

Fernando Bernardo dos Santos

**VR Fobia - experiência em
realidade virtual responsiva ao
comportamento do usuário.**

PROJETO FINAL

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
Programa de Graduação em Ciência da
Computação

Rio de Janeiro
Junho de 2022



Fernando Bernardo dos Santos

**VR Fobia - experiência em realidade virtual
responsiva ao comportamento do usuário.**

Relatório de Projeto Final

Relatório de Projeto Final, apresentado ao Programa de Ciência da Computação, do Departamento de Informática da PUC-Rio como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Augusto Cesar Espíndola Baffa

Rio de Janeiro
Junho de 2022

Todos os direitos reservados. A reprodução, total ou parcial do trabalho, é proibida sem a autorização da universidade, do autor e do orientador.

Fernando Bernardo dos Santos

Ficha Catalográfica

Bernardo dos Santos, Fernando

VR Fobia - experiência em realidade virtual responsiva ao comportamento do usuário. / Fernando Bernardo dos Santos; orientador: Augusto Cesar Espíndola Baffa. – 2022.

48 f: il. color. ; 30 cm

Projeto Final - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática, 2022.

Inclui bibliografia

1. Informática – Teses. 2. Realidade Virtual. 3. Fobias. 4. Responsividade. I. Cesar Espíndola Baffa, Augusto. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

Agradecimentos

Dedico este Projeto de Conclusão de Curso para meu orientador, Professor Augusto Baffa por estar sempre disponível e me orientando da melhor forma possível.

Para minha família, especialmente minha namorada, por sempre me apoiarem de todas as formas possíveis para que completasse a minha formação.

Aos meus amigos por estarem sempre ao meu lado durante toda essa caminhada.

Abstract

Bernardo dos Santos, Fernando; Cesar Espíndola Baffa, Augusto (Advisor). **VR Fobia - virtual reality experience responsive to user behavior..** Rio de Janeiro, 2022. 48p. Projeto Final – Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Virtual reality technology is advancing more and more and gaining ground in areas such as psychology. Despite the existence of traditional methods for the treatment of phobias, much is discussed about a new method that uses virtual reality for these treatments. However, the creation of environments responsive to user behavior in this context is still scarce. With this, we propose in this work a virtual reality experience that manipulates different phobias to arouse user reactions and, based on data reading, modify sensory characteristics of the virtual environment.

Keywords

Virtual Reality; Phobias; Responsiveness.

Resumo

Bernardo dos Santos, Fernando; Cesar Espíndola Baffa, Augusto. **VR Fobia - experiência em realidade virtual responsiva ao comportamento do usuário..** Rio de Janeiro, 2022. 48p. Projeto Final – Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A tecnologia de realidade virtual está avançando cada vez mais e ganhando espaço em áreas como a da psicologia. Apesar da existência de métodos tradicionais para o tratamento de fobias, muito se discute sobre um novo método que utiliza realidade virtual para esses tratamentos. Porém, a criação de ambientes responsivos ao comportamento do usuário nesse contexto ainda é escassa. Com isso, propomos no trabalho uma experiência em realidade virtual que manipula diferentes fobias para despertar reações do usuário e, com base na leitura dos dados, modificar características sensoriais do ambiente virtual.

Palavras-chave

Realidade Virtual; Fobias; Responsividade.

Sumário

1	Introdução	10
2	Visão Geral	12
3	Fundamentação	16
3.1	Realidade virtual, aumentada e mista	16
3.2	Fobias	17
3.3	Realidade virtual aplicada ao tratamento de fobias	18
3.4	Realidade virtual e fobias específicas	19
3.5	Acrofobia, Nictofobia e Talassofobia	19
3.6	Realidade virtual e experiências responsivas	20
4	Metodologia	22
4.1	Planejamento	22
4.2	Ferramentas e equipamentos	24
4.3	Implementação	26
4.3.1	Configuração do Unity	26
4.3.2	Configuração do Arduino	28
4.3.3	Detalhamento das cenas	29
4.3.3.1	Acrofobia	30
4.3.3.2	Nictofobia	31
4.3.3.3	Talassofobia	33
5	Resultados	37
5.1	Primeiro experimento	38
5.2	Segundo experimento	40
6	Conclusão e trabalhos futuros	43
7	Referências bibliográficas	45

Lista de figuras

Figura 2.1	Análise de similares feita através da ferramenta de edição; Google Slides (1)	14
Figura 4.1	Esquema MoSCoW feito através da ferramenta de edição; Visual Paradigm Online (2)	23
Figura 4.2	Headset de realidade virtual utilizado para o projeto; Oculus Quest 2.	25
Figura 4.3	Arduino Uno R3 e sensor de batimento cardíaco e oxímetro (MAX30102).	26
Figura 4.4	Esquema de conexão do Arduino com o sensor MAX30102, semelhante ao realizado para o projeto.	28
Figura 4.5	Página principal do github da SparkFun MAX301x Particle Sensor Library.	29
Figura 4.6	Captura de tela retirada da cena de Acrofobia a partir da Engine Unity.	30
Figura 4.7	Captura de tela retirada da cena de Nictofobia a partir da Engine Unity.	32
Figura 4.8	Captura de tela retirada da cena de Talassofobia a partir da Engine Unity.	33
Figura 4.9	Cardume de peixes presente na cena de Talassofobia.	36
Figura 4.10	Tubarão presente na cena de Talassofobia.	36
Figura 5.1	Captura de tela retirada durante teste de batimentos cardíacos a partir do Arduino IDE.	37
Figura 5.2	Aferição de sinais vitais: frequência cardíaca (3).	38
Figura 5.3	Captura de tela retirada durante teste na cena de Acrofobia.	38
Figura 5.4	Captura de tela retirada durante teste na cena de Acrofobia.	39
Figura 5.5	Captura de tela retirada durante teste na cena de Acrofobia.	39
Figura 5.6	Captura de tela retirada durante teste na cena de Acrofobia.	39
Figura 5.7	Foto retirada da usuária Juliana Prado, durante teste na cena de Acrofobia.	40
Figura 5.8	Captura de tela retirada durante teste na cena de Talassofobia.	40
Figura 5.9	Captura de tela retirada durante teste na cena de Talassofobia.	41
Figura 5.10	Captura de tela retirada durante teste na cena de Talassofobia.	41
Figura 5.11	Captura de tela retirada durante teste na cena de Talassofobia.	41
Figura 5.12	Captura de tela retirada durante teste na cena de Talassofobia.	42
Figura 5.13	Foto retirada da usuária Edilene Santos, durante teste na cena de Talassofobia.	42

Lista de Códigos

Código 1 Código que implementa a movimentação de nado para a cena de Talassofobia (Swimmer.cs). 33

Lista de Abreviaturas

RV – Realidade Virtual

RA – Realidade Aumentada

RM – Realidade Mista

BPM – Batimentos por minuto

DSM-5 – Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais

CBL – *Challenge Based Learning*

UI – *User Interface*

1

Introdução

A Realidade Virtual (RV) por ser uma tecnologia inovadora tem potencial para ser utilizada em diversas áreas do conhecimento. Apesar de ser muito aproveitada em jogos eletrônicos, a RV vem sendo aplicada em áreas mais sérias como a medicina e a psicologia, principalmente no tratamento de transtornos psicológicos (4). Dentre os transtornos mais comuns estão as fobias, que, segundo o artigo *Phobias - what, who, why and how to help* (5), são as formas mais gerais de ansiedade onde existe o medo irracional e incontrolável diante de um objeto específico, atividade ou situação.

Existem algumas formas para realizar o tratamento de fobias, como hipnose e psicanálise, contudo a abordagem mais conhecida e eficaz é a terapia cognitivo-comportamental (6). Nesse método, o paciente é exposto ao estímulo causador do medo de forma controlada e em poucas sessões. O uso de Realidade Virtual nesse contexto viabiliza uma exposição à fobia de uma forma muito mais imersiva, acessível e segura, visto que permite os usuários se conectarem com os ambientes e situações causadoras de fobia, sem a necessidade de uma exposição real (7).

Apesar do avanço do uso de RV no tratamento de fobias, pouco se aborda sobre a utilização de tecnologias reativas nesses sistemas para incorporar e explorar ainda mais o comportamento do usuário.

Pensando nisso, o objetivo deste Projeto Final é desenvolver uma experiência em realidade virtual que utiliza diferentes fobias para estimular comportamentos do usuário e, a partir de métodos de leitura dos dados, alterar aspectos do ambiente virtual. Tais alterações podem vir a ser apresentadas de formas diferentes, desde, por exemplo, a reprodução de sons de um animal durante a noite, até aparições inesperadas de criaturas no fundo do mar. Dessa forma, criando uma experiência onde jogadores possam tentar controlar seus

medos ou até mesmo descobrir novas fobias.

Esse documento está estruturado da seguinte forma: o capítulo 2 traz uma visão geral do contexto do trabalho, falando sobre como está a situação atual do uso de realidade virtual na indústria, assim como trabalhos relacionados. Em seguida, no capítulo 3, temos os fundamentos de conceitos relacionados ao tema. No capítulo 4 explicamos, em ordem cronológica, as etapas de desenvolvimento do trabalho. Já no capítulo 5 apresentamos os resultados obtidos. Finalmente, no capítulo 6, apresentamos a conclusão junto dos trabalhos futuros.

2

Visão Geral

Quanto mais o tempo passa, mais a realidade virtual evolui e ganha espaço em áreas além do entretenimento. A realidade virtual na educação, por exemplo, já é aplicada em muitas escolas substituindo as projeções de vídeo por ambientes virtuais interativos (8). Não só isso, mas também temos a presença de realidade virtual em outras vertentes como em museus e aplicações profissionais. O objetivo é fazer com que a pessoa esteja inserida no contexto e seja capaz de manusear o conteúdo, mesmo que virtualmente, contribuindo para seu aprendizado (8).

Com a psicologia não seria diferente. Pacientes com fobias normalmente são tratados a partir do contato com a causa da fobia, utilizando métodos convencionais tais como técnicas imaginativas, ou exposições reais (in vivo). Porém, uma nova forma de tratamento de fobias surgiu com a evolução da realidade virtual. Neste procedimento, o paciente é exposto a uma simulação da situação que causa sua fobia utilizando a tecnologia de realidade virtual. Estes ambientes reproduzem situações da vida real temidas pelo paciente, onde é possível idealizar figuras similares e quase reais à fobia, a fim de tornar a interação do paciente mais imersiva, simplificando o trabalho do especialista e pondo fim a necessidade de uma exposição imaginária (9).

Além disso, em casos onde o estímulo causador da fobia pode ser difícil de encontrar, por exemplo, fobias relacionadas a animais, existe um alto custo no tratamento. Devemos considerar o deslocamento do profissional junto ao paciente até um local específico, ou o deslocamento do animal até o paciente. Nessas situações onde o tratamento deve ser realizado fora do consultório, o profissional também pode encontrar dificuldades em monitorar alguns aspectos físicos necessários - como os batimentos cardíacos - que ajudam a compreender o nível de medo do paciente e controlar o processo de exposição (10).

Para a psicóloga Corrie Ackland (4), fobias não podem ser eliminadas por completo, porém ainda podemos reduzi-las significativamente. Segundo ela, o objetivo principal é transmitir o sentimento de prontidão nos pacientes para que no seu dia-a-dia, caso encontrem uma situação adversa, se sintam confiantes e cientes de que ela não é perigosa, sendo capazes de lidar e gerenciar suas ansiedades (4). Dessa forma, o tratamento a partir do uso de realidade virtual possui efetividade comprovada e tem o mesmo resultado de um indivíduo que foi exposto à fobia no mundo real (11).

De acordo com Poppy Brown (4), pesquisadora da Universidade de Oxford, podemos fornecer um espaço seguro e controlado em RV onde as pessoas com transtornos psicológicos possam praticar a superação de seus medos sem a necessidade da interação com o mundo real. Por conta disso, ela também acredita que os tratamentos em RV podem ser mais baratos do que uma terapia psicológica presencial padrão, indicando que mais pessoas poderiam ter acesso à terapia com o uso de RV.

Um ponto pouco explorado em todo esse contexto é o uso de dispositivos que possam monitorar o comportamento do usuário e, a partir disso, refletir uma mudança para o ambiente virtual. Normalmente o monitoramento de variáveis físicas, como os batimentos cardíacos, são utilizados apenas para controle da ansiedade e compreensão do nível de medo do usuário, sem ligação alguma com o que está sendo experienciado por ele.

Com base nisso, foi feito um estudo de trabalhos relacionados para entender o que a proposta do projeto pode oferecer que ainda não foi explorado de forma ampla no mercado. Para isso, foi elaborada uma análise de similares com algumas características pertinentes oferecidas pelo projeto, como pode ser visto na figura 2.1. Cada ponto levantado foi examinado para todos os outros trabalhos.

A marcação verde representa que o projeto contém a *feature* analisada, e a marcação vermelha não contém:

	VR Fobia			
Suporte a RV	✓	✓	✓	✗
Interação com o ambiente	✓	✗	✓	✓
Utiliza sensor de batimento cardíaco	✓	✓	✓	✗
Cenas com diferentes fobias	✓	✗	✗	✗
Movimentação livre do usuário	✓	✓	✓	✓
Mãos interativas	✓	✗	✗	✗
Funções sonoras	✓	✓	✓	✓
Visão em primeira pessoa	✓	✓	✓	✗
Movimentação especial para uma cena	✓	✗	✗	✓

Figura 2.1: Análise de similares feita através da ferramenta de edição; Google Slides (1)

Os trabalhos que foram comparados a proposta deste projeto são:

Bring to Light (12) - neste jogo, o monitoramento de batimentos cardíacos é feito para dar sustos no jogador.

Nevermind (13) - jogo de terror que altera a dificuldade dependendo se o jogador está calmo ou não.

MindLight (14) - jogo que usa uma tecnologia específica para ler ondas cerebrais do jogador. O objetivo é se manter calmo para prosseguir no jogo.

Como pode ser observado, o mercado ainda não explora completamente a proposta oferecida por este projeto. Dado a situação atual, existe uma enorme oportunidade de utilizar Realidade Virtual para a criação de aplicações reativas ao comportamento físico do usuário. Usando as tecnologias necessárias, seria possível desenvolver uma experiência capaz de utilizar diferentes fobias para estimular emoções no usuário e, a partir de métodos de leitura dos dados,

alterar aspectos do ambiente virtual. A introdução de um sistema como esse poderia desbloquear novas oportunidades à nível de experiências psicológicas, o que levaria muitos profissionais a realizar análises mais profundas e coerentes sobre o que acontece durante o processo de adaptação a uma fobia.

3 Fundamentação

3.1 Realidade virtual, aumentada e mista

A Realidade Virtual é um ambiente gerado por computador com cenas e objetos que aparentam ser reais, fazendo com que o usuário se sinta imerso em seus arredores (15). Esse ambiente é experienciado através de um dispositivo conhecido como *headset* de realidade virtual. Utilizando o *headset*, a RV permite que o usuário vivencie um leque de experiências, tais como: ser imerso em vídeo games para se tornar o próprio personagem, realizar operações médicas, ou até melhorar seu porte físico com treinamentos esportivos (16).

Apesar de parecer extremamente futurístico, suas origens não são tão atuais, na verdade, Claudio Kirner e Tereza Gonçalves Kirner (15) consideram o Sensorama (17) como a primeira realidade virtual no seu livro: Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências (15). O Sensorama foi uma das primeiras máquinas com tecnologia multissensorial, onde os telespectadores assistiam a filmes em assentos vibratórios e que geravam odores para que houvesse uma experiência mais vívida que o cinema convencional. Essa invenção pode ser datada aos anos 50, e desde então, o avanço da tecnologia trouxe melhorias a diversos dispositivos e designs de interfaces.

Porém, o termo Realidade Virtual surgiu apenas nos anos 70, quando pesquisadores viram a necessidade de definir a expressão para que fosse possível diferenciar simulações computacionais de outros dispositivos multissensoriais (18). Apesar de ser uma tecnologia que surgiu a algumas décadas atrás, várias pessoas ainda não estão familiarizadas com o conceito de Realidade Virtual. Além disso, muitos costumam confundir esse termo com a Realidade Aumentada (RA) (19).

A maior diferença entre os dois é que a RV cria mundos em que o usuário

é imerso usando um dispositivo específico, como por exemplo, o Oculus Quest 2 (20). Essa experiência é completamente imersiva e qualquer objeto ou interação é parte deste ambiente criado artificialmente por meio de imagens, sons e cenários. Por outro lado, a RA, existe junto ao mundo real. Os objetos, imagens e sons existem e se comunicam com a realidade, e não é preciso necessariamente de um *headset* para poder viver e interagir com essa experiência. O exemplo mais comum e conhecido é o Pokémon Go (21), onde a fantasia criada existe no mundo real, e pode ser acessada com um simples telefone celular.

Porém, ainda existe a possibilidade de juntar as duas realidades, criando o que é chamado de Realidade Mista (RM) (22). Essa tecnologia híbrida torna possível ver objetos virtuais no mundo real e cria uma experiência que mescla o físico com o digital, tornando os dois quase indistinguíveis.

3.2 **Fobias**

As fobias são o tipo mais comum de transtorno de ansiedade, onde existe o medo avassalador e debilitante de um objeto, lugar, situação, sentimento ou animal (5). Elas se desenvolvem quando uma pessoa tem uma sensação exagerada ou irreal de perigo sobre uma situação ou objeto.

Se uma fobia se tornar muito grave, uma pessoa pode organizar sua vida evitando o que está causando ansiedade. Porém, nos casos em que a fobia envolve situações ou objetos que são difíceis de evitar na vida cotidiana, sua tentativa de evitação pode levar a que as atividades diárias se tornem impossíveis e, às vezes, até à depressão (5). As fobias podem afetar qualquer pessoa, independentemente da idade, sexo e origem social.

Segundo Stephen Palmer e Alanna Henderson (5), fobias leves são muito comuns, principalmente na infância, embora a maioria desses medos desapareça aos seis anos de idade. As pessoas também podem desenvolver fobias ao passar por um período particularmente estressante de suas vidas.

3.3

Realidade virtual aplicada ao tratamento de fobias

Fobias podem ser tratadas ou reduzidas significativamente quando o paciente passa por métodos de terapia cognitivo-comportamental (23). Nessas terapias, o paciente aprende a reconhecer os pensamentos que causam sentimentos negativos e cercam seus medos. Uma vez identificados esses pensamentos, o paciente aprende a substituir essas crenças indesejáveis por outras mais positivas.

A terapia de exposição in vivo, citada no capítulo anterior, anda de mãos dadas com a terapia cognitivo-comportamental (24). Durante a exposição in vivo, o paciente vivencia o que teme de forma controlada e em pequenas doses. Ao dar pequenos passos, ele pode enfrentar e conquistar gradualmente sua fobia.

Terapias de exposição utilizando realidade virtual combinam o melhor de terapias cognitivo-comportamentais e terapias de exposição in vivo. Elas permitem que pessoas trabalhem seus medos em um ambiente realista sem realmente deixar o conforto e a segurança do consultório de um profissional (25).

Durante as sessões, o paciente chega no consultório, se senta em uma cadeira confortável e põe um *headset* de realidade virtual. Com a ajuda de um profissional, ele visualiza uma simulação e pode olhar ao redor para ver todos os aspectos deste espaço virtual. O paciente não apenas vê o ambiente, mas também ouve os mesmos sons que ouviria se estivesse realmente naquele local. Além disso, existem consultórios com cadeiras que vibram e se movimentam para fornecer uma simulação ainda mais convincente.

Mesmo que uma pessoa saiba que a experiência em realidade virtual não é completamente realista, há realismo suficiente para desencadear respostas emocionais à sua fobia. E, trabalhando com essas reações, foi percebido que cerca de 83% das pessoas que testaram tratamentos utilizando realidade virtual, conseguiram deixar seus medos para trás (25).

3.4

Realidade virtual e fobias específicas

Conforme o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5) (26), uma fobia específica é um medo indesejado causado pela presença de um objeto ou situação, por exemplo, medo de voar, medo de cobras ou medo de alturas. Além disso, o DSM-5 categoriza a fobia específica de acordo com a origem do medo. É dito que, uma pessoa com um tipo de fobia específica provavelmente terá outro tipo de fobia, portanto, podemos considerar que há uma alta comorbidade de fobias.

Outro fator mencionado é o alto índice de abandono ou recusa de tratamento para exposições in vivo, mesmo sendo o método mais eficaz no tratamento de uma fobia específica (9). Portanto, outras abordagens são necessárias para os pacientes que não se sentem confortáveis em seguir com esse método.

A partir de um estudo feito por Mapples-Keller (9), foi descoberto que mais participantes preferiram tratamentos de exposição à realidade virtual para fobias específicas quando tiveram uma escolha, e mais recusaram tratamentos convencionais, sinalizando que terapias usando realidade virtual podem ser mais atraentes para pacientes em potencial.

3.5

Acrofobia, Nictofobia e Talassofobia

A fobia de altura, também conhecida como Acrofobia, é um dos exemplos de fobia específica, que se resume ao medo extremo do indivíduo por lugares altos. Além disso, é considerada a variedade mais comum de fobias que afetam os homens e o segundo ou terceiro tipo mais comum em mulheres (27).

Outros dois tipos de fobias comuns são a Nictofobia e a Talassofobia. Nictofobia é o medo irracional e não pretendido do escuro. Quando o indivíduo fica impossibilitado de enxergar no escuro surge o medo do que pode aparecer, acontecer e, também, do que ele não consegue ver. Em geral, ela aparece

principalmente em crianças e é considerada uma resposta normal durante o desenvolvimento (28).

Por outro lado, a Talassofobia é um tipo de fobia específica que envolve um medo persistente e intenso de corpos d'água profundos, como o oceano ou o mar (29). Esse tipo de fobia é geralmente considerado uma fobia específica de ambiente natural. Os medos de ambiente natural são um dos tipos de fobias mais testados, com alguns estudos sugerindo que as fobias relacionadas à água tendem a ser mais comuns entre as mulheres (29).

3.6

Realidade virtual e experiências responsivas

A criação de experiências responsivas junto à tecnologia de realidade virtual é pouco explorada no mercado apesar do seu enorme potencial. Mesmo assim, algumas indústrias estão começando a testar o uso dessas experiências. Na medicina, por exemplo, a técnica de *biofeedback* vem sendo utilizada, trazendo diversos benefícios para os pacientes (16).

De acordo com Robin Lüddecke e Anna Felnhofer (16), o *biofeedback* pode ser definido como um processo que permite o indivíduo alterar intencionalmente sua atividade fisiológica. A partir de instrumentos precisos, é possível medir sinais fisiológicos (por exemplo, frequência cardíaca, respiração ou temperatura da pele) e simultaneamente fornecer essas informações ao indivíduo por meio de canais visuais ou auditivos.

Ainda de acordo com Robin Lüddecke e Anna Felnhofer (16), as áreas de aplicação do *biofeedback* incluem a melhoria do desempenho atlético, cognitivo ou artístico e o tratamento de uma série de condições de saúde, como dor de cabeça crônica, dor muscular, pressão alta ou distúrbios psiquiátricos, como transtornos de ansiedade e depressão. Além disso, o *biofeedback* pode ser usado como uma ferramenta para gerenciar o estresse e a ansiedade.

Em tais aplicações, as informações biológicas são utilizadas principalmente para a avaliação dos pacientes durante as experiências em RV. No en-

tanto, são poucas as aplicações que alteram interativamente o conteúdo do ambiente em RV, com base nos *biofeedbacks*.

4 Metodologia

4.1 Planejamento

Para darmos início ao nosso trabalho, escolhemos começar com a etapa de planejamento e organização de ideias. Com isso, foi feita uma abordagem chamada de *Challenge Based Learning* (CBL), onde seu objetivo principal é conceber um ponto de vista filosófico ao planejamento e expor suas ideias principais de forma clara (30). O CBL é dividido inicialmente em três grandes tópicos, são eles: o *Big Idea*, a *Essential Question* e o *Challenge*. No primeiro deles deve-se apresentar ideias-chave do projeto que estejam relacionadas ao tema. Em seguida, devemos formular uma pergunta que faça sentido ao projeto e que conecte as ideias expostas no tópico anterior. Por fim, devemos apresentar o grande desafio que estamos dispostos a solucionar ou desenvolver, associando tudo que foi apresentado anteriormente. Sendo assim, para o projeto foi pensado as seguintes soluções para cada tópico:

Big Idea: Fobia e experiência responsiva

Essential Question: Como desenvolver uma aplicação responsiva à fobia do usuário?

Challenge: Desenvolver uma experiência em realidade virtual responsiva ao comportamento do usuário.

A partir disso, o projeto começou a tomar forma e ficar mais claro. Foi decidido criar um esquema que pudesse apresentar as necessidades relevantes da proposta e eliminar aquilo que não fazia sentido dentro do escopo. O esquema escolhido foi o MoSCoW (31) por ser visualmente agradável e simples de elaborar. O método MoSCoW ou análise MoSCoW é uma técnica de priorização utilizada para chegar a um entendimento comum sobre a importância

que atribuem à entrega de cada requisito (31). Dessa forma, ele é dividido em quatro seções: *Must Have*, *Should Have*, *Could Have* e *Won't Have*. O *Must Have* engloba tudo aquilo que é indispensável para o funcionamento do projeto e que não pode ser deixado de lado. Já o *Should Have*, compreende tudo que é essencial para o projeto, mas ao mesmo tempo não é vital, ou seja, são requisitos importantes, mas não necessários. O *Could Have* pertence aos requisitos que são interessantes de ter, porém têm um impacto muito menor quando deixados de fora do projeto. Por último, o *Won't Have* contém aqueles que foram reconhecidos como não prioritários para o prazo do projeto. Assim, o esquema elaborado apresenta o seguinte resultado:



Figura 4.1: Esquema MoSCoW feito através da ferramenta de edição; Visual Paradigm Online (2)

Com base nesse esquema, foi possível verificar pontos significativos do

objetivo do projeto e traçar de forma mais organizada o seu desenvolvimento.

Para se encaixar no escopo definido acima e na proposta do projeto, foram criadas três experiências diferentes, cada uma com o tema principal sendo uma fobia. As três fobias escolhidas foram as descritas no capítulo anterior; Acrofobia, Nictofobia e Talassofobia.

A primeira experiência foca na Acrofobia, explorando um dos medos mais comuns e conhecidos, o medo de altura. A segunda delas se chama Nictofobia e coloca o jogador em situações com pouca luminosidade, explorando medos e fobias do escuro. Por fim, a última cena é chamada de Talassofobia, onde são experimentados medos e pavores relacionados ao fundo do oceano. A partir do menu principal o jogador pode selecionar uma das três opções de ambiente disponíveis.

Em cada cena, o usuário terá conectado ao seu dedo um sensor de batimento cardíaco para monitorar sua ansiedade. Como os dados do sensor são extremamente variáveis, foi criado um *script* para verificar esses dados a cada segundo e, dependendo do valor obtido, uma reação pode ser desencadeada no ambiente virtual. Dessa forma, a partir da reação provocada na simulação, saberemos que o usuário está agitado e ainda precisa se acalmar.

4.2

Ferramentas e equipamentos

Para o desenvolvimento da proposta, foi escolhida a Engine Unity (32), que é utilizada por diversas empresas no mercado de jogos, como em: Hollow Knight (33) (Team Cherry), Praey of the Gods (34) (No Matter Studios) e Rick and Morty: Virtual Rick-ality (35) (Owlchemy Labs). O projeto foi desenvolvido na linguagem de programação C#, que é aceita pela Engine. Apesar de não dominar um conhecimento amplo sobre desenvolvimento de jogos, aplicações utilizando C# era a única parte do projeto onde existia alguma experiência prévia, o que foi extremamente benéfico, pois a curva de aprendizagem do Unity foi facilitada. Além disso, existe um vasto acervo

de conteúdo disponível online e de graça sobre desenvolvimento de jogos, em especial, a respeito de Unity, pois é uma Engine gratuita e muito apreciada pela comunidade.

O óculos de realidade virtual utilizado para testes e disponibilização final do projeto foi o Oculus Quest 2 (20). Lançado em 2020, o Quest 2 é o mais novo *headset* da empresa Meta (36) e conta com diversas tecnologias interessantes e vantajosas para o projeto. Pelo fato de ser totalmente *wireless* e independente de *hardware* externo, o *headset* concede ao usuário uma liberdade muito maior que os dispositivos convencionais, pois evita o contato com cabos que poderiam atrapalhar a experiência. Sua utilização não necessita de equipamentos externos ou câmeras para captação de movimento, o que facilita ainda mais sua instalação. Mais leve que seu antecessor, o Quest 2 ainda conta com dois controles de movimento atualizados para essa nova versão e que foram usados nesse projeto como forma de interação do jogador com o sistema.



Figura 4.2: *Headset* de realidade virtual utilizado para o projeto; Oculus Quest 2.

Foi adicionado também um sensor de batimento cardíaco e oxímetro (MAX30102) (37) conectado a uma placa de Arduino Uno R3 (38) para monitorar os batimentos do usuário. O Arduino foi escolhido sobretudo por conta de sua facilidade de conexão e portabilidade. Por ser leve e pequeno é algo que não incomoda quando utilizado junto a um óculos de RV.

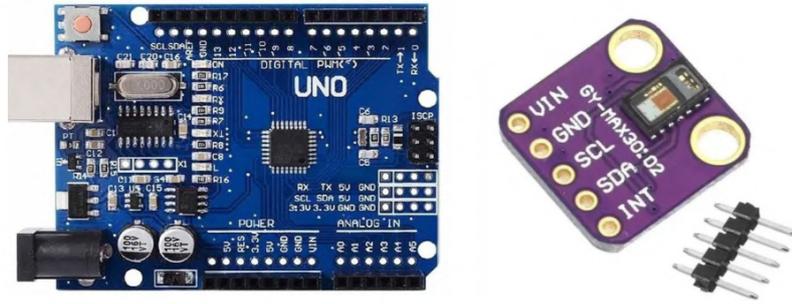


Figura 4.3: Arduino Uno R3 e sensor de batimento cardíaco e oxímetro (MAX30102).

4.3 Implementação

4.3.1 Configuração do Unity

Inicialmente foi criado um ambiente utilizando o *template* disponibilizado pela própria Engine para configurações em RV. A versão usada para desenvolvimento no Unity foi a 2021.2.7f1 (39). Nessa versão, a configuração traz apenas uma estrutura básica do projeto, onde são dispostos a câmera principal que possibilita a visão do jogador, um plano tridimensional e a iluminação do cenário. Em seguida, foi necessário selecionar a plataforma pretendida para deploy do projeto no pacote XR Plugin Management (40). Esse pacote gerencia toda a parte de carregamento de cenas, inicialização do projeto e compilação de *plugins*. O *plugin* selecionado foi o Open XR (41) que possibilita toda a configuração de *deploy* para os dispositivos Oculus. Dessa forma, com a plataforma configurada, o próximo passo foi adicionar o suporte para os controles do Oculus Quest 2. Ainda no pacote XR Plugin Management, foi preciso adicionar o Oculus Touch Controller Profile (42) que habilita o perfil de interação e configura o *layout* dos dispositivos dentro do sistema Unity.

Posteriormente, foi decidido implementar o menu onde o usuário pode selecionar as cenas disponíveis. Para isso, foi utilizada a cena original dis-

ponibilizada pelo próprio *template*. A dimensão do plano tridimensional foi diminuída para formar apenas um pequeno quadrado no cenário. Logo depois, a câmera foi posicionada no centro desse quadrado e um objeto de UI com três botões foi disposto em frente à câmera. Cada botão dá acesso a uma cena de fobia. Para o usuário utilizar os controles e interagir com os botões foi necessário instalar o pacote chamado de XR Interaction Toolkit (43) que disponibiliza uma estrutura de interações 3D e UI através de eventos de entrada no Unity. A partir daí, o ambiente já estava visualmente configurado, porém ainda era necessário criar a base para as outras cenas e um *script* simples que fizesse o carregamento delas.

Como próximo passo, foi decidido desenvolver a parte de movimentação do usuário em cena. Para essa finalidade, existem duas opções muito utilizadas em aplicações de realidade virtual, são elas: a *Continuous Movement* e a *Teleportation*. A *Continuous Movement*, como o próprio nome diz, é baseada em um movimento contínuo que simula a locomoção de uma pessoa na vida real. Por outro lado, a *Teleportation*, assim como na ficção científica, fornece o transporte instantâneo de um local para outro. Embora o teletransporte traga velocidade e uma praticidade maior no deslocamento, acreditamos que a caminhada contínua seja a melhor opção para o projeto, pois torna a experiência natural e mais imersiva. Da mesma forma, também foi implementada uma movimentação de visão lateral, onde é possível virar a perspectiva da câmera de modo contínuo.

Outro aspecto importante que contribui muito com a imersão dentro do ambiente virtual é a criação de modelos de mãos artificiais que funcionam junto ao movimento dos controles. O jogador pode visualizar e movimentar livremente mãos virtuais que simulam o funcionamento de suas mãos reais. Essa característica foi implementada utilizando o pacote chamado Oculus Hand Models (44) que forneceu os modelos tridimensionais para substituir os controles dentro do projeto. Utilizando a própria Engine, foram criadas

animações de movimento para cada dedo e um *script* que controla essas animações dependendo do comando pressionado em cada controle.

4.3.2 Configuração do Arduino

Agora com o ambiente principal configurado, foi preciso montar o sistema do Arduino para a leitura de batimentos cardíacos. Utilizando cabos *jumpers*, foi feita a conexão do sensor diretamente na placa do Arduino, como pode ser visto no esquema da figura 4.4.

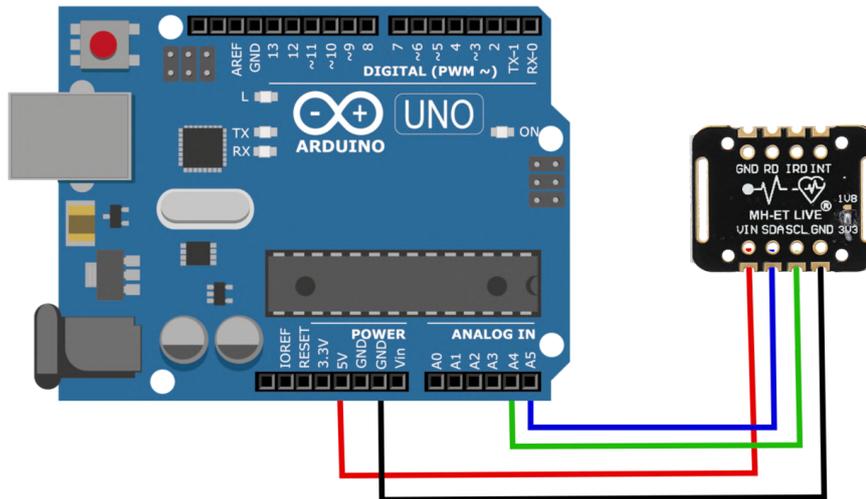


Figura 4.4: Esquema de conexão do Arduino com o sensor MAX30102, semelhante ao realizado para o projeto.

A partir de um cabo USB, a placa foi conectada a um computador para ser configurada através do Arduino IDE (45). O Arduino IDE é o ambiente de desenvolvimento integrado oficial para placas Arduino e que disponibiliza diversas bibliotecas para o desenvolvimento de sistemas. Para o funcionamento do sensor, foi necessária a instalação de uma biblioteca específica chamada SparkFun MAX301x Particle Sensor Library (46) que oferece *scripts* para as principais atividades do sensor. O *script* selecionado foca na medição da frequência cardíaca, exibindo a média dos batimentos por minuto.

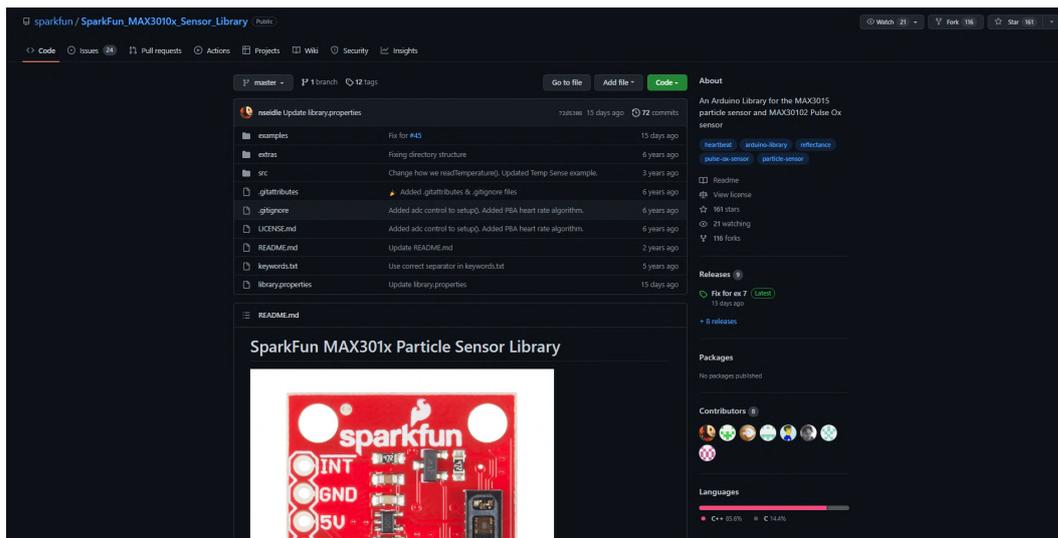


Figura 4.5: Página principal do github da SparkFun MAX301x Particle Sensor Library.

Porém, ainda foi necessário configurar o contato do Arduino com o Unity. Para isso, foi feito um código único para cada cena onde o sensor fosse utilizado. Cada código configura inicialmente a porta serial em que a placa está conectada e, em seguida, analisa periodicamente se a variável vinda do sensor está maior que o limite desejado. Caso isso seja verdade, o programa executa uma modificação na cena.

A partir desse momento, grande parte do projeto já estava estruturado e foi possível avançar para o aprofundamento das cenas.

4.3.3 Detalhamento das cenas

Durante a composição de cada cena, foi feita uma pesquisa por *assets* na loja oficial do Unity, a Unity Asset Store (47). *Assets* (48) nada mais são que a representação de qualquer item que possa ser usado no projeto. Um *asset* pode vir de um arquivo criado fora do Unity, como um modelo 3D, um arquivo de áudio, uma imagem ou qualquer outro tipo de arquivo que o Unity suporta. Ou seja, são importações de arquivos já criados que agilizam o trabalho e economizam tempo. Existem diversos *assets* pagos na loja, porém para este trabalho foram utilizados apenas *assets* gratuitos e de domínio público.

4.3.3.1 Acrofobia

Para que a cena de acrofobia seja desenvolvida, é preciso que o usuário esteja posicionado em um ponto alto e seja capaz de visualizar a distância desse ponto ao chão. Dessa forma, fará com que a fobia de altura seja disparada e o usuário se sinta aflito pela situação.

A partir do uso de *assets*, foi criada uma cidade com diversos prédios de diferentes tamanhos. Além disso, foram dispostos dois prédios muito altos e de mesma altura, um frente ao outro. A ideia foi posicionar o usuário no topo de um desses prédios e fazer com que sua única saída fosse atravessar uma ponte estreita de madeira que liga os dois prédios mais altos da cidade. Assim, durante todo o trajeto, o usuário sentiria um medo compulsivo por estar em um lugar alto sem nenhuma estrutura envolvendo seu corpo, podendo a qualquer momento cair daquele local.

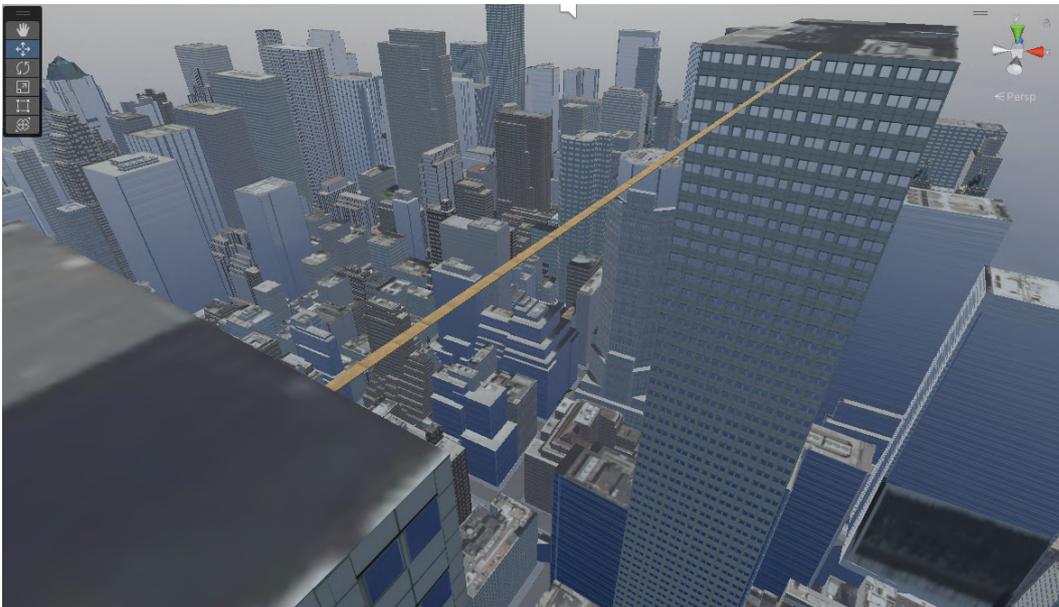


Figura 4.6: Captura de tela retirada da cena de Acrofobia a partir da Engine Unity.

Foi aplicada uma gravidade na cena que simula a gravidade real, ou seja, caso o usuário caia em algum momento, ele terá o mesmo sentimento se fosse uma situação real, porém ao tocar no chão ele é reposicionado no topo do prédio, podendo atravessar a ponte novamente.

Alguns outros aspectos foram adicionados para incorporar a imersão do jogador, como a reprodução de sons ambientes de uma cidade movimentada e a configuração de um Skybox (49) na cena. Skybox é uma forma de renderizar o céu dentro de um projeto Unity. Apesar de existirem outras formas de implementar o céu, esse método foi escolhido por ser simples e ter uma grande disponibilidade de *assets* para isso. O céu escolhido para essa cena representa um dia claro e com poucas nuvens para facilitar a visão do usuário sobre toda a cidade.

Em relação a responsividade, a cena possui um *script* que verifica periodicamente os batimentos cardíacos do usuário e caso eles atinjam um valor acima de 100 batimentos por minuto (bpm), a ponte de madeira é removida da cena, forçando a queda do usuário.

Caso ocorra tudo bem durante o trajeto até o outro lado, o jogador é redirecionado para o menu principal onde poderá selecionar outra fobia.

- Lista de *assets* utilizados na cena:
 - Real New York City Vol. 1 (50)
 - AllSky Free - 10 Sky / Skybox Set (51)
 - Plank Textures PBR (52)

4.3.3.2 Nictofobia

Para estimular os sintomas da nictofobia, foi planejado um ambiente noturno e com pouca luminosidade onde o usuário pudesse caminhar e descobrir locais enquanto explora ao redor.

Inicialmente, o usuário é colocado na entrada de uma floresta escura onde ele pode se movimentar e experienciar um ambiente noturno. Apesar da pouca visibilidade, é possível encontrar diversas árvores com formatos e tamanhos diferentes moldando a cena. O chão, majoritariamente composto por grama, também possui um caminho de terra que leva ao interior da floresta.

Além disso, pode-se ouvir sons de animais noturnos, como grilos e cigarras, complementando a imersão do jogador.

Junto a esses aspectos, foi implementada também uma névoa no cenário que dificulta ainda mais a distância de visão do usuário. O Skybox construído para essa cena apresenta um céu noturno e pouco estrelado para passar a sensação de uma noite fria e solitária.



Figura 4.7: Captura de tela retirada da cena de Nictofobia a partir da Engine Unity.

Em dado momento, caso a frequência cardíaca do jogador atinja um valor maior que 100 batimentos por minuto, uivos de lobos serão reproduzidos com a intenção de angustiar o jogador e, ao mesmo tempo, o alertar sobre sua situação atual.

– Lista de *assets* utilizados na cena:

- Environment Pack: Free Forest Sample (53)
- AllSky Free - 10 Sky / Skybox Set (51)

4.3.3.3 Talassofobia

Escolhendo a Talassofobia, o jogador inicia em meio ao fundo do oceano, podendo se movimentar livremente neste ambiente escuro e pouco habitado. Porém, a movimentação para essa cena é realizada de uma forma diferente. Deve-se movimentar utilizando os dois controles, segurando os gatilhos laterais e repetindo movimentos de nado. Essa movimentação foi pensada para intensificar a imersão do jogador e também diferenciar o projeto de outras aplicações.

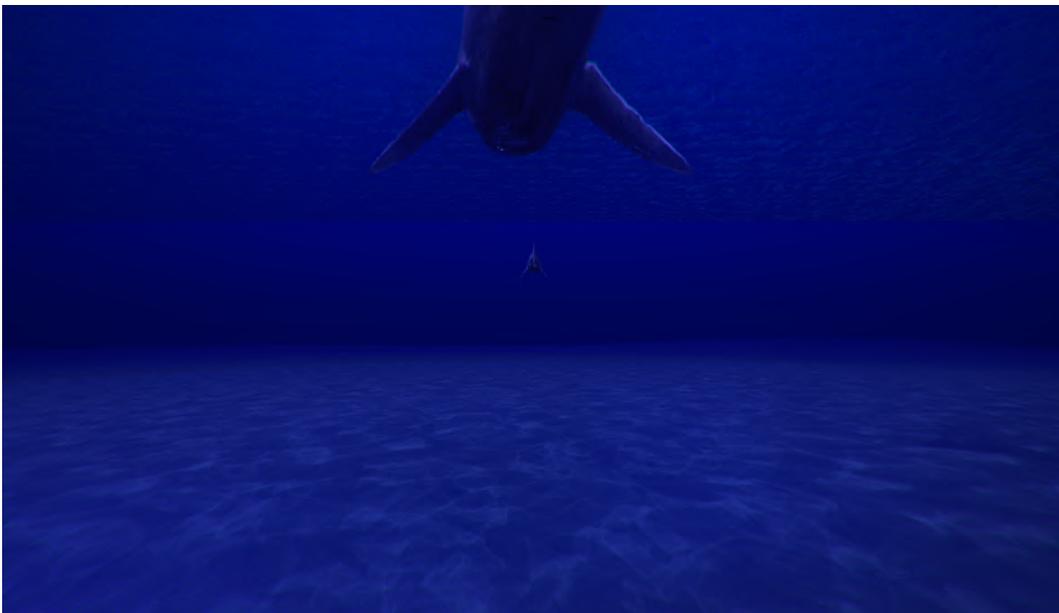


Figura 4.8: Captura de tela retirada da cena de Talassofobia a partir da Engine Unity.

A particularidade da movimentação foi elaborada a partir de um *script*, chamado “Swimmer.cs”, que, através do uso da gravidade implementada, movimenta o personagem para todos os eixos do campo tridimensional. O código do arquivo pode ser visualizado abaixo.

Código 1: Código que implementa a movimentação de nado para a cena de Talassofobia (Swimmer.cs).

```
1 using UnityEngine;  
2 using UnityEngine.InputSystem;  
3
```

```

4 [RequireComponent(typeof(Rigidbody))]
5 public class Swimmer : MonoBehaviour
6 {
7     [Header("Values")]
8     [SerializeField] float swimForce = 2f;
9     [SerializeField] float dragForce = 1f;
10    [SerializeField] float minForce;
11    [SerializeField] float minTimeBetweenStrokes;
12    [Header("References")]
13    [SerializeField] InputActionReference
14        leftControllerSwimReference;
15    [SerializeField] InputActionReference leftControllerVelocity;
16    [SerializeField] InputActionReference
17        rightControllerSwimReference;
18    [SerializeField] InputActionReference rightControllerVelocity;
19    [SerializeField] Transform trackingReference;
20
21    Rigidbody _rigidbody;
22    float _cooldownTimer;
23
24    void Awake()
25    {
26        _rigidbody = GetComponent<Rigidbody>();
27        _rigidbody.useGravity = false;
28        _rigidbody.constraints = RigidbodyConstraints.FreezeRotation
29            ;
30    }
31
32    void FixedUpdate()
33    {
34        _cooldownTimer += Time.fixedDeltaTime;
35        if (_cooldownTimer > minTimeBetweenStrokes
36            && leftControllerSwimReference.action.IsPressed()
37            && rightControllerSwimReference.action.IsPressed())
38        {
39            var leftHandVelocity = leftControllerVelocity.action.
40                ReadValue<Vector3>();
41            var rightHandVelocity = rightControllerVelocity.action.
42                ReadValue<Vector3>();

```

```

37         Vector3 localVelocity = leftHandVelocity +
           rightHandVelocity;
38         localVelocity *= -1;
39
40         if(localVelocity.sqrMagnitude > minForce * minForce)
41         {
42             Vector3 worldVelocity = trackingReference.
               TransformDirection(localVelocity);
43             _rigidbody.AddForce(worldVelocity * swimForce,
               ForceMode.Acceleration);
44             _cooldownTimer = 0f;
45         }
46     }
47
48     if(_rigidbody.velocity.sqrMagnitude > 0.01f)
49     {
50         _rigidbody.AddForce(-_rigidbody.velocity * dragForce,
               ForceMode.Acceleration);
51     }
52 }
53 }

```

Pensando de forma semelhante à cena anterior, foi implementada também uma névoa para dificultar a visibilidade embaixo da água.

Outro ponto interessante foi a adição de alguns cardumes de peixe que se movimentam através de um código que utiliza inteligência artificial para criar movimentos aleatórios (figura 4.9). O código, usado a partir de um *asset*, aplica um modelo chamado *Boids* (54) que simula perfeitamente o comportamento de um bando de pássaros, porém modificado para simular um cardume de peixes.

O mesmo código é utilizado em um modelo de tubarão que também foi adicionado na cena (figura 4.10).

Em dado momento, caso a frequência cardíaca do jogador atinja um valor maior que 100 batimentos por minuto, um tubarão dez vezes maior que o original será posicionado na cena, com a intenção de intimidar o usuário.



Figura 4.9: Cardume de peixes presente na cena de Talassofobia.



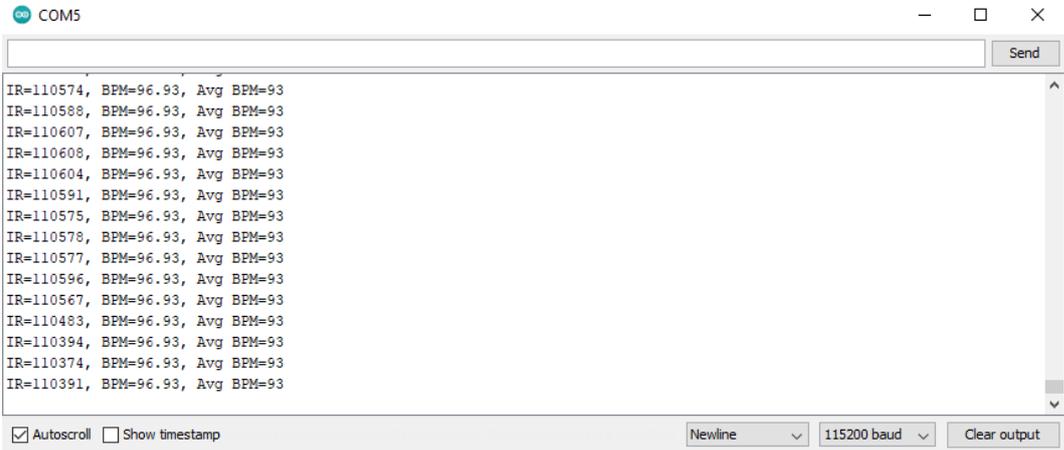
Figura 4.10: Tubarão presente na cena de Talassofobia.

– Lista de *assets* utilizados na cena:

- Stylize Water Texture (55)
- AllSky Free - 10 Sky / Skybox Set (51)
- Simple Boids (Flocks of Birds, Fish and Insects) (56)

5 Resultados

O método proposto neste trabalho apresentou desempenho satisfatório na tarefa de criar ambientes responsivos dentro de uma experiência em realidade virtual. Para analisar este resultado, primeiro provamos que o sensor do Arduino monitora os batimentos cardíacos corretamente e em intervalos curtos de tempo. Em seguida, determinamos qual métrica utilizar para provar que a experiência é imersiva. Por fim, foi possível provar que as alterações no ambiente são responsivas ao comportamento do usuário.



```
COM5
Send
IR=110574, BPM=96.93, Avg BPM=93
IR=110588, BPM=96.93, Avg BPM=93
IR=110607, BPM=96.93, Avg BPM=93
IR=110608, BPM=96.93, Avg BPM=93
IR=110604, BPM=96.93, Avg BPM=93
IR=110591, BPM=96.93, Avg BPM=93
IR=110575, BPM=96.93, Avg BPM=93
IR=110578, BPM=96.93, Avg BPM=93
IR=110577, BPM=96.93, Avg BPM=93
IR=110596, BPM=96.93, Avg BPM=93
IR=110567, BPM=96.93, Avg BPM=93
IR=110483, BPM=96.93, Avg BPM=93
IR=110394, BPM=96.93, Avg BPM=93
IR=110374, BPM=96.93, Avg BPM=93
IR=110391, BPM=96.93, Avg BPM=93
Autoscroll Show timestamp Newline 115200 baud Clear output
```

Figura 5.1: Captura de tela retirada durante teste de batimentos cardíacos a partir do Arduino IDE.

Como pode ser visto pela figura 5.1, o sensor do Arduino captura os batimentos cardíacos periodicamente a cada segundo, sendo possível monitorar qualquer alteração entre os níveis de ansiedade do usuário. Com o sensor funcionando corretamente, foi preciso seguir para o próximo passo, onde provamos que as experiências são imersivas.

Um ambiente imersivo é caracterizado por uma situação vívida onde a pessoa se sente como parte do ambiente, história ou circunstância, e seus sentidos se misturam com o contexto em que ela está (57). Usando a escala universal de Frequência Cardíaca utilizada pela Cruz Vermelha (3), vista na figura 5.2, podemos observar que a variação de batimentos cardíacos para adultos em re-

IDADE	FREQUÊNCIA CARDÍACA	MÉDIA APROXIMADA
Neonato	120 a 160 bpm	140 bpm
1 a 12 meses	80 a 140 bpm	120 bpm
1 a 2 anos	80 a 130 bpm	110 bpm
3 a 6 anos	75 a 120 bpm	100 bpm
7 a 12 anos	75 a 110 bpm	95 bpm
Adolescentes e adultos	60 a 100 bpm	80 bpm

Figura 5.2: Aferição de sinais vitais: frequência cardíaca (3).

pouso, considerada normal, é de 60 a 100 bpm. Portanto, determinamos que, para considerar que a experiência é imersiva, os batimentos cardíacos dos usuários devem ultrapassar 100 bpm enquanto estiverem vivenciando a cena. Dessa forma, podemos provar que o programa foi imersivo o suficiente para causar ansiedade e alterar o estado emocional do usuário (58). Ao ultrapassar o limite estabelecido de 100 bpm, as reações apresentadas pelo usuário também alteraram aspectos sensoriais do ambiente virtual.

5.1

Primeiro experimento

Ao longo do desenvolvimento deste projeto, duas usuárias foram submetidas a experiências imersivas. A usuária Juliana Prado (figura 5.7), que possui medo de altura, foi sujeita inicialmente à experiência de acrofobia.

No primeiro momento do teste, ainda no topo do prédio e sem vista do chão, ela estava relativamente calma com seus batimentos por volta de 73 bpm (figura 5.3).



Figura 5.3: Captura de tela retirada durante teste na cena de Acrofobia.

Ao andar até a ponte de madeira e ter a primeira percepção de distância do chão, seus batimentos começaram a ficar mais intensos, beirando a média de 87 bpm (figura 5.4).

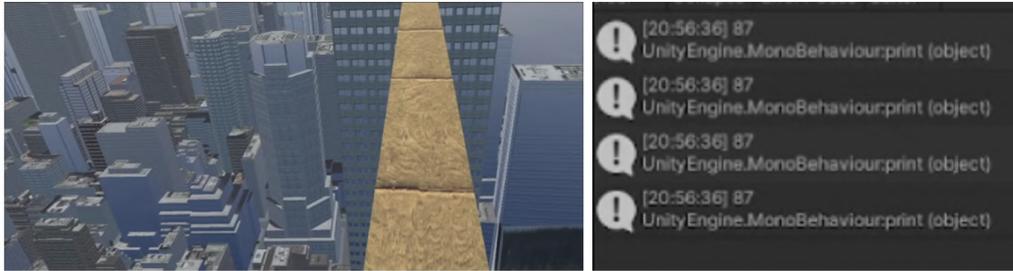


Figura 5.4: Captura de tela retirada durante teste na cena de Acrofobia.

Ao subir e se movimentar pela ponte, seus batimentos chegaram a 95 bpm (figura 5.5), e se estabilizou nesta média, atingindo até 99 bpm.



Figura 5.5: Captura de tela retirada durante teste na cena de Acrofobia.

Na metade do trajeto ela já estava bastante nervosa, pois decidiu olhar para trás, ao mesmo tempo que exclamou [sic]"se eu olhar para trás vou ficar nervosa". Subitamente, ela ultrapassou o limite de 100 bpm, chegando a 112 bpm (figura 5.6), e caiu da ponte após a remoção da mesma no cenário.

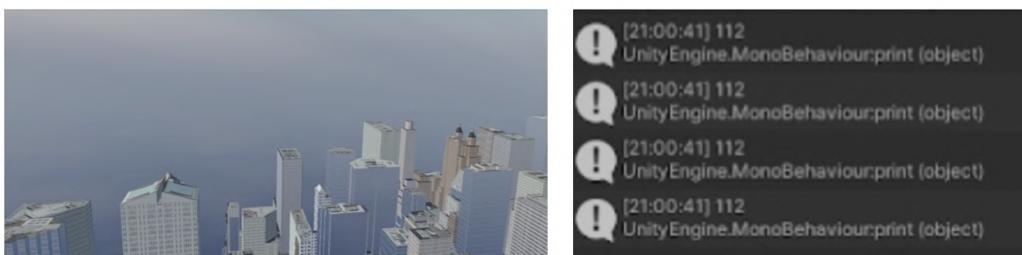


Figura 5.6: Captura de tela retirada durante teste na cena de Acrofobia.

Inicialmente a usuária não quis mais continuar o teste por saber que ao ficar nervosa, ela teria que viver seu medo. Porém, a mesma decidiu que iria continuar ao perceber que queria conseguir passar da ponte sem ficar nervosa.

Depois de um tempo em cena e algumas outras tentativas, foi possível perceber o costume por parte da usuária, pois seus batimentos começaram a ficar mais tranquilos do que no início dos testes.



Figura 5.7: Foto retirada da usuária Juliana Prado, durante teste na cena de Acrofobia.

5.2 Segundo experimento

A segunda usuária testada no projeto, que possui medo de corpos profundos embaixo d'água, foi submetida à cena de talassofobia. No início, ao ser posicionada no fundo do mar, a usuária estava bastante calma com seus batimentos por volta de 67 bpm (figura 5.8).

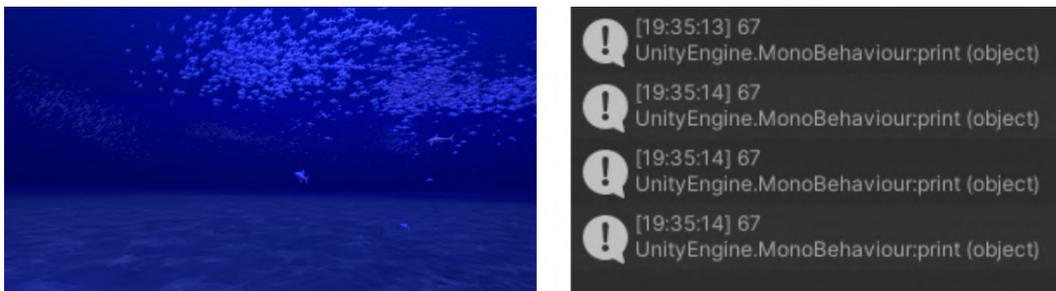


Figura 5.8: Captura de tela retirada durante teste na cena de Talassofobia.

Depois de alguns segundos, seus batimentos diminuíram ainda mais ao contemplar o ambiente e visualizar os peixes à distância (figura 5.9).



Figura 5.9: Captura de tela retirada durante teste na cena de Talassofobia.

Em seguida, após a explicação de como se movimentar na cena, ela decidiu se aproximar dos cardumes de peixes, fazendo com que seus batimentos fossem elevados e atingissem a marca de 79 bpm (figura 5.10).

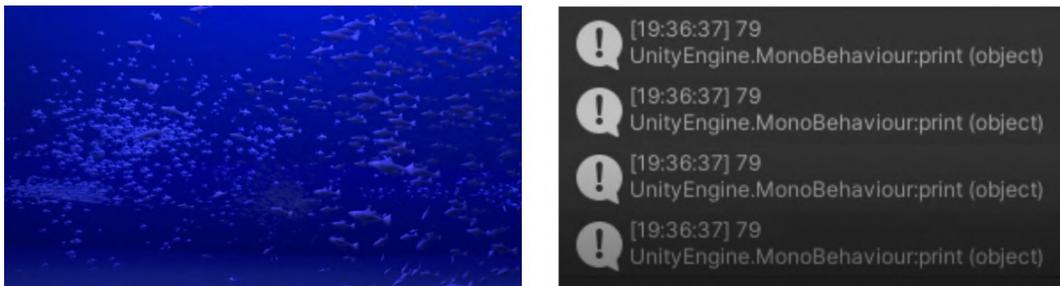


Figura 5.10: Captura de tela retirada durante teste na cena de Talassofobia.

Em dado momento, ao perceber a existência de um tubarão em meio aos cardumes, a usuária disse ter sentido um nervosismo maior, ao mesmo tempo que exclamou [sic]"meu deus, um tubarão!". Por conta disso, seus batimentos aumentaram significativamente até o valor de 96 bpm (figura 5.11).

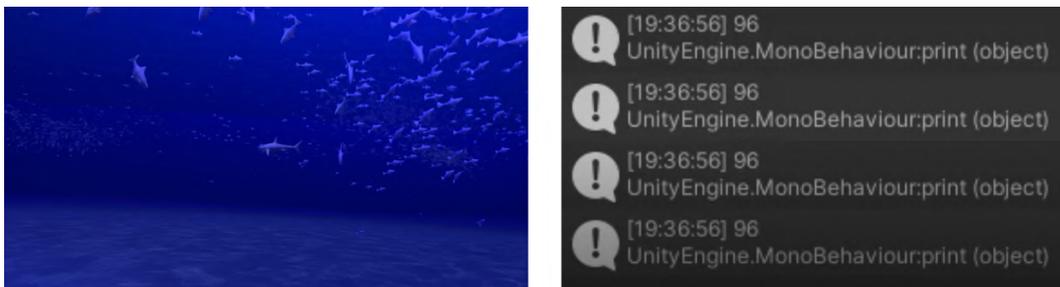


Figura 5.11: Captura de tela retirada durante teste na cena de Talassofobia.

Na tentativa de diminuir sua ansiedade e se distanciar do tubarão, seus batimentos alcançaram a marca de 106 bpm fazendo com que a reatividade da cena fosse ativada, exibindo um tubarão enorme no fundo do mar.

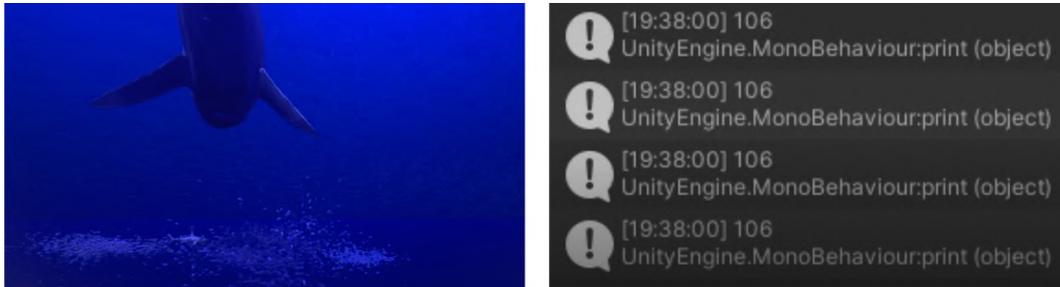


Figura 5.12: Captura de tela retirada durante teste na cena de Talassofobia.



Figura 5.13: Foto retirada da usuária Edilene Santos, durante teste na cena de Talassofobia.

Portanto, as duas cenas testadas reagiram como esperado, sendo capazes de apresentar um *feedback* sensorial no ambiente virtual a partir da leitura de estímulos passados pelo comportamento das usuárias em cena.

6

Conclusão e trabalhos futuros

O trabalho atual apresenta um modelo que pode servir como base de análises psicológicas para um profissional de saúde mental, atuando como um facilitador na hora de entender o que está acontecendo com o paciente dentro de experiências utilizando realidade virtual. Contudo, é importante ter o diagnóstico feito por um especialista, para confirmar ou descartar as hipóteses identificadas pelo modelo, e esclarecer e elucidar detalhes sobre um possível tratamento de fobias.

A utilização de técnicas de realidade virtual é fundamental para que o modelo consiga obter resultados satisfatórios. A criação de ambientes virtuais coloca o usuário em situações controláveis, permitindo que o modelo entregue resultados melhores e dispense a necessidade do uso de métodos imaginativos. Além disso, as técnicas de monitoramento de batimentos cardíacos são importantes para que o modelo consiga identificar, com precisão, o nível de medo em diferentes exames.

O uso de técnicas responsivas trouxe novas possibilidades de exploração dos sentimentos em experiências imersivas. Através delas, o usuário é capaz de receber um *feedback* sensorial de seu comportamento dentro da cena virtual. A partir desses *feedbacks* o jogador pode entender melhor o momento em que ele está ansioso e tentar contornar a situação, de forma que, com o tempo, também possa ser possível se adaptar e treinar para dominar gradualmente sua fobia.

A escolha da engine Unity para o modelo de experiência responsiva em realidade virtual foi uma decisão acertada, pois apresentou bons resultados sem a necessidade de realizar configurações, a priori, complexas para o ambiente de desenvolvimento junto ao Arduino. É importante lembrar que essa Engine disponibiliza uma grande variedade de *assets* e configurações pré-programadas.

Isso permitiu com que fosse possível focar depressa em questões fundamentais do projeto, buscando trazer os melhores resultados possíveis.

Devido à variedade de possibilidades e diferentes métodos existentes para a área de realidade virtual e experiências responsivas, há diversas propostas para evoluir o trabalho de conclusão de curso em questão, de modo a melhorar o resultado obtido.

O baixo número de fobias existentes é um fato impactante no momento do projeto, pois apesar das fobias presentes serem comuns, ainda pode existir a possibilidade onde a pessoa testada não possua nenhuma dessas fobias. Dito isso, o desenvolvimento e aprofundamento de novas cenas com diferentes fobias ajudaria a resolver o problema referido. Também é possível adicionar mais responsividade nas cenas, através do uso de mais sensores para o recebimento de novos dados. Dessa forma, é possível criar diversas opções de responsividade ao lidar com *biofeedbacks* diferentes.

Outra proposta de evolução válida é a implementação de um ambiente chamado de *Safezone*. A *Safezone* é uma área segura onde o usuário pode se sentir à vontade e ficar tranquilo, distante das cenas que retratam fobias. Em momentos que se sentisse extremamente nervoso ou que imaginasse que fosse ficar ansioso, o usuário poderia pressionar uma sequência de botões que o levaria imediatamente para a cena segura. Da mesma maneira, o usuário poderia voltar, a qualquer momento, ao ponto que pausou a fobia anterior. É possível que utilizá-la poderia acalmar mais facilmente o usuário e melhorar seu costume com as cenas, pois funcionaria como uma forma ainda mais controlada e fracionada da apresentação de fobias.

7

Referências bibliográficas

- 1 GOOGLE. **Google Slides**. Disponível em: <<https://www.google.com/slides/about/>>.
- 2 ONLINE, V. P. **Visual Paradigm Online**. Disponível em: <<https://online.visual-paradigm.com/pt/>>.
- 3 SAÚDE, M. da. Protocolos de suporte básico de vida. **Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde.**, p. 482, February 2016.
- 4 QADAR, A. H. . W. . B. S.; MIND, J. B. for All in the. **How virtual reality exposure therapy is helping to treat phobias and paranoia**. Disponível em: <<https://www.abc.net.au/news/health/2021-05-17/virtual-reality-therapy-for-treating-phobias-and-paranoia/100134166>>.
- 5 PALMER, A. H. S. Phobias - what, who, why and how to help. **British Psychological Society**, p. 8, July 2008.
- 6 WRIGHT, J. et al. **Aprendendo a Terapia Cognitivo-Comportamental - 2.ed.: Um Guia Ilustrado**. Artmed Editora, 2018. ISBN 9788582715420. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=V2J9DwAAQBAJ>>.
- 7 CARVALHO RAFAEL C. FREIRE, A. E. N. Marcele Regine de. Realidade virtual no tratamento do transtorno de pânico. p. 6, 2008.
- 8 BRAGA, M. Realidade virtual e educação. p. 9, 2001. ISSN 1519-5228.
- 9 MAPLES-KELLER CARLY YASINSKI, N. M. . B. O. R. J. L. Virtual reality-enhanced extinction of phobias and post-traumatic stress. **Neurotherapeutics**, p. 10, July 2017.
- 10 LEITÃO, V. C. e M. Sistema de realidade virtual para tratamento de fobias. p. 6, 2004. ISSN 1519-5228.
- 11 VIEIRA, N. **Psicólogos brasileiros estão usando realidade virtual para tratar fobias**. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/comportamento/psicologos-brasileiros-estao-usando-realidade-virtual-para-tratar-fobias-161143/>>.
- 12 GAMES, R. M. **Bring to Light**. Disponível em: <<http://www.redmeatgames.ca/products/title/bring-to-light/id/83>>.
- 13 LLC, F. M. **Nevermind**. Disponível em: <<https://nevermindgame.com/>>.
- 14 LAB, G. **MindLight**. Disponível em: <<https://gemhlab.com/games/mindlight/>>.
- 15 KIRNER, C. K. e T. G. **Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências**. [S.l.]: SBC – Sociedade Brasileira de Computação, 2011. ISSN 2177-6768.

- 16 FELNHOFER, R. L. . A. Virtual reality biofeedback in health: A scoping review. **Applied Psychophysiology and Biofeedback**, p. 15, December 2021.
- 17 KOCK, N. E-collaboration and e-commerce in virtual worlds: The potential of second life and world of warcraft. **International Journal of e-Collaboration**, p. 15, July 2008.
- 18 BOHIL CHARLES B OWEN, E. J. J. B. A. F. A. B. C. J. Virtual reality and presence. **21st Century Communication**, p. 23, abr. 2009.
- 19 MICROSOFT. **O que é realidade aumentada ou RA?** Disponível em: <<https://dynamics.microsoft.com/pt-br/mixed-reality/guides/what-is-augmented-reality-ar/>>.
- 20 META. **Oculus Quest 2**. Disponível em: <<https://store.facebook.com/quest/products/quest-2/>>.
- 21 NIANTIC, I. **Pokémon GO**. Disponível em: <<https://pokemongolive.com/>>.
- 22 MICROSOFT. **What is mixed reality?** Disponível em: <<https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/discover/mixed-reality>>.
- 23 DISORDERS, T. C. for Treatment of A. . M. **Cognitive Behavioral Therapy (CBT)**. Disponível em: <<https://centerforanxietydisorders.com/treatment-programs/cognitive-behavior-therapy/>>.
- 24 WRIGHT, M. R. B. . M. E. T. J. H. Princípios básicos da terapia cognitivo-comportamental. p. 18, 2007.
- 25 ROSEN, A. **USING VIRTUAL REALITY THERAPY TO TREAT SOCIAL ANXIETY**. Disponível em: <<https://nationalsocialanxietycenter.com/2018/01/18/using-virtual-reality-therapy-treat-social-anxiety/>>.
- 26 SENA, T. Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais - dsm-5, estatísticas e ciências humanas: inflexões sobre normalizações e normatizações. **Revista Internacional Interdisciplinar INTERthesis**, p. 22, December 2014.
- 27 CELIK FURKAN BAHADIR ALPTEKIN, K. F. Y. Z. Acrophobia treatment with virtual reality-assisted acceptance and commitment therapy: two case reports. **Dusunen Adam The Journal of Psychiatry and Neurological Sciences**, p. 8, January 2020.
- 28 LEVOS, T. L. Z. J. Nyctophobia: From imagined to realistic fears of the dark. **PSI CHI JOURNAL OF PSYCHOLOGICAL RESEARCH**, p. 9, December 2015.
- 29 CHERRY, K. **Coping With the Fear of the Ocean**. Disponível em: <<https://www.verywellmind.com/thalassophobia-fear-of-the-ocean-4692301>>.
- 30 APPLE. **Challenge Based Learning - A Classroom Guide**. Disponível em: <https://www.apple.com/br/education/docs/CBL_Classroom_Guide_Jan_2011.pdf>.

- 31 PLAN, P. **MoSCoW Prioritization**. Disponible em: <<https://www.productplan.com/glossary/moscow-prioritization/>>.
- 32 UNITY. **Unity**. Disponible em: <<https://unity.com/>>.
- 33 UNITY. **Hollow Knight**. Disponible em: <<https://unity.com/madewith/hollow-knight>>.
- 34 UNITY. **Praey for the Gods**. Disponible em: <<https://unity.com/madewith/prae-y-for-the-gods>>.
- 35 UNITY. **Rick and Morty: Virtual Rick-ality**. Disponible em: <<https://unity.com/madewith/rick-and-morty-virtual-rick-ality>>.
- 36 META. **Meta**. Disponible em: <<https://about.facebook.com/br/meta/>>.
- 37 INTEGRATED, M. **MAX30102 High-Sensitivity Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor for Wearable Health**. Disponible em: <<https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX30102.pdf>>.
- 38 ARDUINO. **Arduino**. Disponible em: <<https://www.arduino.cc/>>.
- 39 UNITY. **Unity 2021.2.7**. Disponible em: <<https://unity3d.com/unity/whats-new/2021.2.7>>.
- 40 UNITY. **Unity Manual: XR Plugin Management**. Disponible em: <<https://docs.unity3d.com/Manual/com.unity.xr.management.html>>.
- 41 UNITY. **OpenXR Plugin**. Disponible em: <<https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.openxr@0.1/manual/index.html>>.
- 42 UNITY. **Unity Manual: Oculus Touch Controller Profile**. Disponible em: <<https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.openxr@1.3/manual/features/oculustouchcontrollerprofile.html>>.
- 43 UNITY. **Unity Manual: XR Interaction Toolkit**. Disponible em: <<https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.interaction.toolkit@0.9/manual/index.html>>.
- 44 OCULUS. **Oculus Hand Models**. Disponible em: <<https://developer.oculus.com/downloads/package/oculus-hand-models/>>.
- 45 ARDUINO. **Arduino IDE**. Disponible em: <<https://www.arduino.cc/en/software>>.
- 46 SPARKFUN. **SparkFun MAX301x Particle Sensor Library**. Disponible em: <https://github.com/sparkfun/SparkFun_MAX3010x_Sensor_Library>.
- 47 UNITY. **Unity Asset Store**. Disponible em: <<https://assetstore.unity.com/>>.
- 48 UNITY. **Unity Manual: Asset Workflow**. Disponible em: <<https://docs.unity3d.com/560/Documentation/Manual/AssetWorkflow.html>>.

- 49 UNITY. **Unity Manual: Skyboxes**. Disponível em: <<https://docs.unity3d.com/2021.2/Documentation/Manual/skyboxes.html>>.
- 50 GEOPIPE, I. **Real New York City Vol. 1**. Disponível em: <<https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/urban/real-new-york-city-vol-1-208247#publisher>>.
- 51 RPGWHITELOCK. **AllSky Free - 10 Sky / Skybox Set**. Disponível em: <<https://assetstore.unity.com/packages/2d/textures-materials/sky/allsky-free-10-sky-skybox-set-146014#publisher>>.
- 52 SOFTWARE, A. dog's life. **Plank Textures PBR**. Disponível em: <<https://assetstore.unity.com/packages/2d/textures-materials/wood/plank-textures-pbr-72318#publisher>>.
- 53 SUPERCYAN. **Environment Pack: Free Forest Sample**. Disponível em: <<https://assetstore.unity.com/packages/3d/vegetation/environment-pack-free-forest-sample-168396#description>>.
- 54 WONG, T. **Boids**. Disponível em: <<https://cs.stanford.edu/people/eroberts/courses/soco/projects/2008-09/modeling-natural-systems/boids.html>>.
- 55 LOWLYPOLY. **Stylize Water Texture**. Disponível em: <<https://assetstore.unity.com/packages/2d/textures-materials/water/stylize-water-texture-153577#description>>.
- 56 NVJOB, N. V. **Simple Boids (Flocks of Birds, Fish and Insects)**. Disponível em: <<https://assetstore.unity.com/packages/3d/characters/animals/simple-boids-flocks-of-birds-fish-and-insects-164188#publisher>>.
- 57 SOUTO, R. P. e A. V. T. Linhas-guia para o design de huds em jogos imersivos. **Universidade de Brasília, Departamento de Desenho Industrial, Brasil**, p. 6, 2015. ISSN 2179-2259.
- 58 AQUINO, A. **Coração acelerado, taquicardia e falta de ar: o que está acontecendo?** Disponível em: <<https://cmosdrake.com.br/blog/coracao-acelerado-taquicardia-e-falta-de-ar-o-que-esta-acontecendo/>>.