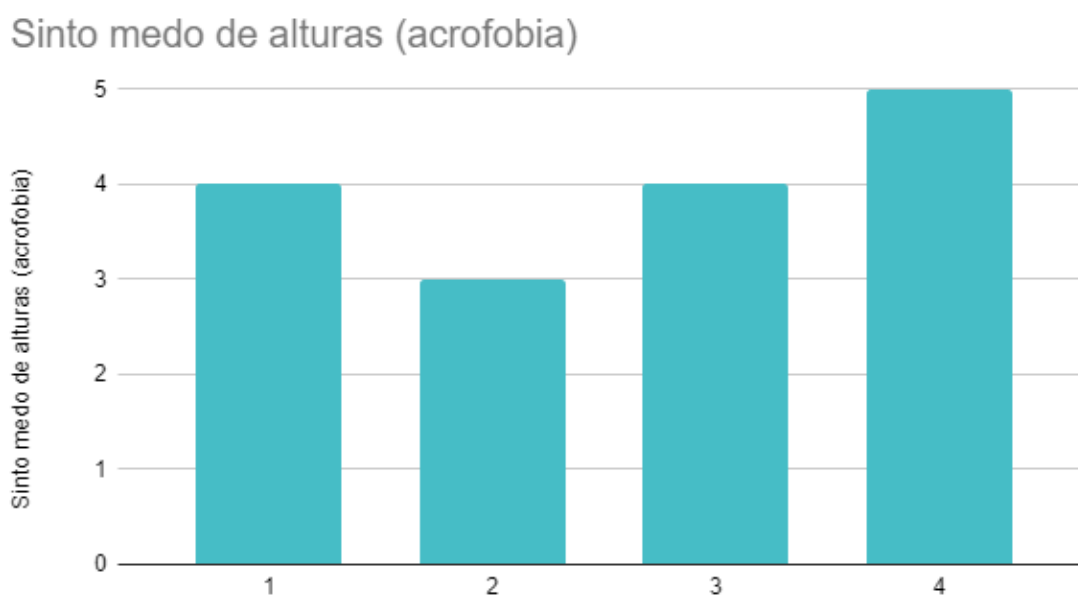


Figura 46: Gráfico da primeira questão

Já pensei ou deixei de fazer algo por sentir esse transtorno. Nesta questão dois dos utilizadores afirmaram que nunca tinham sido condicionados por sentirem este medo com a pontuação de 1, um dos utilizadores classificou a sua resposta num nível 3, ou seja, já deixou ou ponderou deixar de fazer algo como consequência desse medo, e um utilizador classificou-se com a pontuação de 4.



Figura 47: Gráfico da segunda questão

Senti-me orientado durante o decorrer do jogo. As classificações desta questão estão divididas em dois votos na pontuação 4 e dois na 5. Esta avaliação concluiu que as alterações feitas da primeira fase de testes para a segunda foram positivas. Os utilizadores demonstraram-se mais independentes apesar de ser necessário fazer algumas intervenções.

Senti-me orientado durante o uso do jogo.

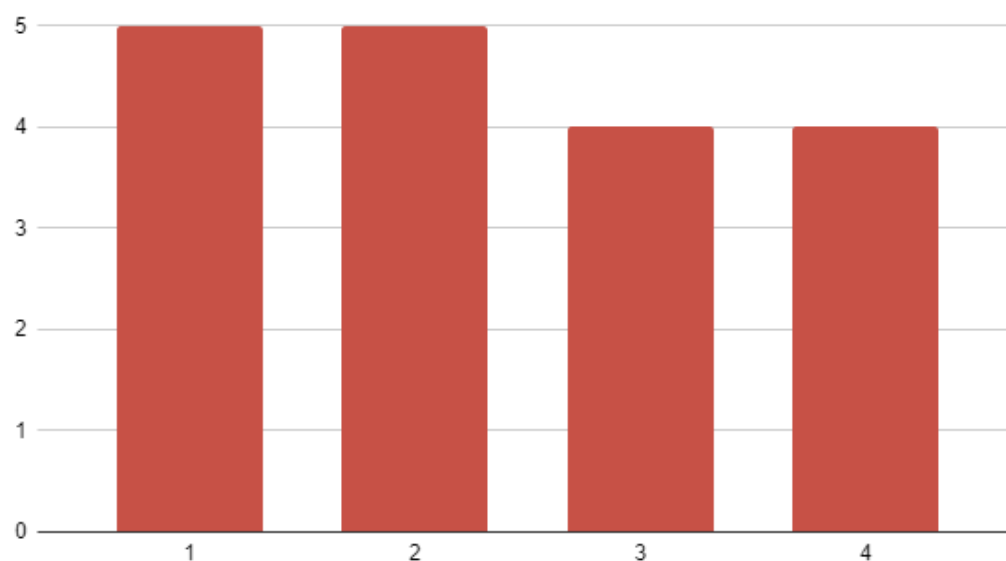


Figura 48: Gráfico da terceira questão

A representação do mundo virtual remetia-me para o mundo real. O utilizador 1 classificou este parâmetro com um valor de 4 enquanto os restantes utilizadores classificaram de forma igual com um 3.

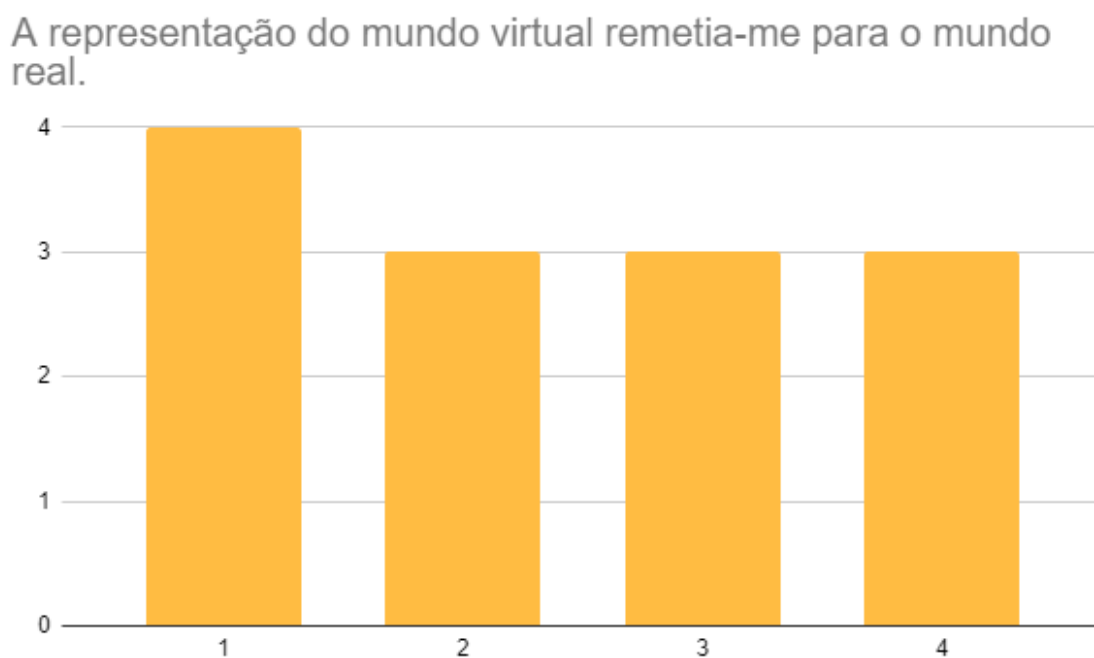


Figura 49: Gráfico da quarta questão

Senti liberdade ao explorar o jogo. O gráfico conclui que as abordagens neste âmbito foram bem conseguidas com três avaliações de pontuação 4 e uma de 5.

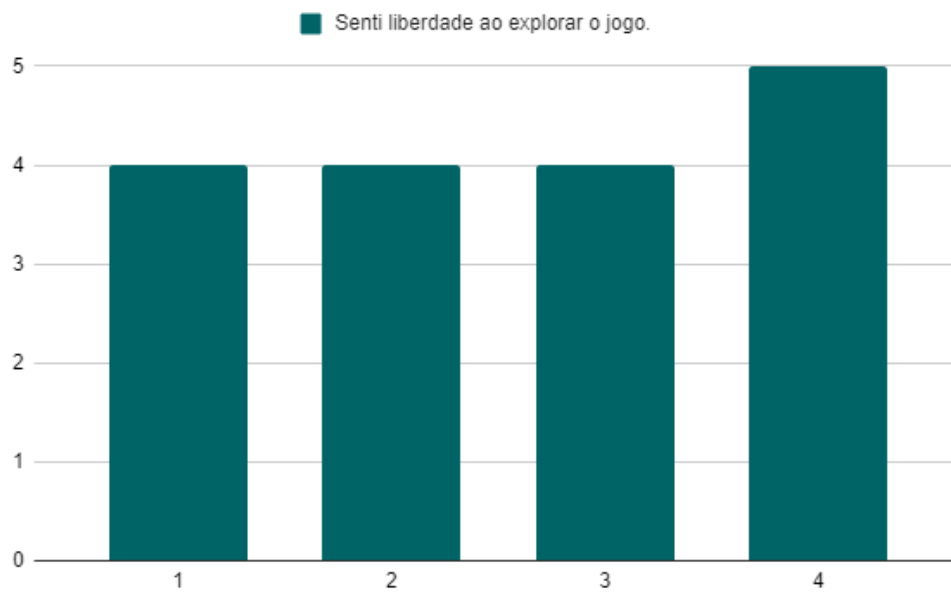


Figura 50: Gráfico da quinta questão

O jogo era imersivo ao ponto de sentir veracidade nos estímulos causados pelos obstáculos. O Utilizador 1 classificou os estímulos sentidos com uma avaliação de 3 valores, o Utilizador 2 com uma avaliação de 4, o Utilizador 3 com uma pontuação de 3 e por fim, o Utilizador 4 atribui uma classificação de 4.



Figura 51: Gráfico da sexta questão

Mediante a experiência, considero que este tipo de ferramenta possa contribuir para a atenuação do transtorno de acrofobia. Esta questão passa por uma pergunta elucidativa relativamente à experiência imediata sentida pelos avaliadores, em que, o Utilizador 1 considera a experiência positiva com uma pontuação de 5, os Utilizadores 2 e 3 atribuem a pontuação de 4 e por último o Utilizador 4 uma pontuação de 3.

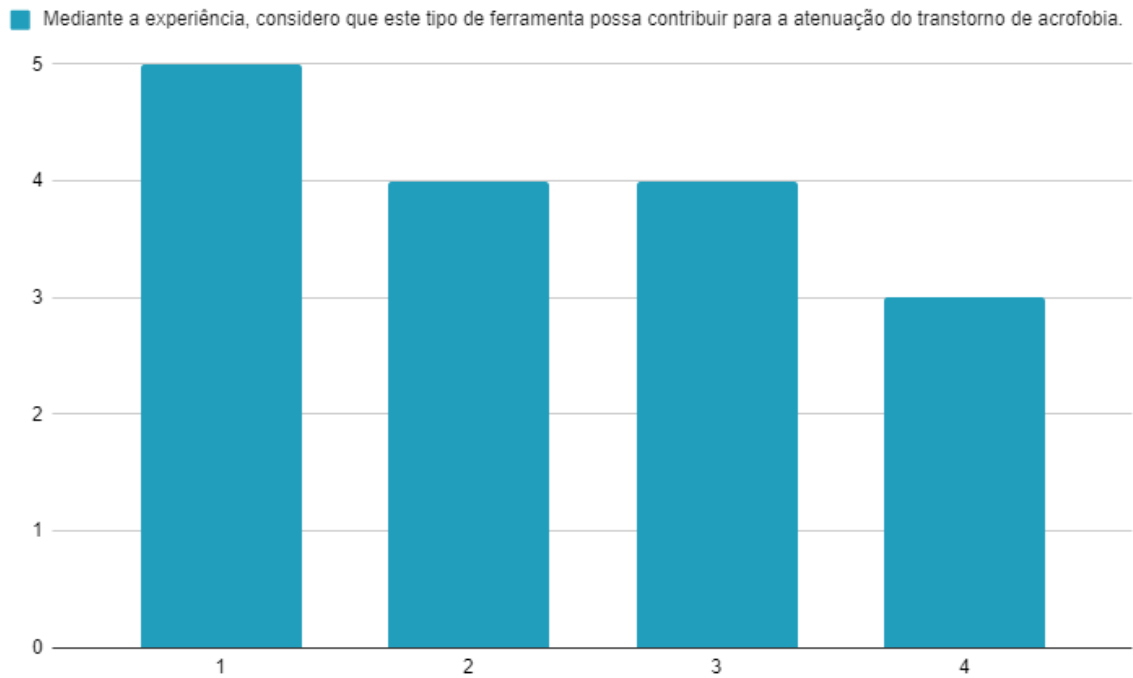


Figura 52: Gráfico da sétima questão

Considero esta ferramenta um método atraente. Todos os utilizadores consideraram esta forma de lidar com o transtorno em causa um método apelativo e inovador atribuindo duas classificações de 5 valores e duas de 4.

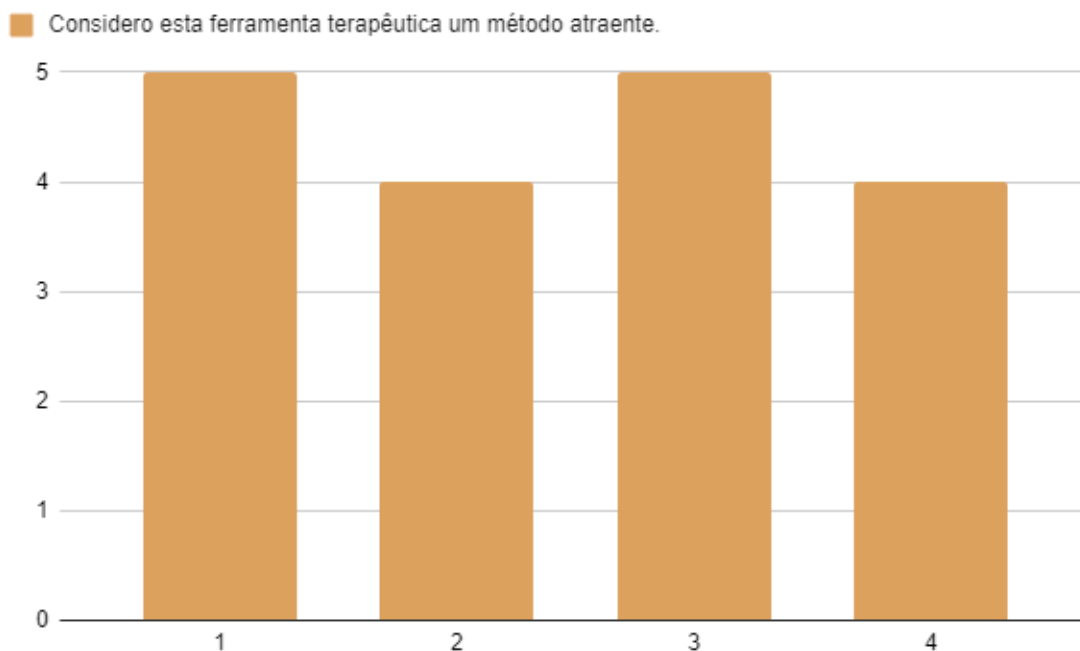


Figura 53: Gráfico da oitava questão

Senti algum tipo de indisposição durante a avaliação. O efeito motion sickness é um dos maiores adversários da realidade virtual, e nesse sentido o tempo de cada sessão é curto para evitar esse tipo de sintoma. Mediante a análise de dados apenas houve um utilizador, o Utilizador 3, a atribuir uma classificação de 4, tendo sentido um certo grau de tontura durante a utilização do protótipo. Os restantes Utilizadores 1 e 2 classificaram este problema com uma avaliação de 2 e o Utilizador 4 não sentiu qualquer tipo de efeito colateral atribuindo um 1.



Figura 54: Gráfico da nona questão

Observações. Nesta seção do questionário os utilizadores eram convidados a acrescentar algum tipo de nota que pudesse contribuir para melhorar esta experiência. Os comentários foram os seguintes:

- Apesar dos contratempos com o aparelho colocado nos dedos, que não estava a ter contacto direto na primeira parte da experiência, tudo correu muito bem.
- Senti confusão, stress e alguma vertigem quando me vi no cenário virtual. Para mim foi intuitivo manusear os comandos e seguir as instruções do investigador, que fez por me deixar à vontade e guiou-me durante toda a experiência. (Utilizador 1)
- Foi interessante sentir a adaptação à medida que o tempo no jogo passava e que se ultrapassavam obstáculos. (Utilizador 2)

4.6. Resultados da avaliação de observação

Como explicado na análise, estes dados têm um forte peso nesta investigação. É com esta recolha que é possível observar o real funcionamento do biofeedback em simultâneo com o jogo de RV, e perceber se este está a ter algum impacto no utilizador. Para isso o registo é feito através da divisão de zonas e obstáculo gráfico que no gráfico estão separados por cores e com a devida legenda. O primeiro valor representa sempre o valor dado pelo biofeedback enquanto o jogador está em repouso apenas na posição em que vai iniciar o jogo. O segundo número representa o estado em que o utilizador está já dentro do jogo, mas na primeira zona. Seguidamente são apresentados os dados dos vários níveis do obstáculo 2 em que o nível 1 é o ponto mais baixo do obstáculo e o nível 3 o ponto mais alto. Quando o jogador finaliza esta etapa passa por um obstáculo dinâmico que nos concede a mesma leitura para fazer esse registo de forma contínua. Por fim é apresentado o resultado do que foi sentido no último obstáculo. Visto que os valores por vezes oscilam cerca de 5 valores no gráfico do biofeedback, é apresentado o valor mediano dessa representação. A identificação dos utilizadores é feita de forma igual aos resultados das heurísticas anteriores, em que o Utilizador 1 continua a ser o mesmo nesta análise e assim sucessivamente.

É de salientar que durante os testes do Utilizador 2 foram detetadas falhas na leitura do biofeedback. Isto pode dever-se a vários fatores. O utilizador alegou estar com alguma ansiedade e calor. Após o primeiro teste foi sugerido que aguardasse um pouco enquanto era realizado um teste com um utilizador diferente, e que voltasse a fazer os procedimentos todos como lavar as mãos e colocar os

dispositivos todos. Também foi feito um ajuste no posicionamento dos sensores do biofeedback nos dedos do utilizador, para que este tivesse uma maior superfície de contacto. Depois de realizados estes ajustes a avaliação procedeu normalmente sem qualquer tipo de erro no sistema.

Utilizador 1

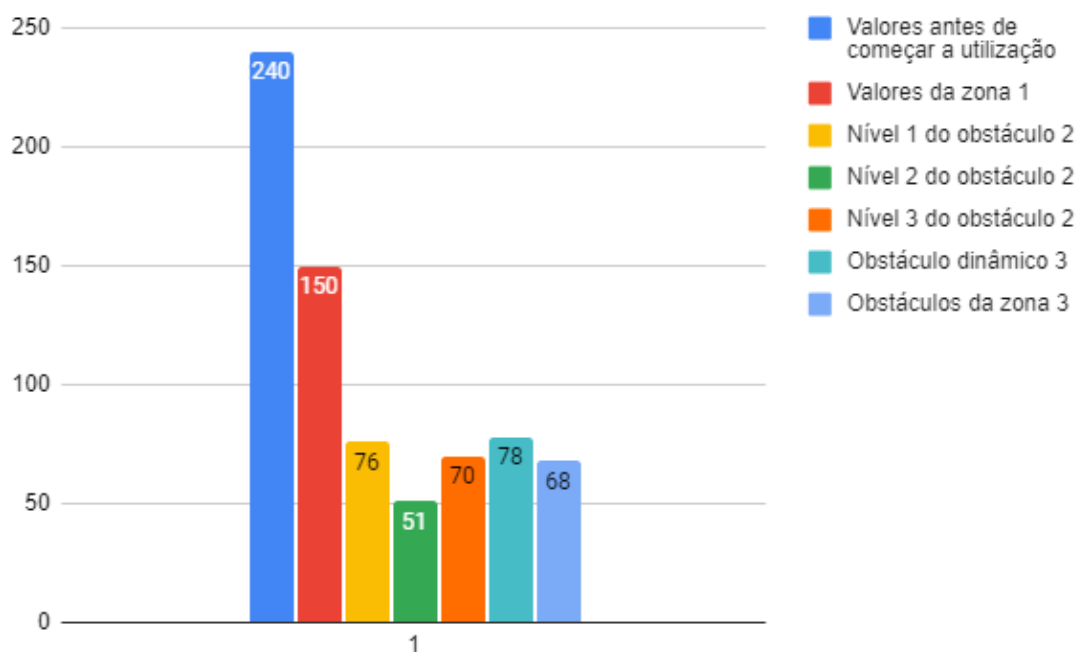


Figura 55: Gráfico dos dados do biofeedback do Utilizador 1

Utilizador 2

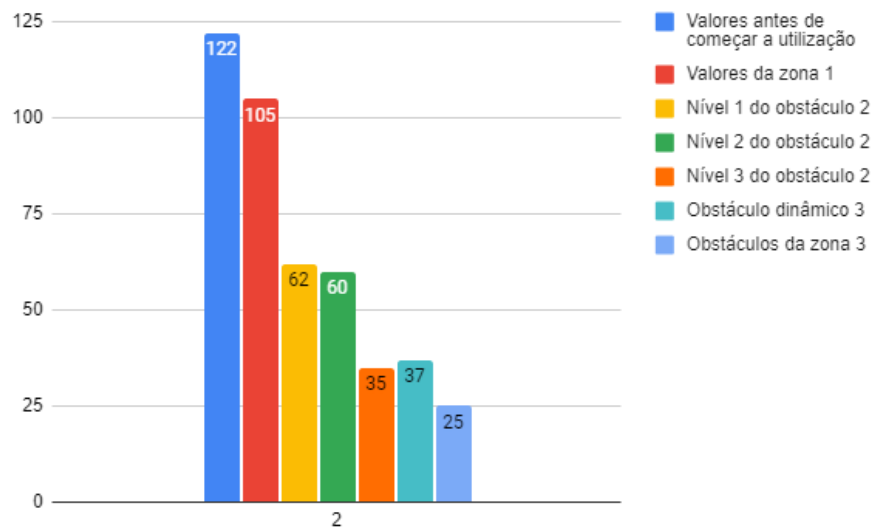


Figura 56: Gráfico dos dados do biofeedback do Utilizador 2

Utilizador 3

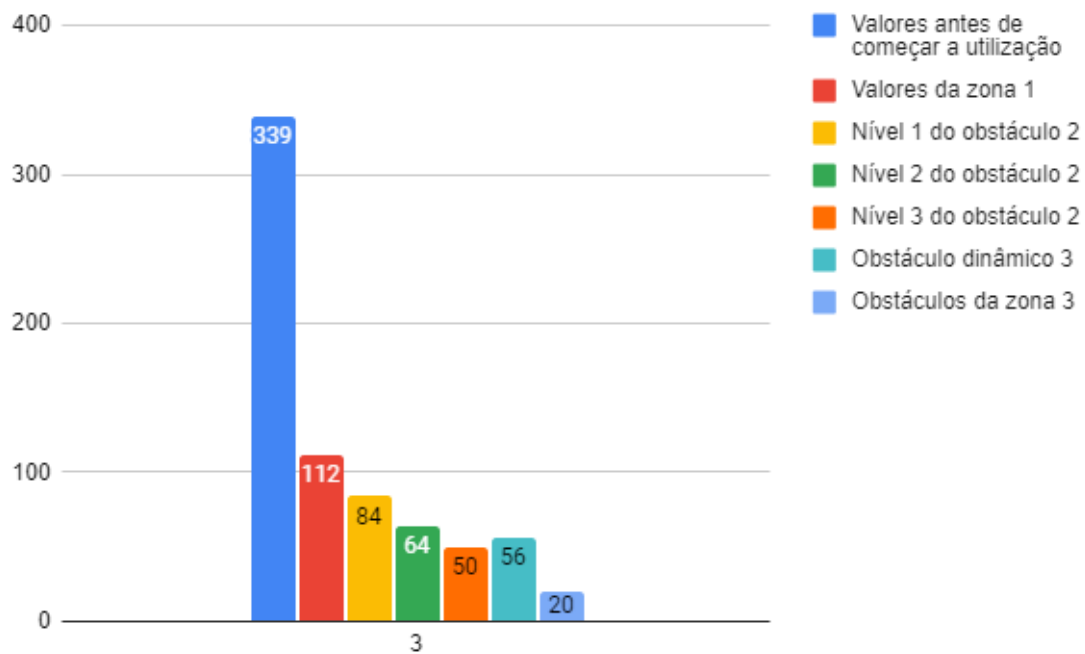


Figura 57: Gráfico dos dados do biofeedback do Utilizador 3

Utilizador 4

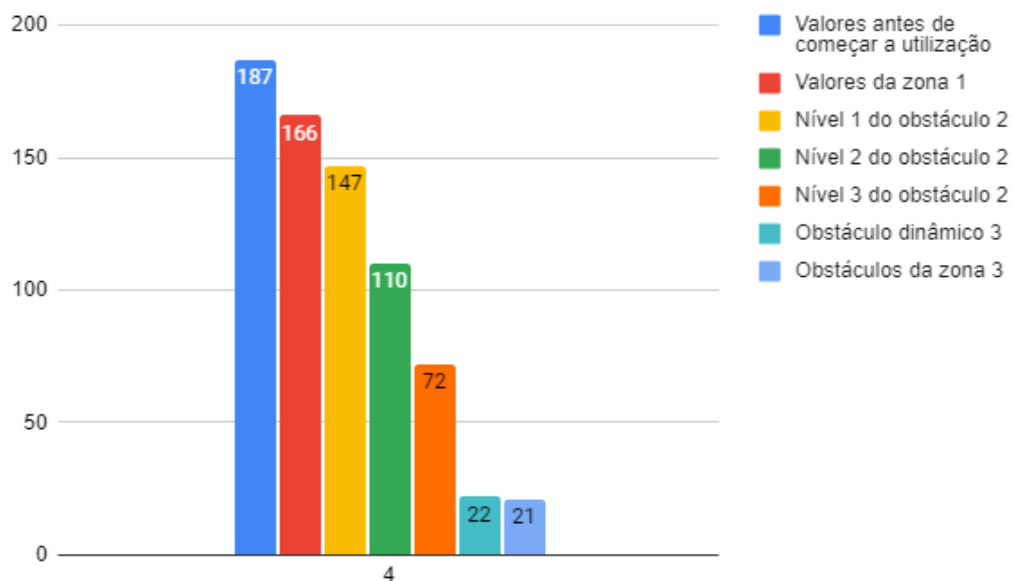


Figura 58: Gráfico dos dados do biofeedback do Utilizador 4

Valores gerais com linha de tendência

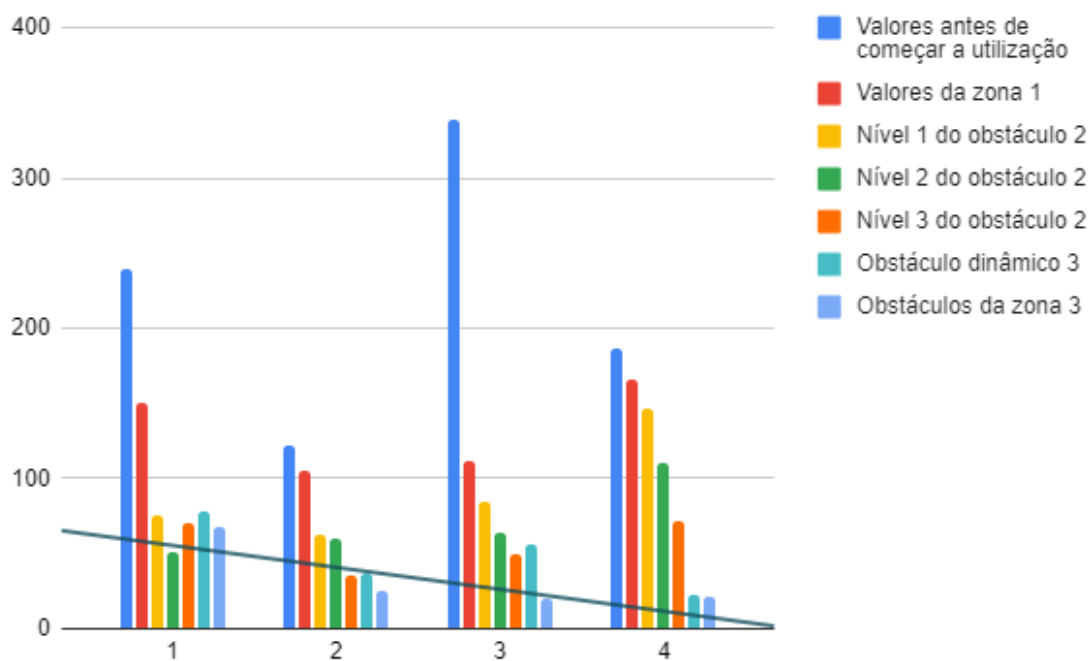


Figura 59: Gráfico dos dados gerais do biofeedback com linha de tendência

Conclusões

Discussão

Com esta experiência e com a revisão de literatura do estado da arte, é possível fazer algumas análises sobre a matéria compreendida nesta dissertação. Todos os procedimentos foram fundamentados e creditados com a sua relevância para responder a questões estipuladas no início da investigação. Após as fases de estado de arte, design do protótipo, implementação e análise, são apresentadas as conclusões por forma a unificar os dados sintetizados ao longo deste corpo de trabalho.

Como falado no estado da arte na afetividade e realidade virtual no ponto das fobias situacionais de carácter ambiental e espacial, a acrofobia é um medo geral que afeta 1 em cada 20 adultos. Sendo uma fobia que compreende todos os requisitos explanados nessa secção para ser trabalhada nesta tese, o protótipo de carácter exploratório foi desenvolvido nesse âmbito e todos os testes envolvem RV e biofeedback no tratamento de acrofobia, mas com o intuito de servir como base de desenvolvimento para fobias de carácter ambiental e espacial.

Segundo os dados recolhidos nos formulários todos os voluntários sentem medo de alturas, mas com graus de severidade diferentes em que apenas dois deles já deixaram ou pensaram em deixar de fazer algo, por sentir este transtorno. Depois dos ajustes feitos no design do nível do jogo, todos os utilizadores se sentiram orientados durante o uso do protótipo, mas ao contrário de um jogo convencional, este protótipo carece de um orientador ou terapeuta que esteja a observar os dados e a controlar o que o utilizador está a fazer. Logo, não é primordial que este seja um percurso completamente independente e autónomo. O fator da representação do mundo real no jogo, segundo os participantes, torna-se num fator decisivo para a imersão da experiência, em que elementos do mundo real e gráficos mais polidos induzem estímulos mais fortes. É perante os dados do biofeedback durante a utilização do último obstáculo do jogo, em que podemos creditar esta afirmação, com os relatos dos utilizadores, Segundo os dados do biofeedback, 3 dos 4 utilizadores apresentaram um nível de excitação maior no último obstáculo. Esta última zona é a que mais evoca o mundo real por ser composta por uma ponte que atravessa dois edifícios que se encontram numa cidade.

De um modo geral todos os participantes demonstraram interesse e engajamento com o protótipo tanto pelas classificações atribuídas na entrevista, como pelo entusiasmo ao utilizar o produto. O utilizador ao olhar para este método de tratamento como uma forma lúdica e informal, ajuda na motivação em relacionar o paciente com o trabalho terapêutico estipulado. Esta é uma das vantagens em usar este sistema emergente em psicoterapia. Sendo que a RV está a sofrer um forte

desenvolvimento atualmente, traz o potencial de melhorar as intervenções convencionais quando combinadas com este método inovador, utilizado em pacientes neurológicos (Porrás et al. 2018).

No começo da experiência todos os 4 utilizadores começaram com um registo de dados em repouso bastante superior ao induzido, quando começado o jogo. Note-se que quanto mais baixo o valor apresentado no gráfico do biofeedback, maior é o nível de excitação. Isto demonstra uma coerência entre os dados recolhidos através do biofeedback e a experiência. O momento de quando os jogadores são introduzidos ao jogo, na zona 1, também é comum a todos no que diz respeito aos dados fisiológicos. Em todos os registos dos utilizadores o segundo maior valor é o dessa zona, ou seja, assim que o jogador entra no jogo, o nível de excitação aumenta um pouco relativamente ao estado de repouso. Relativamente aos dados do obstáculo 2, o utilizador 1 é o único que apresenta valores que não condizem com o nível do obstáculo, em que o mesmo tem o maior grau de excitação no nível 2, enquanto o suposto era ser o nível 3. Além disso, o valor apresentado no grau mais acentuado de altitude não difere muito do nível um, em que no nível considerado mais leviano apresenta um resultado gráfico de 76, no nível médio de 51, e no nível com a maior altitude volta a diminuir para uma excitação de 70. Todos os restantes utilizadores no obstáculo 2 apresentam valores com uma linha de tendência em comum. O nível de excitação aumenta gradualmente desde o primeiro grau até ao último, como era expectável acontecer. Na introdução ao obstáculo dinâmico os valores são relativamente idênticos em que comparativamente com o nível 3 do obstáculo 2, o utilizador 1 apresenta um valor de excitação menor de 78, o utilizador 2 também sentiu menos excitação com o valor 37, o utilizador 3 de igual modo com um dado de 56 e por último o utilizador 4, contrariamente aos outros jogadores, sentiu uma excitação ou stress maior com 22 valores. Na última zona e último obstáculo como referido anteriormente, o utilizador 1 foi o único que não teve o nível de excitação mais elevado, enquanto os outros todos tiveram o auge do ponto de imersão induzido através do jogo. Apesar de nem todos os dados serem completamente simétricos, é possível encontrar um padrão no fluxo de registo do biofeedback. A disparidade de valores pode dever-se a fatores externos e que ultrapassam a experiência.

O intuito deste protótipo é através da habituação à exposição ao trauma, que os pacientes cada vez sintam menos o transtorno em causa, podendo assim, levar para o mundo real estes mecanismos de hábito e amenizar as sensações causadas pela fobia. A grande vantagem do monitoramento fisiológico em tempo real, neste protótipo, é o fato de não depender de um autorrelato como praticado em estudos relativos a tratamentos de RV acerca de acrofobia. Os estudos de exposição gradual em sistemas de RV indicam que há uma habituação do sujeito no que concerne às ansiedades provocadas pela exposição à fobia (Riva 1997) através de autorrelato. No entanto, o que é pretendido nesta

investigação, é desenvolver um método que sirva de alicerce no procedimento de um tratamento e que apresente dados em tempo real, como é possível observar no vídeo em anexo a este manuscrito, que leve o terapeuta ou orientador a ter acesso ao estado em que o paciente se encontra, quando exposto a cada grau de estímulo. Desta forma, o uso de jogos com recurso à RV e biofeedback, pode vir a servir um uso recorrente e imersivo por parte dos profissionais de saúde na psicoterapia.

Limitações da investigação

As limitações passaram por alguns tipos de constrangimentos que de uma forma ou de outra contribuíram negativamente para a conclusão desta investigação. O primeiro obstáculo foi na fase de implementação no processo de desenvolvimento do biofeedback. Inicialmente esta parte do protótipo iria integrar diretamente o game design, mas depois de alguns testes, a inconstância dos valores apresentou ser de difícil integração num algoritmo de jogo, ou que pelo menos neste espaço de tempo não ficasse suficientemente coerente para fazer testes com utilizadores. A solução passou por fazer dois sistemas separados, um sistema do jogo desenvolvido no *Unity*, e um sistema de biofeedback desenvolvido no *Arduino IDE*. Através desta metodologia é possível fazer a leitura dos dados do biofeedback enquanto o jogo é processado ao mesmo tempo sem qualquer tipo de constrangimento.

Outro constrangimento foi causado pelo tema mais relevante dos tempos em que parte desta dissertação foi desenvolvida, o COVID-19. Esta limitação não só se deve por ter afetado o ritmo de trabalho em alguns momentos desta investigação, mas também por ter limitado de certa forma a fase de testes com os utilizadores. Dois dos participantes ficaram comprometidos com este fator e o número de utilizadores pretendido para a investigação ficou abaixo do que era expectável por este constrangimento de última hora.

Outro problema condicionante durante a fase de testes foi a dificuldade em conceber um local de testes, que cumprisse todos os requisitos que eram necessários para não haver fatores terciários a manipular o resultado de dados. O pretendido seria uma sala ampla, com uma temperatura de cerca de 20° C, sem qualquer tipo de obstáculo e com condições para ser montado todo o sistema de RV e biofeedback. Além disso, teria que ser a uma distância confortável para todos os participantes por razões de tempo e custo.

Como o sistema de RV usado neste trabalho foi facultado de forma limitadora, ou seja, nem sempre era possível ter o *hardware* disponível para testes ao longo do desenvolvimento do jogo, esta condicionante acabou por atribuir alguns atrasos na concepção do protótipo. Visto que é algo com

um custo relativamente elevado e que não está facilmente disponível, esta investigação foi feita sob esses termos de prejuízo.

Inicialmente havia a pretensão de fazer uma segunda ronda de testes para fazer uma validação de dados mais exata, e para tentar eliminar ainda mais fatores que possam ter condicionado os testes feitos. Devido aos acontecimentos anteriormente falados como os do COVID-19 e pelo tempo limitador em que o sistema de RV estava disponível, não foi possível.

Trabalho futuro

O que se espera desta dissertação num trabalho futuro, é que a mesma possa contribuir para outras investigações no campo da ludificação da RV num contexto ligado à psicoterapia. Há claramente uma margem em progressão nesta vertente, com resultados promissores em diferentes experiências. Com o desenvolvimento constante da tecnologia e dos sistemas de imersão com as terapias não convencionais, com especial ênfase à saúde mental, este paradigma é algo com que se possa vir a lidar com mais frequência nestas áreas. Tal como o jogador passou a ser o centro do foco no desenvolvimento de um jogo, o paciente cada vez mais vem a ser tratado como um ser único, ao invés de seguir padrões de tratamentos que são atribuídos em massa.

Depois de testes de utilização foram detetadas algumas melhorias que podem ser feitas no âmbito do protótipo de carácter exploratório. Uma delas é no desenvolvimento do *hardware* do biofeedback. Neste caso foi usado um *seeduino* que apesar de funcional, traz algumas limitações no âmbito desta função. O facto de necessitar de uma fonte de alimentação de energia, e de estar ligado através de um cabo ao computador, torna-se num elemento perturbador da experiência. Durante a utilização do mesmo, um jogador estava constantemente a ficar com o cabo de ligação do mesmo, em volta do braço limitando os seus movimentos. Neste sentido, poderá ser trocado o tipo de hardware aqui selecionado, e encontrar uma solução mais prática com a capacidade de ter uma autonomia de bateria que possibilite o seu uso durante os testes sem ter que estar ligado a nenhuma fonte de alimentação, e que consiga através de *bluetooth* ou wi-fi, fazer a passagem de dados para o computador.

Um dos fatores que contribui para a imersão de um jogo, é a característica da sonoplastia. Um sistema de som 3D desenvolvido particularmente para cada peça e área do jogo, iria aumentar certamente de forma exponencial a imersão sentida no protótipo. Particularidades como diferenciação do som por zonas, aproximação de objetos e algumas falas de personagens introdutórias podem ser algo que acrescente uma volumetria de presença no universo computacionalmente gerado.

Algo que estava desenhado até na fase de protótipo, era o sistema de menus com diferentes níveis, apesar de no protótipo final ter sido implementado apenas um para a realização dos testes. A empregabilidade de diferentes designs em níveis com dificuldades crescentes, integra o processo de desenvolver um jogo de RV no tratamento de fobias com recurso do biofeedback. Estes graus de dificuldade são necessários para desenvolver o grau de habituação do paciente ao estímulo induzido.

Este protótipo também tem como base servir de exemplo para ser desenvolvido para outras fobias de carácter ambiental e espacial. Um protótipo completo poderia ter um menu de seleção de fobia, e dentro de cada uma delas existia um sistema de níveis desenhado com especificações que enquadram esse quadro clínico. Como por exemplo no caso da glossofobia, poderia ser desenhado um nível em que o paciente fazia um discurso para apenas duas pessoas, como desenvolvido um grau de dificuldade mais elevado em que o utilizador era desafiado a discursar para uma plateia de um anfiteatro.

Outra extensão deste tipo de prática terapêutica, seria a extensão das técnicas desenvolvidas em cada sessão, em casa. A optimização deste jogo de RV para um dispositivo móvel com recurso ao *Google Cardboard*, seria algo possível ser desenvolvido. Mesmo com a condicionante da imersão e experiência não ser igual à de um dispositivo RV, pode ser benéfico para o paciente fazer pequenas sessões contínuas fora das sessões presenciais, desde que, estipuladas e pensadas pelo profissional.

Bibliografia

- Beaudouin-Lafon, Michel, et Wendy Mackay. 2011. Human-Computer Interaction Design and Development Approaches. sous la direction de springer.
- Bleszinski, Cliff. 2000. « The Art and Science of Level Design. » Game Developers Conference. <https://www.gamedevs.org/uploads/the-art-science-of-level-design.doc>.
- Bosse, Tibor. 2017. Chapter 13 - On Computational Models of Emotion Regulation and Their Applications Within HCI. sous la direction de Myounghoon Jeon: Academic Press.
- Bosse, Tibor, Jonathan Gratch, Johan F. Hoorn, Matthijs Portier, et Ghazanfar F. Siddiqui. 2010. « Comparing Three Computational Models of Affect. ». https://doi.org/10.1007/978-3-642-12384-9_22.
- Bosse, Tibor, Matthijs Pontier, et Jan Treur. 2009. « A computational model based on Gross' emotion regulation theory. ». <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2009.10.001>.
- Bushman, Brad J., et Craig A. Anderson. 2002. « Violent Video Games and Hostile Expectations: A Test of the General Aggression Model. ». <https://doi.org/10.1177/014616702237649>.
- Cooper, Kendra M. L. 2021. Software Engineering Perspectives in Computer Game Development: 6 Applied game design didactics.
- Cooper, Alan, Robert Reimann, David Cronin, et Chris Noessel. 2014. About Face.
- Eck, Richard Van. 2006. « Digital Game Based LEARNING It's Not Just the Digital Natives Who Are Restless. ». https://www.researchgate.net/publication/242513283_Digital_Game_Based_LEARNING_It's_Not_Just_the_Digital_Natives_Who_Are_Restless.
- Ermi, Laura, et Frans Mäyrä. 2005. « Fundamental Components of the Gameplay Experience: Analysing Immersion. » Digital Games Research Conference 2005, Changing Views: Worlds in Play, June 16-20, 2005, Vancouver, British Columbia, Canada.

https://www.researchgate.net/publication/221217389_Fundamental_Components_of_the_Gameplay_Experience_Analysing_Immersion.

Gross, James J. 2001. « Emotion Regulation in Adulthood: Timing Is Everything. ».

<https://doi.org/DOI:10.1111/1467-8721.00152>.

Hanington, Bruce. 2017. Chapter 6 - Design and Emotional Experience.

Hudlicka, Eva. 2017. Chapter 16 Computational Modeling of Cognition–Emotion Interactions: Theoretical and Practical Relevance for Behavioral Healthcare.

Laamarti, Fedwa, Mohamad Eid, et Abdulmotaleb El Saddik. 2014. « An Overview of Serious Games. » International Journal of Computer Games Technology.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1155/2014/358152>.

López, Bernardo Gargallo. 1995. « LEARNING STRATEGIES. STATEMENT OF THE QUESTION. PROPOSALS FOR THE EDUCATIONAL INTERVENTION. ».

<https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/173216>.

Nacke, Lennart, et Craig A. Lindley. 2010. « Affective Ludology, Flow and Immersion in a First-Person Shooter: Measurement of Player Experience. » The Journal of the Canadian Game Studies Association. Vol 3, No 5 (2009). <https://www.semanticscholar.org/paper/Affective-Ludology%2C-Flow-and-Immersion-in-a-First-Nacke-Lindley/afd10992386db6df2c8e080461843f1f5cd4ba9d>.

Nielsen, Jacob. 1994. « How to Conduct a Heuristic Evaluation. ».

<https://www.nngroup.com/articles/how-to-conduct-a-heuristic-evaluation/>.

Picard, Rosalind W. 2000. Affective Computing. The MIT Press.

Portilho, Evelise Maria Labatut, et Simone A. Souza Dreher. 2012. « Metacognitive categories as a support of pedagogical practices. ». <http://hdl.handle.net/20.500.12424/1544558>.

- Silva, Adriel Kistemacher da. 2020. « A relação dos jogos eletrônicos e a violência real. », centro de ciências humanas e sociais aplicadas curso de graduação em direito.
<https://bdm.unb.br/handle/10483/16520>.
- 6seconds. 2020. « Plutchik's Wheel of Emotions: Exploring the Emotion Wheel »
<https://www.6seconds.org/2020/08/11/plutchik-wheel-emotions/>.
- Ahme, Hadri Sid, et Bouramoul Abdelkrim. 2020. « Recent Virtual Reality Advances In Psychotherapy: A Highly Selective Review. » International Journal of Informatics and Applied Mathematics.
- Ayata, Deger, Yusuf Yaslan, et Mustafa Kamasak. 2017. « Emotion recognition via galvanic skin response: comparison of machine learning algorithms and feature extraction methods. » Journal of Electrical & Electronics Engineering
- Beale, Russell, et Christian Peter. 1973. Affect and Emotion in Human-Computer Interaction: From Theory to Applications.
- Bosse, Tibor, Jonathan Gratch, Johan F. Hoorn, Matthijs Portier, et Ghazanfar F. Siddiqui. 2010. « Comparing Three Computational Models of Affect. ». https://doi.org/10.1007/978-3-642-12384-9_22.
- BS, Dana L Frank, Lamees Khorshid PsyD, Jerome F Kiffer MA, Christine S Moravec PhD, et Michael G McKee PhD. 2010. « Biofeedback in medicine: who, when, why and how? » Mental Health in Family Medicine.
- Carvalho, Hugo Miguel de Almeida Pais de. 2017. « Emoções Validação ecológica de estímulos vídeo », Ciências Sociais e Humanas, UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
- Chafale, Dhanashri, et Amit Pimpalkar. 2014. « Review on Developing Corpora for Sentiment Analysis Using Plutchik's Wheel of Emotions with Fuzzy Logic. ».
- Chambless, Dlanne L. 1985. Handbook of Clinical Behavior Therapy with Adults: Agoraphobia.

- Coelho, Carlos M., Allison M. Waters, Trevor J. Hine, et Guy Wallis. 2009. « The use of virtual reality in acrophobia research and treatment. » *Journal of Anxiety Disorders* 23.
<https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2009.01.014>.
- Froese, Tom, Keisuke Suzuki, Sohei Wakisaka, Yuta Ogai, et Takashi Ikegami. 2011. « From Artificial Life to Artificial Embodiment: Using human-computer interfaces to investigate the embodied mind 'as-it-could-be' from the first-person perspective. ».
- Hemphill, Michael. 2010. « A Note on Adults' Color–Emotion Associations. » *The Journal of Genetic Psychology: Research and Theory on Human Development*.
<https://doi.org/10.1080/00221325.1996.9914865>.
- Hrehovcsik, Micah, et Lies van Roessel. 2013. *Using Vitruvius as a Framework for Applied Game Design*.
- Imre, Daniel. 2016. « Real-time Analysis of Skin Conductance for Affective Dynamic Difficulty Adjustment in Video Games. », Algoma University.
- Kubinski, Piotr. 2014. « Immersion vs. Emersive Effects in Videogames ».
https://doi.org/DOI:10.1163/9781848882959_013.
- Laamarti, Fedwa, Mohamad Eid, et Abdulmotaleb El Saddik. 2014. « An Overview of Serious Games. » *International Journal of Computer Games Technology*.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1155/2014/358152>.
- McKee, Michael G. 2008. « Biofeedback: An overview in the context of heart-brain medicine. ».
- McMahan, Alison. 2003. *Immersion, Engagement, and Presence A Method for Analyzing 3-D Video Games*.
- Murray, Janet H. 2003. *Hamlet no Holodeck O futuro da narrativa no ciberespaço*. sous la direction de MIT Press Ltd.

Murtza, Rabia, Stephen Monroe, et Robert J. Youmans. 2017. « Heuristic Evaluation for Virtual Reality Systems. » Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 2017 Annual Meeting.

Nielsen, Jakob. 2020. « 10 Usability Heuristics for User Interface Design. ». <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>.

Patrao, Bruno, Samuel Pedro, et Paulo Menezes. 2020. « How to Deal with Motion Sickness in Virtual Reality. ». <https://doi.org/https://doi.org/10.2312/pt.20151201>.

Plutchik, Robert. 1980. Chapter 1 - A general psychoevolutionary theory of emotion.

Porras, Cano, Petra Siemonsma, Rivka Inzelberg, Gabriel Zeilig, et Meir Plotnik. 2018. « Advantages of virtual reality in the rehabilitation of balance and gait. ». <https://doi.org/doi:10.1212/WNL.0000000000005603>.

Posner, Jonathan, James A. Russell, et Bradley S. Peterson. 2005. « The circumplex model of affect: An integrative approach to affective neuroscience, cognitive development, and psychopathology. ». <https://doi.org/10.1017/S0954579405050340>.

Riva, Giuseppe. 1997. Virtual Reality in Neuro-Psycho-Pshysiology.

Riva, Giuseppe. 2005. Virtual Reality in Psychotherapy: Review.

Russell, James A. 1980. « A Circumplex Model of Affect. ». <https://doi.org/10.1037/h0077714>

- Shi, Yen-Ru, et Ju-Ling Shih. 2015. « Game Factors and Game-Based Learning Design Model. ». <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1155/2015/549684>.
- Shin, Donghee. 2018. « Empathy and embodied experience in virtual environment: To what extent can virtual reality stimulate empathy and embodied experience? ». <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.09.012>.
- Sowa, John. 1999. « Review of Philosophy in the flesh: the embodied mind and its challenge to western thought. ».
- Stark, Eddard. 2011. « Duke Nukem 3D Full Walkthrough (1.1) Cinema » <https://www.youtube.com/watch?v=U-YSk0-tZV0>.
- Tarnowski, Paweł, Marcin Kołodziej, Andrzej Majkowski, et Remigiusz Jan Rak. 2018. « Combined analysis of GSR and EEG signals for emotion recognition » <https://doi.org/10.1109/IIPHDW.2018.8388342>.
- Troendle, Antonin. 2014. « The Use of Virtual Reality in Psychotherapy for Anxiety Disorders », Department of Psychology, University of Basel.
- Tse, Andrew Yau Hau. 2012. « Glossophobia of University Students in Malaysia. » International Journal of Asian Social Science.
- Valcarcel, Josh. 2015. « Google Cardboard's New York Times Experiment Just Hooked a Generation on VR » <https://www.wired.com/2015/11/google-cardboards-new-york-times-experiment-just-hooked-a-generation-on-vr/>.
- Varela, Francisco J., Evan Thompson, et Eleanor Rosch. 1991. The Embodied Mind : Cognitive Science and Human Experience.
- Versus. 2022. « Vr headset comparison. ». https://versus.com/br/oculus-quest-2-vs-valve-index#group_connectivity.

- Wiederhold, Brenda K., Dong P. Jang, Richard G. Gevirtz, Sun I. Kim, In Y. Kim, et Mark D. Wiederhold. 2002. « The Treatment of Fear of Flying: A Controlled Study of Imaginal and Virtual Reality Graded Exposure Therapy. ». <https://doi.org/10.1109/TITB.2002.802378>.
- Zafeiri, Eleftheria, Agapi Kandylaki, Sofia Zyga, Ioannis Zarogiannis, et Georgios I. Panoutsopoulos. 2019. « The Contribution of Biofeedback Brain Boy Method to the Treatment of Anxiety Disorders. ». <https://doi.org/10.5455/msm.2019.31.105-109>.