

Raphael Felipe do Vale Lucena
Orientador: Prof. Me. Francisco das Chagas Imperes Filho

**The Wanderer: Um jogo para auxiliar no
combate ao sedentarismo e promover uma vida
saudável.**

Picos - PI
Dezembro/2019

Raphael Felipe do Vale Lucena
Orientador: Prof. Me. Francisco das Chagas Imperes Filho

The Wanderer: Um jogo para auxiliar no combate ao sedentarismo e promover uma vida saudável.

Monografia submetida ao Curso em Bacharelado em Sistemas de Informação como requisito parcial para obtenção de grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Universidade Federal do Piauí
Campus Senador Helvídio Nunes de Barros
Bacharelado em Sistemas de Informação

Picos - PI
Dezembro/2019

FICHA CATALOGRÁFICA
Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí
Biblioteca José Albano de Macêdo

L935t Lucena, Raphael Felipe do Vale.
The Wanderer: um jogo para auxiliar no combate ao sedentarismo e promover uma vida saudável.. / Raphael Felipe do Vale Lucena. -- Picos,PI, 2019.
60 f.
CD-ROM: 4 ¾ pol.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação. – Universidade Federal do Piauí, Picos, 2019.

“Orientador(A): Prof. Me. Francisco das Chagas Imperes Filho.”

1. Qualidade de Vida - Tecnologia. 2. Acelerômetro. 3. Jogos Eletrônicos - Saúde. 4. Sedentarismo. I. Título.

CDD 005.1

Elaborada por Rafael Gomes de Sousa CRB 3/1163

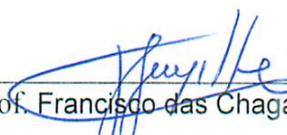
THE WANDERER: UM JOGO PARA AUXILIAR NO COMBATE AO SEDENTARISMO E PROMOVER
UMA VIDA SAUDÁVEL

RAPHAEL FELIPE DO VALE LUCENA

Monografia aprovada como exigência parcial para obtenção do
grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Data de Aprovação

Picos – PI, 03 de Dezembro de 2019.



Prof. Francisco das Chagas Imperes Filho



Prof. Romuere Rodrigues Veloso e Silva



Prof. Alan Rafael Ferreira dos Santos

Agradecimentos

Agradeço em louvor a Deus, pela força concedida e pela paz que só Ele pode dar. Porque por meio dEle, por Ele e para Ele são todas as coisas, que o meu sucesso, as minhas conquistas, as minhas batalhas, vitórias, derrotas, sonhos, tudo seja para glória dEle, que é digno de todo louvor. Se cheguei até aqui, foi pela sua graça imerecida, dedico este trabalho ao Eterno.

Louvo ao Senhor pela minha família, que me apoiou e não se opuseram aos meus desejos, sempre me encorajando a perseguir meus sonhos. Agradeço ao meu pai, Lourivaldo, por seu companheirismo e seu cuidado, minha mãe, Joselma pelo seu cuidado sempre (SEMPRE) presente, meu irmão caçula, Júnior pela parceria e ombro amigo em todos os momentos que precisei, meu avô José Gonçalves pelo seu imensurável suporte, ao meu tio José dos Santos e toda a minha família.

Meu sensei ao qual serei eternamente grato por sua grande amizade, irmandade, companheirismo e força psicodélica, Leonardo Augusto, vulgo Leozin, que praticamente cuidou de mim e foi com quem tive os melhores momentos desde que cheguei no curso. De coração, obrigado por tudo, Leo!

Agradeço a aquela que tenho como alento, minha pessoa, meu recanto de sossego, Cássia Cristine, a moça com quem quero compartilhar tudo, agradeço pelo seu imenso carinho e afeto, por me ouvir, me encorajar em tudo e se alegrar com minhas conquistas (tanto quanto ou até mais do que eu algumas vezes).

Aos meus “irmãos de outro bucho”, Diego Ferreira, parceiro e compartilhador das técnicas secretas da Cara-de-Pau. Meu irmão-primo, o jovem puritano, Sales Segundo, como gosta de ser chamado. Meu caçula doidão, Itamar e meu grande amigo, que é quase um reflexo meu, de tanto que temos em comum, Levi França. A minha amiga Thalma e sua mãe, Jesus, pelo carinho e cuidado. A dona Deyse e sua família, foram muitas as vezes em que fui ajudado por esta mulher incrível!

Sou grato por grandes amizades que conquistei durante essa jornada, Marcos Paulo, Samuel, Thaliane, Rubenilson, Brena, e tantos outros nomes que se fosse citar, não caberiam na folha. Aos meus irmãos que fiz nesse curso, Thales, Daniel e Helbert, esse que estive comigo nos trabalhos mais complicados que encontrei nesta graduação e que tenho muita consideração, praticamente o vejo com um irmão mais velho. Obrigado Helbert!

Uma menção honrosa deve ser feita as melhores companhias com morei desde que me mudei para Picos, os meus amigos Alayton, André, Luís Eduardo, Ingredy, Sara Maria, Frida, Leo e Laryssa, o Leozin também está nesse meio. Não poderia ter sido melhor acolhido, obrigado a todos vocês.

Agradeço a professora Patrícia Vieira, que sempre ajudou com todos os “abacaxis” que surgiram ao longo do curso e também, ao professor Ivenilton Moura, pelo seu suporte com alguns problemas que tive durante o curso.

Por fim, agradeço ao meu orientador, Francisco Imperes, pela enorme liberdade criativa que me concedeu para desenvolver este trabalho e pela sua confiança depositada nas minhas capacidades. A ajuda deste grande homem foi essencial para que este trabalho se concretizasse.

“Embrace your dreams and, whatever happens, protect your honor.”

Zack Fair - Final Fantasy VII Crisis Core

*O futuro tende a pertencer
A quem prefere crer pra ver.*

Ulysses Melo Manso (FUTURO - AMEN JR)

Resumo

O uso de jogos eletrônicos na área da saúde vem ganhando destaque por sua empregabilidade em diversas situações. Uma pesquisa da Universidade de Tóquio mostrou que o Pokémon GO fez grande sucesso por usar mecânicas inovadoras em sua jogabilidade que contribuíram para diminuição de fatores como depressão, fobias sociais e o sedentarismo. O sedentarismo é a falta ou ausência de atividades físicas, levando a uma redução nos gastos calóricos. Segundo a Organização Mundial de Saúde, nos adultos, o sedentarismo está presente em 23% dos indivíduos; já nos mais jovens, esse índice é de 81%. Com isso, cresce a necessidade de incentivar pessoas a praticarem atividades físicas e a demanda por motivadores para mudança de hábitos em prol de uma vida mais saudável vem crescendo a cada dia. O principal objetivo deste trabalho foi desenvolver um jogo mobile do gênero *Exergame*, que funcione como um motivador para a prática de atividades físicas (individual ou em grupo) e a interação social. O jogo faz uso de sensores como giroscópio e acelerômetro, para detecção de caminhada, como principal forma para mensurar o progresso do jogador. O propósito final é contribuir no aumento da interatividade entre os jogadores e o meio onde vivem. O processo avaliativo utilizado incluíram análise de usabilidade de software com um questionário baseado na metodologia proposta pela Escala *Likert* que visa medir o grau de satisfação (ou insatisfação) do usuário em relação ao aplicativo proposto neste trabalho, atingindo 73% de aceitação na sua média de percentual.

Palavras-chaves: Acelerômetro, Giroscópio, Jogo, Qualidade de Vida, Interatividade, Sedentarismo, Saúde, Exergame.

Abstract

The use of electronic games in health has gained prominence for its employability in various situations. Research from the University of Tokyo showed that Pokémon GO was very successful in using innovative gameplay mechanics that contributed to factors such as depression, social phobias and sedentary lifestyle. Physical inactivity is the lack or absence of physical activities, leading to a reduction in caloric expenditure. According to the World Health Organization, in adults, physical inactivity is present in 23% of individuals; In younger people, this rate is 81%. With this, there is a growing need to encourage people to practice physical activities and the demand for motivators to change habits for a healthier life is growing every day. The main objective of this work is to develop a mobile game of the genre *Exergame*, which acts as a motivator for physical activity (individual or group) and social interaction. The game makes use of sensors such as gyroscope and accelerometer for walk detection as the main way to measure the player's progress. The ultimate purpose is to contribute to increased interactivity between players and the environment in which they live. The evaluation process used included software usability analysis with a questionnaire based on the methodology proposed by the scale *Likert* that aims to measure the degree of satisfaction (or dissatisfaction) of the user in relation to the application proposed in this work, reaching 73% of acceptance in your average percentage.

Keywords: Accelerometer, Gyroscope, Game, Quality of Life, Interactivity, Physical inactivity, Health, Exergame.

Lista de ilustrações

Figura 1 – O jogo <i>Dark Souls</i> , que deu origem ao subgênero <i>Souls Like</i>	19
Figura 2 – Processo de Interação Humano-Computador.	21
Figura 3 – Fluxograma do funcionamento da <i>API - WalkDetector</i>	28
Figura 4 – Construção do cenário <i>Black Forest</i> na Unity.	29
Figura 5 – Jogo <i>The Legend of Zelda: Ocarina of Time</i>	30
Figura 6 – Ícones usados no projeto.	30
Figura 7 – Imagens do jogo <i>Final Fantasy 7</i> (a) e o jogo <i>The Wanderer</i> (b). Cenário de caminhada.	31
Figura 8 – Imagens do jogo <i>Final Fantasy 7</i> (a) e o jogo <i>The Wanderer</i> (b). Cenário de batalha.	32
Figura 9 – Caminhos e pontos do cenário <i>Black Forest</i> , onde o jogador vai trafegar até terminar o percurso.	32
Figura 10 – Alunos da Universidade Federal do Piauí testando o <i>The Wanderer</i> . . .	34
Figura 11 – Representação dos limiares de movimento.	46
Figura 12 – Simulação de possíveis estados dentro do jogo.	46

Lista de tabelas

Tabela 1 – Gêneros de jogos.	18
Tabela 2 – Características dos trabalhos relacionados.	23
Tabela 3 – Avaliação dos usuários acerca da problemática. Resposta em porcentagem (%).	35
Tabela 4 – Avaliação dos usuários acerca da proposta. Resposta em porcentagem (%).	35
Tabela 5 – Avaliação dos usuários acerca da interface e gráficos do jogo. Resposta em porcentagem (%).	35
Tabela 6 – Avaliação dos usuários acerca da usabilidade. Resposta em porcentagem (%).	36
Tabela 7 – Avaliação dos questionários. Resposta em porcentagem (%).	36

Lista de abreviaturas e siglas

Acc	Acelerômetro
AFMV	Atividade Física de Intensidade Moderada a Vigorosa
BPF	Band Pass Filter
D	Dado Processado
Mdif	Diferença das Médias
DCNT	Doenças Crônicas Não Transmissíveis
X	Estado Atual
GPS	Global Position System
HUD	Heads-Up Display
HPF	High Pass Filter
IHC	Interação Homem-Máquina
P	Interpolação Linear
LPF	Low Pass Filter
M_0	Média Anterior
M	Média Atual
OMS	Organização Mundial de Saúde
RPG	Role-Playing Game
TLoZ	The Legend of Zelda
WUL	Wave Unity Library

Sumário

1	Introdução	14
1.1	Contexto e Problema	14
1.2	Objetivos	15
1.2.1	Objetivos Específicos	15
1.3	Disposição do Trabalho	15
2	Referencial Teórico	16
2.1	<i>Unity</i>	16
2.2	Blender	16
2.3	Gamificação	16
2.4	Sistemas Utilizados	17
2.4.1	<i>Wave Unity Library</i> (WUL)	17
2.4.2	Giroscópio	17
2.4.3	Acelerômetro	17
2.5	Gênero de Jogos	18
2.6	Exergame	19
2.7	Filtros	19
2.7.1	Passa Baixa	19
2.7.2	Passa Alta	20
2.7.3	Passa Banda	20
2.8	Interação Homem-Computador (IHC)	20
2.8.1	Usabilidade	21
2.8.2	Engenharia Semiótica	21
2.8.3	Engenharia Cognitiva	22
3	Trabalhos Relacionados	23
4	Proposta	26
4.1	Observações sobre a problemática	26
4.2	Considerações acerca da WUL	26
4.3	Desenvolvimento	27
4.3.1	Metodologia do Trabalho	27
4.3.2	WALK DETECTOR	27
4.3.3	Funcionamento	27
4.3.4	Construção e composição do jogo	28
4.3.4.1	Ambiente 3D	28

4.3.4.2	Elementos gráficos	29
4.3.4.3	Gameplay	31
4.3.4.4	Level Design	32
4.3.5	Métricas de avaliação do software	33
5	Resultados e Discussões	34
6	Conclusão	37
6.1	Contribuições	37
6.2	Trabalhos Futuros	37
	Referências	39
	Apêndices	43
APÊNDICE A	Detalhamento Técnico sobre a API WalkDetector	44
A.0.0.1	Processamento	44
A.0.0.2	Comportamento	45
APÊNDICE B	Código da classe WalkDetector.cs	48
APÊNDICE C	Questionários de satisfação e usabilidade	53
APÊNDICE D	Projeto e Demo da API do jogo	60

1 Introdução

1.1 Contexto e Problema

O comportamento sedentário e a inatividade física não são sinônimos, pois ambos apresentam respostas fisiológicas diferentes em relação à saúde, portanto não podem ser mensurados e interpretados de maneira igual (PATE; O'NEILL; LOBELO, 2008). A inatividade física vem sendo entendida como a condição de não atingir as diretrizes de saúde pública para os níveis recomendados de atividade física de intensidade moderada a vigorosa (AFMV). Já o comportamento sedentário tem sido usado para se referir à exposição a atividades com baixo dispêndio energético (MENEGUCI et al., 2015).

Para não ser considerado sedentário, o indivíduo precisa fazer atividades moderadas, pelo menos 5 vezes por semana durante 30 minutos, ou atividades físicas intensas pelo menos 3 vezes por semana, durante 20 minutos, afirma Haskell et al. (2007). Entretanto, o sedentarismo ainda não é levado tão à sério, visto que em todo o mundo, 20% dos adultos e 80% dos adolescentes não praticam exercícios com frequência e intensidade adequadas para suas faixas etárias (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2018).

Meneguci et al. (2015) diz que a condição elevada do tempo exposto a comportamentos sedentários estar associada a um maior risco de mortalidade e que mesmo o indivíduo sendo ativo fisicamente, esse comportamento não compensará os efeitos adversos do tempo prolongado na posição sentada. Katzmarzyk et al. (2009) observou o tempo sentado referido por 17.013 canadenses durante o período de 13 anos, chegando a conclusão que o tempo sentado por um período prolongado estava associado positivamente com as doenças cardiovasculares e com a elevação das taxas de mortalidade. Mais tarde, com o objetivo de verificar os efeitos do comportamento sedentário na expectativa de vida da população dos Estados Unidos, foi identificado um aumento de dois anos na expectativa de vida com a redução do tempo diário despendido na posição sentada para menor que três horas e um aumento de 1,38 anos a partir da redução para menor de duas horas/dia de visualização de TV (KATZMARZYK; LEE, 2012).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) afirma que a atividade física regular é fundamental, sendo excelente para a prevenção e tratamento de Doenças Crônicas não Transmissíveis (DCNTs). Essas enfermidades são responsáveis por 71% de todas as mortes no mundo, incluindo as mortes de 15 milhões de pessoas por ano entre 30 e 70 anos (OPAS/OMS BRASIL, 2018). Tendo em vista tamanha preocupação, a OMS lançou um plano de ação mundial sobre atividades físicas e saúde para 2018 a 2030, mostrando como os países podem reduzir a inatividade física em adultos e adolescentes em 15% durante todo esse período.

1.2 Objetivos

O principal objetivo deste trabalho foi desenvolver um jogo *mobile* utilizando os sensores acelerômetro e giroscópio para detecção de movimentos, e técnicas de gamificação para incentivar a prática de atividades físicas, com foco específico nas caminhadas.

1.2.1 Objetivos Específicos

- Desenvolver um jogo mobile;
- Utilizar gamificação para incentivar a prática de atividades físicas;
- Avaliar a qualidade do software e sua interface com base em métricas de IHC¹.

1.3 Disposição do Trabalho

A seguir, está descrita a organização deste trabalho. No Capítulo 2 é apresentado o Referencial Teórico sobre as tecnologias e ferramentas usadas na construção do projeto. O Capítulo 3 apresenta os Trabalhos Relacionados. A construção do projeto e os testes realizados, estão no Capítulo 4. Os resultados obtidos estão contidos no Capítulo 5. Por fim, o Capítulo 6 contém a conclusão e as considerações finais.

¹ IHC ou Interação Homem-Computador é uma área do conhecimento que investiga o design, implementação e outras áreas de um sistema.

2 Referencial Teórico

2.1 *Unity*

A plataforma de desenvolvimento *Unity*¹ é um Motor de Jogo (*Game Engine*) voltada para criação de jogos, em duas e três dimensões. Possui um versão gratuita para iniciantes, para receitas ou financiamentos que não excedam o valor de 100.000\$ por ano. Ela também é uma ferramenta multiplataforma, fornece suporte ao desenvolvimento de aplicações para para *desktop*, *mobile*, *web* e para os consoles do mercado atual.

A plataforma faz uso das linguagens de programação *Boo*, *JavaScript*, *C#*, sendo compatível com diversos navegadores *web* e também com diversos programas de modelagem tridimensional. A *Unity* possui *interface* gráfica, sistemas de colisões, iluminação e som, características desejáveis para desenvolvimento de jogos de alta qualidade (CARVALHO, 2012).

Traz também a possibilidade de realizar testes no projeto, sem que seja necessário a compilação da versão definitiva. Possui uma alta velocidade para renderização de gráficos (tanto para *DirectX* como *OpenGL*), com um motor gráfico de alta qualidade, sistema de partículas e animação de modelos, e outras ferramentas que auxiliam a utilização de rede, audio e vídeo (MORIBE, 2012).

2.2 Blender

O Blender² é um *software* profissional e *open source* de computação gráfica 3D. Permite um conjunto vasto de funcionalidades, entre as quais modelagem, animação, texturização, composição, *rendering*, edição de vídeo e criação de aplicações interativas em 3D.

Para o desenvolvimento da prova de conceito, utiliza-se esta ferramenta essencialmente pelas suas características de modelagem, texturização e animação, bem como pelas suas capacidades de importação e exportação de tipos de ficheiros diferentes para modelos 3D.

2.3 Gamificação

A gamificação, gameficação ou *gamification*, consiste em uma metodologia usada para trazer características dos jogos para outros contextos que não sejam jogos especificamente, replicando a experiência motivadora proporcionada por eles e fazendo com que o usuário execute um serviço, processo ou produto de forma mais satisfatória e prazerosa

¹ Unity 3D: <https://unity3d.com/pt>

² Blender: <https://www.blender.org/>

(PANTOJA; PEREIRA, 2018). DUARTE (2014), afirma que o maior desafio de todo esse processo “é usar elementos que normalmente operam no universo dos games e aplicá-los efetivamente no mundo real.”

Segundo Pantoja e Pereira (2018), os jogos ganharam uma relevância tão grande que mais empresas começaram a investir em gamificação, com a finalidade de atrair novos clientes e fidelizar os antigos. Eles também afirma que as pessoas estão fazendo com que os jogos estejam cada vez mais inseridos em suas atividades cotidianas.

“Se o tempo empregado nesses jogos fossem dedicados na execução de uma determinada atividade, conseguiríamos atingir um nível de excelência muito grande na execução daquela atividade”, afirma Gladwell (2008).

2.4 Sistemas Utilizados

Para o desenvolvimento deste trabalho, será utilizada a biblioteca open-source Wave Unity Libray, desenvolvida para a framework Unity, que faz uso de dois sensores (giroscópio e acelerômetro), para detecção de movimentos.

Para o *multiplayer*, serão utilizados assets nativos da própria *framework*, com modificações que se adaptem ao contexto do trabalho.

2.4.1 Wave Unity Library (WUL)

A WUL é uma biblioteca de código aberto, criada com intuito de tornar a experiência de jogos *mobile* mais imersiva, com recurso de rastreamento de movimento para controle de personagens e *streaming* de áudio em tempo real. (YIP JEREMY; AYUNANI, 2016)

2.4.2 Giroscópio

Giroscópios servem para mensurar a variação angular de um determinado objeto. Ou seja, é um sensor capaz de medir a velocidade angular de um eixo específico ligado ao objeto em questão. O giroscópio possui grande aplicação na indústria, como no caso de aviação civil, indicando a inclinação de um avião.

Outra aplicação que merece ser citada, fruto das dimensões reduzidas deste sensor, é a sua utilização em jogos de videogame, tornando a experiência do jogador mais interativa e real (TOLEDO, 2015).

2.4.3 Acelerômetro

A maioria dos *tablets e smartphones* tem um acelerômetro. Este recurso é utilizado para organizar as telas dessa categoria de equipamentos, mantendo textos e figuras orientados ao longo da direção de leitura mais confortável ao usuário. Acelerômetros são dispositivos

que podem funcionar a partir de diversos efeitos físicos para medir valores de aceleração de um determinado corpo. Eles possuem uma ampla faixa de valores de aceleração que são capazes de medir, dentre outras funcionalidades e aplicações (TOLEDO, 2015).

Acelerômetros são baseados em minúsculos capacitores cujas placas têm uma certa elasticidade, o que faz com que a distância entre elas varie quando o dispositivo sofre uma aceleração. Isso altera as capacitâncias, que uma vez medidas permitem a inferência da aceleração. Diferentes conjuntos de capacitores são dispostos de maneira a determinar a aceleração em três eixos distintos (X, Y e Z). (AGUIAR, 2016)

2.5 Gênero de Jogos

Para agrupar os jogos em caixas com rótulos, é necessário algum tipo de subjetividade, visto que é possível os jogos navegarem entre seus gêneros. (SILVA et al., 2009)

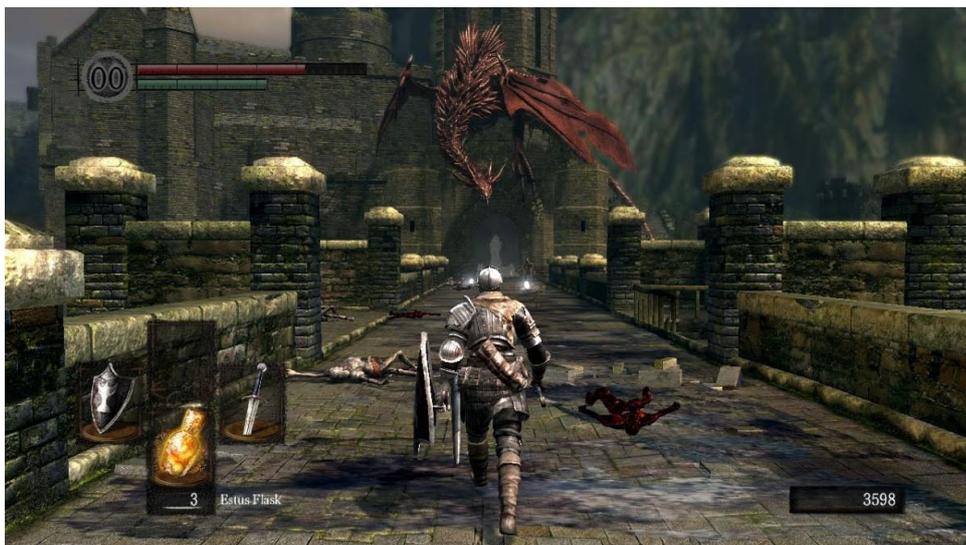
Como descrito por (SATO; CARDOSO, 2014) a Tabela 1 lista alguns gêneros de jogos bem difundidos na literatura.

Tabela 1: Gêneros de jogos.

Gênero	Descrição
RPG	Jogos com narrativa muito forte, envolvente e bem elaborada perante trama, diversos núcleos e personagens.
Aventura	Jogos cuja narrativa é trabalhada, mas não chega ao patamar de um RPG.
Emulação	São jogos baseados no real, mas não precisos nessa realidade.
Simulação	São jogos muito fiéis ao real, buscando simular fenômenos e situações da realidade com o maior nível de precisão possível.
Estratégia	Requerem que o jogador gerencie um conjunto limitado de recursos para atingir um objetivo pré-definido.
Ação	São jogos em tempo real onde o jogador deve reagir rapidamente a algum acontecimento, enfatizando a reação instantânea.
Puzzles	Em termos gerais, são jogos que envolvem mais o raciocínio lógico e exercício da mente. O ponto principal deste gênero está na solução de um problemas.

O jogo *Dark Souls* (Figura 2.5), é um exemplo de subgênero de *RPG* que adotou um conjunto de características tão singulares em sua jogabilidade que resultaram na origem de um novo subgênero, o **Souls Like**, a marca da franquia *Souls*.

Sempre existe um gênero predominante no jogo, mas na prática os jogos misturam esses gêneros para tornar a experiência única. O gênero e seu subgênero já ditam algumas regras para categorizá-lo da mesma forma, mas nada impede uma mistura ou novo subtipo, responsáveis por definir o projeto de jogo (*Game Design*) (NASPOLINI, 2018).

Figura 1: O jogo *Dark Souls*, que deu origem ao subgênero *Souls Like*.

Fonte: Disponível em <<https://www.unilad.co.uk/gaming/dark-souls-xbox-one-backwards-compatibility-leaked/>>

2.6 Exergame

Exergames são todos os jogos digitais que requerem mais esforço físico ou movimentos do que o comportamento sedentário e incluem atividades de força, equilíbrio ou flexibilidade (OH; YANG, 2010). O termo veio da junção das palavras *exercise* e *game*. Exergames feitos para consoles tendem a ter uma eficácia menor a longo prazo, visto que os jogadores estão restritos a sala onde o console está para que seus movimentos sejam captados por ele.

Como alternativa aos consoles, os *exergames* desenvolvidos para dispositivos móveis eliminam essa limitação física, gerando uma maior integração na vida cotidiana e aumento do uso do jogo na atividade física diária. (SCHWARZ et al., 2018)

2.7 Filtros

2.7.1 Passa Baixa

O filtro Passa Baixa (ou em inglês *Low-Pass Filter*) é um circuito que oferece passagem fácil para sinais de baixa frequência e passagem difícil para sinais de alta frequência (DAWES, 1947)

Esta definição pode existir de formas distintas. Além dos circuitos eletrônicos, são utilizados em algoritmos digitais, dentro de um conjunto de dados, processamento de imagens, entre outros.

2.7.2 Passa Alta

O filtro Passa Alta (ou *High-Pass Filter*) permite a passagem das frequências altas com facilidade, reduzindo frequências mais baixas que a frequência de corte. (BORGES; CARVALHO; PIRES, 2011)

É mais utilizado no bloqueio de frequências baixas, enquanto permite a passagem das frequências mais altas. De forma simples, é basicamente o inverso do filtro passa baixa.

2.7.3 Passa Banda

Segundo (MUSSOI, 2004), “um filtro passivo denominado passa faixa ou passa banda, é aquele filtro que permite a passagem de sinais em uma determinada faixa intermediária. Ou seja, ele irá atenuar sinais que estejam abaixo ou acima de determinada frequência. As delimitações são também conhecidas como frequência de corte inferior e frequência de corte superior. Neste tipo de topologia, teremos uma frequência de passagem.”

Simplificado, o filtro *Passa Banda* é a combinação dos filtros Passa Baixa e Passa Alta.

2.8 Interação Homem-Computador (IHC)

A Interação Humano-Computador (IHC) busca investigar o “projeto (*design*), avaliação e implementação de sistemas computacionais interativos para uso humano, juntamente com o fenômenos associados a este uso” (HEWETT et al., 1992).

Enquanto projetos de IHC procuram desenvolver interfaces de alta qualidade, as avaliações de IHC buscam mensurar a qualidade do projeto de interface durante todo o processo de desenvolvimento (PRATES; BARBOSA, 2003).

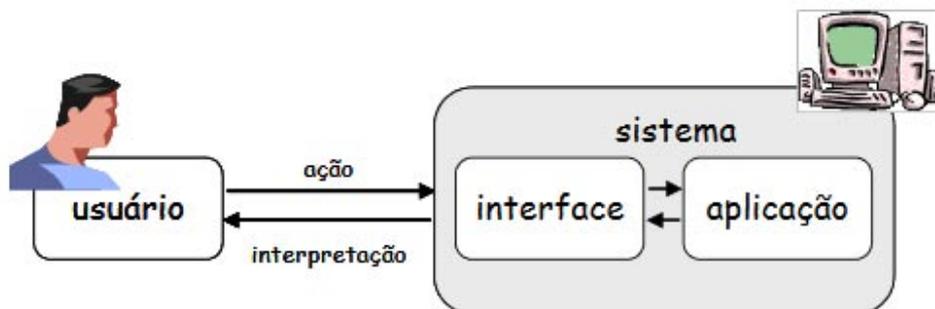
Também dentro do contexto de IHC a usabilidade de *softwares* é considerada de extrema importância. Ela corresponde diretamente ao nível de satisfação que o usuário possui ao interagir com um sistema ou produto de *software*.

Interação pode ser entendida como o processo de comunicação entre o usuário e o sistema, onde o sistema executa uma ação para cada interação feita pela o usuário. (PREECE et al., 1994)

A **interface** é responsável pela criação da ponte de comunicação entre usuário e sistema, englobando *software* e hardware. Considerando a interação como um processo de comunicação, a interface pode ser vista como o sistema de comunicação utilizado neste processo (MORAN, 1981). A Figura 2 representa o processo Interação Humano-Computador.

Estudiosos da área de IHC constaram a existência de uma relação positiva entre usabilidade e estética, concluindo que interfaces mais atrativas esteticamente são consideradas mais fáceis de usar. (PRATES; BARBOSA, 2003)

Figura 2: Processo de Interação Humano-Computador.



Fonte: Adaptado de (PRATES; BARBOSA, 2003).

2.8.1 Usabilidade

A usabilidade corresponde diretamente ao nível de satisfação que o usuário possui por utilizar um sistema ou produto, sendo um atributo de qualidade relacionado à facilidade do uso de algo (SANTOS, 2008).

Segundo SANTOS (2008) o termo também pode ser usado para se referir à rapidez com que os usuários podem aprender a usar alguma coisa, a eficiência deles ao usá-la, o quanto lembram daquilo, seu grau de propensão a erros e o quanto gostam de utilizá-la. Se as pessoas não podem ou não precisam utilizar um recurso, ele pode muito bem não existir (NIELSEN; LORANGER, 2006).

De acordo com a *International Standards Organizations* (ISO, 2018) a usabilidade é “a medida que um sistema, produto ou serviço pode ser usado por usuários especificados para atingir metas especificadas com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto especificado de uso”.

2.8.2 Engenharia Semiótica

A teoria da Engenharia Semiótica (SOUZA, 2005) é uma teoria fundamentada na Semiótica, uma disciplina que estuda fenômenos de significação e comunicação. Ela possibilita compreender os fenômenos envolvidos no design, uso e avaliação de um sistema interativo e possui o objetivo de esclarecer a natureza e características envolvidas nestas atividades.(PRATES; BARBOSA, 2007)

A Engenharia Semiótica determina um *software* como um artefato intelectual. Souza (2005) define um artefato intelectual como o produto gerado a partir da análise e interpretação de um projetista sobre um problema e sua concepção de solução, sendo apresentada em uma codificação linguística.

Um dos principais conceitos na semiótica é o de signo. Um **signo** é tudo aquilo que significa algo para alguém (HOUSER; KLOESEL, 1998), assim um signo relaciona uma representação, denominada **representamen** (como uma imagem de uma tesoura), a um **referente** (função *cortar* em editores de texto ou de imagens), criando uma ideia na mente da pessoa ao perceber a representação, denominado como **interpretante**.

O seu foco está na comunicação interpessoal entre o projetista (*designer*) e os usuários. O que o *designer* transmite é uma mensagem interativa e dinâmica, um sistema de comunicação (para a interação) e um resolvedor de problemas (a funcionalidade da aplicação)(PRATES; BARBOSA, 2007). O *design* de interfaces envolve não apenas a concepção do modelo de interação, mas a comunicação deste modelo de maneira a revelar para o usuário o espectro de usabilidade da aplicação. (LEITE; SOUZA, 1999)

2.8.3 Engenharia Cognitiva

Engenharia Cognitiva, concebida por Donald Norman em 1986, é uma ciência aplicada, como uma tentativa de aplicar conhecimentos de Ciência Cognitiva, Psicologia Cognitiva e Fatores Humanos ao design e construção de sistemas computacionais (NUNES et al., 2010). Está focada na interação usuário-sistema, destacando o produto final do processo de design, o sistema, e o modo como o usuário o entende. (SOUZA et al., 1999)

O sistema cognitivo produz “ação inteligente”, que consiste no comportamento orientado, baseado na manipulação de símbolos e a interface é projetada de forma a usar o conhecimento do mundo (conhecimento heurístico) para orientação durante a interação com um sistema. (HOLLNAGEL; WOODS, 1999)

Partindo do princípio da Engenharia Cognitiva, o objetivo do designer é desenvolver uma aplicação que facilite ao usuário trabalhar com modelos mentais que sejam mais naturais a ele (NUNES et al., 2010). O designer do sistema deve ajudar o usuário a atravessar pelos chamados **Golfo de Execução** (Formulação da Intenção, Especificação da Sequência das Ações, Execução) e o **Golfo de Avaliação** (Percepção, Interpretação, Avaliação), definindo quais serão as ações e estruturas mais adequadas para comandar as funções do sistema, escolher os elementos de interface que melhor comunicam a informação desejada e optar por *feedbacks* significativos (SOUZA et al., 1999). Nunes et al. (2010) afirma que quanto mais próxima a interface oferecida pelo designer estiver da tarefa e das necessidades do usuário, menos esforço cognitivo será exigido do usuário para interagir com o sistema.

3 Trabalhos Relacionados

Nesta seção serão apresentados alguns trabalhos semelhantes ao que este projeto propõe. Para efeito de comparação entre os trabalhos relacionados e a presente proposição foram utilizadas as seguintes métricas: Objetivo, Metodologia, Ferramentas e Técnicas Utilizadas. A finalidade de cada métrica é descrita a seguir. Para os trabalhos relacionados foram feitas buscas no *Google Academics* usando os seguintes termos: *exergames*, *atividade física*, *jogo*, *acelerômetro*, *accelerometer* e *mobile*, selecionando apenas os trabalhos de caráter acadêmico ou científico.

A Tabela 2, apresenta as características dos trabalhos relacionados dando ênfase às métricas utilizadas para comparação das proposições.

Tabela 2: Características dos trabalhos relacionados.

Trabalhos Relacionados	Objetivos	Metodologia	Ferramentas e Técnicas Utilizadas
(MARINS et al., 2011)	Estimular a prática de atividades físicas por meio de um exergame de corrida.	Avaliar a experiência do jogador como fator motivador para a mudanças de hábitos quanto a prática de atividades físicas.	GPS.
(MACVEAN; ROBERTSON, 2012)	Incentivar crianças de entre 12 e 15 anos à prática de atividades físicas em níveis moderados e vigorosos.	Avaliar a apreciação do jogo para atividades físicas, com base nas opiniões em relação ao jogo, se é possível configurar o jogo de acordo com as necessidades físicas e como ganhar ou perder influenciam na experiência do jogador.	GPS.
(CHITTARO; ZULIANI, 2013)	Tornar a prática de atividades físicas mais envolventes por meio de narração sonora, dentro de um exergame.	Avaliar se o TimeRunner conseguia ser um jogo móvel envolvente e verificar a eficácia do exergame em afetar positivamente a percepção de atividade física.	GPS.
(PATRAQUIM, 2014)	Ensinar tópicos sobre a doença oncológica e promover a realização de alguns exercícios físicos.	Avaliar a eficácia no aprendizado de doenças oncológicas com o uso de exergames.	Câmera Frontal.
(FRITSCH, 2015)	Desenvolver um jogo do gênero MMORPG baseado em geolocalização e realidade aumentada para dispositivos móveis.	Desenvolvimento de um jogo por meio da metodologia de Bruno Mumari e apoiado pelo artigo "MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research".	GPS e Realidade Aumentada.
(ALMEIDA, 2017)	Desenvolvimento de um sistema para reconhecimento de atividades físicas por meio sensores.	Avaliar a eficiência do sistema de reconhecimento de atividades físicas e a experiência de jogo.	Acelerômetro, Giroscópio e Machine Learning.
Este Trabalho	Desenvolver um exergame com foco em caminhadas para estimular o avanço no jogo.	Instigar o jogador a prática de caminhadas através de gameificação e usar os dados fornecidos pelo acelerômetro para verificar se jogador esta caminhando ou não..	Acelerômetro, Giroscópio e Gameificação.

- **Objetivo:** Métrica que descreve os objetivos dos trabalhos relacionados. As propostas de (CHITTARO; ZULIANI, 2013), (ALMEIDA, 2017), (FRITSCH, 2015), (MARINS et al., 2011), (MACVEAN; ROBERTSON, 2012) e (PATRAQUIM, 2014), têm como objetivo principal fazer com que os jogadores desempenhem algum tipo de atividade física. Com exceção de (ALMEIDA, 2017) e (PATRAQUIM, 2014), todos os trabalhos usam o *Global Position System (GPS)*¹ e implementam recursos de realidade aumentada.

Os trabalhos de FRITSCH, MARINS et al. e MACVEAN; ROBERTSON possuem uma jogabilidade muito semelhante a jogos populares como é o caso do *Pokemon GO* e *Ingress*, da Niantic². Apesar desses dois últimos jogos citados não possuírem um foco em atividades físicas, não há como negar que suas mecânicas induzem,

¹ GPS: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v33n2/a14v33n2.pdf>

² Niantic: https://www.nianticlabs.com/pt_br/products/

mesmo que indiretamente, a prática destas atividades. O objetivo deste trabalho é desenvolver um exergame que faça o uso de caminhadas que servirão como base de entrada de dados por meio de sensores de movimento.

- **Metodologia:** Métrica usada para avaliar o desempenho dos trabalhos foco desta seção. ALMEIDA e CHITTARO; ZULIANI usam o tempo de jogo para determinar o desempenho do jogador que deve permanecer vivo por uma maior quantidade de tempo a cada partida. MARINS et al. utiliza além do tempo, percursos de tamanhos variados e com objetivos específicos para serem completados.

MACVEAN; ROBERTSON dispõe de uma jogabilidade semelhante ao do jogo *Pac-Man*, onde o jogador deve recolher alguns itens no mapa enquanto toma cuidado para não ser pego por fantasmas. FRITSCH possui uma mecânica muito semelhante ao jogo *Ingress*, fazendo com que o jogador percorra por alguns pontos no mapa enquanto domina esses pontos. O trabalho de PATRAQUIM possui semelhanças com o jogo *GO Dance*³ ao fazer uso da captura de movimentos. Esse é o fator motivacional para a progressão no jogo, já que possui como objetivo real contribuir para bem-estar físico e psicológico de crianças com cancro. ALMEIDA também usa a captura de movimentos para o treinamento da rede neural que fará o reconhecimento das atividades. Este trabalho tem como metodologia medir o progresso do jogador com base nas informações coletadas pelo acelerômetro e giroscópio. As informações fornecidas por estes sensores são processadas para fazer com que o avatar do jogador se desloque pelo cenário e encha uma barra de percurso, por meio dela o jogador pode acompanhar seu progresso.

- **Ferramentas e Técnicas Utilizadas:** Os trabalhos de FRITSCH, MARINS et al. e MACVEAN; ROBERTSON usam geolocalização para fazer com que o(s) jogador(es) se mova(m) até um determinado ponto para cumprir(em) determinada(s) tarefa(s) do jogo. O Trabalho de PATRAQUIM faz a detecção de posturas (ou poses) feitas pelo jogador através da câmera frontal do dispositivo. Elas servem como entrada de dados para que o personagem execute determinada ação dentro do jogo. Já ALMEIDA utiliza-se do acelerômetro e giroscópio presente no dispositivo para fazer a detecção dos movimentos do jogador.

O trabalho de CHITTARO; ZULIANI - inspirado no jogo *Zombies, Run!*⁴ - motiva o jogador através de *StoryTelling*. Este estilo de jogo utiliza narrativas em áudio para relatar a história que está se passando no jogo. As situações narradas ditam o ritmo das atividades que o jogador terá que executar, fazendo com que ele aumente ou diminua o ritmo dependendo da situação abordada em determinado momento do jogo.

³ GO Dance: <https://segaretro.org/GoDance>

⁴ Zombies,Run!: <https://zombiesrungame.com/>

Os trabalhos que fazem uso do GPS integraram a API do Google Maps, uma biblioteca que possibilita a criação de mapas com localização definida (SCHMITT, 2013). Os trabalhos de CHITTARO; ZULIANI, PATRAQUIM e ALMEIDA não utilizam o recurso do GPS. O trabalho de FRITSCH faz uso de realidade aumentada em suas mecânicas, contribuindo para o aumento da imersão do jogador. Em questão de ferramentas, o trabalho de ALMEIDA é o que mais se assemelha a este, fazendo uso de *Machine Learning* para processar os dados do giroscópio e do acelerômetro e assim, detectar movimentos.

O maior diferencial do presente trabalho em relação ao de ALMEIDA e consequentemente, dos demais, é o fato que este necessita apenas do acelerômetro para fazer a detecção de caminhadas, o giroscópio é opcional para o uso de algumas mecânicas presentes no jogo, sua presença ou ausência não influencia na detecção de caminhadas ou compromete a experiência do jogador.

4 Proposta

4.1 Observações sobre a problemática

Nas versões iniciais do código para detecção de caminhadas, observou-se resultados promissores utilizando-se apenas do sensor giroscópio. Entretanto, houve dúvidas sobre o comportamento do código em diversos dispositivos distintos. Dentre elas, se os valores utilizados para processar os dados seriam válidos para todos os dispositivos, se os valores fornecidos pelo sensor seriam iguais em todos os dispositivos e, por fim, se todos os dispositivos possuíam o sensor para captação dos dados.

Pesquisas posteriores concluíram que mesmo dispositivos mais atuais poderiam vir sem um giroscópio acoplado. Para exemplo, dois dispositivos da LG: **LG K10 Pro** (dispositivo usado neste trabalho) e **LG K10 Novo**, enquanto o modelo **Pro** possui um giroscópio em sua composição, o modelo **Novo** já carece da ausência deste sensor. Além disso, sendo constantemente aperfeiçoados, os giroscópios mais atuais têm maior precisão e, com isso, a captação dos dados poderiam ter uma grande discrepância entre dispositivos mais atuais e mais antigos. Logo, a busca por outro sensor que fosse mais acessível e com dados estáveis em todos os dispositivos se fez necessário. O acelerômetro surgiu como uma solução barata e presente na maioria dos dispositivos. Sem muitas modificações de uso desde seu advento e com precisão consideravelmente alta e estável, este sensor mostrou-se adequado para o que este trabalho propõe.

4.2 Considerações acerca da WUL

Apesar de oferecer um rastreamento de movimento eficiente, o código oferece um tratamento de dados relativamente simples. Basicamente, todo movimento executado pelo usuário é interpretado como uma caminhada. Os motivo para esse tipo de resultado se dá ao fato do código criar uma mesclagem entre as informações providas do acelerômetro. Seus eixos X, Y e Z (horizontal, vertical e frontal, respectivamente) não são tratados separadamente, causando confusão dos movimentos do jogador sob um determinado eixo. Por exemplo, se o jogador fizer um movimento de giro, sem deslocar-se para qualquer um dos lados, o jogo interpretará o movimento feito como uma caminhada. Isso se dá pelo fato da biblioteca ter sido construída seguindo os conceitos de Óculos VR¹.

Como o acelerômetro está atrelado ao dispositivo móvel, os dados captados pelo sensor, de cada um dos 3 eixos, não são do jogador, mas do dispositivo que está sendo utilizado.

¹ Óculos VR ou de Realidade Virtual são acessórios desenvolvidos para aumentar a imersão do jogador, cobrindo totalmente seu campo de visão com o ambiente 3D.

Os filtros de passa-alta e passa-baixa também são utilizados para captar uma determinada frequência dos dados fornecidos pelo acelerômetro, entretanto de forma ineficiente visto que o jogador pode forjar dados de entrada ao chacoalhar o dispositivo móvel. Logo, se fez necessário criar um método que ajudasse impedir ou minimizar dados falsos fornecidos pelos movimentos do jogador, sem que sua experiência com o jogo viesse a ser comprometida.

4.3 Desenvolvimento

4.3.1 Metodologia do Trabalho

A investigação da literatura permitiu identificar as diversas metodologias utilizadas para o desenvolvimento de um *Exergame*. A framework *Unity* foi selecionada para a construção deste trabalho pela facilidade de uso e suporte a várias plataformas, a grande variedade de recursos disponíveis permitiu uma implementação do protótipo proposto neste trabalho de forma eficaz e viabilizou a construção de uma classe eficiente na detecção de caminhadas. As avaliações a respeito da proposta, interface, e usabilidade foram feitas utilizando a ferramenta *Google Forms*² juntamente com a metodologia proposta pelo modelo da escala *Likert*³, para a avaliação da satisfação dos usuários.

4.3.2 WALK DETECTOR

A classe *WalkDetector* é uma *API*⁴ criada sobre a biblioteca WUL. Seu diferencial está sob a forma em que os dados do acelerômetro são processados, tratando cada um dos eixos do sensor separadamente. As implicações dessas mudanças é uma acurácia maior das informações processadas pelo sensor, que permite verificar com maior eficácia se o jogador está executando uma caminhada ou está parado.

A classe também verifica se as informações capturadas do sensor são de uma “caminhada válida” ou de outro movimento qualquer. Sendo dados válidos, a informação é convertida para inputs do jogador fazendo com que o avatar na tela se desloque pelo cenário.

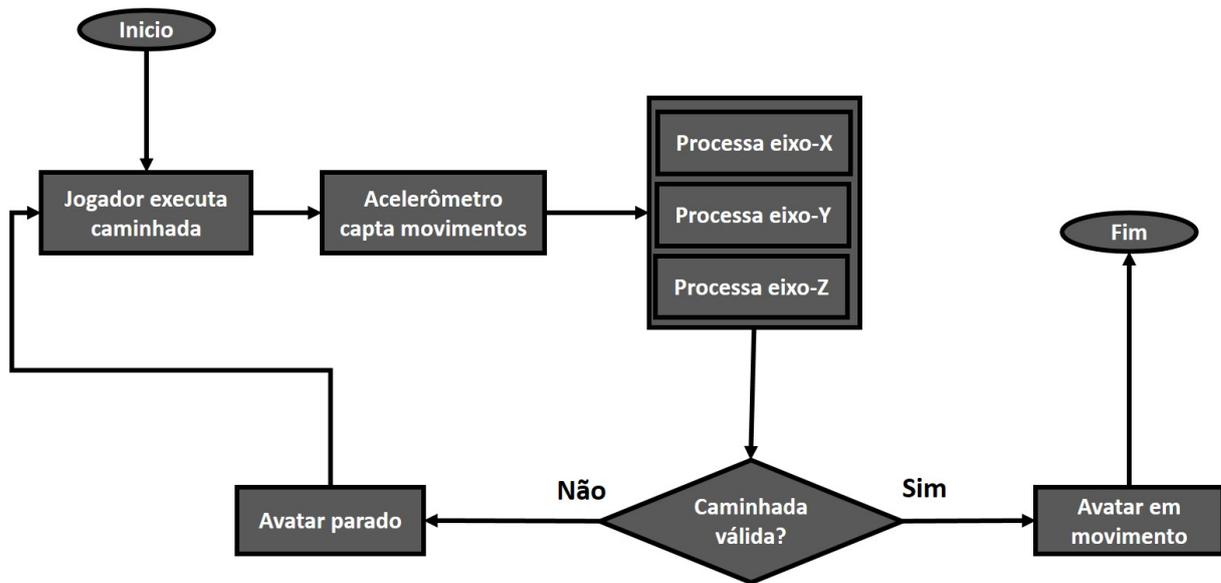
4.3.3 Funcionamento

O funcionamento da *API* acontece em uma sequência de passos bem definidos, conforme o fluxograma da Figura 3 mostra:

² Google Forms é uma ferramenta gratuita do Google que permite a elaboração de questionários online.

³ Escala Likert é utilizada para medir o grau de aceitação de uma pessoa, sobre um determinado assunto.

⁴ *Application Programming Interface* ou API é um conjunto de instruções padronizadas para integração e desenvolvimento de um software.

Figura 3: Fluxograma do funcionamento da API - *WalkDetector*.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Inicialmente, o jogador deve começar a executar uma caminhada, sendo muito importante que sejam passos vigorosos, já que “passos arrastados” não geram as vibrações necessárias para a captação. O passo seguinte é captação dos movimentos feitos pelo acelerômetro do dispositivo, que terá seus três eixos alterados de acordo com a movimentação usuário.

Captado os dados, o próximo passo é processamento dessas informações, cada eixo do acelerômetro é analisado individualmente, cada um passando por limiares específicos que irão determinar a validade da caminhada. Por fim, se a caminhada for considerada válida, o avatar do jogador irá começar a se deslocar pelo cenário 3D, a medida em que o jogador se movimenta no mundo real (parando de andar, caso o jogador também pare). Se os dados não forem validados, o avatar ficará imóvel e o jogo usará de indicadores gráficos para informar que o jogador deve andar.

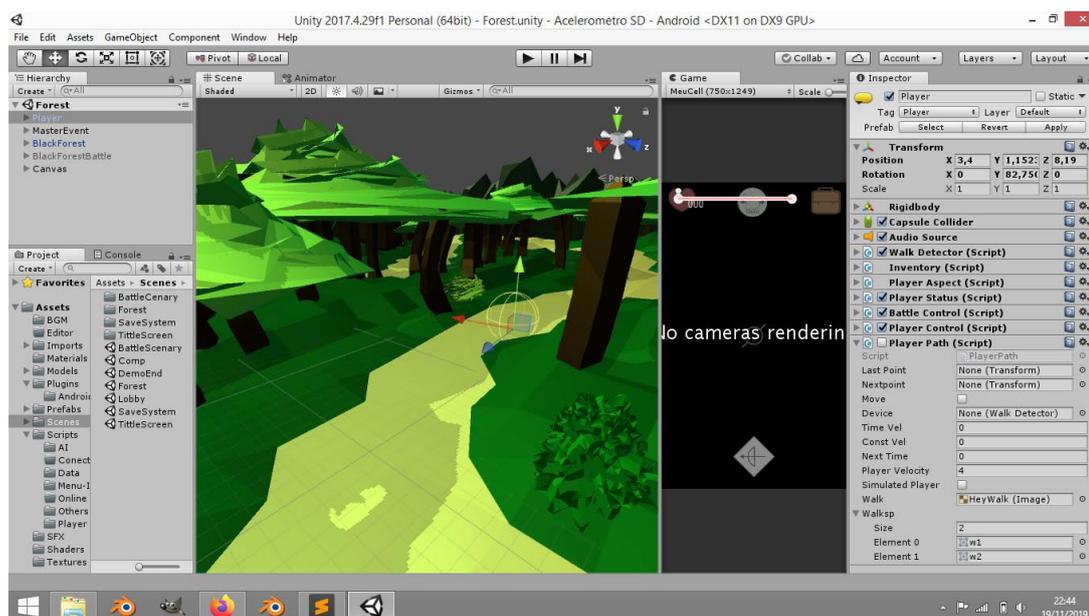
O detalhamento técnico e aprofundado da API pode ser encontrado no Apêndice A.

4.3.4 Construção e composição do jogo

4.3.4.1 Ambiente 3D

The Wanderer usa gráficos 3D que são produzidos utilizando a ferramenta *Blender*. Os motivos que levaram a essa decisão foi o caráter da *Gameplay* introduzida no jogo, devido ao grande uso da câmera dentro do ambiente 3D. A Figura 4 apresenta a construção de um dos cenários do jogo.

Dada a proposta do jogo, os modelos 3D permitem um alto nível de customização e são de fácil edição. Há muita facilidade em criar as animações através dos recursos da ferramenta. A exportação dos arquivos feitos no *Blender* são práticos e podem ser

Figura 4: Construção do cenário *Black Forest* na Unity.

Fonte: Elaborado pelo autor.

armazenados ou atualizados instantaneamente, diretamente na pasta do projeto da *Unity*. Além disso, o site *Mixamo*⁵ provê uma grande quantidade de animações prontas que podem ser usados gratuitamente em modelos customizados.

4.3.4.2 Elementos gráficos

Para o desenvolvimento dos ícones (ou signos) usados no projeto, houve a necessidade de se obter uma referência de outros jogos já consagrados, com o objetivo de obter os mesmos resultados que esses jogos tiveram ao transmitir o significado de cada signo. O jogo escolhido como referência foi *The Legend of Zelda: Ocarina of Time* (Figura 5).

Alguns ícones foram criados de acordo com as necessidades do projeto, levando em consideração a funcionalidade que cada um deveria transmitir. A Figura 6 mostra os ícones que foram usados neste trabalho.

O jogo *The Legend of Zelda* (abreviado para *TLoZ*), usa corações para indicar a quantidade de vidas do jogador, obtendo sucesso neste uso devido a diminuição de corações desenhados na tela para cada dano recebido. Também usa efeitos sonoros para indicar que as vidas estão em um nível muito baixo. Da mesma forma, *The Wanderer* faz uso de um coração - como visto na Figura 6 (4) - e um indicador numérico para exibir a quantidade de vida do jogador.

Em *TLoZ* há como alocar o uso de um item em cada botão do controle. A Figura 5 mostra que o arco foi alocado em um dos botões (no caso, o botão direcional **esquerda**) para que o jogador possa acessar o arco rapidamente. Este projeto usa o signo de um arco e flecha (6) dentro de um botão para remeter a mesma funcionalidade.

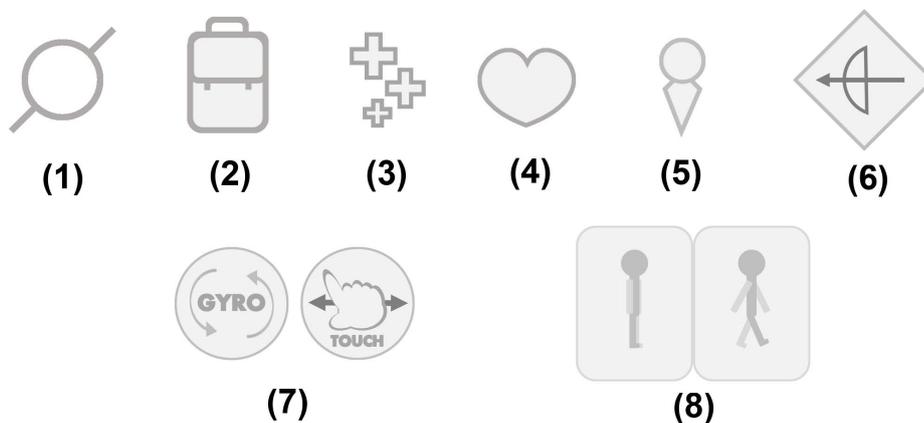
⁵ Mixamo: <https://www.mixamo.com>

Figura 5: Jogo *The Legend of Zelda: Ocarina of Time*.

Fonte: Disponível em

<https://tcrf.net/File:0oT-Hyrule_Field_1_Apr98_Comp.pdf>

Figura 6: Ícones usados no projeto.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapa no canto inferior esquerdo (Figura 5) usa “ponteiros” de cores: vermelho e amarelo, para indicar de onde o jogador veio e onde ele está no mapa, respectivamente. De forma análoga, *The Wanderer* usa um ponteiro (5) para indicar a posição (ou a porcentagem do caminho percorrido) do jogador dentro do percurso.

Os ícones restantes da Figura 6 não possuem nenhuma referência direta com *TLoZ*, mas buscam fazer referência a elementos do mundo real, como é caso do signo da bolsa (2). Outros ícones como o de controle de câmera (7), possuem um significado auto-explicativo

e resposta imediata ao papel que desempenham. Por último, a sequência de signos de uma pessoa andando (8) tem o objetivo de informar ao jogador que ele deve começar a caminhar para gerar inputs para o avatar se mover.

4.3.4.3 Gameplay

O jogo *The Wanderer* propõe uma experiência mais lúdica em relação a atividade de caminhada.

Figura 7: Imagens do jogo *Final Fantasy 7* (a) e o jogo *The Wanderer* (b). Cenário de caminhada.



(a) Fonte: Disponível em <<https://www.fantasyanime.com/finalfantasy/screenshots/displayimage.php?album=27&pos=1>>. (b) Fonte: Elaborado pelo autor.

Inspirado em jogos da franquia *Final Fantasy*⁶, onde o jogador anda pelo cenário (Figura 7) até o momento de um encontro aleatório com o inimigo, conforme a Figura 8. No momento do encontro, ocorre uma transição de tela onde ele (o jogador) é levado para um cenário separado, dando início a batalha. Em caso de vitória em batalha, o jogador volta para o cenário anterior, dando continuidade a sua jornada pelo mapa.

Quanto aos encontros e batalhas, o *The Wanderer* adota uma postura diferente aos jogos da série *Final Fantasy* que possuem um sistema de batalha por turnos. Neste trabalho, o jogo passa a assumir características de jogos de ação, exigindo mais reflexos, decisões em tempo real e habilidade.

Ao fazer essa junção de características pertinentes ao gênero *RPG* e de jogos de ação, *The Wanderer* passa a pertencer ao subgênero conhecido como *Action RPG*⁷.

⁶ Final Fantasy: <http://finalfantasy.com.br/tag/artigo/>

⁷ Action RPG: <https://animesndrag.wordpress.com/2010/01/18/rpg-e-etc/>

Figura 8: Imagens do jogo *Final Fantasy 7* (a) e o jogo *The Wanderer* (b). Cenário de batalha.



(a) Fonte: Disponível em <[https:// devilsinc2012.wordpress.com/2012/05/21/ the-long-debated-final-fantasy-vii-remake/](https://devilsinc2012.wordpress.com/2012/05/21/the-long-debated-final-fantasy-vii-remake/)>. (b) Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3.4.4 Level Design

Uma das características de um jogo pertencente ao gênero *RPG* é a existência de um cenário por onde o jogador deve viajar para cumprir seus objetivos. Conforme descrito na Figura 9 para o *The Wanderer* foi criado um cenário de uma vasta floresta, com caminhos interconectados, para que o jogador pudesse viajar.

Figura 9: Caminhos e pontos do cenário *Black Forest*, onde o jogador vai trafegar até terminar o percurso.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Neste cenário, o jogador transitará entre vários pontos do mapa até que a barra de

percurso se complete, dando início a próxima fase do jogo. Devido o fato do jogador está se movendo no mundo real, foi utilizado um sistema que cria rotas pré-definidas entre os vários pontos espalhados no cenário. Dessa forma, o usuário poderá se concentrar no trajeto real onde está andando, desviando de obstáculos no caminho. Além disso, essa mecânica de caminhos pré-definidos permite ao jogador escolher quais rotas fazer no mundo real, admitindo jogar em qualquer lugar, como na sala de casa, em um corredor, uma praça etc.

4.3.5 Métricas de avaliação do software

Um jogo, assim como qualquer outro software, está sujeito a revisões, testes de qualidade e usabilidade. A necessidade de conhecer o público alvo que utilizará o produto é fundamental, visto que a experiência inicial no produto pode determinar se o jogo será um sucesso ou um fracasso. Logo, é fundamental adequar as interfaces às funcionalidades existentes no software, de forma limpa e concisa.

Para a avaliação do software proposto, foi utilizada a ferramenta *Google Forms*⁸ para coleta informações sobre a análise do utilizador. O questionário elaborado conta com vinte e três perguntas, sendo três a respeito da proposta e problemática do jogo, quatro sobre a experiência e eficácia da aplicação em relação a proposta, oito perguntas sobre a interface e os gráficos (cenários, modelos, animações e ícones) e sete a respeito da usabilidade do software.

As perguntas foram elaboradas com base na metodologia da escala *Likert*, indicada para realizar pesquisas de opinião (LUCIAN; DORNELAS, 2015b). Essa escala apresenta uma afirmação auto-descritiva e, em seguida, oferecem como opção de resposta uma escala de pontos com descrições verbais que contemplam extremos – como “concordo totalmente” e “discordo totalmente”. Com isso, é possível descobrir diferentes níveis de intensidade da opinião a respeito de um mesmo assunto ou tema. (FRANKENTHAL, 2017)

Um fato importante a ser discutido é a presença do **ponto neutro**. Como a escala utilizada possui uma variação de 1 a 5, é notável que o ponto neutro caracteriza uma espécie de “ponto de equilíbrio” (não concordo e não discordo), sendo relativo à se abster da resposta, reforça (COSTA¹; ORSINI¹; CARNEIRO¹, 2018). COSTA afirma que “neutro não é grau de concordância, mas sim ‘não resposta’”. Essa ideia também reforçada por (LUCIAN; DORNELAS, 2015a) que assegura que a presença ou ausência de um elemento neutro é indiferente para a validação da escala, cabendo ao pesquisador a decisão por manter ou retirar o neutro.

Após a coleta dos resultados, é possível agrupar os dados negativos e os dados positivos para ter uma ideia melhor do resultado obtido (SCHERMANN, 2019). Para este trabalho, optou-se por manter a opção neutra nos questionários, afim de dar conforto aos usuários que poderiam escolher este item se assim lhes fosse conveniente.

⁸ Google Forms: <https://www.google.com/forms/about/>

5 Resultados e Discussões

Os primeiros testes foram feitos com o dispositivo **LG K10 Pro M400DF** e Sistema Operacional (SO) *Android* versão 7.0, com caminhadas executadas em ambientes distintos sob certas condições. Primeiro, o dispositivo foi testado na orientação *Portrait* (Vertical), em três níveis de angulação: paralelo ao corpo do jogador onde foram obtidos os melhores resultados, cerca de 45° de angulação e por fim, 90° de angulação, tendo captação bem menos eficaz em relação as demais posições. Alguns dos ambientes de teste foram salas fechadas, escadas, rampas, e por último, uma caminhada de cerca de 300 metros ambiente aberto (rua). Mesmo assim, observou-se que os resultados variavam muito pouco, dependendo da angulação do dispositivo ou do cenário onde a caminhada foi realizada.

Passando a primeira fase de testes, foi necessário verificar se os valores usados para detecção de caminhada seriam válidos para outros dispositivos e versões distintas do SO *Android*. A próxima etapa foi a distribuição do jogo pela internet para que várias pessoas pudessem realizar os testes em seus próprios dispositivos. O jogo contava com link que faria o redirecionamento para um questionário de avaliação da usabilidade e satisfação do usuário. Este questionário ficou disponível para avaliação por um período de 10 dias.

A coleta de dados pelo questionário também foi executada na Universidade Federal do Piauí - Campus Senador Helvideo Nunes de Barros, onde universitários foram convidados a participar dos testes do jogo. A Figura 10 exhibe algumas imagens de alunos utilizando o jogo desenvolvido neste trabalho.



Figura 10: Alunos da Universidade Federal do Piauí testando o *The Wanderer*.

Os testes contaram com a participação de 68 pessoas, asseguradas de que suas respostas seriam anônimas e sem qualquer tipo de exposição que viesse a comprometer a integridade física ou moral dos participantes. A Tabela 3 destaca os resultados obtidos acerca da avaliação da problemática.

Tabela 3: Avaliação dos usuários acerca da problemática. Resposta em porcentagem (%).

Perguntas	Discordo Totalmente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo Totalmente
Como você classifica a relevância da prática de atividades físicas?	0,0	0,0	11,8	32,4	55,9
Se houvesse mais estímulos, que o levasse a praticar exercícios de forma natural, você os adotaria?	1,5	1,5	4,4	42,6	50,0
Quão útil seria um jogo para estimular caminhadas?	1,5	5,9	23,5	26,5	42,6

A Tabela 3 mostra que a avaliação dos usuários a respeito da problemática se mostrou positiva para todos os itens apresentados, com de 83% de aprovação.

Tabela 4: Avaliação dos usuários acerca da proposta. Resposta em porcentagem (%).

Perguntas	Discordo Totalmente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo Totalmente
O jogo The Wanderer foi eficiente ao estimular você a caminhar?	1,5	10,3	23,5	27,9	36,8
O jogo The Wanderer foi eficaz na abordagem do problema?	1,5	2,9	20,6	22,1	52,9
Como você define o seu grau de satisfação com o jogo The Wanderer?	1,5	2,9	19,1	29,4	47,1
Você recomendaria o jogo para outras pessoas?	0,0	2,9	19,1	32,4	45,6

Conforme pode ser constatado na Tabela 4, a avaliação acerca da proposta para abordagem do problema teve uma aceitação muito alta em todos itens apresentados. É possível concluir que jogos do gênero *exergame* são bem aceitos pela comunidade, logo, The Wanderer foi bem recebido e sua proposta foi aceita com uma média de 73% dos analisados, contra a média 5,9% de desaprovação.

Tabela 5: Avaliação dos usuários acerca da interface e gráficos do jogo. Resposta em porcentagem (%).

Perguntas	Discordo Totalmente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo Totalmente
O jogo possui uma interface simples?	0,0	5,9	30,9	44,1	19,1
O jogo possui uma interface amigável?	0,0	2,9	20,6	45,6	30,9
O ícones na tela conseguem transmitir ao usuário, o que significam e para que servem?	0,0	7,4	20,6	41,2	30,9
Os menus são fáceis de entender e usar?	0,0	0,0	13,2	38,2	47,1
Os ícones e elementos, estão bem posicionados na tela?	0,0	0,0	17,6	45,6	35,3
O jogo possui gráficos atrativos?	1,5	8,8	32,4	41,2	16,2
Como você avalia as animações do jogo?	0,0	2,9	22,1	58,8	16,2
Como você avalia os cenários do jogo?	1,5	1,5	25,0	44,1	23,5

Quando avaliado no quesito interface e gráficos (Tabela 5), pode-se perceber que a avaliação neutra teve um aumento significativo quanto comparado as avaliações anteriores. Apesar disso, os itens negativos continuam com avaliações muito baixas se comparados aos itens positivos. Levando em conta o que foi afirmado por (COSTA¹; ORSINI¹; CARNEIRO¹, 2018), (COSTA, 2011) e (LUCIAN; DORNELAS, 2015a), The Wanderer continua sendo satisfatório no quesito avaliado, com média de 72,2% de aprovação.

Tabela 6: Avaliação dos usuários acerca da usabilidade. Resposta em porcentagem (%).

Perguntas	Discordo Totalmente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo Totalmente
Qual o grau de resposta o jogo ofereceu para caminhada realizada?	1,5	4,4	42,6	42,6	13,2
Qual o grau de facilidade de aprendizado a mecânica de caminhada, você atribuiria?	1,5	2,9	26,5	51,5	17,6
Qual o grau de resposta ao giro do personagem (direção para onde ele deve olhar), o jogo ofereceu?	0,0	2,9	32,4	42,6	22,1
Em caso de falta do sensor, qual o grau de responsividade a mecânica de giro alternativo do personagem, o jogo ofereceu?	0,0	4,4	32,4	45,6	17,6
Em relação a mecânica de disparo de flechas, como atribui a facilidade de aprendizado?	1,5	4,4	22,1	38,2	33,8
Ainda sobre a mecânica de flechas, como atribui a facilidade de uso?	1,5	2,9	23,5	38,2	33,8
Após está familiarizado a cada uma das mecânicas e seus respectivos funcionamentos, como você atribui a dificuldade do jogo?	0,0	1,5	11,8	60,3	26,5

Por fim, foi analisado a usabilidade do jogo. Como no caso anterior, o aumento de pessoas que não souberam ou preferiram não tomar uma posição sobre cada item analisado, possuindo um percentual médio de 27,3% abstenções. Contudo, a usabilidade foi satisfatória para uma média de quase 70% dos usuários.

O resultado da média geral avaliativa pode ser vista na Tabela 7.

Tabela 7: Avaliação dos questionários. Resposta em porcentagem (%).

Questionários	Média de Desaprovação	Média de Abstenção	Média de Aprovação
Avaliação da problemática.	7,4	13,2	83,3
Avaliação da proposta.	2,9	20,6	73,5
Avaliação da interface e gráficos.	2,9	22,8	72,2
Avaliação da usabilidade.	1,5	27,3	69,1
<i>Avaliação geral.</i>	<i>4,3</i>	<i>22,5</i>	<i>73</i>

A avaliação geral consiste da média feita dos resultados obtidos nos quatro questionários. The Wanderer conseguiu uma média geral de 73% de satisfação dos usuários.

6 Conclusão

Após a avaliação geral, é possível concluir que *The Wanderer* obteve um grau de satisfação de mais de 70% dos jogadores. O resultado é aceitável mas ainda está abaixo do esperado. As possíveis causas que poderiam ter levado o jogo a conseguir um resultado melhor seria um detecção de movimentos mais eficiente, visto que por mais estáveis que fossem os dados coletados pelo acelerômetro, a diversidade de *smartphones* da atualidade ainda podem apresentar discrepâncias significativas na captura das informações, visto que dispositivos mais modernos contam com sensores mais aprimorados.

A falta de um tutorial que viesse a introduzir as mecânicas de jogo para o usuário, podem ter contribuído, em algum nível, para uma experiência fosse menos convidativa para usuários que não possuem o hábito de jogar.

Um opção de menu que dê ao jogador a oportunidade de ajustar a sensibilidade dos controles, a seu gosto, pode tornar a experiência mais confortável, adicionar modos de dificuldade de jogo podem melhorar o balanceamento e garantir jogabilidade mais convidativa aos usuários menos experientes com jogos.

6.1 Contribuições

O projeto desenvolvido neste trabalho apresenta três contribuições principais: a primeira é o desenvolvimento de uma *API* para a *framework Unity*, que possibilita a detecção de caminhadas, com nível de satisfação aceitável para o *smartphone* utilizado neste trabalho; a segunda é o caráter lúdico para motivar o usuário a ter um estilo de vida mais saudável, adotando o hábito da prática de caminhadas.

A terceira contribuição que *The Wanderer* oferece é um maior nível de interatividade do jogador com outros jogadores e meio onde vive. Em questão de comparação com o jogo *Pokemon GO*, que necessita que o jogador saia pelas ruas em busca de pokemons, dependendo de sua localização (bairros perigosos, por exemplo) ou horário, a integridade física e a segurança do usuário pode correr risco; este trabalho se sobressai devido a possibilidade que o jogo oferece, de criar o próprio percurso, em qualquer lugar que se desejar, oferecendo segurança ao jogador e garantindo sua integridade física.

6.2 Trabalhos Futuros

A classe *WalkDetector* pode ser aprimorada ainda mais para se obter uma detecção ainda mais eficiente da caminhada. A incorporação de outros sensores, como o *GPS* pode

trazer grandes contribuições se for aliado aos sensores já utilizados pela classe. O Filtro de Kalman¹ oferece a possibilidade de fusão desses sensores, podendo gerar um alto nível de precisão na captura de movimentos e até mesmo da posição do jogador.

The Wanderer ainda possui um grande potencial para se tornar um produto de mercado, o jogo já conta com previsão para adição de um modo *Multiplayer* que poderá aumentar ainda mais a interação entre os jogadores, motivando um número maior de pessoas a adotarem um estilo vida mais saudável.

A adição de um contador de pontos, com base no tempo que o jogador permaneceu caminhando e quantas calorias foram gastas, além do desbloqueio de alguns prêmios, pode vir a proporcionar um maior interesse para o jogador continuar caminhando.

¹ Filtro de Kalman: Disponível em <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/7604/7604_5.PDF>

Referências

- AGUIAR, C. E. Mecânica com o acelerômetro de smartphones e tablets. *Física na Escola*, v. 14, n. 1, 2016. Disponível em: <https://www.if.ufrj.br/~carlos/artigos/FnE2016_smartphone.pdf>. Citado na página 18.
- ALMEIDA, A. d. C. A. G. Reconhecimento de atividades para jogos em dispositivos móveis. 2017. Citado 3 vezes nas páginas 23, 24 e 25.
- BORGES, C. C. A.; CARVALHO, D. R. de; PIRES, S. R. Realce de microcalcificações em imagens de mamografia utilizando filtros passa-alta. 2011. Disponível em: <https://www.peteletricaufu.com/static/ceel/doc/artigos/artigos2011/IX_CEEL_091.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2019. Citado na página 20.
- CARVALHO, D. E. Desenvolvimento do jogo robogol para navegadores web utilizando o motor de jogos unity 3d. 2012. Citado na página 16.
- CHITTARO, L.; ZULIANI, F. Exploring audio storytelling in mobile exergames to affect the perception of physical exercise. p. 1–8, 2013. Citado 3 vezes nas páginas 23, 24 e 25.
- COSTA, F. d. Mensuração e desenvolvimento de escalas: aplicações em administração. *Rio de Janeiro: Ciência Moderna*, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 35.
- COSTA¹, F. J. da; ORSINI¹, A. C. R.; CARNEIRO¹, J. S. Variações de mensuração por tipos de escalas de verificação: Uma análise do construto de satisfação discente. *Revista Gestão. Org.*, v. 16, n. 2, p. 132–144, 2018. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 35.
- DAWES, C. L. *A Course in Electrical Engineering. vol. II - Chapter 8*. [S.l.]: McGraw Hill Book Co, 1947. Citado na página 19.
- DUARTE, G. O processo de gamificação e a aprendizagem de línguas pelo viés da complexidade. p. 1–14, 2014. Citado na página 17.
- FRANKENTHAL, R. *Entenda a escala Likert e como aplicá-la em sua pesquisa*. 2017. Disponível em: <<https://mindminers.com/blog/entenda-o-que-e-escala-likert/>>. Acesso em: 20 nov. 2019. Citado na página 33.
- FRITSCH, G. O. Jogo digital baseado em geolocalização e realidade aumentada. 2015. Citado 3 vezes nas páginas 23, 24 e 25.
- GLADWELL, M. Fora de série: Outliers. *Rio de Janeiro: Sextante*, 2008. Citado na página 17.
- HASKELL, W. L. et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the american college of sports medicine and the american heart association. *Circulation*, v. 116, n. 9, p. 1081, 2007. Citado na página 14.
- HEWETT, T. T. et al. *ACM SIGCHI curricula for human-computer interaction*. [S.l.]: ACM, 1992. Citado na página 20.

- HOLLNAGEL, E.; WOODS, D. D. Cognitive systems engineering: new wine in new bottles. *International Journal of Human-Computer Studies*, Elsevier, v. 51, n. 2, p. 339–356, 1999. Citado na página 22.
- HOUSER, N.; KLOESEL, C. *The Essential Peirce, vol. I., (1867-1893)[EPI], vol. II (1893-1913)[EPII]*. [S.l.]: Indiana University Press, Bloomington (1992, 1998. Citado na página 22.
- ISO. Iso 9241-11:2018 - ergonomics of human-system interaction — part 11: Usability: Definitions and concepts. 2018. Disponível em: <<https://www.iso.org/obp/ui/iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en>>. Citado na página 21.
- KATZMARZYK, P. T. et al. Sitting time and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, LWW, v. 41, n. 5, p. 998–1005, 2009. Citado na página 14.
- KATZMARZYK, P. T.; LEE, I.-M. Sedentary behaviour and life expectancy in the usa: a cause-deleted life table analysis. *BMJ open*, British Medical Journal Publishing Group, v. 2, n. 4, p. e000828, 2012. Citado na página 14.
- LEITE, J. C.; SOUZA, C. S. D. Uma linguagem de especificação para a engenharia semiótica de interfaces de usuário. In: *Workshop Sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, IHC*. [S.l.: s.n.], 1999. Citado na página 22.
- LUCIAN, R.; DORNELAS, J. S. Measurement of attitude: Proposition of a protocol for preparation of scales. *Revista de Administração Contemporânea*, SciELO Brasil, v. 19, n. SPE2, p. 157–177, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 35.
- LUCIAN, R.; DORNELAS, J. S. Mensuração de atitude: Proposição de um protocolo de elaboração de escalas. *RAC-Revista de Administração Contemporânea*, Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração, v. 19, n. 2, p. 157–177, 2015. Citado na página 33.
- MACVEAN, A.; ROBERTSON, J. ifitquest: a school based study of a mobile location-aware exergame for adolescents. p. 359–368, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 24.
- MARINS, D. R. et al. Smartrabbit: A mobile exergame using geolocation. p. 232–240, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 24.
- MENEGUCI, J. et al. Comportamento sedentário: conceito, implicações fisiológicas e os procedimentos de avaliação. *Motricidade*, Revista Motricidade/Edições Desafio Singular, v. 11, n. 1, p. 160–174, 2015. Citado na página 14.
- MORAN, T. P. The command language grammar: A representation for the user interface of interactive computer systems. *International journal of man-machine studies*, Elsevier, v. 15, n. 1, p. 3–50, 1981. Citado na página 20.
- MORIBE, V. A. Jogo para android com unity3d. *Reverte-Revista de Estudos e Reflexões Tecnológicas da Faculdade de Indaiatuba*, n. 10, 2012. Citado na página 16.
- MUSSOI, F. L. R. Filtros passivos. 2004. Disponível em: <<https://intranet.ctism.ufsm.br/gsec/Apostilas/filtropassivo.pdf>>. Citado na página 20.

- NASPOLINI, F. *Gênero dos Jogos Digitais: Tipos e Impacto no Game Design*. 2018. Disponível em: <<https://www.fabricaddejogos.net/posts/alem-do-genero-dos-jogos-digitais-tipos-classificacoes-e-impacto-no-game-design/>>. Acesso em: 09 set. 2019. Citado na página 18.
- NIELSEN, J.; LORANGER, H. *Prioritizing web usability*. [S.l.]: Pearson Education, 2006. Citado na página 21.
- NUNES, E. P. dos S. et al. Desafios e oportunidades da engenharia cognitiva na concepção de sistemas de realidade virtual e aumentada. 2010. Citado na página 22.
- OH, Y.; YANG, S. *Defining exergames & exergaming*. [S.l.: s.n.], 2010. 1–17 p. Citado na página 19.
- OPAS/OMS BRASIL. *OMS lança plano de ação global sobre atividade física para reduzir comportamento sedentário e promover a saúde*. 2018. Disponível em: <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_contentview=articleid=5692:oms-lanca-plano-de-acao-global-sobre-atividade-fisica-para-reduzir-comportamento-sedentario-e-promover-a-saudeItemid=839>. Acesso em: 22 set. 2018. Citado na página 14.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *OMS: 80% dos adolescentes no mundo não praticam atividades físicas suficientes*. 2018. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/oms-80-dos-adolescentes-no-mundo-nao-praticam-atividades-fisicas-suficientes/>>. Acesso em: 22 set. 2018. Citado na página 14.
- PANTOJA, A. da S.; PEREIRA, L. M. Gamificação: como jogos e tecnologias podem ajudar no ensino de idiomas. estudo de caso: uma escola pública do estado do amapá. *Estação Científica (UNIFAP)*, v. 8, n. 1, p. 111–120, 2018. Citado na página 17.
- PATE, R. R.; O'NEILL, J. R.; LOBELO, F. The evolving definition of "sedentary". *Exercise and sport sciences reviews*, LWW, v. 36, n. 4, p. 173–178, 2008. Citado na página 14.
- PATRAQUIM, N. F. B. R. Exergaming no contexto da oncologia pediátrica. 2014. Citado 3 vezes nas páginas 23, 24 e 25.
- PRATES, R. O.; BARBOSA, S. D. J. *Avaliação de interfaces de usuário—conceitos e métodos*. [S.l.: s.n.], 2003. 28 p. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 21.
- PRATES, R. O.; BARBOSA, S. D. J. Introdução à teoria e prática da interação humano computador fundamentada na engenharia semiótica. *Atualizações em informática*, p. 263–326, 2007. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 22.
- PREECE, J. et al. *Human-computer interaction*. [S.l.]: Addison-Wesley Longman Ltd., 1994. Citado na página 20.
- SANTOS, A. P. O. d. Metodologias e ferramentas para avaliação da qualidade de sistemas web de código aberto com respeito à usabilidade. *São Paulo: Universidade de São Paulo*, 2008. Citado na página 21.
- SATO, A. K. O.; CARDOSO, M. V. Além do gênero: uma possibilidade para a classificação de jogos. *SBC—Proceedings of SBGames*, Citeseer, v. 8, p. 54–63, 2014. Citado na página 18.

- SCHERMANN, D. *Escala de Likert: como usar a pergunta de escala no seu questionário de pesquisa*. 2019. Disponível em: <<https://blog.opinionbox.com/pergunta-de-escala-ou-escala-de-likert/>>. Acesso em: 20 nov. 2019. Citado na página 33.
- SCHMITT, P. R. M. Aplicação web utilizando api google maps. 2013. Citado na página 25.
- SCHWARZ, A. et al. Mobile exergaming in adolescents' everyday life—contextual design of where, when, with whom, and how: The smartlife case. *International journal of environmental research and public health*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), v. 15, n. 5, 2018. Citado na página 19.
- SILVA, M. P. R. et al. Jogos digitais: definições, classificações e avaliação. *Tópicos em*, 2009. Citado na página 18.
- SOUZA, C. d. et al. Projeto de interfaces de usuário: perspectivas cognitivas e semióticas. p. 420–470, 1999. Citado na página 22.
- SOUZA, C. S. D. *The semiotic engineering of human-computer interaction*. [S.l.]: MIT press, 2005. Citado na página 21.
- TOLEDO, L. Fusão de sensores para localização espacial com filtro em sistema markoviano. 2015. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 18.
- YIP JEREMY; AYUNANI, J. L. M. *Wave: A Unity Asset Library*. 2016. Disponível em: <<https://github.com/Wave-Unity-Library/Motion-Mapping>>. Acesso em: 09 set. 2019. Citado na página 17.

Apêndices

APÊNDICE A – Detalhamento Técnico sobre a API WalkDetector

A.0.0.1 Processamento

Dentro da classe *WalkDetector*, há um total de 8 funções, sendo uma, de inicialização, três de processamento, e as outras quatro são utilizadas para validação de dados. Entre elas há uma função principal, denominada **OnMove**, responsável por iniciar o tratamento dos dados e fazer a chamada das funções auxiliares que cuidam da validação dos dados processados, retornando um valor booleano (*true* ou *false*) que indica se jogado está caminhando ou não.

O primeiro passo realizado pela a função é atribuir valores para a variável *CurrentValues*, recebendo em cada um dos seus eixos, o retorno da função **LowPassFilterAccelerometer**. Em seguida, a variável *Diferences* recebe em cada um dos três eixos o resultado absoluto entre a diferença de *CurrentValues* e do acelerômetro (*Acc*). Atribuídos os valores, são chamadas duas funções: **MeanOfValues** e a função de validação **ValidStepWalk**. Uma outra função de validação, denominada **IsWalking** é chamada, ela retorna um valor booleano e determina se o retorno de **OnMove** será verdadeiro ou falso. Antes do retorno, a variável *PastValues* recebe o valor absoluto de *CurrentValues*, necessário para retroalimentação da função e cálculo dos novos possíveis estados do jogador.

$$D_i = |P(Acc_i)| \quad (\text{A.1})$$

A Equação A.1 esta contida na classe *LowPassFilterAccelerometer*. Ela recebe como parâmetros um valor para o Filtro Passa-Baixa ou *Low Pass Filter* (LPF) e o eixo do acelerômetro que será trabalhado. O dado processado é representado pela variável D , que vai armazenar o módulo (valor absoluto) da interpolação linear P do Acc . O índice i indica qual dos três eixos do Acc (X, Y e Z) está sendo processado.

As equações abaixo fazem parte da função *MeanOfValues*.

$$M_i = \frac{D_i + M_{0i}}{2} \quad (\text{A.2})$$

$$Mdif_i = |M_{0i} - M_i| \quad (\text{A.3})$$

$$M_{0i} = |M_i| \quad (\text{A.4})$$

O calculo da Média Atual M (Equação A.2) é feito usando os dados processados D e a Média Anterior (M_0). Após a execução do passo anterior, a Equação A.3 calcula a Diferença entre Médias ($Mdif$) e recebe o valor absoluto do cálculo da diferença entre M e M_0 . Por fim, M_0 (Equação A.4) recebe a o valor absoluto de M .

A.0.0.2 Comportamento

Dentro da função *ValidStepWalk* as informações processadas são submetidas ao Filtro Passa-Alta ou *High Pass Filter HPF* dentro de um Filtro Passa-Banda ou *Band Pass Filter (BPF)*. O *BPF* possui limiares superior e inferior, que verificam se os dados estão dentro de intervalo considerado “válido” para gerar os inputs do jogador. A Figura 11 ilustra a representação dos limiares para o eixo-Y.

Limiares de movimento: Eixo Y.

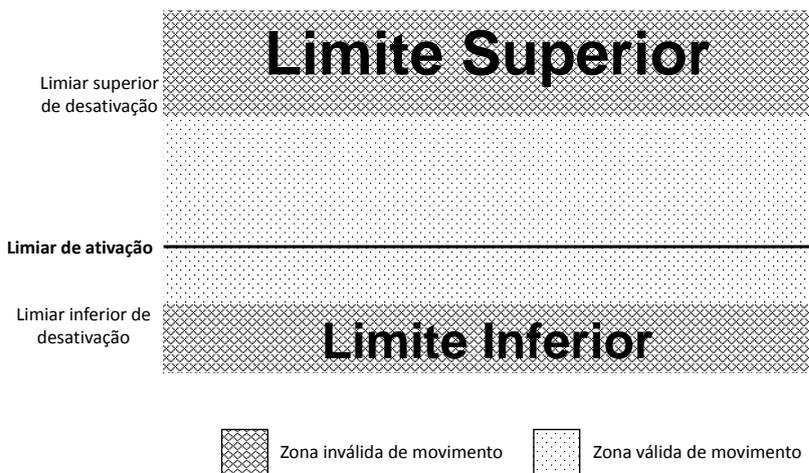


Figura 11: Representação dos limiares de movimento.

Contudo, não é necessário apenas estar compreendido neste intervalo pré-definido. Uma vez dentro do intervalo, os dados precisam passar pelo *HPF* que é o gatilho final para validar as informações como uma caminhada, acionando a variável de validade. Após a validação, se *Mdif* exceder ou for inferior ao *BPF*, os inputs serão automaticamente invalidados e a variável de validade será atribuída como *false*, exigindo que o jogador forneça novos dados “válidos” de caminhada. Uma simulação dos possíveis estados do jogador podem ser vistos na Figura 12.

Simulação de possíveis estados do jogador.

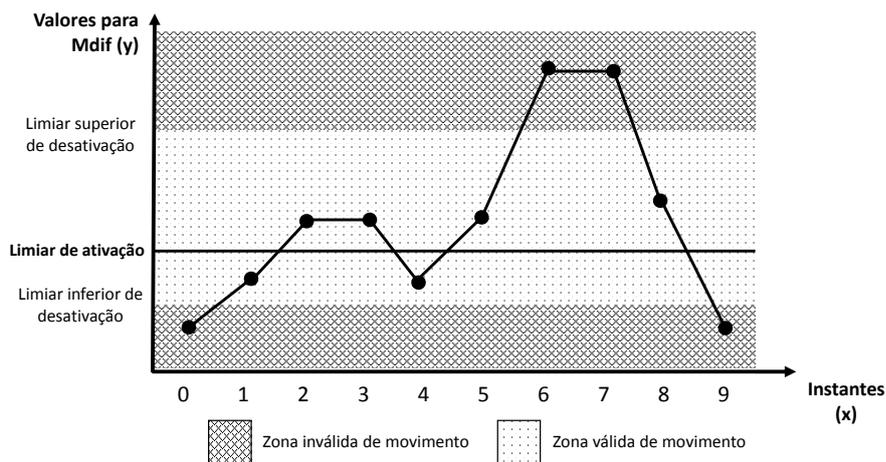


Figura 12: Simulação de possíveis estados dentro do jogo.

Para melhorar a compreensão deve ser levado em consideração o estado atual (x) e o estado anterior ($x-1$) do jogador, pois representam a Diferença da Média e Média Anterior, respectivamente.

Em x_1 , não é gerado um input válido pois x_0 está abaixo do limiar inferior. Em x_2 o input não é válido pois x_1 está abaixo do limiar de ativação. Em x_3 já temos um input válido, pois x_2 estava acima do limiar de ativação. Os inputs continuam válidos até x_6 , pois após passar o limiar de ativação o input será considerado inválido apenas se a Diferença da Média não estiver entre os limiares superior e inferior.

Do instante x_6 ao instante x_9 , a variável de validade ficará nula, mudando de estado apenas se $Mdif$ passar o limiar de ativação novamente. Todo este processo é executado apenas sobre o eixo-Y, referente ao movimento vertical do jogador. Para o eixo-Z, que representa o movimento frontal do jogador, o tratamento do dado é menos rigoroso, exigindo apenas passe pelo HPF para que a variável referente ao eixo se torne verdadeira, enquanto para o eixo-X, é necessário que $Mdif$ fique abaixo do LPF . Ao entender todas estas condições, a função **ValidStepWalk** retorna *true* ou *false* caso uma das condições não seja atendida.

APÊNDICE B – Código da classe WalkDetector.cs

```

using UnityEngine;

public class WalkDetector : MonoBehaviour {

    // Use this for initialization

    //=====
    Vector3 Differences, CurrentValues, PastValues = new
        Vector3(9.9f,9.9f,9.9f), lowPassValues;
    Vector3 currentMean, pastMean, meanDif;
    float minYpass, maxYpass, middleYpass, zpass, xpass;//for
        xioami values

    public bool[] validWalk = new bool[3];
    bool needRevalidation;

    float accelerometerUpdateInterval;
    float lowPassKernelWidthInSeconds;
    float lowPassFilterFactor;

    //=====

    public void Start (){

        lowPassValues = Input.acceleration;

        accelerometerUpdateInterval = 1.0f / 60.0f;
        lowPassKernelWidthInSeconds = 1.0f;
        lowPassFilterFactor = accelerometerUpdateInterval /
            lowPassKernelWidthInSeconds;
        GetDiviceType();
    }
}

```

```
float LowPassFilterAccelerometer (float LowPassValue, float
AxisAcceleration){
    // Smooths out noise from accelerometer data
    LowPassValue = Mathf.Lerp(LowPassValue,
        AxisAcceleration, lowPassFilterFactor);
    LowPassValue = Mathf.Sqrt(LowPassValue*LowPassValue);
    return LowPassValue;
}

float GetDiferenceAbsolute(float a, float b){
    return Mathf.Abs(a-b);
}

public bool IsWalking(){
    // - it's recommended don't change this values -

    //checking if the device's move it's a true walk or
    invalid shake
    if(
        validWalk[1]
        && validWalk[2]
        && validWalk[0]
    )
        return true;
    else
        return false;
}

void MeanOfValues(){
    currentMean = Vector3.zero;
    for(int i = 0; i < 3; i++){
        currentMean[i] = (CurrentValues[i] +
            pastMean[i])/2;
        meanDif[i] =
            GetDiferenceAbsolute(pastMean[i], currentMean[i]);
        pastMean[i] = Mathf.Abs(currentMean[i]);
    }
}
```

```
public void ValidStepWalk(){
    //it's recommended don't change this values.

    //Check if player continues in moving (on axis Y)
    if(
        meanDif[1] > minYpass &&
        meanDif[1] <= maxYpass
    ){
        //Check if the first step is valid (on axis Y)
        if(
            meanDif[1] > middleYpass &&
            !needRevalidation
        ){
            validWalk[1] = true;
        }else{
            needRevalidation = false;
        }
    }else{
        validWalk[1] = false;
        needRevalidation = true;
    }

    //Check if the first step is valid (on axis Z)
    if(
        meanDif[2] > zpass
    ){
        validWalk[2] = true;
    }else
        validWalk[2] = false;

    //Check if device is not shaking (on axis x)
    if(
        meanDif[0] < xpass
    ){
        validWalk[0] = true;
    }else
```

```
        validWalk[0] = false;

    }

    public bool OnMove (){

        CurrentValues.x =
            LowPassFilterAccelerometer(lowPassValues.x,Input.acceleratio
CurrentValues.y =
            LowPassFilterAccelerometer(lowPassValues.y,Input.acceleratio
CurrentValues.z =
            LowPassFilterAccelerometer(lowPassValues.z,Input.acceleratio

        Diferences.x = GetDiferenceAbsolute(CurrentValues.x,
            PastValues.x);
        Diferences.y = GetDiferenceAbsolute(CurrentValues.y,
            PastValues.y);
        Diferences.z = GetDiferenceAbsolute(CurrentValues.z,
            PastValues.z);

        MeanOfValues();
        ValidStepWalk();

        // Maps the player's real-world steps into in-game
        movement
        if(IsWalking()){
            PastValues.x = Mathf.Abs(CurrentValues.x);
            PastValues.y = Mathf.Abs(CurrentValues.y);
            PastValues.z = Mathf.Abs(CurrentValues.z);
            return true;
        }else{
            PastValues.x = Mathf.Abs(CurrentValues.x);
            PastValues.y = Mathf.Abs(CurrentValues.y);
            PastValues.z = Mathf.Abs(CurrentValues.z);
            return false;
        }
    }

    void GetDiviceType(){
```

```
string device = SystemInfo.deviceModel;
string letters = (device[0].ToString() +
    device[1].ToString()).ToLower();
//Is Device xiaomi?
if(letters.Equals("xi")){
    minYpass = 0.00005f;
    maxYpass = 0.0015f;
    middleYpass = 0.0002f;
    zpass = 0.000125f;
    xpass = 0.005f;
}else{
    //if another device (best values!)
    minYpass = 0.0001f;
    maxYpass = 0.0015f;
    middleYpass = 0.0002f;
    zpass = 0.00025f;
    xpass = 0.005f;
}
}
}
```

APÊNDICE C – Questionários de satisfação e usabilidade

The Wanderer: Exergame para promover uma vida saudável.

Olá, este formulário busca coletar dados a usabilidade do jogo mobile The Wanderer, desenvolvido como Trabalho de Conclusão de Curso III, do Curso de Sistema de Informação.

O jogo tem por objetivo estimular, de forma lúdica, a prática de atividades físicas, especificamente as caminhadas. Este formulário se divide em 3 partes:

- 1) Avaliação da Proposta;
- 2) Avaliação de Interface e gráficos;
- 3) Avaliação de Usabilidade e mecânicas .

Obs.: As respostas sobre o grau de satisfação e aceitação do usuário, em relação ao aplicativo, estão baseados na metodologia da escala Likert. A seguir, o questionário sobre avaliação da proposta.

Link para do trabalho para o github: <https://github.com/Rouem/TheWanderer-TCC->

Link para do jogo: [https://github.com/Rouem/TheWanderer-TCC-
/raw/master/TheWanderer.alphaDemo.apk](https://github.com/Rouem/TheWanderer-TCC-/raw/master/TheWanderer.alphaDemo.apk)

*Obrigatório

Como você classifica a relevância da prática de atividades físicas? *
Marcar apenas uma oval.

- Extremamente relevante.
- Muito relevante.
- Moderadamente relevante.
- Pouco relevante.
- Nada relevante.

Se houvesse mais estímulos, que o levasse a praticar exercícios de forma natural, você os adotaria? *

Marcar apenas uma oval.

- Muito provável.
- Provavelmente sim.
- Provavelmente não.
- Muito improvável.
- Não sei opnar.

Quão útil seria um jogo para estimular caminhadas? *

Marcar apenas uma oval.

- Extremamente útil.
- Muito útil.
- Moderadamente útil.
- Pouco útil.
- Nada útil.

O jogo The Wanderer foi eficiente ao estimular você a caminhar? *
Marcar apenas uma oval.

- Extremamente eficiente.
- Muito eficiente.
- Moderadamente eficiente.
- Pouco eficiente.
- Nada eficiente.

O jogo The Wanderer foi eficaz na abordagem do problema? *
Marcar apenas uma oval.

- Extremamente eficaz.
- Muito eficaz.
- Moderadamente eficaz.
- Pouco eficaz.
- Nada eficaz.

Como você define o seu grau de satisfação com o jogo The Wanderer? *
Marcar apenas uma oval.

- Excelente.
- Muito bom.
- Razoável.
- Muito ruim.
- Horrível.

Você recomendaria o jogo para outras pessoas? *
Marcar apenas uma oval.

- Sim, absolutamente!
- Sim, com certeza.
- Talvez.
- Não.
- Absolutamente, não!

The Wanderer: Exergame para promover uma vida saudável.

Agora serão feitas perguntas acerca da interface e gráficos do jogo. Interface é o meio pelo qual, o usuário consegue interagir com o sistema. Os elementos presentes na tela possuem a função de facilitar o uso do usuário. Segundo as heurísticas definidas por Nielsen (1993), é necessário que cada elemento seja capaz de transmitir com clareza sua função, sem que o usuário necessite de grande conhecimento sobre a ferramenta.

O jogo possui uma interface simples? *
Marcar apenas uma oval.

- Extremamente simples.

- Muito simples.
- Moderadamente simples.
- Complexa.
- Muito complexa.

O jogo possui uma interface amigável? *

Marcar apenas uma oval.

- Extremamente amigável.
- Muito amigável.
- Moderadamente amigável.
- Pouco amigável.
- Nada amigável.

Os ícones na tela conseguem transmitir ao usuário, o que significam e para que servem? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim, extrema eficácia.
- Sim, muita eficácia.
- Razoavelmente eficaz.
- Não, pouca eficácia.
- Não, nenhuma eficácia.

Os menus são fáceis de entender e usar? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim, extremamente fáceis.
- Sim, muito fáceis.
- Razoavelmente fácil.
- Não, pouca facilidade.
- Não, nenhuma facilidade.

Os ícones e elementos, estão bem posicionados na tela? *

Marcar apenas uma oval.

- Muito bem posicionados.
- Bem posicionados.
- Posicionamento razoável.
- Mal posicionados.
- Muito mal posicionados.
- A resolução de tela do meu dispositivo atrapalhou o posicionamento.

O jogo possui gráficos atrativos? *

Marcar apenas uma oval.

- Excelentes
- Muito atrativos.
- Razoavelmente bons.
- Pouco atrativos.

- Horríveis.

Como você avalia as animações do jogo? *

Marcar apenas uma oval.

- Excelentes.
- Muito boas.
- Medianas.
- Muito ruins.
- Horríveis.

Como você avalia os cenários do jogo? *

Marcar apenas uma oval.

- Excelentes.
- Muito bons.
- Medianos.
- Muito ruins.
- Horríveis.

The Wanderer: Exergame para promover uma vida saudável.

A seguir, perguntas a respeito da usabilidade e mecânicas. A usabilidade está relacionada a resposta que usuário obtém ao executar uma função. De acordo com a norma ISO 9241, algumas características de um sistema responsivo são facilidade de uso, facilidade de aprendizado, minimização de erros, maximização de produtividade e satisfação do usuário.

Qual o grau de resposta o jogo ofereceu para caminhada realizada? *

Marcar apenas uma oval.

- Excelente, rápida captação da caminhada.
- Muito boa, detecção da caminhada foi satisfatória.
- Mediana, captou com um certa dificuldade mas o avatar andou.
- Muito ruim, suei a camisa para o avatar começar a andar.
- Horrível, meu avatar praticamente não se moveu.
- Meu dispositivo não foi capaz de detectar movimento.

Qual o grau de facilidade de aprendizado a mecânica de caminhada, você atribuiria? *

Marcar apenas uma oval.

- Excelente, fácil e rápido.
- Muito fácil e rápido.
- Mediana.
- Muito ruim, quase incompreensível.
- Horrível, não há como entender o seu funcionamento.
- Não se aplica.

Qual o grau de resposta ao giro do personagem (direção para onde ele deve olhar), o jogo ofereceu? *

Marcar apenas uma oval.

- Excelente, rápida captação responsividade.
- Muito boa, detecção dos movimentos foi satisfatória.
- Mediana, captou com um certa dificuldade.
- Muito ruim, movimentos de câmera muito estranhos.
- Horrível, ficou parado, praticamente.
- Meu dispositivo não possui o sensor necessário. (Giroscópio)

Em caso de falta do sensor, qual o grau de responsividade a mecânica de giro alternativo do personagem, o jogo ofereceu?

Marcar apenas uma oval.

- Extremamente responsivo ao touch, excelente.
- Muito bom, ótima resposta ao touch.
- Mediana, resposta ao touch ficou a desejar.
- Muito ruim, resposta ao touch "bugada".
- Horrível, resposta ao touch muito comprometida.

Em relação a mecânica de disparo de flechas, como atribui a facilidade de aprendizado? *

Marcar apenas uma oval.

- Extremamente fácil.
- Muito fácil.
- Mediana.
- Muito ruim, complicado de entender.
- Horrível, não conseguir entender nada.

Ainda sobre a mecânica de flechas, como atribui a facilidade de uso? *

Marcar apenas uma oval.

- Extremamente fácil.
- Muito fácil.
- Mediana.
- Muito ruim, complicado de disparar.
- Horrível, não conseguir disparar nada.

Após está familiarizado a cada uma das mecânicas e seus respectivos funcionamentos, como você atribui a dificuldade do jogo? *

Marcar apenas uma oval.

- Extremamente balanceado, muito fácil depois que se acostuma com as mecânicas.
- Bem balanceado, fácil depois que se pega o jeito.
- Balanceamento mediano, mesmo depois que se acostuma com as mecânicas.
- Mal balanceado, jogo difícil mesmo depois que se pega o jeito.

- Muito mal balanceado, muito difícil mesmo acostumado com as mecânicas.

APÊNDICE D – Projeto e Demo da API do jogo

Link para o projeto do jogo no github:

<https://github.com/Rouem/thewanderer-tcc-exergame>

Link para a API usada no jogo:

<https://github.com/Rouem/-API-WalkDetector-Unity>



TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DIGITAL NA BIBLIOTECA
“JOSÉ ALBANO DE MACEDO”

Identificação do Tipo de Documento

- () Tese
() Dissertação
(X) Monografia
() Artigo

Eu, Raphael Felipe do Vale Lucena,
autorizo com base na Lei Federal nº 9.610 de 19 de Fevereiro de 1998 e na Lei nº 10.973 de
02 de dezembro de 2004, a biblioteca da Universidade Federal do Piauí a divulgar,
gratuitamente, sem ressarcimento de direitos autorais, o texto integral da publicação
The Wanderer: Um jogo para auxiliar no com-
bate ao sedentarismo e promover uma vida saudável
de minha autoria, em formato PDF, para fins de leitura e/ou impressão, pela internet a título
de divulgação da produção científica gerada pela Universidade.

Picos-PI 20 de Janeiro de 20 20

Raphael Felipe do Vale Lucena

Assinatura

Assinatura