



Desenvolvimento e Adaptação de Videojogo 3D de Realidade Virtual com Narrativas Indexicais

Marcos Fabiano Costa Engelhard

[11/2024]



Politécnico do Porto
Escola Superior de Media Artes e Design

Marcos Fabiano Costa Engelhard

Mestrado em Sistemas e Media Interativos

Trabalho de Projeto

Mestrado em Sistemas e Media Interativos

Orientação: Prof. Doutor Lino Oliveira

Vila do Conde, novembro de 2024

Marcos Fabiano Costa Engelhard

**Desenvolvimento e Adaptação de Videojogo 3D de Realidade Virtual
com Narrativas Indexicais**

Trabalho de Projeto
Mestrado em Sistemas e Media Interativos

Membros do Júri

Presidente

Prof. Doutor José Alberto da Cunha Monteiro Pinheiro
Escola Superior de Media Artes e Design – Instituto Politécnico do Porto

Vogal - Orientador

Prof. Doutor Lino Rui Dos Santos Oliveira
Escola Superior de Media Artes e Design – Instituto Politécnico do Porto

Vogal - Arguente

Prof. Doutor João Alves de Sousa
Universidade Lusófona do Porto – Universidade Lusófona

Vila do Conde, novembro de 2024

AGRADECIMENTOS

Eu quero começar a agradecer ao corpo docente tanto do Mestrado em Sistema e Media Interativos, como da sua Licenciatura em Videojogos e Aplicações Multimédia na Universidade Lusófona do Porto por encorajarem a procurar mais e a ajudar quando o mesmo tinha dúvidas e, em especial, ao orientador Lino Oliveira por se mostrar sempre disponível durante as sessões e na revisão da literatura e do relatório, além do acompanhamento do projeto.

Como este projeto foi realizado de modo colaborativo com o Bernardo Santos, também há de detalhar a confiança e a preferência que teve em fazer o projeto comigo, em áreas o qual o Bernardo tem melhores valências em modelação e texturização.

Um agradecimento especial à minha família, tanto por questões financeiras por suportar custos como as propinas e transporte para chegar a Vila do Conde enquanto o eu estudava na ESMAD, como pelo apoio dado no caminho, mesmo que este seja, de alguma forma, incerto.

Outro agradecimento especial ao CPR, Centro de Produção e Recursos, por sempre facultar o local onde é desenvolvido o projeto e realizado os testes de usabilidade, além de ajudar outras dúvidas pontuais e ter os materiais sempre prontos para serem levantados.

Por último, e não menos importante, todos os participantes que puderam deslocar-se para realizar os testes de usabilidade, experimentar o nosso protótipo, responder ao questionário e disponibilizar-se para responder às perguntas colocadas enquanto tiravam um pouco do seu tempo, especialmente em agosto.

RESUMO ANALÍTICO

O mestrando Marcos Engelhard com o mestrando Bernardo Santos desenvolvem um projeto de um videogame 3D para a realidade virtual com narrativas indexicais, guiado por índices, para avaliar se é mais imersivo quando comparado com um ambiente de rato e teclado ou consola doméstica. O objetivo do projeto é testar maneiras para prevenir preocupações ao utilizar a realidade virtual como o enjoo do movimento durante a jogabilidade e tornar a experiência mais imersiva ao utilizar os óculos de realidade virtual.

Após terminar o protótipo adaptado com a tecnologia da realidade virtual, realizaram-se os testes de usabilidade com sete participantes onde o Marcos e o Bernardo estavam presentes para ajudar caso houvesse falhas técnicas. Os participantes responderam a um questionário de modo anónimo e, uma vez terminado, têm um diálogo com o Marcos e o Bernardo.

Com o auxílio dos testes de usabilidade, conclui-se que em realidade virtual é mais imersivo e interativo do que da maneira tradicional com um controlo ou rato e teclado. Os participantes menos experientes não sentiram enjoo do movimento graças a vinheta que diminui o campo de visão. Os participantes com mais experiência tiveram sempre a opção de desabilitar a vinheta. A tecnologia evolui e a realidade virtual não é exceção, nomeadamente, nos videogames, onde está mais acessível obter os óculos da realidade virtual em casa para jogar ou até desenvolver aplicações ou videogames para o mesmo.

Palavras-chave: Videogame; Realidade Virtual; Narrativa indexicais; Enjoo do movimento.

ABSTRACT

Marcos Engelhard and Bernardo Santos develop a project about a 3D videogame with Indexical narrative elements, guided to indices, to evaluate whether it's more immersive than an environment with a mouse, keyboard, or console. The project's objective is to try ways to prevent concerns by using the Oculus that might cause motion sickness and become more immersive.

After finishing the prototype adapted to virtual reality technology, it moved to the usability tests with seven participants. Marcos and Bernardo were present to help in case there were technical issues. Participants responded to an anonymous questionnaire. Once finished, they have a dialogue with Marcos and Bernardo.

With the aid of usability tests, it is concluded that virtual reality is more immersive and interactive than the traditional way with control or mouse and keyboard. For less experienced participants, they did not feel motion sickness thanks to the vignette diminishes the field of view. Meanwhile, participants with more experience always had the option to turn off the vignette. Technology evolves, and virtual reality is no exception, namely, in video games, where it is more affordable to get the virtual reality Oculus at home to play, or even develop apps or videogames from it.

Keywords: Videogame; Virtual Reality; Indexical Narratives; Motion Sickness.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	16
RESUMO ANALÍTICO	17
ABSTRACT	18
SUMÁRIO	19
Lista de Siglas.....	21
Lista de Ilustrações	22
Lista de Tabelas	24
Glossário	25
Introdução	14
1 Estado da arte	16
1.1 Realidade Virtual em videojogos	16
1.2 Narrativa Indexicais.....	17
1.3 Casos de Estudos.....	19
1.3.1 Adaptação para Realidade Virtual.....	19
1.3.2 Concentração.....	21
1.3.3 Desafio	22
1.3.4 Habilidade do jogador	23
1.3.5 Controlo	24
1.3.6 Clareza do objetivo	24
1.3.7 Feedback.....	24
1.3.8 Imersão	25
1.3.9 Conforto.....	25
1.4 Preocupações no desenvolvimento de realidade virtual.....	26
2 Metodologias de Trabalho	30
2.1 Descrição detalhada.....	30
2.2 Calendarização	31
3 Desenvolvimento	34
3.1 Controlo de versões	34
3.2 Prototipagem	35
3.3 Adaptação para Realidade Virtual	36

3.3.1 Local.....	36
3.3.2 Software e Hardware.....	36
3.3.3 Motor de jogo.....	37
3.3.4 Mudança para o Meta Quest 2.....	43
3.4 Testes de usabilidade.....	44
3.5 Questionário.....	46
3.5.1 Secção 1 informações pessoais.....	46
3.5.2 Secção 2 imersão no jogo.....	48
3.5.3 Secção 3 experiência do jogo.....	53
3.5.4 Secção 4 respostas abertas.....	55
3.5.5 Observações e análises dos testes de usabilidade.....	57
CONCLUSÃO.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
ANEXOS.....	64
Anexo A – Questionnaire.....	65

Lista de Siglas

3D	Three Dimensions
FOV	Field of View
FPS	Frames Per Second
HDMI	Head Mounted Displays
NPC	Non-player character
PC	Personal Computer
RV	Realidade Virtual
SMI	Sistemas e Media Interativos

Lista de Ilustrações

Figura 1- Screenshot do videogame Superhot com inimigos, o jogador utilizar a arma e ver o ambiente em volta.....	22
Figura 2 - Screenshot do videogame Skyrim onde o arco não traduziu bem para a realidade virtual.....	23
Figura 3 - Os diferentes métodos de diminuir o campo de visão utilizados.	28
Figura 4 - Call of Duty utiliza um vinheta vermelho para indicar feedback ao jogador.	29
Figura 5 - Gráfico da calendarização	32
Figura 6 - Dentro da sala do Laboratório #3, o oculus, o rastreamento das mãos e da posição	36
Figura 7 - Aplicação Meta Quest Link onde informa o Oculus Rift.....	37
Figura 8 - Script de Interagir e agarrar o objeto com os valores usados. Alguns objetos, pode agarrar à distância, enquanto outros o jogador precisa de interagir diretamente para interagir.	39
Figura 9 - o script de tocar levemente com o dedo indicador.	41
Figura 10 - Script que deixa colocar o objeto num lugar já pré-definido.....	42
Figura 11 - Resultados qual é o gênero de cada participante	47
Figura 12 - Resultados da faixa de idade dos participantes	47
Figura 13 - Resultados dos participantes da pergunta se já utilizaram realidade virtual antes.	48
Figura 14 - Resultados da pergunta se os participantes gostaram de jogar o protótipo.....	48
Figura 15 - Resultado dos participantes se os controlos são fáceis de apanhar o jeito.	49
Figura 16 - Resultados dos participantes se gostaram dos gráficos e imagens do jogo.	49
Figura 17 - Resultado dos participantes se completaram o jogo.....	50
Figura 18 - Resultados de escala 1 a 5 de quão era o envolvimento do jogo.	50
Figura 19 - Resultado dos participantes que sentiram que estavam a mover no jogo pela vontade própria.....	51
Figura 20 - Resultados de até que ponto sentiram como se estivessem separados do mundo real.....	51
Figura 21 - Resultados dos participantes da questão os pensamentos e preocupações do dia-a-dia estavam ainda na mente.	52

Figura 22 - Resultados dos participantes se sentiram a necessidade de parar de jogar e verificar as redondezas.....	52
Figura 23 - Resultados dos participantes de quão esforço colocaram ao jogar o jogo.	53
Figura 24 - Resultado dos participantes da pergunta até que ponto o participante sentiu que o jogo era algo que experienciava do que algo que só estava a fazer”.....	54
Figura 25 - Resultados dos participantes se teve alguma altura durante a sessão de jogar que queria desistir.....	54
Figura 26 - Resultados dos participantes sobre até que ponto, sentistes motivado enquanto jogar.....	55
Figura 27 - Quadro a esconder o cofre com riscas ao lado.	58

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Avaliado os jogos com o ano lançado, o tipo e a pontuação dos utilizadores e MetaCritic. -----	20
Tabela 2 - Número de comentários positivos (+), neutros (/) e negativos (-) de cada jogo por componente. -----	21

Glossário

AAA – A classificação usada na indústria dos videogames para um videogame com alto orçamento e imagem, produzido e distribuídas por grandes e conhecidas empresas.

Dev – Diminutivo de *developer*, traduzido para português como desenvolvedor.

Dinâmicas – Comportamento e padrões emergentes que resultam da mecânica do jogo e das escolhas do jogador. Elas criam a experiência de jogo, as emoções e o *feedback*.

Occlusion Culling – Funcionalidade que desativa a imagem dum objeto quando não é visto pela câmara por que está escondida por outros objetos.

Gameplay Loop – Um ciclo de determinadas ações que o jogador sente envolvido no fluxo da sua experiência.

Indie – No contexto dos videogames, são videogames criados por pequenas empresas com um orçamento mais limitado e, geralmente, menos do que dez criativos. Podendo ser apenas um.

Mecânicas – As regras, elementos e o processo que faz um videogame. Definem como o mesmo funciona e define condições de vitória e derrota.

Metacritic – Sítio web onde estima a pontuação de avaliação para filmes, séries de televisão, álbuns de música e videogames.

Narrativa Indexicais – Narrativa através objetos significativos, encontros e vestígios deixados por outros jogadores.

Oculus – Palavra de origem do latim que significa “olho”, é frequentemente usada no *hardware* para a realidade virtual.

Port – Termo usado quando um videogame foi inicialmente desenvolvido pensado para uma plataforma, e depois é convertido para rodar numa diferente plataforma.

Introdução

O projeto proposto é um projeto colaborativo entre Marcos Engelhard e Bernardo Santos. Pretende-se fazer um videojogo ou uma experiência interativa no contexto em Realidade Virtual (RV). O plano proposto é desenvolver uma narrativa indexical com mecânicas de jogabilidade como o movimento e a interação, perante objetos no qual o jogador iria explorar num ambiente sem texto ou “guia explícito”, mas o jogador iria saber como ir lá. Enquanto o Marcos Engelhard irá focar mais na parte da programação e configuração do RV, o Bernardo ficou encarregado nas tarefas da texturização, modulação e sonoplastia.

Uma vez que o Marcos Engelhard e o Bernardo Santos fizeram uma licenciatura em Videojogo e Aplicações Multimédia, já têm experiência nesta área. No entanto, nunca experimentaram na área de realidade virtual. Uma vez que a ESMAD tem material para a tecnologia, foi decidido juntar o útil ao agradável e adaptar para um contexto com esta tecnologia que é cada vez mais usado e procurado.

Os objetivos principais deste projeto, na perspetiva do Marcos, são: configurar um projeto de realidade virtual agradável para tanto uma pessoa que já utilizou VR diversas vezes como quem nunca experienciou antes e verificar formas de tornar a experiência mais imersiva do que em consola doméstica ou a partir do monitor. Outro objetivo, no entanto, mais colaborativo, é verificar se o jogador consegue chegar ao objetivo por índices apenas.

A estrutura do documento está dividida nas seguintes partes:

- Introdução;
- Estado da arte, onde é pesquisado o que já se encontra no mercado, nomeadamente adaptações de videojogos que recebem porte para *hardware* de realidade virtual, além de explicar as narrativas indexicais e o contexto dos videojogos e as preocupações;
- Metodologia de trabalho, onde é possível ver uma descrição do processo em detalhe e a calendarização do plano inicial;
- Desenvolvimento, dividido pelo controlo de versões, a prototipagem em parato e teclado, a adaptação para a realidade virtual utilizado primeiramente o Oculus Rift, no qual mais tarde mudou para o Oculus Meta Quest 2 para

continuar o desenvolvimento e os testes de usabilidade com o questionário e as observações e análises pelo Marcos e o Bernardo;

- Discussão que aborda as medidas e opções tomadas durante o desenvolvimento, pré-desenvolvimento e nos testes de usabilidade.
- Resultados esperados que se espera neste projeto;
- Conclusão.

1 ESTADO DA ARTE

1.1 Realidade Virtual em videojogos

Segundo escreve Lopes (2019), O conceito de realidade virtual (RV) é difícil de definir devido à sua abrangência, mas de acordo com Rodrigues & Porto (2013) tal como referido por Lopes (2019) pode ser definido, de uma forma geral, como uma experiência imersiva e interativa baseada em imagens gráficas 3D geradas por computadores em tempo real. A RV pode também ser definida como o uso da alta tecnologia para convencer o utilizador de que ele está numa outra realidade, provocando o seu envolvimento por completo (Pimentel & Teixeira, 1995) (p. 12).

A RV tem progredido ao longo dos anos. Exemplos de *hardware* como, por exemplo, Oculus Rift e Playstation VR que pode ser comprado para o público.

“The three big competitors are the Oculus Rift, PlayStation VR, and the HTC Vive. All seem to have good chances on the market since all provide their own online marketplace with an already established user base” (Anthes et al., 2016, p. 5).

As tecnologias de RV já há algum tempo que são usadas por empresas, por academias e pelo setor militar, na formação dos seus elementos, que demonstram que a utilização de tais tecnologias reduz o custo da formação para a organização, bem como torna as sessões de formação mais seguras, permitindo até que estas possam ser realizadas de forma remota, sem que o formando tenha de estar fisicamente presente para receber a formação e utilizar quando e onde pretender (Lopes, 2019).

No início, esta tecnologia era mais usada para *serious games*¹, nomeadamente, na medicina, e para treinos militares do exército. Um exemplo é o caso de estudo que o exército militar dos Estados Unidos usava para treinar os seus soldados para aprender como mirar e ser um melhor soldado. Nos treinos práticos feitos foram demonstrados que o desempenho foi melhorado (Zyda, 2005).

¹ Serious games - Videojogo com propósito diferente de pura diversão ao acrescentar valores intrínsecos incorporado nas mecânicas e narrativas do jogo.

Atualmente, dado que o *hardware* necessário para esta tecnologia é, de certa forma, mais acessível, muitas empresas decidiram adaptar os seus videogames para a realidade virtual, ou criar videogames de raiz.

1.2 Narrativa Indexicais

Narrativa em videogames tem sido um tópico de debate tanto para estudantes como para profissionais. O termo pode ser usado para estabelecer um contexto, a qualidade estrutural de um videogame, a qualidade de uma experiência durante o jogo ou analíticas para perceber como funciona um videogame.

“Video game narrative has been the topic of much scholarly and professional debate. Both academics and practitioners are divided on the potential and scope of narrative in regards to video games. A foundational issue of these perspectives is the lack of a shared understanding of “narrative” – the term might be variously used to mean an ornamental function to provide context a structural quality of the video game artifact an experiential quality during the experience of a video game, or a high-level analytical framework to understand video games.”

(Koenitz, 2018, p. 1)

De acordo com Fernández-Vara (2011), a narrativa indexical é a construção de uma narrativa guiada por meio de índices e signos, e não é feita de uma maneira tradicional como se vê nos videogames, como, por exemplo, um narrador, sendo este presente ou ausente no jogo, ou *user-interface* a informar o jogador sobre fatores importantes, como a vida do jogador e os objetivos.

As narrativas indexicais não são contadas de uma maneira “tradicional”, mas colocada em conjunto com signos e índices presentes no mundo onde iria guiar o jogador sem um guia direto. Como Fernández-Vara (2011) comenta que ao invés de focar em como o mundo do jogo possa gerar uma narrativa, deixa-nos mudar a nossa atenção para como a narrativa contribui para a jogabilidade e ajudar o jogador a restabelecer o comportamento no videogame. O conceito de narrativa indexicais referem especificamente para gerar histórias via traços, tanto da parte do designer como do jogador (Fernández-Vara, 2011, p. 5).

Fernández-Vara (2011) refere que o conceito de narrativa indexical é proveniente da filosofia de linguagem de Charles Peirce. De acordo com Peirce (1998), um signo é uma

mediação, uma representação que transmite uma ideia em mente do que representa o signo e o interpretante estabelece a relação entre a ideia e o objeto. Na filosofia de Peirce (1998), há três categorias de signos, cada uma das quais mostra uma relação diferente entre o signo e o seu objeto, ou aquilo a que ele se refere:

- Ícone: signos que transmitem ideias ao imitá-los, com o que parece ou soa como ele. Como, por exemplo, um desenho figurativo, uma fotografia, gestos ou mapas.
- Índice: A ideia está ligada diretamente com o signo. Mantém uma relação física com aquilo que representam. O fumo é índice de fogo, uma impressão digital é índice de identidade, nuvens negras são índices de chuvas, etc.
- Símbolo: Um signo cuja ligação com o seu objeto foi convencionalizada, existindo um acordo ou regra. As letras e as palavras são símbolos, os sinais de trânsito também são símbolos, os signos de zodíaco considerado símbolos.

Na prática, a narrativa indexical é a construção de uma narrativa feita maioritariamente através de índices, a história é montada através de diferentes peças. As narrativas indexical é mais construção de história tanto da parte do designer e do jogador, o designer cria os elementos da história e integra-os no mundo e o jogador tem de interpretá-los e juntá-los.

No contexto de mundos de videogames ficticiais, índices podem funcionar tanto como uma indicação do que pode ou deve ser feito no jogo, como uma indicação do que aconteceu no mundo antes do jogo ter começado (Fernández-Vara, 2011, p. 5-6).

Um dos exemplos apresentados por Fernández-Vara (2011) é o videogame Phoenix Wright: Ace Attorney, onde o jogo se passa à volta de descobrir o que aconteceu antes do jogador começar o jogo. Embora o jogador assuma o papel de um advogado de defesa, também há uma parte de detetive onde tem de examinar determinados objetos e o ambiente que rodeia. Assim como interrogar testemunhas e cúmplices, ler documentos e, eventualmente, reconstruir o passado. Desta maneira, é possível solucionar o mistério do assassinato e encontrar o culpado. A história do mundo e do jogador são desenvolvidos em simultâneo.

Outro exemplo de um videogame que usa elementos indexicais citado por Fernández-Vara (2011) é o Bioshock, onde o mundo é criado através dos restos. Em cada nível, há grafites nas paredes (geralmente escritas em sangue) e gravações de áudio das pessoas que viviam na

cidade submersa Rapture como traços deixados por NPCs dentro do jogo. Ainda em Bioshock, por exemplo, há signos na parede que indica o nome das diferentes áreas que estão disponíveis no jogo, também tem as direções em cruzamentos que indica o caminho para os respectivos lugares.

No jogo, há publicidade de mecânicas, como, por exemplo, uma injeção que muda o ADN do personagem controlável ao obter poderes diferentes e informação acerca da história do mundo. Embora a narrativa ambiental não contribui diretamente a jogabilidade, ajuda com que o jogador entenda o mundo melhor. (Fernández-Vara, 2011, p. 7-8)

1.3 Casos de Estudos

1.3.1 Adaptação para Realidade Virtual

Numa pesquisa de trabalhos académicos, foi encontrado um estudo que seleciona dois videogames que receberam uma adaptação para a realidade virtual, SuperHot e Skyrim, por serem videogames que foram pensados inicialmente para computador ou consola.

Nas palavras de Sweetser e Rogalewicz (2020) ao definir os videogames Superhot e Skyrim: o Superhot é um videogame em primeira pessoa (FPS) em que o objetivo é derrotar os inimigos num determinado nível. Dentro do jogo, a velocidade do mesmo é relativa ao movimento e às ações do jogador, o que dá algum tempo para considerar as suas próximas ações.

Já o Skyrim, é um videogame role-playing game (RPG) onde o jogador controla um personagem e explora num mundo aberto. No jogo, o jogador tem outros jogadores (NPCs) onde pode interagir, inimigos para derrotar, a história para descobrir e habilidades para aprender. O jogador tem a liberdade em escolher o próximo objetivo, uma vez que o caminho não é linear. (Sweetser & Rogalewicz, 2020, p. 58)

Na seguinte tabela (ver Tabela 1 - Avaliado os jogos com o ano lançado, o tipo e a pontuação dos utilizadores e MetaCritic.), faz um resumo os detalhes dos videogames escolhidos, incluindo o ano lançado, o género e a pontuação de utilizadores e da MetaCritic.

Tabela 1 - Avaliado os jogos com o ano lançado, o tipo e a pontuação dos utilizadores e MetaCritic.

Videojogo	Ano	Género	Pontuação da MetaCritic	Pontuação dos utilizadores
Superhot	2016	First-person shooter	82% (93 reviews)	7.5(513 reviews)
Superhot VR	2016	First-person shooter	83% (19 reviews)	7.5 (44 reviews)
Skyrim	2011	Role-playing	94% (32 reviews)	8.2 (10735 reviews)
Skyrim VR	2018	Role-playing	81% (11 reviews)	6.9 (57 reviews)

Na tabela dos componentes (ver Tabela 2 - Número de comentários positivos (+), neutros (/) e negativos (-) de cada jogo por componente.), ao basear as pontuações, o Superhot (lançado para o computador e consolas) teve a sua pontuação igual ao do seu port para o RV. Já o Skyrim para RV recebeu uma pontuação, avaliado pelos utilizadores e análises do MetaCritic, pior face ao jogo original lançado em 2011. Fica a dúvida o motivo de não ter corrido bem.

No caso do videojogo Superhot, um jogo relativamente simples, o jogador controla o tempo à medida que toma ações, como, por exemplo, disparar e mover. Se o jogador não mexer, o tempo fica parado. O que auxiliou no porte para a realidade virtual.

Em relação ao Skyrim, um videojogo mais complexo com diversas classes e diversas mecânicas que faz sentido e pensado para teclado e comando. No entanto, para o *hardware* de realidade virtual não ajuda.

Há dinâmicas que o jogador poderia fazer em que iria estar em conflito, como, por exemplo, mirar enquanto está em cima do cavalo, poderia fazer com que o jogador, sem querer, desmontar do cavalo:

“The Skyrim VR reviews mentioned that its implementation breaks some of the mechanics (e.g., “you’ll get steered of to the side if you try to aim while your horse is moving” [51]) of the game and that there is a lack of new content for returning players.” (Sweetser & Rogalewicz, 2020, p. 58)

Na próxima tabela mostra um sumário da qualidade codificado de análises profissionais, sejam comentários positivos, negativos, ou neutros em vários componentes do fluxo de um videogame para cada jogo escolhido. Como os jogos mencionados são todos jogos de uma pessoa só (Singleplayer, SP), a interação social não é inclusa. No entanto, foi adicionado o tema conforto exclusivamente para os jogos de RV. Se for para comparar os resultados entre os videogames de RV e não-RV, há mais comentários negativos dos elementos “habilidade do jogador” e “concentração” para Realidade Virtual do que o normal. Em relação ao conforto para a RV, houve mais comentários negativos do que positivos.

Tabela 2 - Número de comentários positivos (+), neutros (/) e negativos (-) de cada jogo por componente.

Element	Game	+	/	-
Concentration	Skyrim	107	6	9
	Skyrim VR	15	1	5
	Superhot	28	0	8
	Superhot VR	10	0	6
Challenge	Skyrim	11	2	3
	Skyrim VR	1	1	7
	Superhot	24	0	4
	Superhot VR	12	0	3
Player Skills	Skyrim	34	0	1
	Skyrim VR	23	0	21
	Superhot	48	3	5
	Superhot VR	43	0	10
Control	Skyrim	76	1	9
	Skyrim VR	28	0	28
	Superhot	23	0	4
	Superhot VR	14	1	10
Clear Goals	Skyrim	19	1	2
	Skyrim VR	3	0	0
	Superhot	6	0	0
	Superhot VR	4	0	0
Feedback	Skyrim	10	0	2
	Skyrim VR	11	0	6
	Superhot	2	0	2
	Superhot VR	3	0	4
Immersion	Skyrim	59	0	5
	Skyrim VR	43	0	17
	Superhot	18	1	7
	Superhot VR	33	0	7
Comfort	Skyrim	0	0	0
	Skyrim VR	11	0	17
	Superhot	0	0	0
	Superhot VR	7	2	6

1.3.2 Concentração

Na parte da concentração, no Skyrim é proporcionada na forma da quantidade e variedade do conteúdo, visuais e interações de personagens não-jogáveis, qualidade de jogos

e missões. Já no Superhot, é proporcionada por mecânicas, intensidade da jogabilidade, a narrativa, a jogabilidade e a apresentação do jogo. No Superhot original, a narrativa interrompe a jogabilidade durante o jogo, o que recebeu análises mistas (positivas e negativas).

No lançamento do VR, foi removido a maior parte da narrativa do original, mas, de acordo com os analistas, o que ficou foi considerado uma distração não importante, ao ponto de ser preferido ter mantido toda a estrutura da narrativa do original ou remover por completo.

1.3.3 Desafio

Em relação ao componente de “Desafio”, não houve nenhuma notável diferença entre o porte para RV e o original. No Superhot, o desafio é conforme o número de inimigos ativos, alguns até armados, tanto perto ou longe do jogador. Além do ambiente por cada nível aonde a ação se encontra e as armas de fogo ou armas brancas disponíveis para o jogador utilizar e como o jogador usa a mecânica de parar ou avançar por cada ação do jogador.



Figura 1- Screenshot do videojogo Superhot com inimigos, o jogador utilizar a arma e ver o ambiente em volta

No videojogo Skyrim, o desafio é proporcionado pela diferença do nível entre os inimigos e o jogador, as habilidades que os inimigos têm, a inteligência artificial (artificial intelligence, AI) e as opções que o jogador tem para o confronto. De acordo com Sweetser e Rogalewicz (2020), as análises de Skiryum VR (RV) revelam que a sua implementação para RV algumas das mecânicas no jogo ("you'll get steered of to the side if you try to aim while your horse is moving") e falta de novo conteúdo para as pessoas que jogaram o original.

1.3.4 Habilidade do jogador

No elemento de habilidade do jogador, Sweetser e Rogalewicz (2020), considera que há dois critérios diferenciadores chaves que proporcionam a capacidade do jogador entre jogos RV e jogos não RV:

Os jogadores devem ser recompensados devidamente pelos seus esforços e desenvolvimento da capacidade; as interfaces e mecânicas do jogo devem ser fáceis de aprender e usar.

No Skyrim, os elementos das capacidades do jogador são proporcionados através do combate, progressão das habilidades, a progressão da história e a sequência introdutória. As análises da versão RV referem que o sistema de controlo faz com que a aprendizagem das mecânicas mais agradável e que a experiência de RV recompensa o jogador com a satisfação de dominar. As análises também tomaram conhecimento que o sistema de combate é intuitivo porque o jogador está fisicamente a fazer as ações. No entanto, o combate de arco e flecha não traduziu bem para a realidade virtual, sendo menos intuitivo, nada natural e difícil de usar. Os elementos de interface de utilizador (user interface, UI) também não traduziram bem para RV devido ao posicionamento durante o jogo.



Figura 2 - Screenshot do videojogo Skyrim onde o arco não traduziu bem para a realidade virtual.

No Superhot, o elemento da habilidade do jogador é proporcionado a partir das mecânicas de combate, a progressão do jogo, e mecânica de tempo. As análises de Superhot VR citam que a mecânica de atirar objeto (por exemplo, arma, ou qualquer objeto interativo) não traduz bem para RV ao ponto de ser frustrante. Na versão de RV, não tem a funcionalidade de rebobinar uma sequência que é recompensador para o jogador. No entanto, executar fisicamente ações super-humanos na versão de RV já é recompensador por si e faz com que o combate seja mais intuitivo. Os analistas anotaram que a deteção de atingir nem sempre alinha com a expectativa do jogador e a botão de progressão não é intuitivo no seu lugar no mundo do jogo.

1.3.5 Controlo

No elemento “Controlo”, Sweetser e Rogalewicz (2020), as diferenças principais entre os jogos de RV e não RV neste critério são: Os jogadores devem sentir uma sensação de controlo em relação do seu personagem, movimento e interação do mundo do jogo; os jogadores não devem poder cometer erros que sejam prejudiciais no jogo e dever ser apoiado de recuperar dos erros.

No Skyrim, o controle é concedido pelo mundo aberto, o conteúdo disponível, a customização do personagem e o combate. Os analistas descreveram como eles têm mais controlo em relação como envolvem num cenário de combate na versão de RV e como a perspectiva de realidade virtual aumenta a sensação de conectividade para o mundo, contudo é mencionado que os controlos de VR, às vezes, eram imprecisos, o que causava frustração.

No Superhot, o elemento controlo é direcionado pelo envolvimento, as armas e o movimento. O jogador sente o controlo devido à mecânica de parar ou reduzir o tempo no original e no porte para realidade virtual, a sensação é ainda maior, mas também foi reparado que por qualquer pequeno movimento e problemas de rastreio do movimento pode fazer com que o jogo seja injusto.

1.3.6 Clareza do objetivo

No tópico no elemento “clareza do objetivo”, não há nenhuma diferença notável entre os videojogos de RV para os originais. Enquanto no Skyrim, o elemento é proporcionado por uma narrativa introdutória define a narrativa e os objetivos dentro do jogo, além de um conjunto de missões, sejam elas principais ou secundárias, durante o videojogo. Já no Superhot não dá nenhuma narrativa ao jogador, mas a premissa de “o que é vermelho é inimigo” deixa claro, adicionalmente, aparece para o jogador outras cores de objetos ou pequenos textos para objetivos espontâneos.

1.3.7 Feedback

Ao passar para o elemento de “*feedback*”, Sweetser e Rogalewicz (2020) diferenciam o critério da principal diferença que é proporcionado pelo *feedback* entre os jogos de realidade virtual e não realidade virtual o seguinte: os jogadores devem receber feedback de imediato com base às suas ações.

No Skyrim, o *feedback* é proporcionado pelo registo das missões (*quest log*), barra de vida e energia, sons para indicar ações com sucesso e texto que aparece quando o protagonista completa uma missão ou sobe de nível. Nas análises do Skyrim VR foi mencionado que o videojogo tem um feedback agradável por executar ações como bloquear e arco e flecha, mas há falta de feedback visceral. O lugar onde está a barra dos estados foi dito como um problema nas análises.

No Superhot, o *feedback* é concedido graças aos sons pela ação, o texto aparecer quando um nível é terminado com sucesso, e outros visuais. Os analistas aperceberam no Superhot VR em que quando o jogo pede para o jogador agarrar um objeto, quando o objeto em questão é agarrado, este pode se partir em pedaços.

1.3.8 Imersão

O próximo elemento da tabela é a “Imersão”, onde Sweetser e Rogalewicz (2020) começam por mostrar os critérios de diferença chave entre os videojogos RV e em relação aos originais: Os jogadores devem tornar menos consciente e preocupados acerca do quotidiano e deles mesmo; os jogadores devem sentir emocionalmente presentes no jogo; os jogadores devem sentir visceralmente presentes no jogo.

No Skyrim, a “Imersão” é concebida através das interações de personagem, as interações com o ambiente, história e sonoplastia. Na versão de realidade virtual, os analistas mencionam que a perspectiva do jogador dá ao jogador uma noção de envolvimento e ligação emocional mais profundo enquanto o jogador joga.

No Superhot, a Imersão é dada através das interações com o ambiente, da história, da sonoplastia e ações rápidas. Os analistas no Superhot VR repararam que o videojogo cria uma experiência aonde o jogador está tão focado no jogo que as regras são previstas de transitar para o mundo real, visto que a versão de RV coloca o jogador nos sapatos de um herói de ação os seus próprios instintos para superar dificuldades e estímulos visuais.

1.3.9 Conforto

E, por fim, o elemento do “Conforto” em que foi surgido apenas nas versões de realidade virtual nas análises profissionais. O Sweetser e Rogalewicz (2020) descrevem como o quão confortável os jogadores sentem enquanto jogam o videojogo em realidade virtual

com o respeito com questões físicas, como o espaço do jogo, a posição e movimento do corpo e enjôo.

O Skyrim VR proporciona o conforto ao oferecer diferentes opções de controlo para fazer a experiência confortável para os jogadores. Os analistas também referiram que algumas opções de controlo podem causar náusea para os jogadores, como mover livremente e virar para ver outro lado de uma maneira constante. Embora serem experiências menos imersivas, são oferecidas outras alternativas para tentar acomodar o jogador. No entanto, devido a duração do videojogo é uma barreira para ser confortável. Adicionalmente, Skyrim VR pode ser jogado enquanto o jogador está sentado ou em pé, o que é importante para a direção do jogo.

Já no Super VR é mencionado limitar com sucesso toda a experiência para uma área de jogo limitada em que o jogador pode ficar no lugar sem ter que se mover na vida real enquanto este está a fazer diversas ações dentro do jogo, embora ter uma área maior de jogo é preferível.

1.4 Preocupações no desenvolvimento de realidade virtual

Ao desenvolver um videojogo para o RV, assim como em qualquer videojogo, havia preocupações durante o desenvolvimento onde era necessário encontrar possíveis soluções. A principal preocupação é o enjoo de movimento (*motion sickness*) (Weech et al., 2020), em que o jogador se pode sentir maldisposto, ao ponto de chegar a vomitar. Uma maneira para prevenir seria dar a opção de escolher se se quer movimentar pelo input dos controlos ou por teletransporte.

A investigação de Eijkemans (2019) é parte de um projeto com a associação da Universidade de Twente dos Países Baixos e o Roessing Research and Development Center, um centro onde reabilita crianças com um transtorno de coordenação motora (*development coordination disorder*, DCD) para que possam aprender a andar de bicicleta. No entanto, o passo a partir de andar de bicicleta sozinho para participar no tráfico é considerado um passo demasiado grande pelos investigadores de Roessing, por isso, um simulador de andar de bicicleta em realidade virtual foi desenvolvido com o propósito de familiarizar crianças com DCD a andar de bicicleta com o trânsito.

A tarefa de Eijkemans é reduzir o enjoo do movimento no qual a simulação pode provocar o efeito para o utilizador.

Uma vinheta (ou “vignette” em francês) (ver Figura 3 - Os diferentes métodos de diminuir o campo de visão utilizados.) é utilizada em videojogos de realidade virtual cujo processo é fazer com que a imagem fique cada vez mais escura para os cantos da tela de maneira a diminuir o campo de visão (*field of view*, FOV) sem mostrar um óbvio corte (Eijkemans, 2019).

Um desenho da vinheta no simulador em questão especificamente reduz o número de objetos que o utilizador possa ver, o objetivo do mesmo.

“Since this is a cycling simulation that is supposed to help children learn how to cycle in traffic, together with other road users, therapists are interested in the gaze behavior of these children. They want to know what the children are looking at and improve this behavior. Therefore, this simulation should closely resemble reality to ensure that the users behave the same way in traffic as they would in the simulation. Limiting the FOV may change gaze behavior.”

(Eijkemans, 2019)

Uma das alternativas é desfocar a visão periférica do utilizador em vez da vignette. Como Eijkemans (2019) comenta que desta forma permitiria o utilizar ver os objetos, mas desfocado, a área visual ainda é reduzida e deve, na teoria, reduzir o enjoo do movimento via VR e mais perto como funciona o olho humano onde o centro é claro, mas a visão periférica é desfocada (Eijkemans, 2019, p.29).



Figura 3 - Os diferentes métodos de diminuir o campo de visão utilizados.

Após testar com vinte e sete utilizadores, o Eijkemans (2019) concluiu, com base dos dados, que os resultados que obteve em relação ao uso da vinheta foram divididos:

“Although this difference is small, and in one case caused by removing an outlier, it does indicate that the vignette actually increases VR induced motion sickness. I personally prefer the simulation with the vignette, but apparently the testers do not. The opinions regarding this solution are divided ... “I experienced more imbalance with the vignette” and “I experienced greater balance with the vignette”. I’d advice to keep this solution implemented but with the ability to turn it off...”

(Eijkemans, 2019)

Este processo também é usado em videojogos para outras plataformas que não sejam VR, mas geralmente têm outro foco diferente. Por exemplo, no videojogo Call of Duty 2 (ver Figura 4 - Call of Duty utiliza um vinheta vermelho para indicar feedback ao jogador.), assim como nas restantes sequelas, também é usada uma *vignette*, só que de cor vermelha para indicar ao jogador que tem a vida baixo e deve evitar (Eijkemans, 2019).



Figura 4 - Call of Duty utiliza um vinheta vermelho para indicar feedback ao jogador.

Outra preocupação, embora não diretamente associada apenas ao RV, é se o jogador consegue construir uma narrativa com base dos quebra-cabeças e os objetos e ambiente que rodeia no espaço enquanto está a jogar, uma vez que é o que implica as narrativas indexicais.

A maneira de verificar se as soluções encontradas para solucionar as preocupações, como o aparecimento do enjoo do movimento e se o jogador chega do ponto A para o ponto B, foi com o auxílio dos testes de usabilidade. Graças as sessões dos participantes, foi possível perceber se os participantes sentiram enjoo ou seguiram os índices ou não.

2 METADOLOGIAS DE TRABALHO

2.1 Descrição detalhada

O motor de jogo escolhido é o Unity, visto que já contém diversas ferramentas e extensões adaptadas para a tecnologia de RV. Este já oferece muitas oportunidades de otimização para aplicações, onde muitas delas nem será preciso escrever uma linha de código. A respetiva linguagem de programação do motor de jogo (C#) deixa o mestrando confortável, uma vez que este percebe a lógica e as boas práticas de programação.

Outro motivo pela escolha de Unity é como Nusrat et al. (2021, p. 474) comenta, o motor de jogo domina cerca de 60% do mercado de desenvolvimento de realidade virtual e tem uma grande comunidade com diversos projetos de open source, onde os autores dos projetos preocupam em melhorar o desempenho do projeto.

Para efeitos de conforto para o utilizador e evitar o enjoo do movimento, é ideal não ter quebras de desempenho o que pode deixar a pessoa com tonturas:

“VR devices often have relatively limited computation resources due to their wearable nature, and their performance downgrade often causes more severe consequences (e.g., dizziness and motion sickness caused by low frame rates and incontinuous animations) than traditional software applications [51]. As a result, performance optimization plays a very important role in VR software development, and performance defects are of high priority to be repaired as soon as possible”

(Nusrat et al., 2021, p. 473)

Uma boa prática é, como o Bucher (2017) comenta, organizar a estrutura das pastas do projeto do motor de jogo para ser mais fácil de navegar e encontrar o que queremos. Todos os ficheiros do projeto estão dentro da pasta “Asset” como raiz, aonde a partir desta pasta, se pode criar outras pastas, como, por exemplo, uma pasta para os scripts/código, pasta para os materiais, outra pasta para os modelos, e uma para as scenes do jogo. Dentro de cada pasta também se pode criar subpastas para incluir ficheiros, por exemplo, scripts e modelos, relacionado com o nome da subpasta. Mesmo que a prática de estrutura de pastas seja, em grande parte, preferência pessoal e dependente apenas do projeto, é conveniente ter uma estrutura de pastas consistente e uma convenção ao nomeá-las enquanto o âmbito do projeto cresce (Bucher, 2017, p. 1).

O projeto desenvolvido é colaborativo entre os mestrandos Marcos Engelhard e Bernardo Santos. O Marcos Engelhard esteve mais dedicado à parte de programação e organização do desenvolvimento para a realidade virtual, o Bernardo, por sua vez, focou-se mais na parte artística como modelação e texturização e sonoplastia.

Os mestrandos participam numa equipa criada pelo orientador no Microsoft Teams, onde são partilhados ideias e pontos de situações do progresso. À medida que o projeto é desenvolvido, o Marcos atualizava o diário de bordo e adicionava pesquisas e componentes que foram importantes durante o desenvolvimento.

O objetivo é criar um projeto de videojogo 3D adaptado com a tecnologia da realidade virtual. A partir do projeto do videojogo, o objetivo foi adaptar as mecânicas e os controladores do VR e como se comportaria, por exemplo, o movimento do personagem e a interação dos objetos presentes na realidade gerado computacionalmente.

O principal foco é desenvolver um protótipo para realidade virtual, aprender a adaptar para um “novo ambiente” e encontrar soluções para as preocupações como o enjoo do movimento, a imersão e a otimização para o contexto de RV. Por isso o Marcos e o Bernardo organizaram testes de usabilidade com vários participantes com perfil semelhante, mas com diferente experiência na RV, para testar o jogo desenvolvido. Outra preocupação é se o jogador chega ao destino sem ajuda dum narrador, mas apenas através de índices. (Weech et al., 2020).

2.2 Calendarização

Antes de ter começado o desenvolvimento propriamente dito, foi feita uma planificação um gráfico para a calendarização (ver Figura 5 - Gráfico da calendarização) de cada tarefa onde estavam as previsões de começar e terminar determinadas tarefas, a partir de dezembro até final de julho.

A calendarização foi dividida em cinco partes principais:

- Estado da arte, uma parte mais inicial a procurar o que já está disponível no mercado e casos de estudos de outros videojogos, nomeadamente adaptações a partir de uma consola doméstica ou para PC.
- Desenvolvimento dum protótipo com uso de rato e teclado para ter uma ideia de protótipo que o Marcos e o Bernardo queriam baseado com a

pesquisa encontrada, enquanto foi procurado ferramentas no Unity e a sua loja;

- Adaptação para a RV baseado com o protótipo anterior e a pesquisa. Nesta parte, passou-se as mecânicas com suporte do rastreamento das mãos e com o hardware próprio.
- Testes de usabilidade, parte onde foram convidados participantes que encaixam no público-alvo do protótipo desenvolvido para tirar as conclusões e procurar por comportamentos padrões. Ao longo dos testes é feito uma correção ou outra no projeto, como, por exemplo, comportamentos não intencionais no jogo que possam acontecer durante uma sessão, por vezes, podia forçar para recomeçar a sessão, já que não era possível progredir;
- Redação do relatório, onde o foco principal é avançar o relatório, com base das pequenas anotações, problemas e soluções da mesma que foram encontrados durante o desenvolvimento, além de respostas a problemas nos casos de estudos como a imersão, o enjoo e se o protótipo comunica bem com o jogador através de índices ao invés de uma narrativa tradicional.

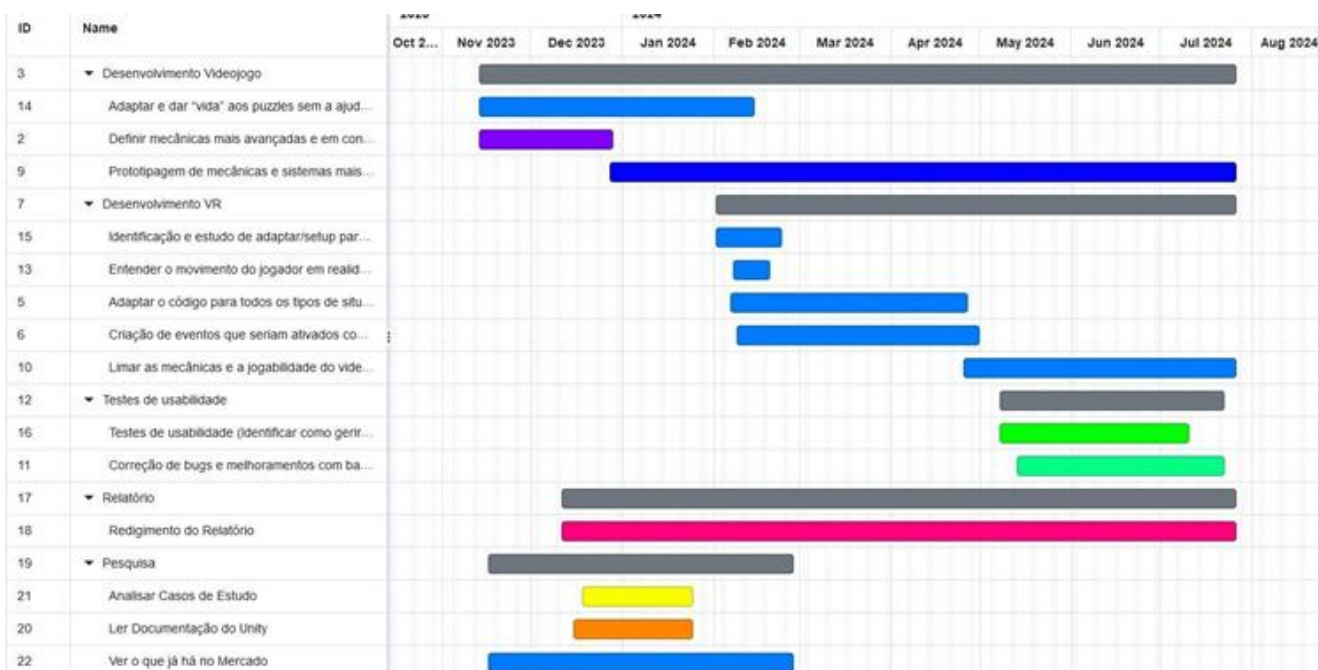


Figura 5 - Gráfico da calendarização

Durante o desenvolvimento, especialmente no início da pesquisa, há muitos documentos e ferramentas disponíveis, tanto oficiais do próprio Unity, como, por exemplo, o Tool Kit, assim como ferramentas externas, nomeadamente, do Meta, o nome da empresa onde é utilizado os Oculus para o projeto, o Oculus Rift e o Meta Quest 2.

Depois do desenvolvimento para realidade virtual, vem os testes de usabilidade, onde com a ajuda dos participantes e dos seus questionários e diálogos conseguimos identificar se é imersivo e não haja a existência do enjoo do movimento, também em cada sessão terminada, pode atualizar pequena correções de erros.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Controlo de versões

Para o controlo de versão, é usado um repositório, o GitHub. O Unity sem a adequada configuração na interação com este tipo de ferramentas pode causar problemas, no entanto, existem opções que podem ser configuradas de melhorar a sua utilização (Simões, 2017, p.19).

Dentro dum projeto Unity, há duas pastas chamadas Project Settings e Library que funcionam como ficheiros de configuração de projetos e recursos pré-compilados do Unity como uma memória transitória (*cache*), respetivamente, o que devem ser ignorados. Felizmente, o GitHub contém uma definição de um conjunto de ficheiros e pastas a ignorar, chamado *gitignore*. Desta forma, é mais fácil com um trabalho colaborativo e ter opções de *backups*, caso algo falhe, ou facilmente reverter partes que prejudicam o desenvolvimento.

Outra vantagem, num repositório, além de dar *commit* e *push* das alterações feitas localmente (ver Figura 6 - Github processo de alocar as mudanças para o repositório), *pull* para colocar o projeto atualizado com as atualizações que os outros membros colocaram, e controlo de versões, é o facto de ser possível descartar ficheiros ou itens que não são precisos ou estão obsoletos e comentar as alterações e adições tanto o Marcos como o Bernardo adicionaram. Desta forma, pode-se verificar o histórico do repositório inserido e os comentários que cada um colocou do que foi adicionado ou removido em cada iteração do histórico.

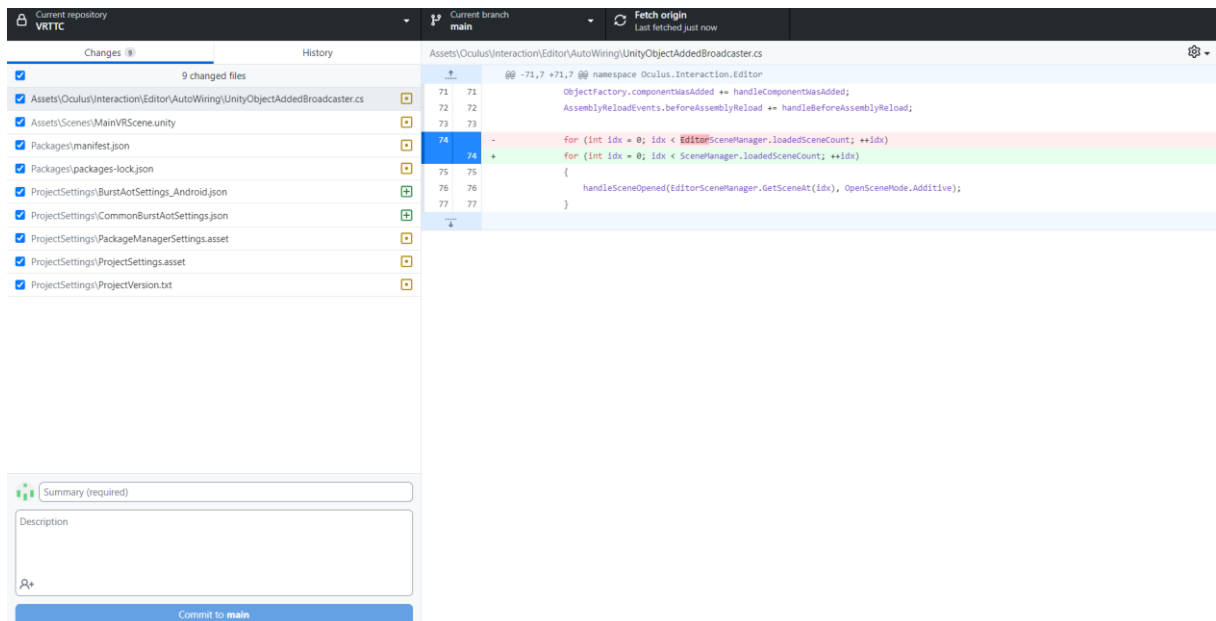


Figura 6 - Github processo de alocar as mudanças para o repositório

Também é uma cópia de segurança para casos mais extremos acontecer, ou seja, se, acidentalmente as alterações seguintes fizerem com que o protótipo deixa de funcionar, é possível reverter para a versão anterior.

3.2 Prototipagem

Para começar, foi criado um projeto sem pensar na adaptação para RV, apenas para o computador. Enquanto o Marcos Engelhard implementa as mecânicas chaves pretendidas, o mestrando Bernardo pode construir o mapa e as ideias de *puzzle* que mais tarde seriam implementadas.

O objetivo do videogame era inicialmente explorar um quarto onde havia um *puzzle* que o jogador teria de decifrar para obter uma recompensa, neste caso, uma chave do quebra-cabeça. Finalmente, teria de descobrir qual porta a que correspondia a chave obtida.

Como o objetivo da primeira fase não era focar demasiado nesta prototipagem com suporte para rato e teclado, foi acordado entre o Marcos e o Bernardo que a modelação inicial não continha texturas, save exceções como, por exemplo, a chave.

Adicionalmente, as mecânicas presentes no jogo eram a de mover a partir das teclas W, A, S e D e de interagir com objetos que podiam ser pegados aonde eram guardados num inventário, neste protótipo, o único objeto disponível era apanhar a chave para interagir com

a porta. Depois, a porta poderia ser aberta e assim que o jogador entrava no quarto, terminava o jogo.

3.3 Adaptação para Realidade Virtual

3.3.1 Local

Durante o desenvolvimento de realidade virtual, como os mestrandos não tinham aparelho tecnológico de RV disponível nas suas respetivas casas, era necessário deslocarmos para à ESMAD, para desenvolver e experimentar a componente de interação de RV e, mais tarde, começar sessões para os testes de usabilidade.

O espaço utilizado para o desenvolvimento do projeto para RV foi o laboratório #3 (ver Figura 6 - Dentro da sala do Laboratório #3, o oculus, o rastreamento das mãos e da posição), no novo espaço da ESMAD, na primeira parte porta de alguém que entra no edifício e é a primeira porta à direita depois do cruzamento.

Dentro do espaço, já está incluído o Oculus Rift, o oculus para RV usada durante o projeto. Já montado os dois rastreios da área os analógicos.



Figura 6 - Dentro da sala do Laboratório #3, o oculus, o rastreamento das mãos e da posição

3.3.2 Software e Hardware

No início, antes de começar a desenvolver o videojogo, o Marcos experimentou, organizou e preparou o Oculus Rift a partir do seu computador (PC), no qual conectou com cabos HDMI e USB-3. Graças ao software Meta Quest Link, é possível verificar se o contacto

dos cabos está correto, a identificação do movimento das mãos e o guardião, a área onde o jogador pode se mover livremente, se este se aproximar dos limites das bordas, os Oculus Rift alerta para tentar voltar ao centro pelos avisos visuais que dá pelos oculus de RV. Além de ter uma biblioteca de jogos Realidade Virtual, sendo alguns tutoriais e outros videojogos pagos.

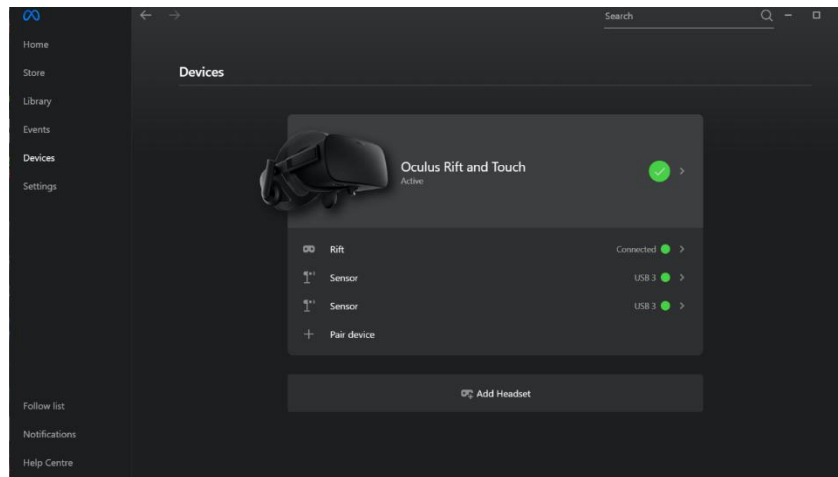


Figura 7 - Aplicação Meta Quest Link onde informa o Oculus Rift

O próximo passo do desenvolvimento do projeto é conectar o Oculus Rift ao portátil do Marcos é preciso 3 cabos USB-C e 1 HDMI. Apesar do PC ter as portas de USB e HDMI necessárias, também se tinha de conectar o teclado e o rato, onde se teria de desconectar e conectar alternadamente à medida que seria necessário experimentar o videojogo com os Oculus ou programar ou corrigir erros que apareciam. A solução foi comprar uma extensão tem com cabos USB-C para ser mais fácil de trabalhar.

3.3.3 Motor de jogo

Dentro do motor de jogo Unity, já existe ferramentas, nomeadamente, o Toolkit, um pacote que já tem diversos scripts que ajudam fazer diversas mecânicas como pegar em objetos, interagir portas e gavetas, ou o teleporte para outra área.

Na maior parte da documentação disponível para realidade virtual faz referência ao Oculus Quest 2. No entanto, a partir da Unity Asset Store, foi instalado e importado para o projeto Unity a integração dos Occulus. Embora estivesse marcado como desatualizado, ajudou não só a que pudesse testar e experimentar o projeto Unity com o Oculus Rift, também ajudou a fazer algumas otimizações básicas no jogo.

3.3.3.1 Mecânicas

No jogo, o jogador não só poderia interagir com o user interface (UI) sem ter outros componentes como o teleporte a atrapalhar ou a funcionar enquanto o mesmo interage, mas também poderia escolher alternar rotação dentro do jogo entre contínuo (*continuous*) ou num instante (*snap*). O primeiro trata-se de assim que o jogador pode rodar dentro do jogo sempre que o jogador usa o analógico direito para rotacionar-se, o que deixa ao girar mais realista, mas pode causar enjoo do movimento. O outro só basta um pequeno interação que dentro do jogo, o jogador já roda ao “teletransportar-se”, é praticamente mais imediato para um ângulo designado, o que previne que a pessoa que esteja a jogar se enjoa.

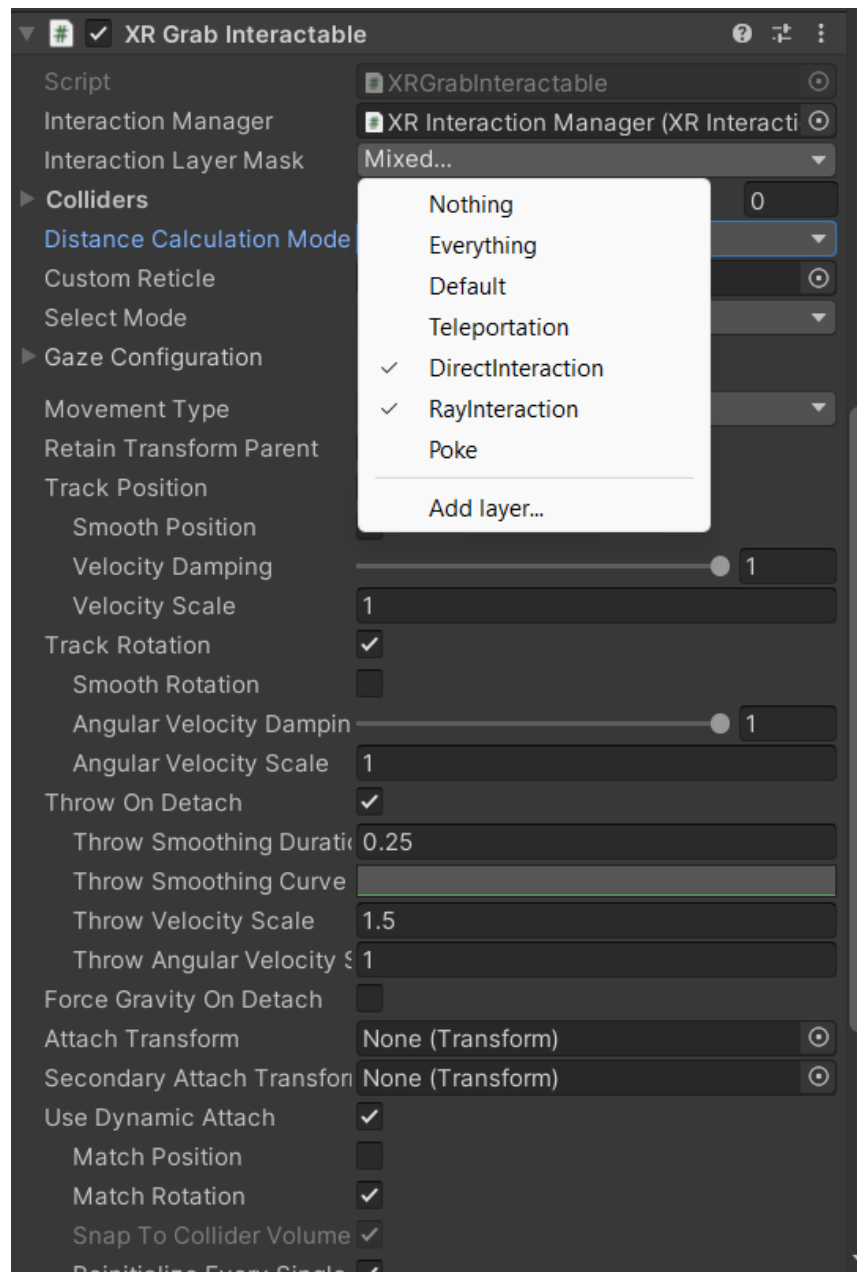


Figura 8 - Script de Interagir e agarrar o objeto com os valores usados. Alguns objetos, pode agarrar à distância, enquanto outros o jogador precisa de interagir diretamente para interagir.

Entretanto, foi criado um script de *haptic* (feedback tátil) que pode ser usado em qualquer objeto para agarrar ou atirar, ou até mesmo só entrar em contacto com o objeto em questão sem precisar de o agarrar onde poderia mexer os valores na intensidade e a duração do mesmo.

Uma das preocupações desde o início do projeto foi combater, de alguma forma, o *motion sickness*.² Uma estratégia comum em diversos jogos de RV é usar o Tunnellig Vignette. Em que o Toolkit já tem disponível, embora à parte.

Essencialmente, é o gradiente à volta do centro, em que limita a visão do Jogador. Desta forma é capaz de mitigar o enjoo do movimento que pode acontecer ao jogador durante a sessão. De uma maneira fácil, é possível adicionar uma transição de alguns centésimos de segundos da *vignette* de “abrir” e “fechar” enquanto no videojogo, o jogador está a teletransportar-se ou a rodar instantaneamente.

À medida que o Bernardo Santos completava as suas tarefas de modulação e texturização, estas foram sendo colocadas no jogo progressivamente. Antes de os modelos serem os finais, era visto pelos mestrandos como ficaria dentro do jogo ao jogar, visto que eles querem um ambiente que se encontre parecido à realidade, o que convém que os modelos não sejam demasiados grandes para o jogador quando jogar tem a sensação de ser uma formiga numa terra dos gigantes, nem os objetos em volta serem pequenas ao ponto de parecer que o jogador é um gigante. Quando criado as portas e gavetas, uma ideia que surge durante o desenvolvimento é a possibilidade de o jogador ter o controlo de abrir ou fechar gavetas, e abrir portas para tornar a experiência mais realista e imersiva. Apesar de algumas dificuldades de evitar que as portas e gavetas tivessem comportamentos estranhos como abrir mais do que devia ou “destruí-las”. Por mais caricato que fossem as situações, convém dar alguma limitação ao jogador. É por isso que foram criadas articulações (*joints*) como forma de evitar comportamentos desses objetos de uma maneira indesejável. O nome do componente chama-se *hinge joint*, quando adicionado num objeto limitar o movimento da porta nova, como se tivesse ligado a uma dobradiça, ainda dentro do script, é possível alterar o sentido da rotação e limitar até onde pode se abrir.

O jogador tem de procurar pelo corredor pistas de qual é o código ao olhar a volta pelo corredor e até interagir com objetos ao procurar por pistas. O jogador pode interagir com os números com um script de interação *poke* onde é possível atribuir o transformador aonde vai ser pode interagir, que, no caso do jogo, foi escolhido a ponta do dedo indicador de cada mão.

² Motion Sickness - Náusea causada pelo movimento, enjoo de movimento.

Para manter organizado, colocar as interações com interação direto, interação à distância via raio e *poke* nas suas respectivas camadas de interação para organizar e ser fácil definir um objeto não é interagido por uma das interações que não seja pretendido. No entanto, quando criei a camada do poke e associava apenas esta no Script, não interagia. A solução encontrada foi que ou colocava no Script de tocar com o dedo (=poke) na parte das camadas todas as opções que incluía o padrão, embora este método não é o mais organizado, fez com que a interação funcionasse.

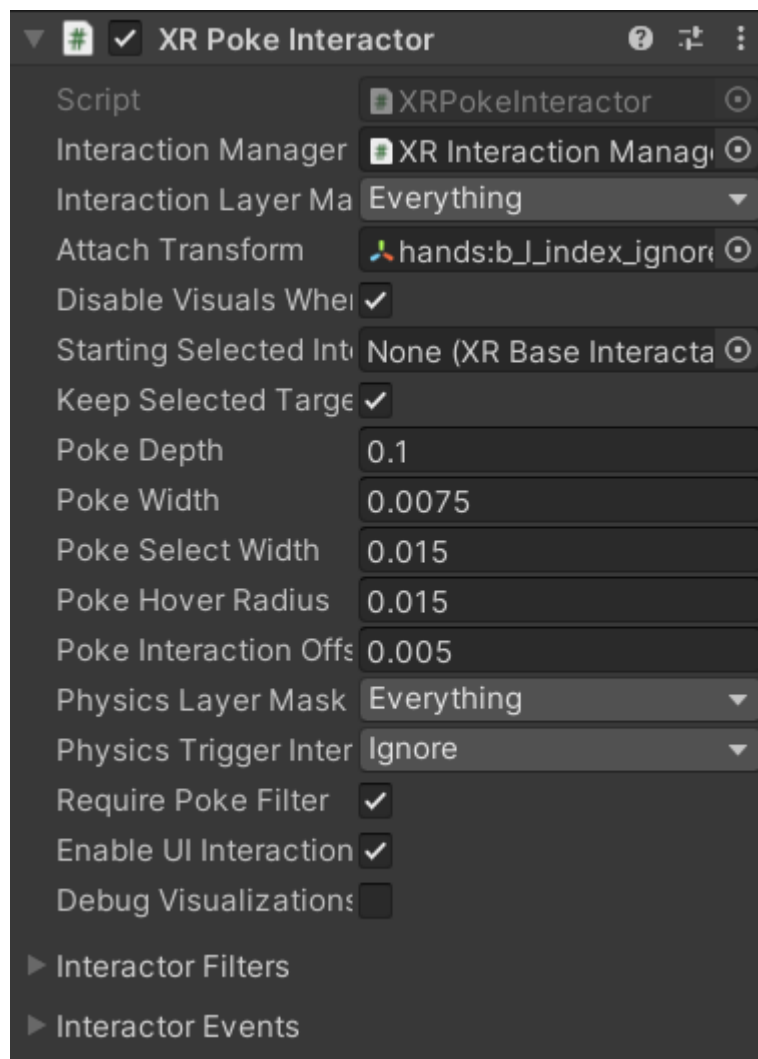


Figura 9 - o script de tocar levemente com o dedo indicador.

O Bernardo modelou uma porta futurista aonde o jogador tem de colocar o cartão encontrado quando se abre o cofre. Na teoria, já está implementado, mas há sempre o risco de dar demasiada liberdade ao jogador e colocar o acessório numa maneira que não seria mais correta. Felizmente, o Toolkit tem um script que ajuda colocar o objeto num sítio com a

posição e a rotação pretendida a partir de um objeto vazio (= empty gameobject) onde manualmente ajustava a posição e a rotação de como queria que o objeto iria estar colocado durante o videogame. No exemplo do jogo, quando o jogador sai do quarto, há um corredor aonde no fundo há uma porta onde precisa de um certo objeto para passar, neste caso, um cartão. Assim que o cartão tiver obtido, pode colocar no sítio onde é suposto colocar. O jogador irá saber graças a uma visualização azul de aonde está o lugar. De notar que para ser possível colocar o objeto, o cartão neste caso, tem de adicionar uma colisão, mas em vez de ser uma colisão tradicional, é como uma região onde o objeto tem de estar dentro para funcionar.

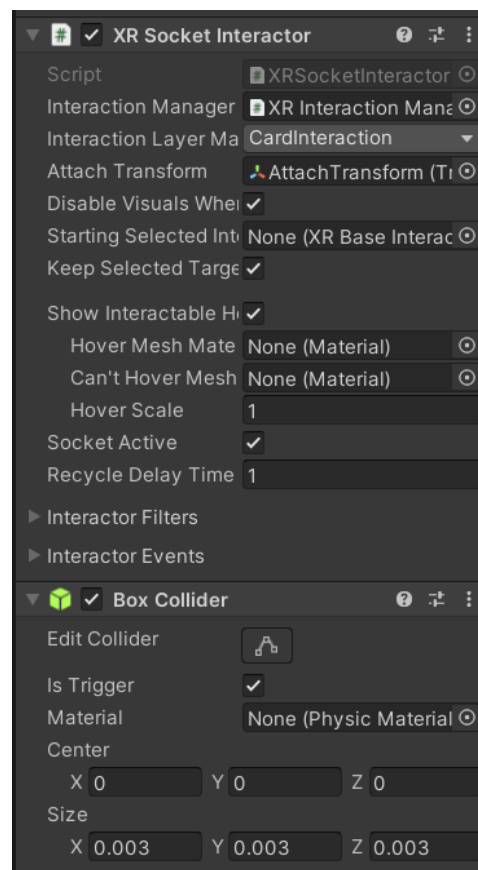


Figura 10 - Script que deixa colocar o objeto num lugar já pré-definido.

Se o Is Trigger não tiver um visto, o comportamento não irá funcionar corretamente. Outra preocupação é caso o jogador quiser ser brincalhão e não seguir conforme as regras e pegar em qualquer outro objeto e colocar como se fosse um cartão. Para evitar este comportamento não intencional, foi criada uma outra máscara só para o cartão, assim como mostra na Figura 9 - o script de tocar levemente com o dedo indicador., para apenas os objetos

que possam ser apanhados que têm a camada correspondente podem ser colocados. Neste caso, apenas o cartão tem.

Com o loop do jogo pretendido, só bastava polir e corrigir pontuais erros, tudo parecia caminhado para testes de usabilidade o quanto antes, mas até que surge um problema: Foi descoberto que o Oculus Rift, mais precisamente o rastreamento das mãos que é usado pelo *hardware* que está a ser utilizado deixa de funcionar de uma maneira inusitado.

3.3.3.2 Otimização

Uma das preocupações na imersão na realidade virtual é tentar que o protótipo corra numa maneira mais estável possível, logo é preciso otimizar sempre que for possível, não só no código, como também o ambiente e o que é “visto” pela câmara.

Uma solução para evitar o videogame ficar muito lento foi utilizar o Occlusion Culling³, uma forma de fazer com que as imagens dos objetos que estão atrás de outros objetos na perspectiva da câmara, não sejam renderizados, apenas mostra as imagens o que o jogador está a ver pela câmara, ignorando os objetos que não se vê. Outra solução foi tentar descomprimir as texturas do projeto, embora as texturas percam a qualidade, o desempenho do jogo enquanto corre melhorou.

3.3.4 Mudança para o Meta Quest 2

Mais tarde, foi descoberto que o Unity deixou de dar suporte ao Oculus Rift. Tentou-se criar um projeto de raiz com suporte ao oculus, sem sucesso. Foi feito um contacto com o suporte do Meta, mas não souberam auxiliar. Mandaram duas hiperligações onde mostra os novos *plugins* para colocar. Mesmo com as referências dos *links* para descarregar o pacote (=package) com a nova integração que tem tudo num só pacote do Unity. Durante as experiências de imigrar ou criar de raiz com o *package* atualizada, o rastreamento das mãos continuava a não funcionar.

A solução restante foi comprar o Oculus Quest 2, uma vez que era mais fácil encontrar documentação e ajuda online para estes óculos, no entanto, era previsto chegar duas a três semanas desde o dia encomendado. Durante este tempo, procurámos participantes para os

³ Occlusion Culling – Processo que previne Unity renderizar cálculos de objetos que estão completamente escondidos da vista por outros objetos.

testes de usabilidade que enquadravam no perfil que procurávamos e pensar no protocolo de como seria feito, além de um questionário.

Quando o aparelho chegou, no início, pensou ser necessário alterações para colocar o rastreamento das mãos a funcionar, mas já funcionava como estava, sem mexer no código ou nas definições. Apenas mudar o tipo de *build* de Windows/PC para Android dentro do Unity, porque este oculus tem suporte a Android. Já no Meta Quest 2, não só era mais fácil colocar o guardião e ter a sua área de jogo, como também dava para ver e gravar a partir do telemóvel o que o participante via nos óculus, foi uma vantagem para os testes de usabilidade. Para colocar a *build*, era só necessário ativar o modo de programador na aplicação do telemóvel e ter um cabo USB que conecta o Oculus até o computador e fazer *build* com referência do equipamento nas definições.

Nas semanas seguintes foram implementados os modelos finais no projeto e corrigir erros e comportamentos não intencionais o maior número possível para que as pessoas que fossem experimentar poderiam ter uma experiência desagradável. Quando foi colocado tudo pronto, ainda havia um sentimento que faltava algo no mapa, até que surgiu a ideia de colocar a luminosidade e sons, uma das partes mais importantes num videojogo, visto que dá feedback do que está a acontecer e uma maior imersão. Os sons são implementados com um software chamado FMOD, muito conhecido pela indústria dos videojogos, por dar mais opções para a sonoplastia e não parecer ser o mesmo som durante a jogabilidade, como os sons dos passos, ao abrir a porta para o laboratório dentro do jogo e ao interagir ao inserir a senha no cofre no quarto.

3.4 Testes de usabilidade

A parte do desenvolvimento dos modelos e do som ficou atrasado, o que, consequentemente, atrasou também o desenvolvimento do protótipo em realidade virtual com os modelos e a sua respetiva texturização e implicou os testes de usabilidades serem realizados mais tarde do que o previsto.

Como em diversos protótipos e videojogos, infelizmente, teve de se cortar algumas texturizações e modelos que inicialmente eram previstas para colocar no protótipo final para encurtar a experiência e acelerar o processo para estar pronto o mais cedo possível para os testes de usabilidade.

Além de adiar o prazo de entrega para a época de recurso por que o Marcos e o Bernardo não estavam satisfeitos com a situação do projeto e é preciso mais tempo para dedicar-se não só ao projeto, como a realização dos testes de usabilidade, uma parte importante para retirar as conclusões para cada, foi decidido entregar para a fase de recurso. A extensão do tempo permitiu polir e adicionar sonoplastia com o que já se encontrava no protótipo de realidade virtual com elementos de narrativas indexicais.

Inicialmente, o plano principal era realizar os testes de usabilidade no Laboratório #3 com o monitor e computador já colocados na sala e, na mesa ao lado, tinha o computador do Marcos ou do Bernardo para responder a um questionário depois de dez minutos de jogabilidade.

Primeiramente, foi tentado aceder o computador com as credenciais do Marcos pelo endereço eletrónico da faculdade. No entanto, não era possível entrar com as credenciais. Em seguida, foi mandado um email para o gabinete de informática da ESMAD ao explicar a minha situação em detalhe e mandar evidência para resolver e obter o acesso.

Entretanto, os planos mudaram quando foi passado para o Oculus Meta Quest 2 devido aos problemas anteriores referidos ao desenvolvimento dos oculus anteriores, mas o plano de usar o laboratório #3 por ter o roteador onde os computadores e dispositivo serem ligado a internet. O plano de ter os computadores na outra mesa ao lado para o testador preencher um questionário e nós termos as informações. Durante o participante estava com os óculos, era gravado, a partir do telemóvel, pela aplicação do Meta, o que a pessoa via pelos Oculus.

Enquanto o jogo está a correr, o utilizador é encorajado que este fale em voz alta o que pensa e o Marcos e o Bernardo anotam.

Uma vez terminado a sessão, um dos mestrandos informava o jogador que o tempo previsto terminou e guia para um questionário com perguntas de escolha múltipla e de texto longo com o maior número de detalhes possível sem o Marcos e o Bernardo influenciar as respostas. Para terminar, há uma sessão mais aberto onde os dois falam com a pessoa que acabou de testar.

Durante os testes de usabilidades, os participantes escolhidos têm um perfil que corresponde a uma pessoa que joga videojogos, seja de uma maneira casual ou diversas horas, não tinha necessariamente de ter experimentado realidade virtual anteriormente.

3.5 Questionário

O questionário desenvolvido para obtenção e análise de resultados dos testes de usabilidade foi baseado no que Jennett et al. (2008) utilizou nos seus experimentos para a imersão com ajustes feitos pelo Marcos e Bernardo. O questionário está dividido em quatro secções:

- A primeira secção é mais geral e pergunta o género da pessoa, a idade e se já tem experiência em realidade virtual;
- A segunda secção contém perguntas de imersão com escolhas múltiplas focado a cerca da imersão;
- A terceira secção foca na experiência do jogo em que o participante representa de um a cinco;
- A quarta secção é de resposta aberta.

No total, sete participantes testaram a sessão. As respostas dos participantes as questões estão apresentadas em anónimo, mas as questões abertas corresponde ao número de participante.

3.5.1 Secção 1 informações pessoais

Na primeira pergunta desta secção é sobre o género de cada participante, sendo que seis se identificam como masculino e um participante como feminino ao responderem a primeira pergunta da primeira secção

What is your gender?

7 responses

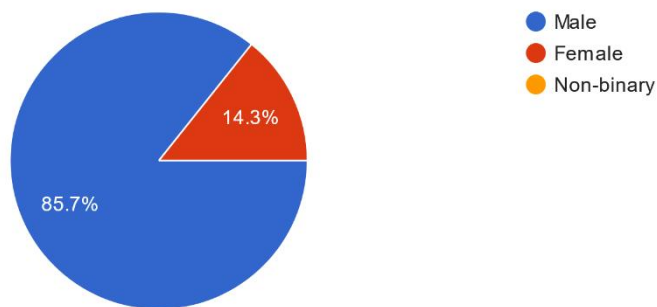


Figura 11 - Resultados qual é o género de cada participante

A faixa etária dos participantes é entre os vinte e um e trinta anos, sendo 85% dos participantes tem entre os vinte e um e vinte e cinco anos, apenas um (14,3%) participante tem acima dos vinte e cinco e menos que trinta e um. Há aqueles jogadores que tentam quebrar o videojogo de todas as maneiras possíveis, como sair do local suposto, o que fazia com que fosse preciso reiniciar o videojogo devido a problemas técnicos.

What is your age?

7 responses

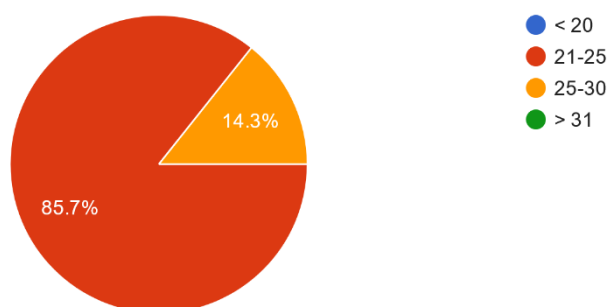


Figura 12 - Resultados da faixa de idade dos participantes

Relativamente aos participantes já terem utilizado a tecnologia de realidade virtual, obtivemos respostas mais divididas, onde 2 responderam que na sessão é a primeira vez que iriam usar o Oculus, enquanto outros três já utilizaram uma ou duas vezes a RV. Por fim, dois dos sete participantes costumavam utilizar a realidade virtual mais do que seis ocasiões.

Did you use Virtual Reality before?

7 responses

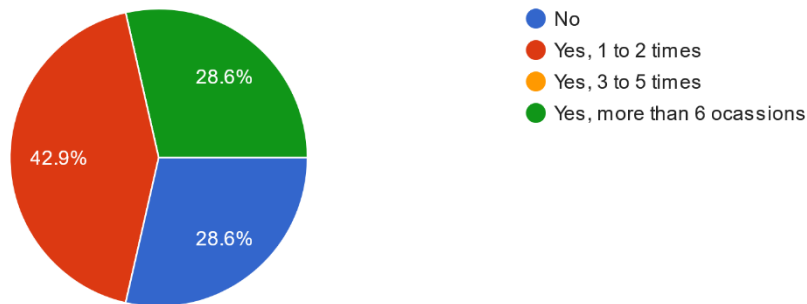


Figura 13 - Resultados dos participantes da pergunta se já utilizaram realidade virtual antes.

3.5.2 Secção 2 imersão no jogo

Na segunda sessão são perguntas de escolha múltipla, onde os participantes numa escala de concorda ou não concorda acerca da imersão do jogo, se o jogo é agradável de se jogar, se esquecia os problemas da vida real, se sentia a necessidade de parar e se os controlos eram intuitivos, além de uma pergunta de sim-não se completou o jogo, no qual todos os participantes completaram com sucesso. Na parte do jogo ser agradável de se jogar, todos responderam positivamente, sendo cinco (71,4%) responderam que concordaram bastante e 2 (28,6%) concordam.

I enjoyed playing the game.

7 responses

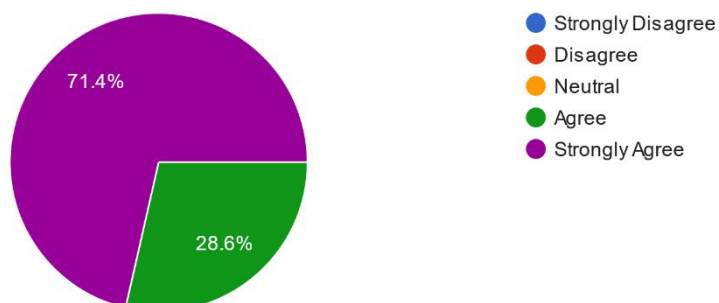


Figura 14 - Resultados da pergunta se os participantes gostaram de jogar o protótipo

Na próxima pergunta se os controlos, mais precisamente, do rastreamento das mãos são fáceis de apanhar o jeito, no sentido de sentir natural a reação dos controlos serem responsivos, embora um participante (14,3%) respondeu como neutro, os restantes concordaram (28,6%) ou concordaram bastante (57,1%) que os comandos eram fáceis e intuitivos.

The controls were easy to pick up
7 responses

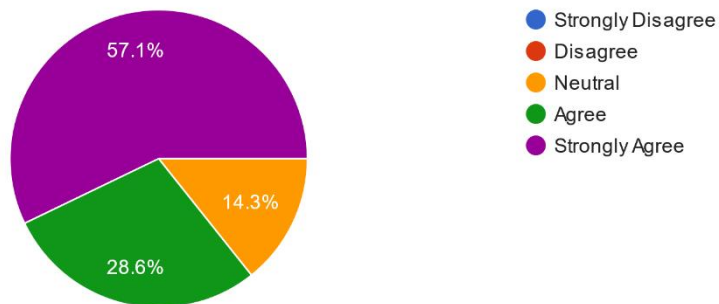


Figura 15 - Resultado dos participantes se os controlos são fáceis de apanhar o jeito.

A próxima pergunta para os participantes no questionário é se gostaram dos gráficos e imagens do videojogo/protótipo, ao que as opções de neutro e concordar receberam uma resposta cada (14,3%), enquanto os restantes cinco responderam como concordam bastante (71,5%).

I enjoyed the graphics and imagery of the game.
7 responses

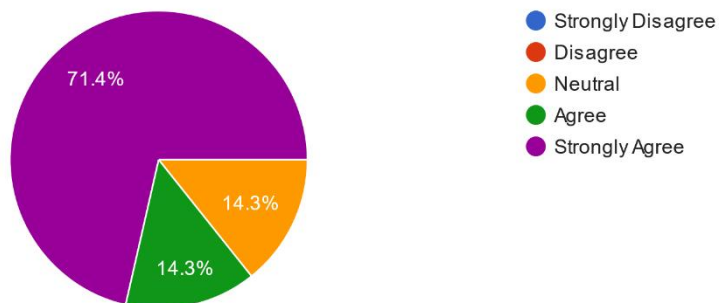


Figura 16 - Resultados dos participantes se gostaram dos gráficos e imagens do jogo.

Na questão seguinte, é questionado se o participante completou o jogo. Embora com algumas dificuldades técnicas, todos os participantes efetivamente completaram o jogo e estes foram sinceros e responderam que sim, por unanimidade.

Did you complete the game?

7 responses

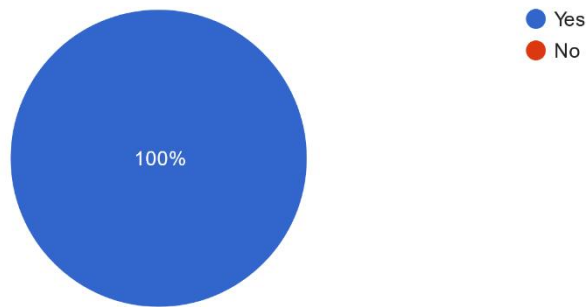


Figura 17 - Resultado dos participantes se completaram o jogo.

Nesta questão, cada participante tem de avaliar de um a cinco (um como mau e cinco como ótimo) acerca do quão envolvente era o protótipo. Dos resultados obtidos pelo Google Forms, um participante avaliou como três (14,3%), enquanto dois participantes avaliaram com cinco e os restantes deram nota como quatro na escala de um a cinco.

How was the immersiveness of the game. Rate from 1 to 5. (1 being bad and 5 being great)

7 responses

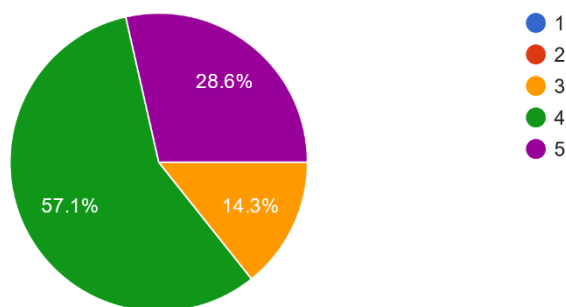


Figura 18 - Resultados de escala 1 a 5 de quão era o envolvimento do jogo.

Já na questão de se os participantes sentiram que estavam a mover pela sua vontade, também se registou um participante que colocou como neutro (14,3%), no entanto os

restantes seis participantes responderam positivamente, dois e quatro participantes concordam e concordam bastante, respetivamente.

I felt I was moving through the game according to my own will.
7 responses

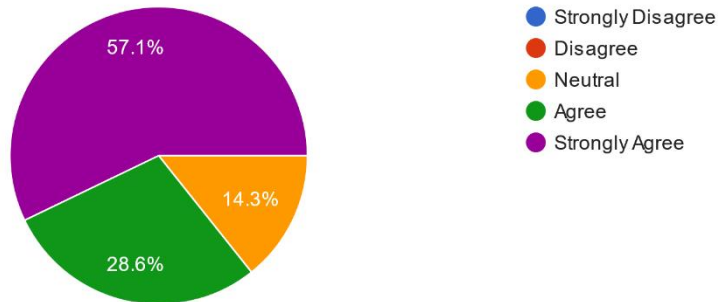


Figura 19 - Resultado dos participantes que sentiram que estavam a mover no jogo pela vontade própria.

Nesta pergunta de para os participantes até que ponto sentiram como se estivessem separados do mundo real, foram submetidas pelos sete participantes que concordaram. quatro (57,1%) e três (42,9%) participantes responderam que concordam plenamente e concordam, respetivamente.

To what extent did you feel as though you were separated from your real-world environment?
7 responses

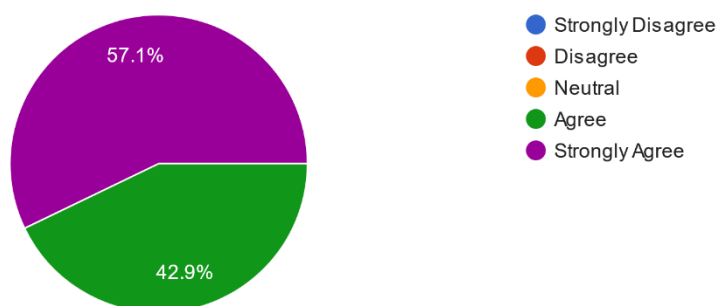


Figura 20 - Resultados de até que ponto sentiram como se estivessem separados do mundo real.

Na seguinte questão, os participantes tenderam mais para discordar totalmente em que os “pensamentos e preocupações do dia-a-dia estavam na sua mente”, mais

precisamente cinco participantes responderam que discordam plenamente, enquanto um participante concordou com a afirmação e outro esteve neutro em relação a mesma.

Everyday thoughts and concerns were still on my mind.

7 responses

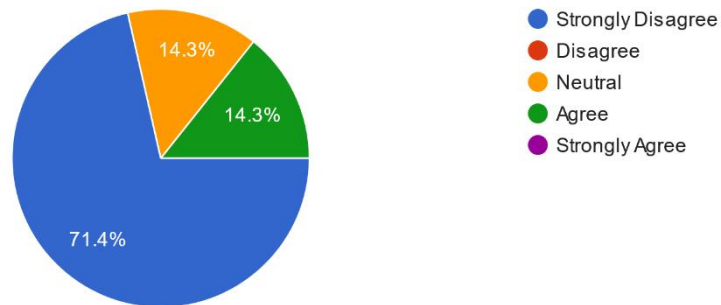


Figura 21 - Resultados dos participantes da questão os pensamentos e preocupações do dia-a-dia estavam ainda na mente.

Por última questão desta sessão, os participantes estiveram um bocado mais divididos, na afirmação de “Não senti a necessidade em qualquer altura de parar jogar e verificar as minhas redondezas”, ainda assim quatro participantes (57,1%) concordaram bastante, um participante concordou, outro discordou e mais um que ficou neutro.

I did not feel the urge at any point to stop playing and check my surroundings.

7 responses

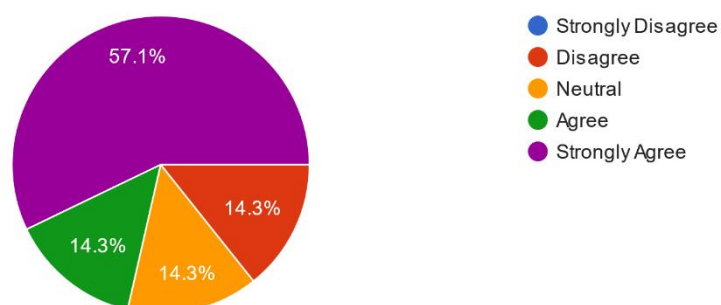


Figura 22 - Resultados dos participantes se sentiram a necessidade de parar de jogar e verificar as redondezas.

3.5.3 Secção 3 experiência do jogo

Na secção três, cada participante escolhe cada pergunta numa escala de um a cinco, sendo um como “não, de todo” e cinco como “bastante” de perguntas de empenhado, motivado e a experiência. Na primeira desta secção é perguntado o quão empenhado o participante colocou ao jogar o videojogo, onde três dos participantes avaliou em quatro enquanto dois avaliaram como bastante, e os dois votou em dois e três cada.

How much effort did you put into playing the game?

7 responses

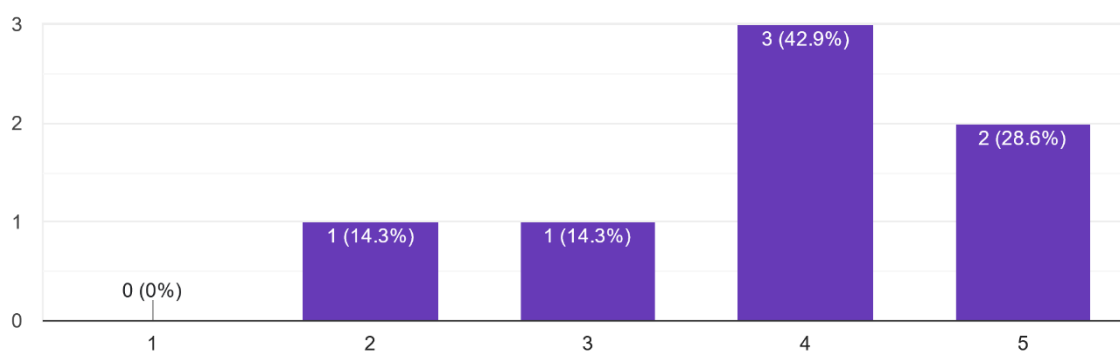


Figura 23 - Resultados dos participantes de quão esforço colocaram ao jogar o jogo.

No seguimento da próxima questão de “até que ponto o participante sentiu que o jogo era algo que experienciava do que algo que só estava a fazer” onde todos os sete participantes avaliaram quatro para cima. Quatro e três participantes colocaram em cinco e quatro como resposta, respetivamente.

To what extent did you feel that the game was something you were experiencing, rather than something you were just doing?

7 responses

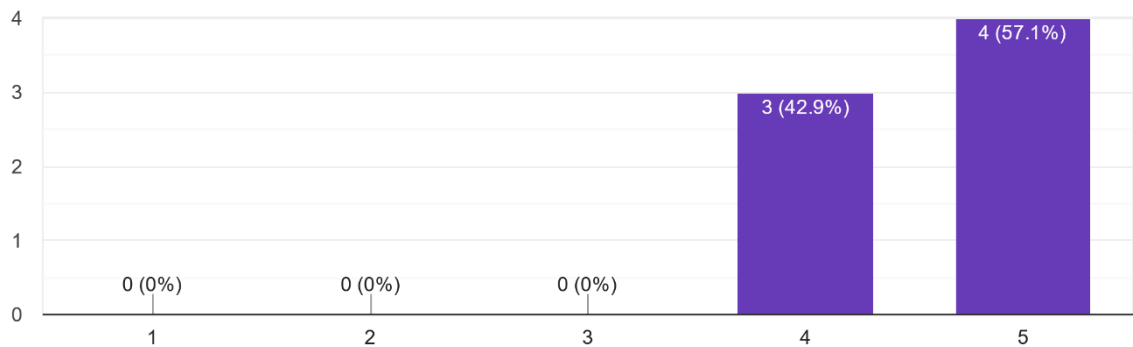


Figura 24 - Resultado dos participantes da pergunta até que ponto o participante sentiu que o jogo era algo que experienciava do que algo que só estava a fazer”.

Nesta pergunta de se cada participante “teve alguma altura durante a sessão de jogar que queria desistir” no qual a maioria dos participantes, mais precisamente cinco (71,4%) colocaram como “não, de todo” enquanto os outros dois participantes colocaram como dois.

Were there any times during the game in which you wanted to give up?

7 responses

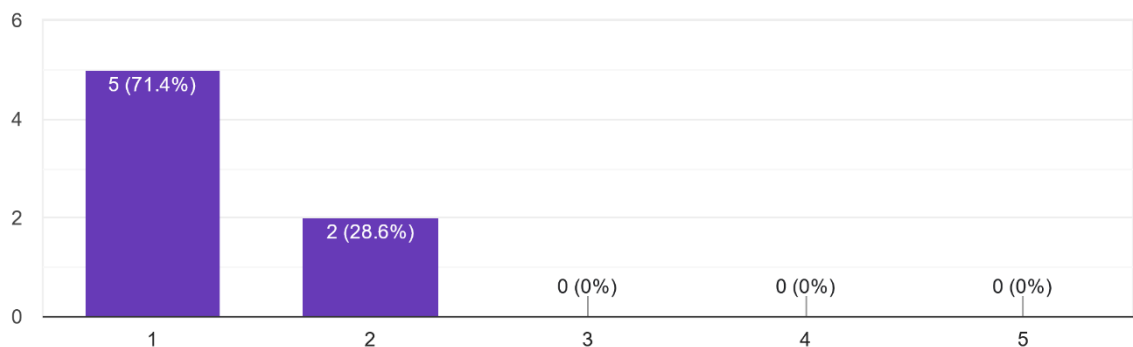


Figura 25 - Resultados dos participantes se teve alguma altura durante a sessão de jogar que queria desistir.

A última pergunta para os participantes no questionário “até que ponto, sentistes motivado enquanto jogar”, cinco responderam como bastante, enquanto dois participantes avaliaram em quatro.

To what extent did you feel motivated while playing?

7 responses

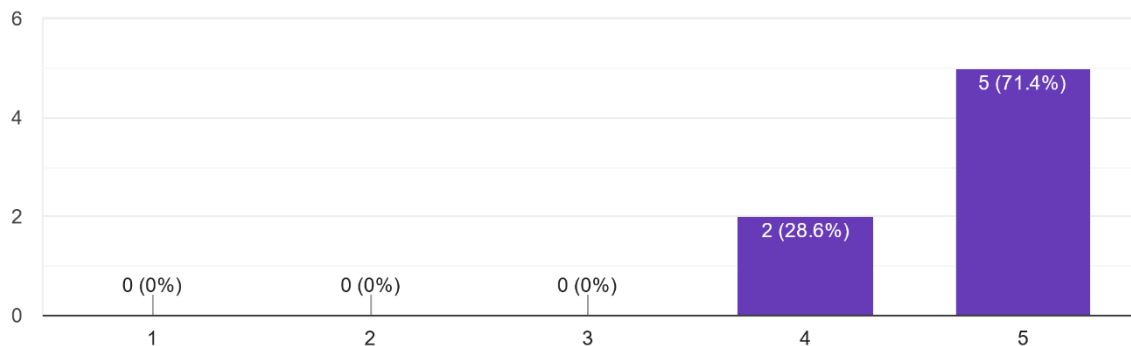


Figura 26 - Resultados dos participantes sobre até que ponto, sentistes motivado enquanto jogar.

3.5.4 Secção 4 respostas abertas

Por fim, na quarta e última parte, são perguntas de respostas aberta em que cada jogador explica e exprime-se com ou sem detalhes, pelas suas palavras, o que acha da atmosfera e a arte do jogo, se entendeu os objetivos do jogo, e caso não, que o fez não entender.

A primeira pergunta é “What do you think of game's atmosphere?”, onde as respostas foram relativamente positivas, onde o participante 1 disse que “the enviroment fits the game style”. O participante número dois escreveu uma mistura do sombria e colorido. O participante três observou nas palavras dele “It had a retro look to it, that felt consistent throughout all the assets and visual elements”. Os participantes quatro e cinco comentaram sobre a falta de som ambiente e abstrativo, respetivamente. O participante seis deu uma resposta detalhada sobre a atmosfera do jogo: “The atmosphere in the room was perfect, the color tones giving it a familiar vibe, while the items seeming like they were "giving too much". It gave the impression that it was a "fake teenager room", meant to convey some sort of security. The laboratory was likewise mysterious, yet the choice of brightness impacted a lot.”

Finalmente, o participante sete disse que gostou da atmosfera do jogo, mas achou que o estilo do quarto não combinava com a energia do laboratório.

A Segunda pergunta é a seguinte: “What do you think about game's art?”. Como respostas, o participante número 5 respondeu apenas como “incrível”. Os participantes dois, quatro e seis admitiram que acharam a arte do jogo simples, no entanto, o quatro adiciona que é detalhado e não precisa ser mais complexo do que já é. O participante dois cita “Simplistic like a childs' painting yet with a tint of obscurity that leaves the player yearning for more.” O participante três, embora ter gostado da arte, sentia dificuldades em saber quais objetos poderia interagir. O participante sete refere que alguns modelos poderiam ter mais como texto ou números.

Na seguinte pergunta, “Did you initially understand the main objective of the game? And if not, why?” os participantes dois, três, cinco e sete responderam que sim, apesar de o participante admitiu que não viu a porta que poderia abrir na esquerda, inicialmente. Em contrapartida, o participante 1 escreveu que não percebeu o objetivo ao início por ter começado a perceber como podia interagir a sua volta no jogo. Só depois é que percebeu qual era o objetivo. O participante quatro também respondeu que não porque no início não caminhou para a porta do laboratório. Por último o participante seis disse que não percebeu que era preciso um cartão pelo corredor estar escuro e clicou nos números do cofre sem procurar pelas pistas, ao que o mesmo cita: “The lighting in the wall on the Laboratory is too dark to realize you may need a keycard directly, the lighting feels very uniform. Aside from that, the nature of the medium of VR being much more interactive than other games, makes it so that clicking the keycard multiple times felt like second nature, therefore starting to get the code without finding the letter.”

Ao passar para a próxima pergunta, “Did you understand how to find the hidden vault?” ao qual os participantes um e quatro responderam que sim, embora o número quatro admitiu depois de muito tempo. Já o participante dois respondeu que entendeu mais ou menos porque, nas palavras dele, “struggled to notice that the place where it was, was actually interactive”. Por outro lado, o participante três respondeu que inicialmente não percebeu, embora depois, segundo o mesmo, disse “when I was interacting with everything in the room, I did not for once think about interacting with the painting even though it is bright green.” O participante seis disse que entendeu ao encontrar o cofre graças ao ecrã verde do quadro que contrasta com o resto do quarto enquanto estava a investigar o quarto. Por fim, o participante

sete refere que encontrou o cofre ao mexer tropeçar enquanto tentava mexer com todos os objetos.

Por fim, a última pergunta da última sessão é “Did you know what you are looking for? If not, what was the reason?” no qual o participante dois disse que sim, os números eram óbvios. Os participantes um e três disseram que precisavam de procurar por uma chave para interagir com o portão futurístico. O participante quatro comentou que não entendeu pelo que estava a procurar uma vez que não reparou que a textura do cofre tinha números ao lado e demorou algum tempo para descobrir o número na parede. Ainda o participante quatro, assim como o cinco e o sete tiveram dificuldades ao encontrar a pista que estava no calendário.

Uma vez respondido e submetido o questionário no Google Forms, onde apenas o Marcos e o Bernardo têm acesso as respostas, há uma conversa mais aberta entre os participantes que acabaram de fazer o seu questionário e a sessão e os dois mestrandos onde o Marcos e o Bernardo receberam opiniões de melhorar o protótipo e em que género que na opinião das pessoas coloca o que acabaram de experienciar e outros comentários. É gravado a voz dos três com consentimento, no entanto, o nome e as informações pessoais não são revelados.

3.5.5 Observações e análises dos testes de usabilidade

De realçar que não obtivemos tantos participantes como desejávamos, mas como era um espaço onde o Marcos e o Bernardo tinham acesso, eles estavam sempre presentes nas sessões dos testes de usabilidade para ter a melhor qualidade possível de cada sessão.

Mesmo com os problemas técnicos que foram encontrados durante os testes de usabilidade, é possível retirar pontos importantes comuns na sessão de cada participante. Todos os participantes não olharam para aos riscos ao lado do quadro que existiam na parede (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**) por que os participantes estavam à procura de todos os objetos que poderiam interagir para ver se havia pistas escondidas.

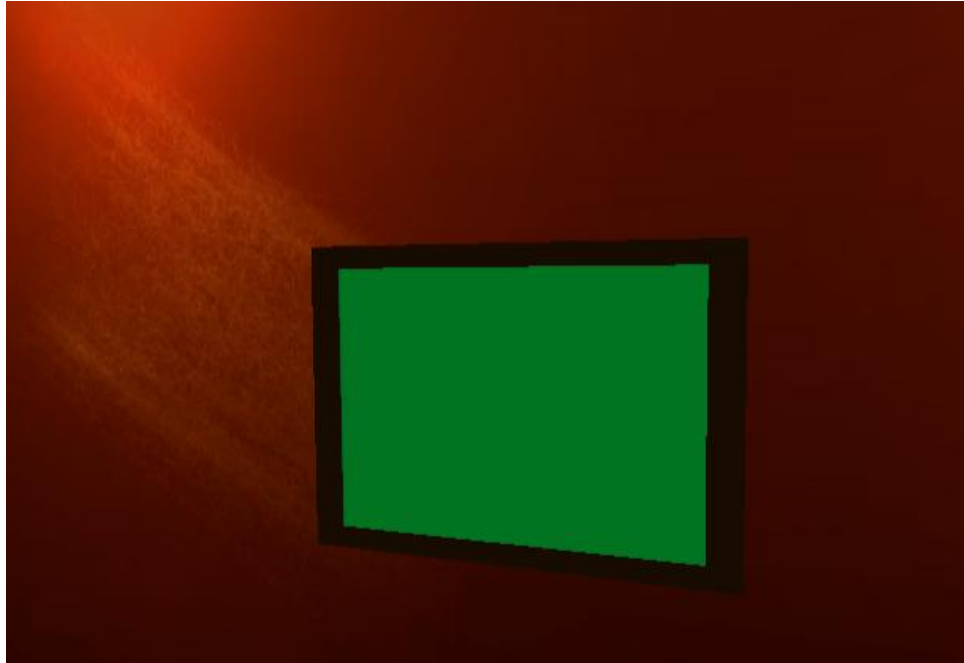


Figura 27 - Quadro a esconder o cofre com riscas ao lado.

Outros jogadores estavam mais interessados a tentar interagir e descobrir quais objetos eram interagíveis e, normalmente, ficaram desiludidos quando um acessório que à partida parecia fazer algo, era no final apenas estático para servir como decoração.

Pelos testes de usabilidade, foi notado que, no jogo, o ideal foi ter uma consistência de comportamento ou funcionalidade entre objetos. Um exemplo foram as gavetas. Algumas eram possíveis serem abertas pelo jogador com as suas mãos virtuais, outras gavetas, por outro lado, eram imóveis e o jogador não podia abri-las. Outro exemplo, como muitos participantes pensavam que, como não conseguiam pegar num outro quadro, não tentaram pegar no quadro a guardar o cofre (ver **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). Então, por questões de consistência, foi decidido colocar a interação para todos os outros quadros presentes no quarto, ou seja, o jogador pode pegar com as suas mãos virtuais qualquer quadro.

Também foi reparado que as pessoas mais experientes com a realidade virtual preferiram desabilitar a opção de ter a vinheta sempre que se move, visto que já estavam mais habituados ao efeito da RV e resistentes ao enjoo do movimento e, por vezes, diminuía o campo da visão, mas os participantes que não têm ou têm pouca experiência com a tecnologia não repararam na opção de desativar a vinheta, mas, ao longo do tempo, habituaram-se mesmo estranhando de início. A opção de desabilitar a opção estava escondida e era

preferível o jogador encontrar visto que não é só uma opção para os participantes mais experiente nos oculus de realidade virtual.

Como referido anteriormente, os utilizadores não repararam pelo índice que estava na parede ao lado do quadro para indicar que o objeto pode ter algo escondido atrás do mesmo, mas os participantes ignoraram e focaram mais ao tentar interagir com todos os acessórios disponíveis no quarto, só percebiam que o quadro poderia haver uma interação graças ao contorno quando alguém tenta selecionar o quadro.

Durante as sessões de testes de usabilidade ninguém sentiu enjoo do movimento, tanto os participantes que não chegaram a tirar a vinheta, como aqueles que jogaram sem a vinheta visto que a experiência era curta. Mais depressa paravam de jogar por causa do calor que se sentia.

Apesar o número de participantes ter sido menor do que esperado, por ser agosto e muitas pessoas estarem de férias, e de alguns problemas técnicos, tanto a partir do videojogo como do hardware (lentes embaciadas ou a precisar de ajustes o que dificulta a visão para ver pistas importantes), houve padrões a registar. Por exemplo, nenhum dos participantes reparou nos riscos da parede ao lado do quadro.

CONCLUSÃO

Em suma, Marcos Engelhard e Bernardo Santos desenvolveram um projeto colaborativamente de um videogame 3D com narrativas indexicais, onde o Marcos focou mais na programação e adaptação para a realidade virtual e o Bernardo mais na modelação e sonoplastia no desenvolvimento. Mesmo com contratempos durante o desenvolvimento do projeto e uma amostra de reduzida de participantes dos testes de usabilidade, foi possível retirar o máximo da sessão, dos questionários anónimos e conversas de cada participante. Os índices que, à partida, eram para auxiliar os participantes a descobrir pistas para guiar nos objetivos, como as riscas para o quadro, foram ignorados, visto que eles estavam mais preocupados em tentar apanhar ou mover todos os objetos que encontravam ao seu redor.

Com este projeto, depois dos testes de usabilidade realizados, foi possível comprovar pelos resultados obtidos que um videogame é mais imersivo e interativo em realidade virtual do que da maneira tradicional a partir de um ecrã onde joga apenas com um controlo ou rato e teclado. Segundo os questionários anónimos e os diálogos com os participantes, também foi comprovado que não houve registo ou menções acerca do enjoo, os participantes com menos experiência habituaram a vinheta, enquanto os participantes com experiência em jogo em realidade virtual desabilitaram a vinheta.

O Marcos teve dificuldade ao fazer as gavetas e as portas apenas abrirem-se sem serem apanhadas pelo jogador quando este interagia. A solução encontrada foi usar um componente no Unity chamado *hinge joints* para ficar imóvel na posição, rodar e limitar até onde se pode abrir.

Outra dificuldade sentida foi evitar que o teletransporte, o movimento e apanhar os objetos pode atrapalhar e fazer as ações ao mesmo tempo. A solução encontrada foi colocar em camadas (*layers*) para manter os comportamentos consistentes e ser mais fácil configurar se um objeto pode ser pego ao longe ou se o jogador tem de interagir diretamente com as mãos virtuais, ou toca com a ponta do dedo.

Apesar da empresa Meta ter descontinuado a produção de *hardware* do rift, o Oculus ainda tinha suporte na aplicação Meta Quest link aonde pode aparelhar o Oculus Rift e o rastreamento dos analógicos e da posição e ter uma loja ou tutoriais de utilizar os comandos.

Os testes de usabilidade, uma parte importante para o projeto, foi adiado devido a atrasos no desenvolvimento e os rastreadores do comando do Oculus Rift deixou de funcionar

assim que é corrido o jogo, embora ser possível ver os jogos, as mãos dentro do jogo não moviam. Dentro do Unity, o Oculus Rift deixou de ter suporte. O Marcos acabou por comprar o Meta Quest 2, um *hardware* de realidade virtual onde é mais fácil encontrar documentação e procurar por ajuda online.

Durante os testes de usabilidade foi decidido que o Marcos e o Bernardo estivessem sempre presentes, visto preverem que a amostra de participantes para os testes de usabilidade iria ser reduzida por começarem no início de agosto onde muitos já combinados se encontravam de férias, então para as sessões ocorrerem com qualidade onde cada um pode tirar as suas conclusões e resolver problemas técnicos.

Para trabalho futuro, prevê colocar o projeto como portfólio para ser público e mais pessoas experimentarem. Adicionalmente, adicionar mais referência para mais material onde jogadores podem interpretar e construir uma história. Por fim, melhorar o videojogo para ser ainda mais agradável e imersivo para todos os jogadores, independentemente da experiência com realidade virtual.

No entanto, com recurso de casos de estudos com videojogos de Super Hot e Skyrim onde utiliza a vinheta e mecânicas completas, foi decidido ser o protótipo mais simples possível em termos de mecânicas e há sempre a opção de retirar a vinheta caso o jogador tenha mais experiência e aguente jogar por mais tempo sem sentir o enjoo do movimento, no entanto, os participantes com menos experiência não se incomodaram com a vinheta após se habituarem.

Espera haver mais material de apoio não só para realidade virtual, como para as narrativas indexicais, aprender com os erros feitos no projeto onde as outras pessoas que pegam nestas referências possam melhorar, confirmar ou até desmentir, visto que a realidade virtual evolui constantemente e a ficar cada vez mais comum, com base também das nossas recomendações.

A tecnologia evolui, e a realidade virtual não é exceção, nomeadamente, nos videojogos, onde está mais acessível obter os oculus da realidade virtual em casa para jogar, ou até desenvolver aplicações, ou videojogos para o mesmo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anthes, C., García-Hernández, R., Wiedemann, M., & Kranzlmüller, D. (2016). *State of the Art of Virtual Reality Technology*. IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7500674>
- Bucher, N. (2017). Introducing design patterns and best practices in unity. *Proceedings of the SouthEast Conference, ACMSE 2017*, 243–247. <https://doi.org/10.1145/3077286.3077322>
- Eijkemans, J. (2019). *Motion sickness in a virtual reality cycling simulation*.
- Fernández-Vara, C. (2011). *Game Spaces Speak Volumes: Indexical Storytelling*.
- Jennett, C., Cox, A. L., Cairns, P., Dhoparee, S., Epps, A., Tijs, T., & Walton, A. (2008). Measuring and defining the experience of immersion in games. *International Journal of Human Computer Studies*, 66(9), 641–661. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2008.04.004>
- Koenitz, H. (2018). Narrative in Video Games. In *Encyclopedia of Computer Graphics and Games* (pp. 1–9). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08234-9_154-1
- Lopes, L. (2019). *O uso da realidade virtual e realidade aumentada no processo de formação*.
- Nusrat, F., Hassan, F., Zhong, H., & Wang, X. (2021). How developers optimize virtual reality applications: A study of optimization commits in open source unity projects. *Proceedings - International Conference on Software Engineering*, 473–485. <https://doi.org/10.1109/ICSE43902.2021.00052>
- Peirce, C. S. (1998). *Essential Peirce: Selected Philosophical Writings. The essential Peirce: Vol. Volume 2*.
- Simões, A. (2017). *Introdução ao Desenvolvimento de Jogos com Unity* (2017th ed.). MyTI.
- Sweetser, P., & Rogalewicz, Z. (2020). Affording Enjoyment in VR Games: Possibilities, Pitfalls, and Perfection. *ACM International Conference Proceeding Series*, 55–64. <https://doi.org/10.1145/3441000.3441050>
- Weech, S., Kenny, S., Lenizky, M., & Barnett-Cowan, M. (2020). Narrative and gaming experience interact to affect presence and cybersickness in virtual reality.

International Journal of Human Computer Studies, 138.

<https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2020.102398>

Zyda, M. (2005). *From Visual Simulation to Virtual Reality to Games*.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/1510565>

ANEXOS

Anexo A – Questionnaire

Questionnaire

https://docs.google.com/forms/u/0/d/1PMVVGjAz5Gup_3wQpsdUH...

Questionnaire

Thank you for playing this game.

Please answer the following questions in a genuine and honest way. Your *feedback* is very important to us!

* Indicates required question

1. What is your gender? *

Mark only one oval.

- Male
- Female
- Non-binary

2. What is your age? *

Mark only one oval.

- < 20
- 21-25
- 25-30
- >31

3. Did you use Virtual Reality before? *

Mark only one oval.

- No
- Yes, 1 to 2 times
- Yes, 3 to 5 times
- Yes, more than 6 occasions

Immersion Multiple Choice

In this section, There is 5 options being: Strongly Agree, Agree, Neutral, Disagree Strongly Disagree.

Your personal experience of the game. Please rate how far you would agree with the statements below just before you were interrupted.

4. I enjoyed playing the game. *

Mark only one oval.

- Strongly Disagree
- Disagree
- Neutral
- Agree
- Strongly Agree

5. The controls were easy to pick up *

Mark only one oval.

- Strongly Disagree
- Disagree
- Neutral
- Agree
- Strongly Agree

6. I enjoyed the graphics and imagery of the game. *

Mark only one oval.

- Strongly Disagree
- Disagree
- Neutral
- Agree
- Strongly Agree

7. Did you complete the game? *

Mark only one oval.

- Yes
- No

8. How was the immersiveness of the game. Rate from 1 to 5. (1 being bad and 5 being great) *

Mark only one oval.

- 1
 2
 3
 4
 5

9. I felt I was moving through the game according to my own will. *

Mark only one oval.

- Strongly Disagree
 Disagree
 Neutral
 Agree
 Strongly Agree

10. To what extent did you feel as though you were separated from your real-world environment? *

Mark only one oval.

- Strongly Disagree
 Disagree
 Neutral
 Agree
 Strongly Agree

11. Everyday thoughts and concerns were still on *
my mind.

Mark only one oval.

- Strongly Disagree
- Disagree
- Neutral
- Agree
- Strongly Agree

12. I did not feel the urge at any point to stop playing and check my surroundings. *

Mark only one oval.

- Strongly Disagree
- Disagree
- Neutral
- Agree
- Strongly Agree

Your experience of the game

Please answer the following questions by circling the relevant number.

13. How much effort did you put into playing the game? *

Mark only one oval.

- 1 2 3 4 5
-
- Non A lot

14. To what extent did you feel that the game was something *
you were experiencing, rather than something you were just
doing?

Mark only one oval.

1 2 3 4 5
Non A lot

15. Were there any times during the game in which you *
wanted to give up?

Mark only one oval.

1 2 3 4 5
Non A lot

16. To what extent did you feel motivated while playing? *

Mark only one oval.

1 2 3 4 5
Non A lot

Long Answer Section

Try to be more descriptive and detail as possible.

17. What did you think about game's atmosphere? *

18. What do you think about game's art? *

19. Did you initially understand the main objective of the game? If not, why? *

20. Did you understand how to find the hidden vault? *

21. Did you know what you are looking for? If not, what was the reason? *

This content is neither created nor endorsed by Google.

Google Forms

